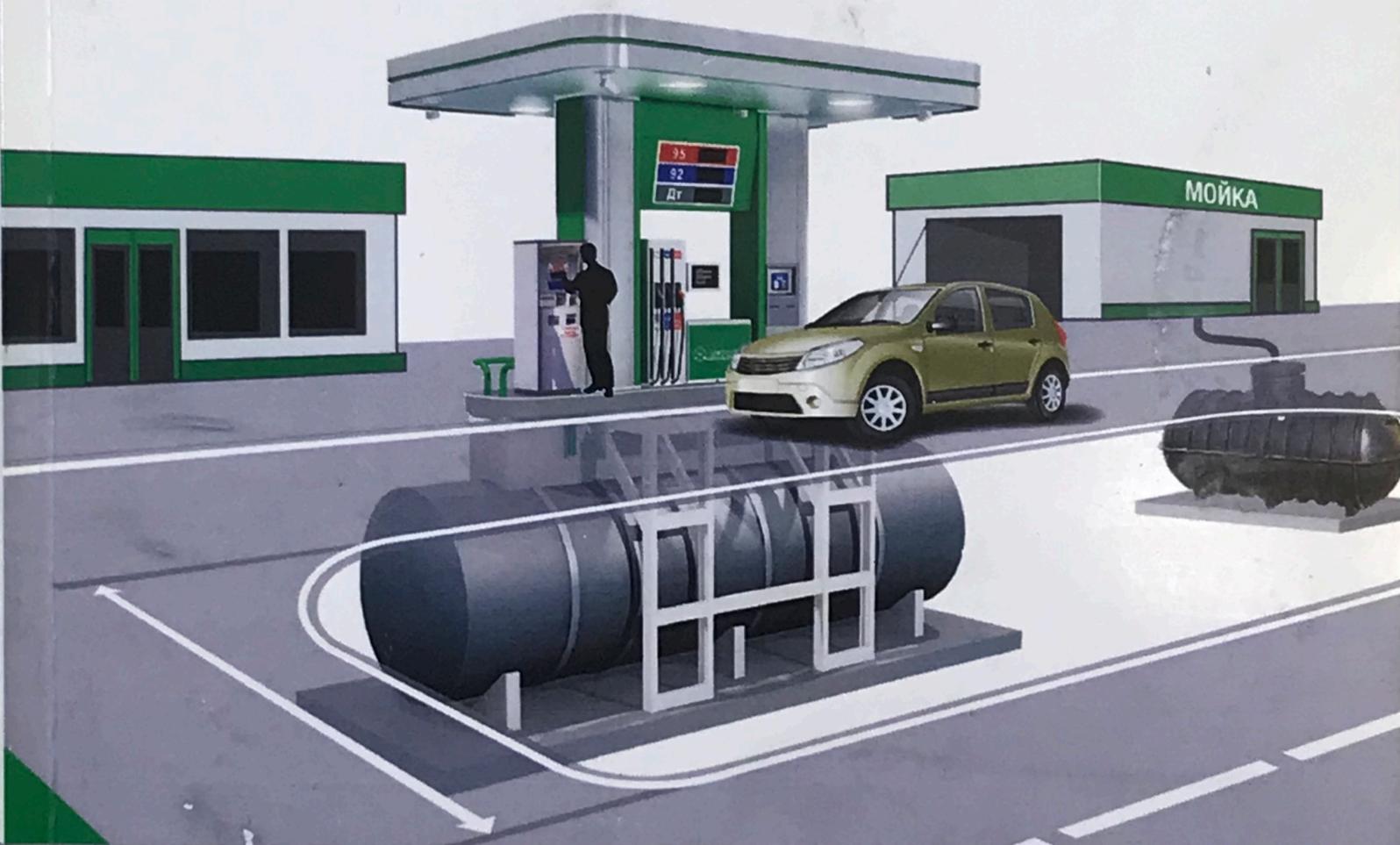


В.П. КОВАЛЕНКО, Г.Е. МИТЯГИН,
О.В. ВИНОГРАДОВ, Ю.В. ДЗЮБА

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
ТОПЛИВНО-ЗАПРАВОЧНОГО КОМПЛЕКСА
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**



Москва
ООО «УМЦ «Триада»
2016

**В. П. КОВАЛЕНКО
Г. Е. МИТЯГИН
О. В. ВИНОГРАДОВ
Ю. В. ДЗЮБА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
ТОПЛИВО-ЗАПРАВОЧНОГО КОМПЛЕКСА**

Учебное пособие

Москва
2016

УДК 665.6/.7001.63

ББК 35.514

К 562

Рецензент: доктор технических наук, профессор, директор Центра высоких технологий в автомобилестроении Ульяновского государственного университета
В. В. Варнаков

Коваленко В. П., Митягин Г. Е., Виноградов О. В., Дзюба Ю. В.

К 562 Проектирование и эксплуатация объектов топливно-заправочного комплекса: учебное пособие. / В. П. Коваленко, Г. Е. Митягин, О. В. Виноградов, Ю. В. Дзюба – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 140 с.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» в соответствии с содержанием курса «Обеспечение экономии топливно-энергетических ресурсов и качества топливно-смазочных материалов» и направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» в соответствии с содержанием курсов «Производственная и техническая инфраструктура предприятий», «Техническая эксплуатация автомобилей», «Проектирование и эксплуатация объектов топливно-заправочного комплекса». В учебном пособии изложена методика технологического проектирования топливозаправочных комплексов и нефтескладов, предназначенных для эксплуатации в системах нефтепродуктообеспечения автотранспортных и сельскохозяйственных предприятий, а также рассмотрены вопросы, связанные с сооружением, реконструкцией и техническим перевооружением этих объектов.

УДК: 665.6/.7001.63

ББК 35.514

© Коваленко В. П., Митягин Г. Е.,
Виноградов О. В., Дзюба Ю. В., 2016
© ООО «УМЦ «Триада», 2016

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Порядок проектирования объектов системы нефтепродуктообеспечения.....	7
1.1. Формы развития объектов системы нефтепродуктообеспечения.....	7
1.2. Исходные данные для проектирования.....	10
1.3. Выбор площадки для строительства объекта.....	13
1.4. Разработка генерального плана объекта.....	19
1.5. Разработка технологической схемы объекта.....	26
1.6. Техничко-экономическое обоснование проекта.....	28
Глава 2. Состав и содержание проекта.....	37
2.1. Состав проекта.....	37
2.2. Содержание проекта.....	37
Глава 3. Технологические расчеты при проектировании объектов системы нефтепродуктообеспечения.....	43
3.1. Определение потребности в нефтепродуктах и вместимости резервуарного парка объекта.....	43
3.2. Расчет трубопроводных коммуникаций.....	53
3.3. Определение количества топливозаправочных колонок на топливозаправочном пункте и автозаправочной станции.....	63
3.4. Расчет параметров оборудования для перекачки нефтепродуктов.....	68
Глава 4. Сооружение объектов системы нефтепродуктообеспечения	74
4.1. Сооружение резервуарного парка объекта.....	74
4.2. Монтаж трубопроводных коммуникаций.....	80
4.3. Сооружение и обустройство производственных и вспомогательных помещений.....	86
4.4. Оснащение объектов системы нефтепродуктообеспечения техническими средствами обеспечения безопасности.....	90
Глава 5. Организация и выполнение строительных работ на объекте.....	95
5.1. Определение перечня строительных работ.....	95
5.2. Строительные и монтажные работы при сооружении резервуарного парка.....	97
5.3. Строительные работы при прокладке трубопроводов.....	101
5.4. Строительство зданий на территории объекта.....	103
5.5. Особенности строительства зданий и сооружений на автозаправочных станциях и комплексах.....	110
5.6. Сооружение системы отвода с территории объекта и очистки поверхностных вод.....	117
Заключение.....	120
Список литературы.....	122
Приложения.....	123

Введение

Полное и своевременное обеспечение топливом, смазочными материалами и специальными жидкостями разнообразной техники, эксплуатирующейся во всех отраслях экономики, а также транспортных средств, находящихся в личном пользовании граждан, является задачей системы нефтепродуктообеспечения. Через объекты этой системы осуществляется доставка нефтепродуктов к местам их потребления, хранение необходимых запасов и выдача нефтепродуктов потребителям. Соответственно к объектам системы нефтепродуктообеспечения относятся: нефтебазы (перевалочные, распределительные и длительного хранения); нефтесклады и топливозаправочные пункты предприятий и организаций различных форм собственности; топливозаправочные комплексы и автозаправочные станции; магистральные нефтепродуктопроводы; железнодорожные и водные терминалы; транспортные наливные средства (железнодорожные и автомобильные цистерны, наливные суда); подвижные средства заправки (автотопливозаправщики, передвижные автозаправочные станции, механизированные заправочные агрегаты и т.п.); вспомогательные предприятия (станции регенерации отработанных масел, ремонтные заводы и мастерские и т.п.).

В сфере сельскохозяйственного производства и автомобильного транспорта хранение нефтепродуктов осуществляется на нефтескладах потребителей, а заправка техники – на топливозаправочных комплексах и пунктах, а также на автозаправочных станциях общего назначения и с помощью подвижных средств заправки.

На функционирование указанных объектов влияют следующие факторы:

- физико-химические свойства нефтепродуктов;
- потребность в нефтепродуктах;
- производственная мощность объекта (объем хранимого нефтепродукта, производительность заправки и т.п.);
- географическое расположение объекта;
- инфраструктура района (дорожная сеть, энергоснабжение и т.п.);
- экономические показатели.

На основании анализа перечисленных факторов осуществляется проектирование объекта, т.е. разрабатываются технические решения по его сооружению и оснащению технологическим оборудованием. Проектные решения должны обеспечивать:

- рациональное использование земель, отведенных для сооружения объекта;
- высокую эффективность использования капитальных вложений;
- применение современного технологического оборудования и максимальную автоматизацию технологических процессов при операциях с нефтепродуктами;

- использование оптимальных объемно-планировочных разработок при строительстве зданий и сооружений с применением прогрессивных
- строительных материалов;
- производственную, экологическую, пожарную и транспортную безопасность при строительстве объекта и его эксплуатации.

При изучении дисциплины «Проектирование объектов системы нефтепродуктообеспечения» основное внимание студентами уделяется технологическому проектированию этих объектов. Под технологическим проектированием подразумевается комплекс мероприятий, который включает:

- выбор и обоснование исходных данных для сооружения объекта;
- расчеты производственной мощности объекта и объемов операций, осуществляемых при его эксплуатации;
- определение потребности в технологическом оборудовании (резервуарах, насосных агрегатах, топливораздаточных колонках, сливно-наливных устройствах и т.п.);
- разработку генерального плана с указанием взаимного расположения проектируемых зданий и сооружений, а также транспортных коммуникаций, решений по охране и благоустройству объекта и т.п.;
- разработку технологической схемы, отображающей расположение технологического оборудования и системы трубопроводов с указанием мест размещения запорной, регулирующей и предохранительной арматуры;
- разработку объемно-планировочных решений производственных, административных, бытовых и вспомогательных помещений;
- технико-экономическую оценку проекта.

Результаты технологического проектирования служат основой для разработки строительной и экологической частей проекта, мероприятий по охране труда и по физической безопасности клиентов и персонала, которые также рассматриваются при изучении данной дисциплины.

Данное учебное пособие содержит необходимые сведения по вопросам проектирования топливозаправочных комплексов и нефтескладов. Его назначение - дать студентам, обучающимся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», основы теоретических знаний и практические навыки для проектирования объектов системы нефтепродуктообеспечения, эксплуатируемых в различных нефтепродуктопотребляющих отраслях экономики страны, а также предназначенных для снабжения нефтепродуктами населения. Такие знания необходимы будущим специалистам, так как проектирование является первым этапом жизненного цикла каждого объекта, сооружения и изделия, эксплуатации которых будет посвящена их дальнейшая практическая деятельность.

Глава 1. Порядок проектирования объектов системы нефтепродуктообеспечения

1.1. Формы развития объектов системы нефтепродуктообеспечения

Обеспечение нефтепродуктами потребителей в значительной мере зависит от уровня развития и условий функционирования производственно-технической базы объектов нефтепродуктообеспечения, представляющей собой совокупность зданий, сооружений, технологического оборудования, вспомогательных и обеспечивающих подразделений.

Развитие производственно-технической базы может осуществляться следующими методами: новое строительство (сооружение), расширение, реконструкция, техническое перевооружение.

Новое строительство (сооружение) объекта – это возведение комплекса зданий и сооружений производственного, административного, бытового и вспомогательного назначения, служащего для выполнения задач по обеспечению нефтепродуктами потребителей. К новому строительству относится также сооружение на новом участке объекта взамен подлежащего ликвидации по каким-либо причинам (техническим, санитарным, градостроительным, экологическим, социальным и т.п.).

Расширение объекта – это строительство и монтаж новых зданий и сооружений, комплектов оборудования и т.п. дополнительно к имеющимся, как на существующей территории, так и с использованием дополнительных площадей, в целях увеличения объема выполняемых операций или расширения перечня этих операций по ранее разработанному плану.

Реконструкция объекта – это переустройство существующих сооружений с целью увеличения объемов выполняемых операций и повышения их качества путем совершенствования технологических процессов, внедрения нового оборудования, повышения эффективности функционирования объекта, улучшения санитарно-гигиенических и экологических условий, или же одновременного осуществления нескольких из перечисленных мероприятий. Реконструкция производится, как правило, без увеличения площади объекта или отдельных сооружений, однако допускается частично производить новое строительство взамен отдельных существующих зданий и сооружений, которые имеют значительный моральный и физический износ и в силу технического состояния или экологических условий подлежат полному или частичному сносу.

Техническое перевооружение объекта – комплекс мероприятий, направленных на повышение технико-экономических показателей объекта или его элементов без увеличения общей мощности. Техническое перевооружение осуществляется с целью замены морально устаревшего или фи-

зически изношенного оборудования, модернизации природоохранительных сооружений и устройств (систем сбора и очистки поверхностных вод, локализации и ликвидации последствий аварийных выбросов нефтепродуктов, рекуперации паров нефтепродуктов и т.п.), внедрения автоматизированных систем управления технологическими операциями, компьютеризации процессов учета нефтепродуктов и кассовых операций, совершенствования охранных систем и т.п.

Новое строительство (сооружение объекта) является наиболее трудоемкой и дорогостоящей формой развития объектов системы нефтепродуктообеспечения. При новом строительстве осуществляется весь комплекс мероприятий, связанных с сооружением объекта: его проектирование, выполнение строительно-монтажных и пуско-наладочных работ и т.п.

Реконструкция, расширение и техническое перевооружение существующих объектов имеют ряд преимуществ по сравнению с новым строительством: более экономное расходование материальных, финансовых и других ресурсов за счет сокращения объема строительно-монтажных работ (при расширении расходуются около 75 % средств по сравнению с затратами на новое строительство, при реконструкции – около 43 % и при техническом перевооружении – около 20 %);

сокращение сроков ввода объекта в эксплуатацию (работы осуществляются в 2,5 – 3 раза скорее, чем при новом строительстве);

проведение работ на освоенной площадке (как правило, имеются подъездные пути, электро- и водоснабжение, связь и т.п.).

Проведение реконструкции, расширения и технического перевооружения существующего объекта связано с определенными трудностями, к которым относятся:

сложность применения (привязки) типовых проектных решений;

затруднения при производстве инженерно-строительных работ с применением крупногабаритной тяжелой техники из-за ограниченности площадей, используемых при развитии объекта;

временная приостановка функционирования отдельных частей или всего объекта.

Перед выбором формы развития объекта проводится технико-экономическое обоснование этого выбора. Примеры выбора форм развития объекта в зависимости от имеющихся недостатков в его работе приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Предпосылки для использования различных форм развития
объектов системы нефтепродуктообеспечения**

Недостатки при функционировании объекта	Причины возникновения недостатков	Следствия недостатков	Формы развития объекта
Дефицит мощности объекта	Объем потребления нефтепродуктов превышает проектную мощность объекта	Не обеспечивается в полной мере отпуск нефтепродуктов потребителям	Расширение или реконструкция
Несоответствие параметров элементов объекта параметрам транспортных средств	Сливно-наливные устройства, топливораздаточные колонки и другие технические средства не соответствуют параметрам автоцистерн, автотопливозаправщиков или баков автомобилей по скорости налива или заправки. Дороги и проезды на территории объекта не соответствуют габаритным размерам транспортных средств	Нарушаются сроки осуществления сливно-наливных или заправочных операций. Нарушаются требования к размещению и передвижению транспорта на объекте	Техническое перевооружение Реконструкция
Недостаточная оснащенность вспомогательным технологическим оборудованием	Отсутствие или нехватка оборудования для погрузки и разгрузки нефтепродуктов в таре, слива и сбора отработанных масел и т.п.	Низкий уровень механизации технологических процессов и производительности труда	Техническое перевооружение
Нарушение нормативных показателей санитарно-гигиенических условий труда.	Загазованность, запыленность, нарушение температурного режима в помещениях, повышенные шум и вибрация	Заболеваемость и утомляемость рабочих	Реконструкция или техническое перевооружение
Недостаточный уровень социальных условий труда	Дефицит помещений бытового и санитарно-гигиенического назначения (раздевалок, душевых, туалетов и т.п.)	Текучесть кадров, снижение производительности труда	Реконструкция
Отрицательное воздействие функционирования объекта на окружающую среду	Недостаточная производительность очистных сооружений, несовершенство дыхательной арматуры и т.п.	Загрязнение почвы, атмосферы и гидросферы. Отрицательное влияние на флору и фауну	Техническое перевооружение

1.2. Исходные данные для проектирования

К исходным данным для проектирования относятся:

- решение (постановление) о строительстве объекта;
- решение о согласовании участка для сооружения объекта (для нового строительства или расширения объекта);
- технические условия на присоединение к существующим или проектируемым коммуникациям;
- ситуационный план района расположения объекта;
- задание на проектирование объекта.

Решение о строительстве объекта принимается, как правило, организацией (ведомством, фирмой и т.п.), осуществляющей финансирование строительства объекта. Сюда относятся государственные, муниципальные, акционерные, кооперативные, арендные предприятия. В зависимости от формы собственности такое финансирование может осуществляться за счет средств государственного или местного бюджета, собственных средств организаций, инвестиций, заемных средств и т.п. Принятию решения о строительстве предшествует рассмотрение и утверждение его технико-экономического обоснования.

Решение о согласовании участка для строительства объекта принимают местные органы власти или землевладельцы после предварительного рассмотрения возможных вариантов и получения заключений и согласований от надзорных, контрольных и экспертных органов Госсанэпиднадзора, комитетов по экологии и землепользованию, пожарной охраны, территориальных органов по водному хозяйству и использованию недр.

Технические условия на присоединение к коммуникациям выдают организации, в ведении которых эти коммуникации находятся. Так, присоединение к автомобильным дорогам общего пользования производится по техническим условиям, разрабатываемым соответствующим дорожно-эксплуатационным управлением по согласованию с ГИБДД. Присоединение к линиям электропередач и установление трансформаторных мощностей осуществляется в соответствии с техническими условиями проекта по согласованию с организацией, ответственной за эксплуатацию электрических систем, для присоединения к водопроводу и канализации согласование на технические условия выдают предприятия водоканала.

Ситуационный план, представленный ниже (рис.1), выполняется, как правило, в масштабе 1: 5 000 или 1: 10 000. На этот план наносят близлежащие существующие и проектируемые предприятия и населенные пункты, пути сообщения (автомобильные и железные дороги, водные пути и т.п.), технические коммуникации (линии электропередач, газопроводы, водопроводные и канализационные коллекторы и т.п.), сельскохозяйственные угодья, ландшафтные образования (леса, луга, овраги и т.п.).

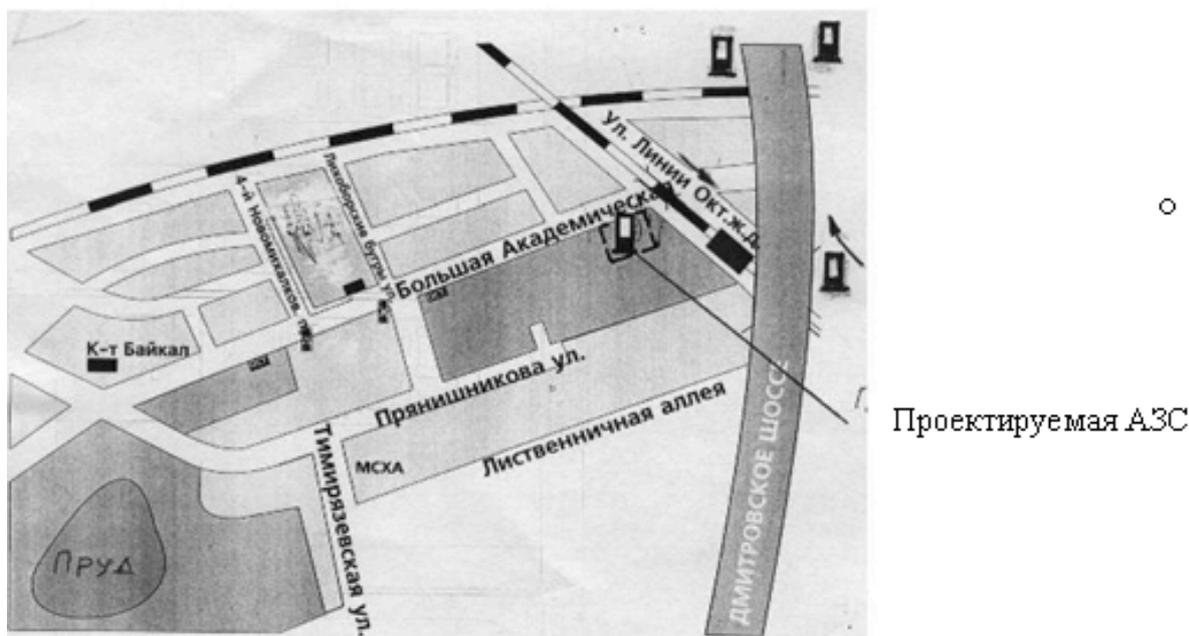


Рис. 1. Ситуационный план при проектировании автозаправочной станции в городской черте

Задание на проектирование объекта разрабатывается, как правило, заказчиком с участием проектной организации. Задание обычно содержит следующие сведения :

- основание для проектирования;
- назначение и функции объекта;
- основные технико-экономические показатели объекта (номенклатура нефтепродуктов, режим работы объекта, объем операций по приему нефтепродуктов, их хранению, выдаче, заправке и т.п.);
- место строительства (сооружения) объекта;
- намечаемые сроки, очередность, стадийность и сметная стоимость строительства;
- основные источники снабжения объекта (нефтепродуктами с указанием видов и марок транспортных средств для их доставки, электроэнергией, водой для технологических и бытовых нужд, газом и т.п.);
- требования по очистке и сбросу поверхностных вод;
- требования по разработке вариантов проекта или отдельных его частей (при необходимости такой разработки);
- наименование проектной организации, осуществляющей проектирование объекта;
- наименование строительной организации, являющейся генеральным подрядчиком;
- прочие требования, выдвигаемые заказчиком.

Детализация сведений в задании на проектирование может быть различной. В нем может содержаться подробная характеристика объекта или

же только указание на его назначение. В этом случае необходимая детализация возлагается на разработчика проекта объекта и включается в его состав. Например, задание на проектирование нефтесклада сельскохозяйственного предприятия в одном случае может содержать его подробную характеристику (объем хранимых запасов по видам нефтепродуктов, число резервуаров и другого технологического оборудования, производительность средств заправки и т.п.), в другом случае – только данные о годовом расходе нефтепродуктов сельскохозяйственным предприятием, а в третьем – лишь данные о количестве заправляемой техники и объеме выполняемых ею сельскохозяйственных, транспортных и иных работ. Соответственно объем проекта при этом будет различным. В первом случае можно непосредственно приступить к составлению генерального плана и технологической схемы объекта, во втором – предварительно определить на основании годовой потребности в нефтепродуктах вместимость резервуарного парка по методике, приведенной в разделе 3 настоящего учебного пособия, выбрать резервуары для хранения нефтепродуктов и остальное технологическое оборудование, затем приступить непосредственно к проектированию; в третьем – на основании объема выполняемых работ в соответствии с существующими нормами рассчитать годовую потребность хозяйства в нефтепродуктах по методике, изложенной в разделе 3 данного пособия, после этого определить вместимость и состав резервуарного парка, рассчитать количество и подобрать марки различного технологического оборудования, затем приступить к разработке проектных документов.

На этапе разработки задания на проектирование решается также вопрос о стадийности проектирования. Проектирование может осуществляться в одну и в две стадии. В одну стадию разрабатываются проекты для объектов системы нефтепродуктообеспечения, строительство которых будет осуществляться по типовым проектам или повторно применяемым проектам, (ранее разработанным при проектировании аналогичных объектов), а также для технически несложных объектов (например, заправочных пунктов в подразделениях сельскохозяйственного предприятия) и для проектов реконструкции, расширения или технического перевооружения объектов. В других случаях проектирование осуществляется в две стадии.

1.3. Выбор площадки для строительства объекта

Площадку для строительства объекта системы нефтепродуктообеспечения выбирают по согласованию с землепользователем (если данная территория не находится в собственности или управлении заказчика проекта) и органами, осуществляющими контроль за использованием земель. Размещать площадку следует, как правило, на непригодных для сельскохозяйственного использования землях с соблюдением требований Земельного кодекса Российской Федерации.

Площадка должна иметь минимально необходимые размеры, предусмотренные противопожарными, экологическими и санитарно-гигиеническими нормами. Размеры площадки зависят от объема и технологии осуществления сливно-наливных, нефтескладских, транспортных, заправочных и других планируемых при эксплуатации объекта операций, от количества, типов и способов размещения технологического и вспомогательного оборудования, от планировочных решений и взаимного размещения зданий и сооружений и т.д.

Ориентировочно площадь объекта можно определить по формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i}{k_3}, \quad (1.1)$$

где S – площадь объекта, m^2 ; F_i – площадь i -го здания или сооружения, m^2 ; n – количество зданий и сооружений на объекте; k_3 – коэффициент застройки (отношение площади, занятой зданиями и сооружениями к общей площади объекта), который для объектов системы нефтепродуктообеспечения обычно не превышает 0,3.

Расположение площадки должно обеспечивать возможность расширения объекта, если это предусмотрено заданием на его проектирование. При необходимости расширения объекта резервируют участок, равный 25...30 % первоначальной площади объекта. Если при строительстве объекта предусматривается возведение каких-либо временных сооружений (складов строительных материалов, бытовок, стоянок строительной техники) вне площадки, отводимой под строительство этого объекта, необходимо предусмотреть наличие свободного участка и согласовать возможность его временного использования.

При выборе площадки должна обеспечиваться возможность примыкания к транспортным магистралям – автомобильным дорогам общего пользования, а при необходимости – к железнодорожным или водным путям. Наличие объекта не должно затруднять движение транспорта по основным магистралям в процессе строительства и эксплуатации этого объекта.

Площадка, выделяемая под строительство, должна иметь грунты, позволяющие осуществлять возведение зданий и сооружений без устройства специальных искусственных оснований и желательно без проведения дренажных работ. Для этого грунты должны выдерживать нагрузку не менее 0,12 МПа. Грунты подразделяются в соответствии с классами, характеризующими их свойства.

К первому классу относятся ил, торф, чернозем и другие грунты, у которых, как правило, допустимое давление в сухом состоянии не превышает 0,1 МПа, а при высокой влажности резко снижается (до 0,05 МПа и менее). Кроме того, эти грунты коррозионноактивны и строить на них объекты нефтепродуктообеспечения нельзя. Исключение составляют относящиеся к первому классу замороженные грунты в условиях вечной

мерзлоты, которая при сохранении её температурного режима обеспечивает весьма прочное основание с допустимым давлением до 0,5 МПа, однако при оттаивании вечно-мерзлых грунтов они разжижаются и деформируются независимо от нагрузки. Поэтому при строительстве в зоне вечной мерзлоты следует соблюдать особые правила.

Ко второму классу относятся глинистые грунты: глина, суглинок, лёсс, мергель, морена, которые в сухом состоянии способны выдерживать давление от 0,25 до 0,6 МПа (за исключением суглинков с включением ила или органических веществ), однако эти грунты плохо дренируют поверхностные воды, а в зимнее время они подвержены вспучиванию вследствие замерзания в порах грунта воды, которая из-за малой фильтрационной способности глины не находит выхода. По этой же причине на поверхности глинистых грунтов могут образовываться наледи. При размокании наклонных пластов глины возможны оползни, сопровождающиеся скольжением сооружений, а в глинах, богатых растворимыми солями, и в лессовых почвах возможны карстовые явления, поэтому при строительстве объектов на глинистых грунтах необходимо осуществлять предохранительные мероприятия, направленные на снижение влагосодержания.

К третьему классу относятся песчаные и крупнообломочные грунты (песок, гравий, галька и т.п.), которые хорошо дренируют почву, поэтому их прочность практически не изменяется даже при высокой влажности, а допустимое давление составляет 0,15...0,8 МПа. Исключение составляют только мелкодисперсные песчаные грунты (особенно с примесью ила), у которых при увлажнении прочность резко падает. Поэтому песчаные грунты средней и большой крупности, а также крупнообломочные грунты наиболее пригодны для строительства объектов системы нефтепродуктообеспечения. Эти грунты отличаются малой коррозионной активностью, дают незначительную осадку в процессе строительства, не склонны к карстовым явлениям, однако на участках с сильно водоносными песками могут возникать пlyingуны и для предотвращения этого явления необходимо проводить дренажные работы. Кроме того, на площадках, где грунтом является мелкодисперсный разрыхленный песок, возможно перемещение песчаных масс, вызывающие дюны и барханов.

К четвертому классу относятся полускальные и скальные грунты из осадочных пород (плотный мел, песчаник, известняк, доломит и т.д.) и магматических пород (гранит, гнейс, диабаз, базальт и т.д.). Эти грунты весьма прочные – допустимое давление независимо от состояния влажности грунта составляет 0,4...0,6 МПа для осадочных пород и 2,0...4,0 МПа для особо твердых скальных пород. Однако работы по планировке территории и устройству подземных сооружений (прокладка трубопроводов, заглубление резервуаров и т.п.) требуют большой продолжительности, весьма трудоемки, а иногда и невозможны без применения специальной техники. Некоторые грунты этого класса, например: гипсы и известняки,

при наличии значительных источников грунтовых вод склонны к карстовым явлениям с образованием провалов и воронок.

Карстовые и оползневые явления, а также другие возможные перемещения грунта приводят к образованию трещин в фундаментах и стенах зданий, частичному или полному разрушению сооружений, повреждению резервуаров и трубопроводов и т.п., поэтому на площадках с неустойчивыми грунтами объекты системы нефтепродуктообеспечения возводить нельзя. Строительство объектов в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов должно осуществляться с проведением антисейсмических мероприятий.

Площадка для строительства объекта системы нефтепродуктообеспечения не должна располагаться на заболоченных почвах и затапливаться паводковыми, ливневыми или талыми водами, а также подтапливаться вследствие периодического подъема уровня грунтовых вод. При выборе площадки с неблагоприятными гидрогеологическими условиями возникает необходимость в проведении дорогостоящих и трудоемких дренажных работ или в осуществлении водозащитных мероприятий (возведение дамбы, повышение уровня площадки и т.п.). Наиболее пригодны участки с низким залеганием горизонта грунтовых вод, что исключает опасность всплытия заглубленных резервуаров при их опорожнении, снижает затраты на гидроизоляцию фундаментов зданий, подземных трубопроводов и других подземных сооружений на их антикоррозионную защиту. При сравнительно высоком уровне грунтовых вод они не должны содержать химически агрессивных веществ. Скорость движения грунтовых вод должна быть невысокой, чтобы исключить размывание ими грунта.

Площадка должна находиться на расстоянии от окружающих зданий, сооружений и других объектов, определяемом противопожарными, экологическими и санитарно-гигиеническими нормами, которые приведены в приложении 1. Расстояния от автозаправочной станции (топливозаправочного пункта) могут быть уменьшены по сравнению с приведенными в приложении 1:

- до жилых и общественных зданий I и II степени огнестойкости – до 25% (за исключением использования на объекте резервуаров одностенной конструкции, установленных наземно);
- до лесных массивов хвойных и смешанных пород при наличии вспаханной полосы земли шириной не менее 5 м – в 2 раза.

Площадку следует выбирать с подветренной стороны относительно населенных пунктов и мест скопления людей. С этой целью на основании многолетних данных метеорологических наблюдений строится «роза ветров» района, показывающая повторяемость ветров по румбам в течение года (или за другой отрезок времени). Интерес представляет «роза ветров» для теплого периода года, когда наиболее интенсивно происходит загрязнение атмосферы парами нефтепродуктов.

При расположении площадки на берегу реки её следует размещать на расстоянии не менее 300 м. ниже населенных пунктов и других объектов, которые могут пострадать при возникновении на объекте аварийной ситуации (пожара с растеканием горящего нефтепродукта на поверхности воды, разрушения или повреждения сооружений объекта с экологическим загрязнением водного потока и т.п.). При размещении площадки на расстоянии не менее 200 м. от береговой линии (при максимальном уровне подъема вод в реке) это требование может не соблюдаться. В отдельных случаях разрешается размещение объекта выше по течению реки на расстоянии от населенных пунктов, промышленных предприятий, пристаней, мостов, затонов для стоянки судов и т.п. 3...5 км, в зависимости от вместимости объекта и объема производимых операций.

Площадка должна иметь по возможности ровную поверхность без бугров и впадин и естественный уклон для отвода поверхностных (ливневых и талых) вод. Сильно пересеченные площадки требуют выполнения большого объема земляных работ для их планировки, что значительно удорожает стоимость строительства. В то же время наличие естественного или искусственно созданного уклона может быть использовано для перемещения нефтепродуктов по территории объекта самотеком, что снижает энергозатраты на их перекачку.

Площадку желательно располагать вблизи источников водо-, энерго-, газо- и теплоснабжения. При невозможности подключения объекта к стационарной водопроводной сети на площадке или в непосредственной близости от неё должны быть условия для сооружения автономных источников водоснабжения – водозаборных сооружений на реках и озерах, артезианских скважин, искусственных водоемов и т.п. Источник водоснабжения должен обеспечивать потребность объекта в воде для производственно-технических, противопожарных и бытовых нужд, а в случае использования воды в пищевых целях она должна удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям.

В районе расположения площадки для сооружения объекта системы нефтепродуктообеспечения целесообразно иметь источник энергоснабжения (линии электропередач, электростанции и т.п.), а в случае его отсутствия должно быть предусмотрено место для размещения автономного электрогенератора. Желательно также обеспечить подключение объекта к имеющимся источникам теплоснабжения (теплоцентралям, котельным установкам и т.п.), а при невозможности такого подключения следует предусмотреть на площадке участок для строительства собственной котельной (если в проекте не предусматривается электрообогрев зданий, сооружений объекта или другие варианты обеспечения температурного режима).

Выбор площадки осуществляется после следующих мероприятий: геологических и гидрогеологических изысканий, осуществляемых с целью

изучения условий залегания и взаимного расположения пластов горных пород; определения их устойчивости и выявления условий, могущих вызвать их перемещение (образование оползней, карстовых воронок, провалов, сбросов и т.п.); выявления водоносных пластов и источников их питания, а также выходов грунтовых вод на поверхность. Геологические и гидрогеологические изыскания производят при помощи разведочных выработок (шурфов и скважин), количество которых зависит от размеров площадки и от характера залегания пластов грунта. Чем больше площадка и сложнее геологическое строение, тем гуще должны располагаться разведочные выработки. После анализа физико-механических свойств грунтов и определения гидравлических показателей грунтовых вод (направления и скорости их потоков, колебаний уровня и т.п.) производится топографическая съемка площадки объекта в масштабе 1 : 2 000, 1 : 1 000 или 1 : 500 в зависимости от рельефа местности и величины площадки. Сечение горизонталей берется обычно через 0,5 или 1,0. Топографический план площадки (рис. 2) должен иметь географические координаты и быть ориентирован относительно сторон света. После уточнения и согласования границ площадки оформляют правоудостоверяющие документы на землю. План площадки с нанесением координатной сетки и данными вертикальной съемки рельефа служит топографической основой для разработки генерального плана объекта.

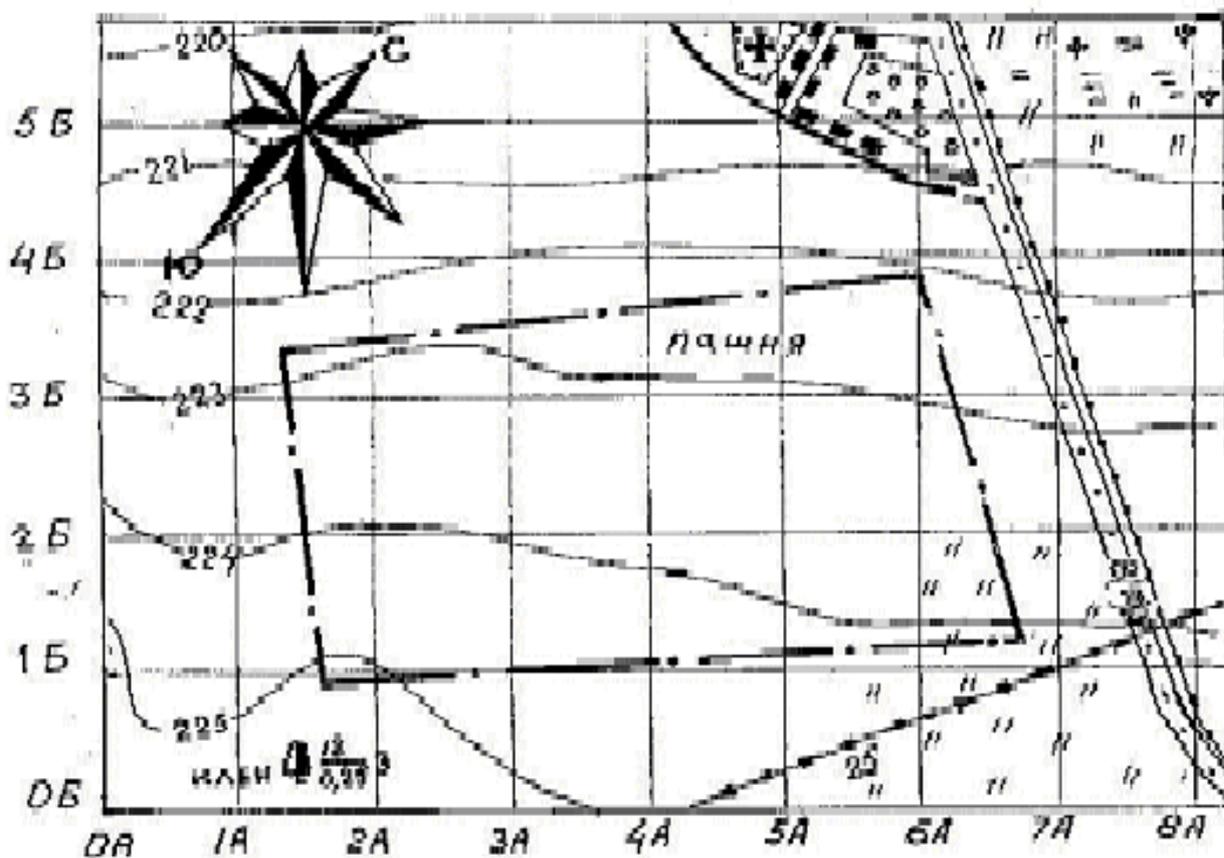


Рис.2. Топографический план площадки для строительства объекта

1.4. Разработка генерального плана объекта

Генеральный план объекта – часть проекта, в котором комплексно решаются вопросы планировки и размещения всех зданий и сооружений, транспортных коммуникаций, технологических трубопроводов, инженерных сетей, организации обслуживания, охраны и благоустройства территории объекта (рис. 3). При разработке генерального плана количество технологического оборудования (резервуаров, топливо- и маслораздаточных колонок, сливно-наливных устройств, насосных агрегатов и т.п.) определяется производственными показателями (объемом хранимых нефтепродуктов, периодичностью сливно-наливных операций, количеством заправляемых машин и т.п.), а взаимное расположение оборудования – технологическими требованиями, противопожарными и санитарно-гигиеническими нормами. Технологические требования зависят от условий строительства и эксплуатации объекта, а в соответствии с противопожарными и санитарными нормами определяют минимально допустимые расстояния между зданиями и сооружениями, обеспечивающие пожарную безопасность и благоприятные условия труда для обслуживающего персонала объекта. Наряду с этим следует учитывать природные условия (топографические, геологические) и архитектурно-планировочные требования. Разработка генерального плана включает:

- взаимное, наиболее рациональное расположение отдельных элементов объекта (горизонтальная планировка) для достижения оптимальных условий его эксплуатации с минимальными затратами при строительстве и функционировании объекта;
- выбор наиболее экономичных схем сетей транспортных, технологических и инженерных коммуникаций (минимальная протяженность, использование рельефа местности); при этом отдельные элементы объекта рационально располагать на генеральном плане таким образом, чтобы по возможности, избежать взаимных пересечений технологических трубопроводов и других инженерных коммуникаций (водопроводов, теплотрасс и т.п.);
- высотное решение площадки объекта, т.е. определение проектного рельефа его территории с выбором геодезических отметок всех сооружений, коммуникаций и т.п. (вертикальная планировка) при минимальном объеме земляных работ по перемещению грунта.

Горизонтальная планировка должна обеспечивать отсутствие или сведение к минимуму встречных и пересекающихся потоков транспорта на объекте при приеме и выдаче нефтепродуктов, заправке мобильных машин и других операциях, связанных с перемещением техники по территории объекта. Это достигается системой зонирования территории. Территория

нефтесклада (сельскохозяйственного, автотранспортного предприятия, строительной организации и т.п.) делится на следующие зоны:

приема и выдачи нефтепродуктов, включающие сливно-наливные устройства, погрузочно-разгрузочные рампы для приема и выдачи нефтепродуктов в таре, хранилища нефтепродуктов в таре, разливные для затаривания нефтепродуктов, насосные станции или мотопомпы, насосные агрегаты;

хранения нефтепродуктов – резервуарный парк;

производственно-подсобную, куда входят операторная, материальный склад или кладовая, контрольно-химическая лаборатория, депо или сарай для пожарного оборудования, бытовые помещения, очистные сооружения, а при необходимости – автономные источники тепло-, энерго- и водоснабжения и т.п.

На нефтескладах предприятий, эксплуатирующих мобильную технику, как правило, планируется строительство топливозаправочного пункта, поэтому в генеральном плане этих объектов предусматривают также зону заправки колесных и гусеничных машин, включающая расходные резервуары для нефтепродуктов, топливо- и маслораздаточные колонки, а также приспособления для сбора отработанных масел и т.д.

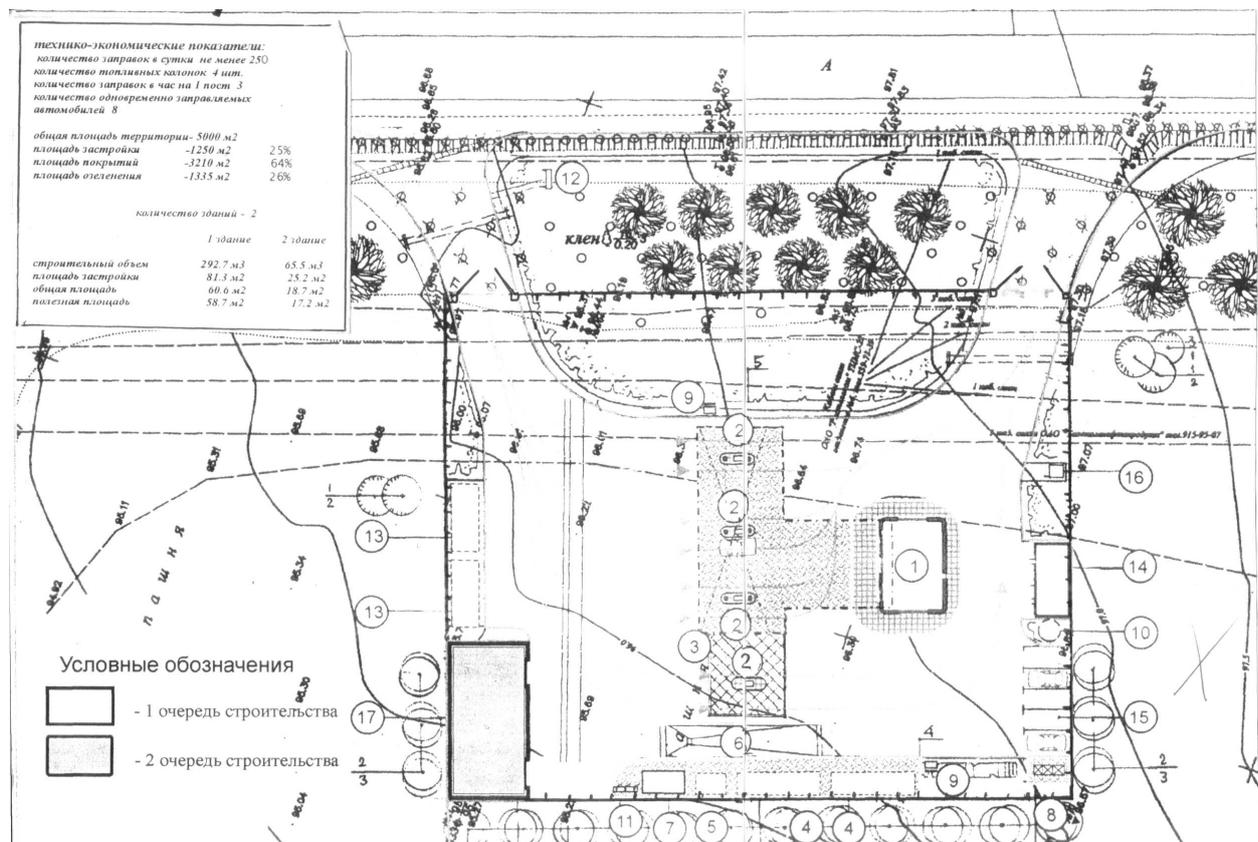


Рис. 3 Генеральный план автозаправочной станции : 1 – операторная ; 2 – заправочный островок ; 3 – навес ; 4 – резервуар для топлива ; 5 – аварийный резервуар ; 6 – площадка слива топлива ; 7 – очистительные сооружения ; 8 – контейнеры для твердых отходов ; 9 – пожарный щит ; 10 – туалет для клиен-

тов ; 11 – флагштоки ; 12 – информационный щит ; 13 – пожарный резервуар ; 14 – дизель электростанция ; 15 – автостоянка ; 16 – пункт технического контроля ; 17 – пункт технического обслуживания.

На автономном топливозаправочном пункте какого-либо предприятия, автозаправочной станции общего назначения и топливозаправочном комплексе предусматриваются следующие участки и здания:

- площадка для слива нефтепродуктов из автомобильных цистерн;
- резервуарный парк;
- операторная;
- блок топливораздаточных колонок;
- производственные и бытовые помещения;
- очистные сооружения для сбора и очистки поверхностных вод и устройства для сбора проливов нефтепродуктов.

На топливозаправочном комплексе предусматриваются также площадки и помещения для технического сервиса автомобилей (мойка, шиномонтаж, регулировочные работы) и для обслуживания клиентов (магазин, кафе быстрого питания и т.п.).

Здания, сооружения и технологическое оборудование, находящиеся в пределах каждой из зон, а также в соседних зонах, размещаются на расстояниях, предусмотренных противопожарными требованиями (приложениях 2 и 3).

Размещение зданий и сооружений производится с учетом геологических и климатических условий (класс и устойчивость грунтов, к климатическим – господствующее направление ветров, величина солнечной инсоляции и т.п.).

Котельные и другие сооружения, где производятся работы с открытым огнем, следует размещать с подветренной стороны по отношению к резервуарным паркам, сливно-наливным устройствам, топливораздаточным колонкам и т.п., чтобы исключить попадание паров нефтепродуктов к источникам огня. Здания операторных и других отапливаемых помещений (бытовых, административных, производственных, вспомогательных и т.п.) целесообразно размещать длинной стороной параллельно направлению господствующих ветров, чтобы уменьшить их охлаждение в зимнее время. При небольшом количестве окон в здании (например, хранилищах, насосных и т.п.) целесообразно оконные проемы ориентировать на юг или юго-восток с целью максимального использования естественного освещения.

После выполнения горизонтальной планировки указывают размеры сооружений в плане. Эти сооружения привязывают к координатной сетке, которая наносится на план площадки со сторонами квадратов 100 x 100 метров или 50 x 50 метров. Начало координат выносят за край площадки в южном и западном направлениях, чтобы все координаты в пределах площадки были положительными. Линии сетки обозначают либо абсолютным расстоянием в метрах от начала координат, либо условным обо-

значением (ОА, 1А, 2А и т.д. по оси абсцисс и ОБ, 1Б, 2Б и т.д. по оси ординат).

Выбор наиболее рациональных схем размещения транспортных коммуникаций, технологических трубопроводов и инженерных сетей также осуществляется при горизонтальной планировке объекта. Автомобильные дороги на территории объекта при минимальной протяженности должны обеспечивать осуществление производственных нужд (например, завоз нефтепродуктов автотранспортом), передвижение клиентов по территории (подъезд к топливораздаточным колонкам и отъезд от них), а также свободный проезд пожарных машин, уборочной техники и других специальных автомобилей (передвижных мастерских для диагностирования и ремонта технологического оборудования и т.п.). Планировка объекта должна обеспечивать кольцевое движение без пересечения транспортных потоков и постоянный доступ машин к пожарным водоемам или гидрантам. Ширина твердого покрытия проездов должна составлять не менее 6 м.

После выполнения горизонтальной планировки объекта уточняют коэффициент застройки территории, определяемый по формуле (1.1), и находят коэффициент использования территории объекта (отношение площади, занятой всеми элементами объекта – зданиями, сооружениями, автомобильными дорогами, подземными и наземными технологическими трубопроводами и инженерными коммуникациями, к общей площади объекта). Эти показатели характеризуют степень использования территории объекта.

Ограждение территории объекта должно осуществляться продуваемыми конструкциями и выполняться из негорючих материалов (например, в виде проволочного или сетчатого забора на бетонных или металлических столбах). Участки территории объекта, не занятые зданиями и сооружениями, целесообразно озеленять путем устройства газонов и высадки кустарников, а по периметру объекта и в промежутках между отдельными зонами можно располагать древесные насаждения. Не допускается озеленение территории объекта деревьями хвойных пород, а также деревьями, кустарниками и травами, образующими волокнистый пух. Размещение зеленых насаждений должно обеспечивать возможность постоянного скашивания и удаления высохшей травы, вырубку засохших деревьев и кустарников, сбора и удаления опавшей листвы.

Вертикальная планировка должна обеспечивать такое высотное расположение элементов объекта, которое создает наиболее благоприятные условия для транспортной и технологической связи между ними при минимальном объеме земляных работ, способствует локализации последствий аварий и других нештатных ситуаций, дает возможность быстрого сбора и удаления поверхностных вод.

Известны три системы вертикальной планировки – сплошная, выборочная и смешанная (зональная).

Сплошная система предусматривает выполнение планировочных работ по всей территории объекта; она применяется на небольших по площади нефтескладах с большой плотностью застройки, на автозаправочных станциях и на топливозаправочных пунктах, не входящих в состав нефтесклада, а также при высоком уровне грунтовых вод на территории объекта. При выборочной системе планировке подвергаются только участки, на которых непосредственно расположены здания и сооружения объекта; а на остальной территории сохраняется естественный рельеф; эта система применяется на объектах, имеющих большие противопожарные разрывы между отдельными элементами и естественный рельеф, обеспечивающий эффективный отвод поверхностных вод.

Смешанная система предусматривает сплошную планировку отдельных зон (например, резервуарного парка, участка сливно-наливных операций, топливозаправочного пункта и т.п.) и выборочную планировку участков для размещения других зданий, сооружений (отдельных хранилищ, административных, бытовых зданий, сооружений производственного и вспомогательного назначения и т.п.); такая система также применяется на крупных объектах, имеющих преимущественно благоприятный естественный рельеф.

Проектный рельеф площадки представляет собой ряд плоскостей, наклоненных под различными углами к горизонту. В зависимости от характера сопряжения основных планировочных плоскостей, предназначенных для размещения зданий и сооружений, различают две схемы вертикальной планировки – бестеррасную и террасную. Бестеррасная схема проектного рельефа не имеет резких изменений, уклонов и геодезических отметок (рис. 4а). Эта схема применяется на площадках сравнительно небольшой протяженности в направлении уклона, величина которого составляет не более 3...4%. Террасная схема состоит из планировочных плоскостей, имеющих большую разность высот и сопрягаемых при помощи крутых откосов (рис. 4б). Её можно применять на площадках значительной протяженности или при значительных перепадах высот (например, при сооружении объекта в сильно пересеченной местности, на склонах гор и т.п.)

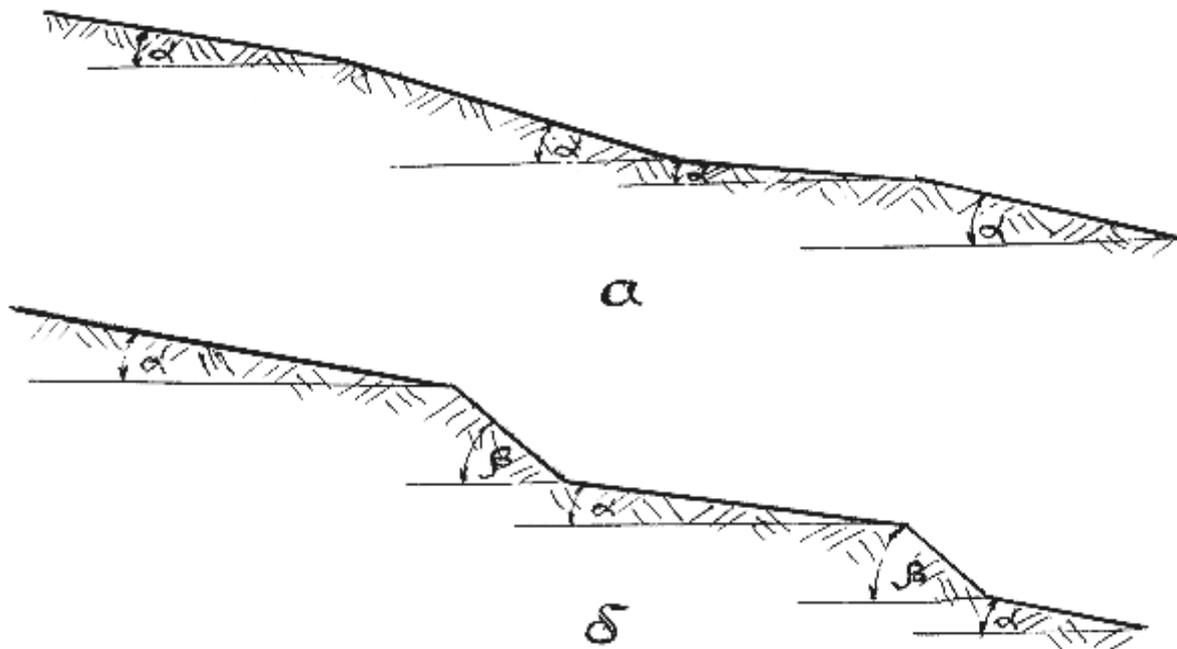


Рис. 4 Схемы вертикальной планировки площадки объекта : а – бестеррасная; б – террасная ; α – углы уклонов планировочных плоскостей ; β – углы откосов между планировочными плоскостями.

Обычно уклоны планировочных плоскостей составляют:

- минимальный уклон немощенной территории, необходимый для стока вод – 0,005;
- максимальный уклон на равнинных участках – 0,06;
- максимальный уклон на гористых участках – 0,1;
- угол откоса между планировочными плоскостями при террасной схеме вертикальной планировки – не более угла естественного осыпания грунта (при глинистых грунтах – 27...37°, при песчаных грунтах – около 30°, при – 60° и более);
- максимальный продольный уклон автомобильных дорог – 0,07;
- максимальный поперечный уклон дорог (проезжей части дорог с твердым покрытием) – 0,04.

Выбор нижних точек вертикальной планировки (геодезических отметок полов нижнего этажа зданий, нижних образующих резервуаров и т.п.) должен обеспечивать выполнение следующих условий:

- заполнение высасывающей линии насосов за счет их самовсасывающей способности при наиболее неблагоприятных условиях перекачки;
- отсутствие в резервуарах мертвого остатка, который не может быть выкачан с помощью штатных насосов;
- отсутствие в трубопроводных коммуникациях вертикальных карманов, препятствующих опорожнению трубопровода;

- по возможности осуществление внутрискладских операций по перекачке нефтепродуктов за счет разности геодезических отметок (самотеком).

Отдельные требования к вертикальной планировке объекта содержатся также в выдаваемом при его проектировании архитектурно-планировочном задании, в котором указывается максимальная высота зданий и сооружений, их этажность, дается характеристика архитектурного облика зданий, сооружений и ограждения, излагаются принципы композиционных решений элементов объекта.

Другие содержащиеся в архитектурно-планировочном задании требования относятся к генеральному плану объекта в целом: решения площадки перед выездом на объект (если она предусмотрена заданием на проектирование), требования по благоустройству объекта и прилегающей территории и т.п.

1.5. Разработка технологической схемы объекта

Технологическая схема нефтесклада, автозаправочной станции или топливозаправочного пункта – это безмасштабная схема размещения всего технологического оборудования и трубопроводных коммуникаций на территории объекта, которая в графической форме отображает решения по осуществлению всех технологических операций на объекте (рис. 5).

Технологическая схема нефтесклада должна обеспечивать возможность выполнения всех операций, предусмотренных заданием на проектирование.

В зависимости от назначения нефтесклада на нем могут производиться следующие операции:

- перекачка нефтепродуктов с участка приема в резервуары на участок хранения;
- перекачка нефтепродуктов с участка хранения на участок налива в автомобильные средства транспортирования и заправки (автомобильные цистерны, автотопливозаправщики, механизированные заправочные агрегаты и т.п.);
- перекачка нефтепродуктов с участка хранения на топливозаправочный пункт;
- перекачка нефтепродуктов с участка приема непосредственно в расходные резервуары топливозаправочного пункта, минуя участок хранения;
- перекачка нефтепродуктов с участка хранения в разливочную для затаривания в бочки;
- внутрискладская перекачка нефтепродуктов из резервуаров одной группы в резервуары другой группы, а также между резервуарами одной группы.

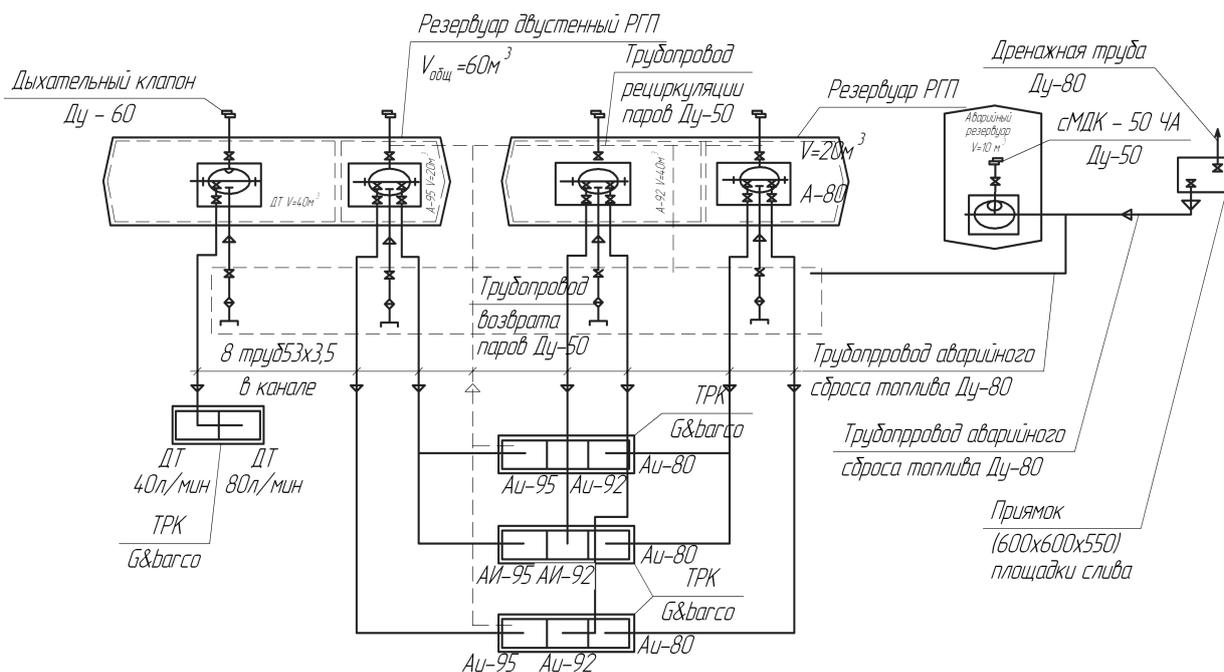


Рис.5. Технологическая схема автозаправочной станции

Технологическая схема автозаправочной станции или автономного топливозаправочного пункта, не входящего в состав нефтесклада, должна предусматривать возможность слива топлива из автомобильных транспортных средств в расходные резервуары насосом автомобильной цистерны, насосом, установленным на объекте, или самотеком и выдачу топлива из расходного резервуара насосом топливораздаточной колонки. При этом сливное устройство может устанавливаться непосредственно на крышке резервуара или в отдельном сливном колодце. Второй вариант предпочтительнее, так как позволяет размещать автомобильные транспортные средства на безопасном удалении от резервуара.

Технологическая схема разрабатывается с учетом прокладки трубопроводов по наиболее короткому расстоянию, с минимальным количеством поворотов и других местных гидравлических сопротивлений, с учетом уклонов между элементами объекта, обеспечивающих опорожнение трубопроводов самотеком.

На технологическую схему наносится вся запорная, регулирующая и предохранительная арматура, устанавливаемая на технологическом оборудовании и трубопроводных коммуникациях, устройства для автоматического управления технологическими операциями и т.п. Применяемые на технологических схемах условные обозначения приведены в приложении 4.

Для проведения гидравлических расчетов трубопроводных коммуникаций на основании технологической схемы составляют план технологических трубопроводных коммуникаций (технологический план), пред-

ставляющий собой упрощенный генеральный план объекта с нанесенными на нем трассами технологических трубопроводов и вертикальными геодезическими отметками основных сооружений и оборудования, к которым присоединяются трубопроводные коммуникации (резервуаров, сливно-наливных устройств, насосов, топливозаправочных колонок и т.п.). Масштаб плана обычно принимается равным 1 : 500 или 1 : 1 000. На технологическом плане осуществляют привязку к местности трубопроводов, предусмотренных технологической схемой объекта, с учётом параллельной прокладки трубопроводов, идущих в одном направлении (что уменьшает объем земляных работ при заглубленной прокладке трубопроводов и позволяет более рационально использовать территорию объекта при наземной их прокладке), а также производят выбор уклонов, исключая образование несливаемых самотеком участков трубопровода – карманов.

1.6. Технико-экономическое обоснование проекта

Технико-экономическое обоснование проектирования и строительства объекта является документом, подтверждающим техническую необходимость и экономическую целесообразность проведения этих работ.

При проектировании нефтескладов и топливозаправочных пунктов топливо- и маслопотребляющих предприятий и организаций независимо от их подчиненности и формы собственности дается обоснование необходимости такого строительства (например: удаленность от распределительных нефтебаз и автозаправочных станций общего назначения, высокие отпускные цены в розничной нефтепродуктопроводящей сети, необходимость иметь значительные страховые запасы из-за непредсказуемо резких колебаний потребляемых объемов нефтепродуктов и т.п.). Далее определяются производственные мощности объекта в соответствии с номенклатурой потребляемых нефтепродуктов, источники обеспечения его нефтепродуктами, энергоносителями, водой и т.п., дается обоснование решения по размещению объекта на территории предприятия или на сопредельных участках, рассматриваются основные технологические и строительные решения с анализом стоимостных показателей по каждому из возможных вариантов строительства и функционирования объекта. В заключительной части технико-экономического обоснования делаются выводы о целесообразности выбора соответствующего проекта и даются предложения по его реализации.

Необходимость строительства нефтесклада или топливозаправочного пункта возникает в случае отсутствия иных возможностей для обеспечения нефтепродуктами эксплуатируемой на данном предприятии техники. В этом случае экономическое обоснование проекта заключается в выборе варианта, обеспечивающего технические потребности предприятия, на кото-

ром создается объект, при минимальных затратах. Экономическая целесообразность проектирования и сооружения объекта обосновывается путем сравнения затрат на его строительство и эксплуатацию с затратами на использование альтернативных источников нефтепродуктообеспечения. Например, если рассматриваются варианты заправки техники на автозаправочных станциях общего назначения и строительства собственного нефтесклада, то в первом случае затраты будут слагаться из следующих составляющих:

- приобретение нефтепродуктов на автозаправочной станции по розничным ценам;

- холостой пробег машин к месту заправки и обратно, при котором затраты включают амортизационные расходы, стоимость израсходованных нефтепродуктов, оплату труда водителей, упущенную выгоду из-за неиспользования машин по назначению.

Во втором случае анализ затрат следует разделить на два этапа: процесс проектирования и строительства объекта и процесс его эксплуатации. Для определения полных затрат необходимо детализировать их по указанным этапам и расчленив на отдельные составляющие.

- Затраты на этапе проектирования и строительства объекта включают:

 - затраты на разработку проекта;

 - затраты на согласование проекта;

 - затраты на проведение топографических, геодезических, гидрогеодезических работ, лабораторных анализов грунта и т.п. при выборе площадки для строительства объекта;

 - затраты на проведение земляных работ (планировка площадки, отрывка котлованов под фундаменты зданий и сооружений, отрывка котлованов для установки заглубленных резервуаров и их засыпка после монтажа, отрывка траншей для прокладки трубопроводных коммуникаций и инженерных сетей и их засыпка после прокладки, отрывка колодцев и каналов для сбора поверхностных сточных вод, а также котлованов для устройства нефтеловушек или других очистных сооружений и т.п.);

 - затраты на приобретение, доставку и монтаж технологического оборудования;

 - затраты на электротехнические устройства, электродвигатели, электронагреватели и т.п., средства механизации трудоемких процессов, оборудование очистных сооружений и т.п.;

 - затраты на строительство зданий и сооружений (стоимость строительных материалов с учетом НДС, заработная плата строительных рабочих и начисления на нее, стоимость аренды строительной техники, затраты на сооружение временных сооружений и оборудование площадок для складирования материалов и т.п.);

затраты на организацию энергоснабжения и теплоснабжения (стоимость подводки, затраты на оборудование и монтаж трансформаторных подстанций, котельных, тепловых пунктов, отопительных приборов и т.п.);

затраты на благоустройство территории;

затраты на устройство водоснабжения и канализации;

затраты на обеспечение безопасности объекта (затраты на устройство ограждения, стоимость приобретения приборов и оборудования системы охранной сигнализации, управления доступом на объект, видеоконтроля и видеосигнализации, связи и др., а также затраты на монтаж и наладку этих систем и т.п.);

затраты на инженерное обеспечение мероприятий по охране труда на объекте (затраты на устройство молниезащиты объекта, заземления оборудования, вентиляции и освещения производственных и вспомогательных помещений, на монтаж пожарной сигнализации и пожарного оборудования, на установку ограждения опасных зон и т.д.).

В процессе проектирования объекта могут быть предусмотрены и другие затраты, необходимые при его сооружении и связанные с конкретными условиями. В то же время некоторые из статей расходов, перечисленных выше, могут не потребоваться.

Затраты на этапе эксплуатации объекта (текущие затраты) включают: затраты на приобретение и доставку нефтепродуктов;

эксплуатационные затраты (амортизация технологического оборудования);

оплата труда обслуживающего персонала с учетом начислений на нее;

затраты на энергоснабжение, теплоснабжение, водоснабжение (плата за электроэнергию, тепло и воду при внешних источниках снабжения, или затраты на эксплуатацию электрогенераторов, теплового хозяйства, буровых скважин и т.п. при автономном снабжении объекта);

затраты на эксплуатацию канализации и очистных сооружений;

затраты на эксплуатацию и текущий ремонт зданий и сооружений объекта;

затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт технологического оборудования (стоимость расходных материалов, оплата услуг сторонних организаций, оплата труда привлекаемых специалистов и т.п.);

налоги и сборы (земельный, транспортный, социальный и т.п., акцизные сборы);

затраты на страхование объекта;

затраты на уборку территории, содержание дорог;

оплата услуг связи;

прочие текущие расходы.

При наличии альтернативного варианта обеспечения предприятия нефтепродуктами экономическая целесообразность сооружения собствен-

ного нефтесклада или топливозаправочного пункта, как указывалось выше, определяется путем сравнения затрат в процессе эксплуатации объекта и затрат при использовании альтернативного варианта. В этом случае определяется экономический эффект, как разность между указанными затратами. Если величина положительная, то следует определить срок окупаемости объекта, который является отношением полных затрат на проектирование и сооружение объекта к значению расчетного чистого экономического эффекта за один год:

$$\tau_{ок} = \frac{Z_n + Z_c}{\mathcal{E}_y}, \quad (1.2)$$

где $\tau_{ок}$ – срок окупаемости проекта, лет; Z_n и Z_c – затраты соответственно на проектирование и на строительство объекта, р.; $\mathcal{E}_y = Z_a - Z_3$ – чистый годовой экономический эффект, р./год; Z_a – затраты при альтернативном варианте обеспечения нефтепродуктами предприятия, р./год; Z_3 – затраты на этапе эксплуатации объекта, р./год.

Если срок окупаемости объекта является приемлемым для заказчика, т.е. сравним со средними показателями окупаемости аналогичных объектов или превосходит их, строительство объекта можно считать целесообразным.

В случае, когда альтернативные варианты обеспечения предприятия нефтепродуктами отсутствуют, оценку различных вариантов проекта или его сравнение с проектами аналогичных по назначению объектов можно производить с использованием удельных (относительных) показателей. В этом случае можно наглядно оценить преимущества и недостатки предлагаемых решений.

Удельные показатели могут относиться как ко всему объекту, так и к отдельным его элементам. Например, для характеристики объекта можно использовать такие показатели, как удельная стоимость, удельная энергоемкость, удельная трудоемкость обслуживания и т.п.

Удельная стоимость объекта, т.е. отношение суммарных затрат за год к годовому расходу нефтепродуктов, р./т, позволяет определить среднюю стоимость обработки (приема, хранения и выдачи) одной тонны нефтепродуктов:

$$C_{уд} = \frac{\frac{Z_n + Z_c}{\tau_{ок}} + Z_3}{\sum_{i=1}^n G_i}, \quad (1.3)$$

где n – количество сортов нефтепродуктов, потребляемых на предприятии; G_i – годовая расход i -го сорта нефтепродуктов, т/год.

Удельная энергоемкость объекта, т.е. отношение годового количества потребляемой объектом электроэнергии к годовому расходу нефте-

продуктов, кВтч/т, позволяет определить средние энергозатраты по объекту на обработку одной тонны нефтепродуктов:

$$t_o = \frac{N_y \cdot T}{\sum_{i=1}^{i=n} G_i}, \quad (1.4)$$

где N_y – установленная суммарная мощность электрооборудования объекта, кВт; T – количество часов в году, 8760 ч/год.

Удельная трудоемкость обслуживания объекта, т.е. отношение годовых трудозатрат к годовому расходу нефтепродуктов, чел.-ч/т, позволяет определить средние трудозатраты по объекту на обработку одной тонны нефтепродуктов:

$$t_w = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} t_j}{\sum_{i=1}^{i=n} G_i}, \quad (1.5)$$

где t – количество производственных и вспомогательных операций, выполняемых на объекте; t_j – суммарная трудоемкость j -й операции за год, чел.-ч/год.

Не менее важно произвести оценку отдельных элементов объекта.

Одним из основных элементов нефтескладов является резервуарный парк. Для оценки технико-экономической эффективности проектных решений при сооружении резервуарного парка можно использовать, например, такие показатели, как коэффициент оборачиваемости резервуарного парка и его удельную металлоемкость.

Коэффициент оборачиваемости, т.е. отношение годового расхода нефтепродуктов к вместимости резервуарного парка, характеризует его загруженность. Поскольку расход отдельных сортов нефтепродуктов и емкость предназначенных для данного нефтепродукта резервуаров могут иметь различные соотношения, коэффициент оборачиваемости целесообразно определять для каждого сорта нефтепродукта и предназначенной для него группы резервуаров, а средний коэффициент оборачиваемости всего резервуарного парка можно использовать в качестве укрупненного показателя. Ввиду того, что номинальная вместимость резервуаров используется при хранении нефтепродуктов не полностью, при определении коэффициента оборачиваемости резервуаров следует учитывать коэффициент их заполнения, который для горизонтальных цилиндрических резервуаров составляет 0,9 ... 0,95:

$$K_{об\ i} = \frac{G_i \cdot k_z}{V_{pi} \cdot \rho_i}, \quad (1.6)$$

где $K_{об\ i}$ – коэффициент оборачиваемости резервуаров для i -го сорта нефтепродукта; k_z – коэффициент заполнения резервуаров; V_{pi} – вместимость резервуаров для хранения i -го сорта нефтепродуктов, м³; ρ_i – плотность i -го сорта нефтепродукта, т/м³.

$$K_{об} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} G_i \cdot k_3}{\sum_{i=1}^{i=n} V_{pi} \cdot \rho_i}, \quad (1.7)$$

где $K_{об}$ – средний коэффициент оборачиваемости резервуарного парка.

Для технико-экономического обоснования проектных решений при строительстве резервуарного парка важно также произвести стоимостную оценку. Поскольку в настоящее время на нефтескладах и топливозаправочных пунктах предприятий различных отраслей экономики (сельскохозяйственных, транспортных, строительных и т.п.) используются исключительно металлические резервуары из конструкционной стали, стоимостной показатель можно заменить более простым – удельной металлоемкостью резервуарного парка, т.е. отношением массы резервуаров к их вместимости, $т/м^3$:

$$k_m = \frac{M}{V_p}, \quad (1.8)$$

где M – масса резервуаров, $т$; V_p – общий объем резервуарного парка, $м^3$.

Выбор наиболее выгодного варианта сооружения насосной станции проектируемого нефтесклада можно производить путем сравнения таких удельных технико-экономических показателей, как удельная стоимость, отнесенная к единице потребляемой мощности, удельные эксплуатационные расходы, а также коэффициент использования оборудования (коэффициент эксплуатации):

$$K_N = \frac{З_{ннс} + З_{снс}}{N_{унс}}, \quad (1.9)$$

где K_N – удельная стоимость проектирования и строительства насосной станции на единицу потребляемой мощности, $р./кВт$; $З_{ннс}$ и $З_{снс}$ – затраты соответственно на проектирование и строительство насосной станции (включая насосное, энергетическое и вспомогательное оборудование), $р.$; $N_{унс}$ – установленная мощность насосной станции, $кВт$.

Удельные эксплуатационные расходы при работе на насосной станции можно определить по формуле 1.3, отнеся входящие в это выражение показатели $З_п$, $З_с$ и $З_э$ к затратам при строительстве и эксплуатации насосной станции, т.е. $З_{ннс}$, $З_{снс}$ и $З_{энс}$, и приняв за суммарное количество переработанных нефтепродуктов $\sum_{i=1}^{i=n} G_i$ то их количество, которое перекачивается насосной станцией, так как эта величина может не совпадать с общим количеством переработанных нефтепродуктов (например, при их неоднократной перекачке на нефтескладе).

Показатель степени использования оборудования выражается коэффициентом эксплуатации:

$$k_{\varepsilon} = k_u \cdot k_{\varepsilon}, \quad (1.10)$$

где $k_u = \frac{N_{cp}}{N_{unc}}$ – коэффициент использования мощности насосной станции; $N_{cp} = W / T_p$ – средняя потребляемая мощность насосной станции, кВт; W – годовое количество электроэнергии, потребляемое насосной станцией, кВт/ч; T_p – продолжительность работы насосной станции в год, ч/год; $k_{\varepsilon} = \frac{T_p}{T}$ – коэффициент рабочего времени.

Для оценки экономичности и технического уровня сливно-наливных устройств объекта основным показателем служит их производительность, т.е. количество слитого или налитого нефтепродукта в единицу времени:

$$q = \frac{V}{\tau}, \quad (1.11)$$

где V – объем сливаемого (наливаемого) нефтепродукта, м³; τ – продолжительность сливной (наливной) операции, с.

При технико-экономическом обосновании сооружения конкретных нефтескладов могут использоваться и другие показатели оценки экономической эффективности и технического совершенства проектных решений.

При проектировании автозаправочных станций общие принципы технико-экономического обоснования принятых проектных решений аналогичны приведенным. Однако для определения чистого экономического эффекта используют другие показатели, поскольку автозаправочная станция является коммерческим предприятием. Экономический эффект зависит от разницы между закупочными (оптовыми) ценами на нефтепродукты и отпускными (розничными) ценами, по которым они реализуются потребителям, поэтому величина чистого годового экономического эффекта, входящая в выражение (1.2), примет вид:

$$\varepsilon_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^{i=n} (C_{рознi} - C_{оптi}) G_i - Z_{\varepsilon}, \quad (1.12)$$

где n – число марок, реализуемых нефтепродуктов; $C_{рознi}$ и $C_{оптi}$ – соответственно розничная и оптовая цена i -го нефтепродукта, р./т; G_i – количество реализуемого за год i -го нефтепродукта, т/год; Z_{ε} – затраты на этапе эксплуатации автозаправочной станции (текущие затраты), р./год.

В текущие затраты при эксплуатации автозаправочной станции входят амортизационные отчисления, затраты на техническое обслуживание и ремонт технологического и вспомогательного оборудования, затраты на текущий ремонт зданий и сооружений, оплата труда обслуживающего персонала, налоги, сборы и прочие платежи в бюджеты всех уровней и т.п.

Контрольные вопросы

1. Какими методами может осуществляться развитие производственно-технологической базы объекта системы нефтепродуктообеспечения, какова область применения этих методов, их преимущества и недостатки?

2. Что является исходными данными для проектирования объекта системы нефтепродуктообеспечения и какие пункты включает задание на проектирование?

3. В каких случаях проектирование осуществляется в одну или в две стадии, в чем сущность одностадийного и двухстадийного проектирования?

4. Какие требования предъявляются к площадке для строительства объектов системы нефтепродуктообеспечения?

5. Каково назначение ситуационного плана местности и какие сведения содержит ситуационный план?

6. Что включает генеральный план объекта системы нефтепродуктообеспечения, каков порядок разработки этого документа?

5. Какие задачи должны быть решены при разработке горизонтальной и вертикальной планировки объекта, какие системы вертикальной планировки могут применяться при строительстве объекта?

6. Каково назначение и содержание технологической схемы объекта?

7. Как разрабатывается технико-экономическое обоснование проекта нефтесклада производственного предприятия и автозаправочной станции?

Глава 2. Состав и содержание проекта

2.1. Состав проекта

При двухстадийном проектировании на первой стадии разрабатывают технический проект, который включает пояснительную записку и комплект чертежей, обосновывают принятые технические решения, а при выполнении работ второй стадии разрабатывают рабочие чертежи (строительные, монтажные, установочные и т.п.).

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- общие сведения;
- генеральный план;
- технологические решения;
- электротехническая часть;
- архитектурно-строительные решения;
- организация строительства;
- охрана окружающей среды;
- сметная документация;
- паспорт объекта.

В комплект чертежей входят:

- ситуационный план размещения объекта;
- генеральный план объекта;
- технологическая схема объекта;
- схемы энергоснабжения, водоснабжения и т.п.;
- схема подключения к транспортным магистралям и организации движения транспорта на территории объекта (рис. 6);
- общие виды, планы и разрезы сооружаемых зданий (рис. 7).

2.2. Содержание проекта

В разделе «Общие сведения» пояснительной записки приводятся исходные данные для проектирования, содержащиеся в задании на проектирование, характеристика объекта, его назначение, технико-экономические показатели и т.п.

В разделе «Генеральный план» излагается:

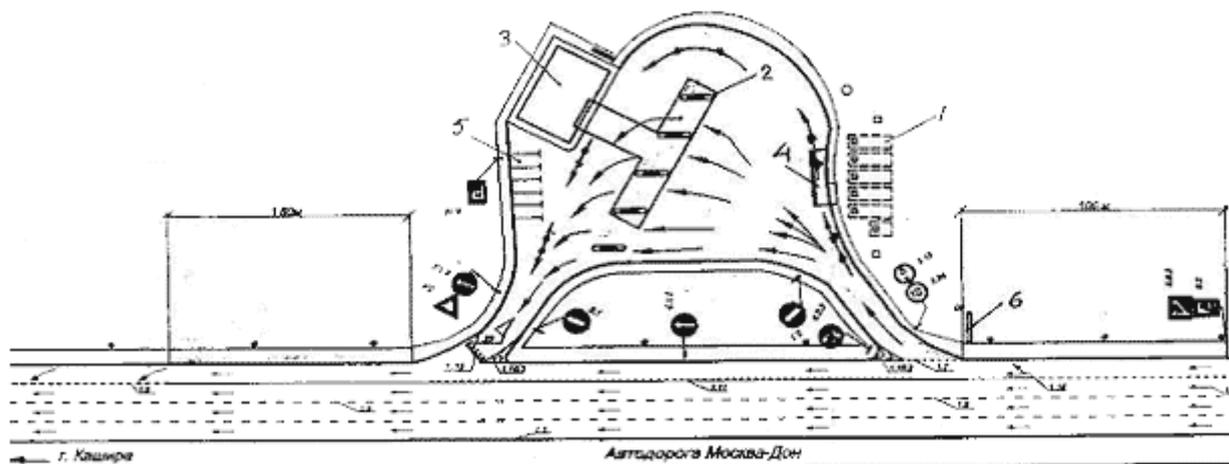
- краткая характеристика района, в котором сооружается объект, и площадки для сооружения объекта, полученные в результате проведенных топографических, геодезических, геологических, гидрогеологических и других необходимых исследований;

- решения по размещению отдельных зданий и сооружений на объекте, принятые на основании технологических соображений, противопожарных, санитарно-гигиенических и экологических норм;

- решения по сооружению транспортных магистралей, принятые в соответствии с действующими нормами и правилами;

- прочие планировочные решения по горизонтальной и вертикальной планировке территории объекта.

В этом же разделе приводятся решения по схеме движения автомобильного транспорта на территории объекта.



Условные обозначения:

- движение заправляемого трактора
- движение автомобильных цистерн

Рис.6. Схема движения трактора: 1– резервуары; 2–заправочные островки; 3– операторная; 4 – площадка слива топлива; 5– автостоянка; 6– информационное табло(цифрами обозначены дорожные знаки и элементы разметки проезжей части по ГОСТ 23457)

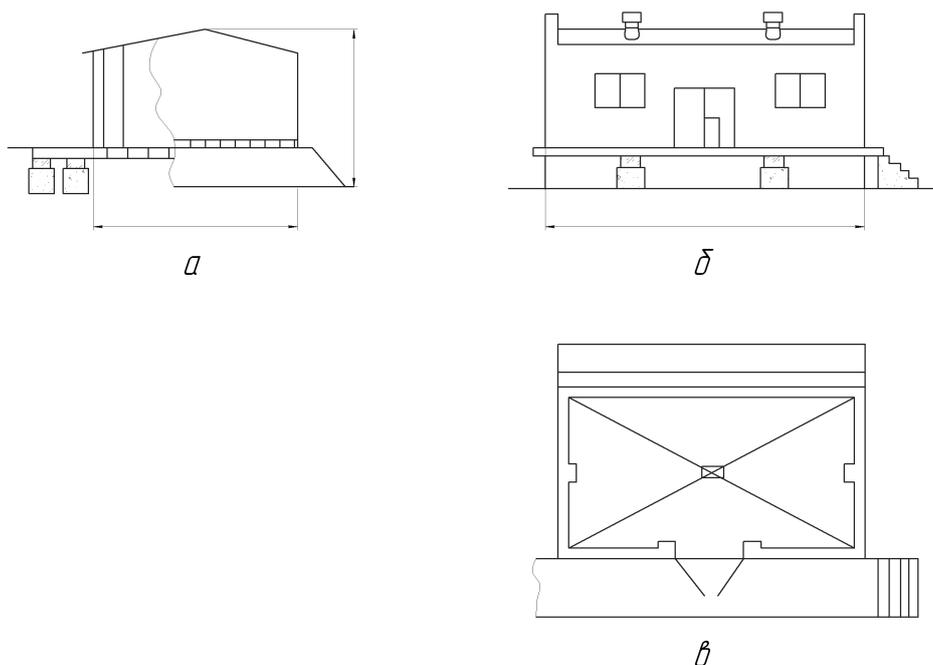


Рис.7. Здание хранилища с погрузочной рамкой: а – левый фасад с разрезом; б – передний фасад; в - план

В разделе «Технологические решения»:

- дается описание технологической схемы объекта с перечислением всех технологических операций, осуществляемых на объекте;

- приводятся результаты расчета основных технологических показателей (емкость резервуарного парка и его состав, количество сливно-наливных устройств, диаметр технологических трубопроводов, количество топливораздаточных колонок, емкость хранилищ для нефтепродуктов в таре и т.д.);

- на основании расчетов обосновываются схемы размещения технологического оборудования;

- приводится описание схем энергоснабжения объекта, водоснабжения, обеспечения его другими энергоносителями и т.п.

В разделе, посвященном электротехнической части технического проекта, рассматриваются следующие вопросы:

- силовое электрооборудование объекта;
- внутреннее освещение помещений;
- наружное освещение территории объекта;
- молниезащита;
- защита от статического электричества и заземление сооружений и технологического оборудования.

Основными потребителями электроэнергии являются, как правило, электродвигатели насосных агрегатов и топливораздаточных колонок, светильники наружного и внутреннего освещения, электрические отопительные приборы и водонагреватели (при отсутствии централизованного отопления и горячего водоснабжения), оборудование для учета нефтепродуктов и расчетов с клиентами, охранные системы, установки микроклимата. В зависимости от конкретных условий может использоваться и другое электропотребляющее оборудование.

В проекте указывается источник электроснабжения (внешняя электросеть или автономные электродизельгенераторы), перечень сооружаемых трансформаторных подстанций, вводно-распределительных устройств, электрощитовых установок, прокладываемых кабельных линий и групповых сетей электроосвещения и силового оборудования (с указанием сечения кабеля и электропроводов).

Осветительные приборы для внутреннего освещения выбираются в соответствии с назначением освещаемых помещений, составом воздушной среды и требованиями промышленной эстетики.

Светильники для наружного освещения выбираются, исходя из площади освещаемой территории и характера производственных работ.

Молниезащита объекта может осуществляться с помощью отдельно стоящих, парных и многократных стержневых молниеотводов, тросовых молниеотводов, а также путем заземления металлической кровли зданий и навесов путем её присоединения к заземлителю. В этом случае в качестве

токоотвода можно использовать металлические колонны. Металлические корпуса установок и резервуары также присоединяются к заземлителю не менее чем в двух точках.

Заземлитель от прямых ударов молнии обычно выполняется из полосовой стали, проложенной в грунте на глубине 0,5 ... 0,8 м, с дополнительно забиваемыми на глубину 2,5 м электродами из круглой стали. Для защиты наружных установок от вторичных проявлений молнии они также присоединяются к заземлителю.

Защита от заноса высокого электрического потенциала по подземным коммуникациям осуществляется присоединением этих коммуникаций на вводе в сооружение к главным заземляющим шинам.

Для защиты автомобильных цистерн от статического электричества, возникающего при сливе топлива на площадке для слива, следует предусматривать устройство заземляющих шин, подключаемых к общему контуру заземления объекта.

В разделе «Архитектурно-строительные решения»:

- приводятся результаты расчетов объема земляных работ на объекте (включая планировку территории, устройство фундаментов зданий, заглубление резервуаров и трубопроводов, обвалование наземных резервуаров, сооружение пожарных водоемов, нефтеловушек и т.п.);

- обосновывается площадь и планировка зданий и сооружений;

- описываются объемно-планировочные решения, принятые при возведении зданий на территории объекта, в том числе этажность зданий, материал и теплотехнические характеристики наружных ограждений (стен, пола, потолка), материал внутренних перегородок и междуэтажных перекрытий;

- предлагаются цветовые решения в оформлении зданий;

- рассматривается организация водостоков с кровли.

В этом же разделе приводятся основные конструктивные решения в области строительства, к которым относятся устройство фундаментов, несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений (операторной, насосной станции, хранилищ, навесов, технологических, аварийных, пожарных резервуаров, очистных сооружений и т.п.), а также решений по благоустройству территории объекта, устройству системы обеспечения его безопасности и т.п.

В разделе «Организация строительства» рассматривается очередность сооружения и ввода в эксплуатацию зданий и других элементов объекта, объем, последовательность и сроки проведения подготовительных работ и устройства временных сооружений, график завоза и расходования строительных материалов, графики привлечения и продолжительности использования строительной техники, порядок контроля качества строительно-монтажных работ.

В данном разделе могут быть рассмотрены и другие вопросы, связанные с организацией строительных работ на объекте.

В разделе «Охрана окружающей среды» рассматривается комплекс экологических вопросов, связанных с функционированием объекта.

Основная цель раздела, посвященного охране окружающей среды при сооружении и эксплуатации объекта - проведение оценки техногенного воздействия проектируемого объекта на компоненты окружающей среды (флору и фауну, почву, атмосферу, гидросферу) и на здоровье населения в окрестностях объекта. В разделе описываются основные факторы воздействия на природную среду и среду обитания человека, обусловленные производственной деятельностью проектируемого объекта.

В этом разделе приводятся: общие сведения об объекте, влияющие на экологическое состояние окружающей среды; взаимное расположение проектируемого объекта и граничащих с ним объектов (жилой застройки, промышленных предприятий, автомобильных дорог и других транспортных коммуникаций, рек и водоемов, сельскохозяйственных угодий и т.п.); производительность объекта; режим работы; площадь территории, отведенной под объект; размер санитарно-защитной зоны с учетом преобладающих направлений ветра; климатические условия.

В разделе рассматриваются следующие вопросы:

- характеристики загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу и источников загрязнения атмосферы, расчет количества и анализ влияния выбросов загрязняющих веществ из этих источников на состав атмосферного воздуха в районе объекта, а также расчет рассеивания и анализ полученных результатов с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ;

- данные по количественному и качественному составу поверхностных, технических и бытовых сточных вод, баланс водопотребления и водоотведения, условия сброса сточных вод;

- сведения об источниках образования, составе и количестве ожидаемых отходов;

- оценка возможных аварийных ситуаций и мероприятия по их предупреждению и снижению негативных последствий в случае их возникновения;

- оценка шумового воздействия проектируемого объекта на окружающее население.

В каждом конкретном случае перечень рассматриваемых вопросов по охране окружающей среды может расширяться.

В разделе «Сметная документация» используются данные, полученные в результате расчета объема строительно-монтажных работ и потребности в технологическом оборудовании и строительных материалах, а также существующие расценки на осуществление этих работ и сведения о стоимости используемого технологического оборудования, строительных

материалов и конструкций. На основании этих данных составляются сметы на строительство (монтаж) каждого элемента проектируемого объекта (установка резервуаров, прокладка трубопроводов, строительство операторной и т.п.), а затем на их основе составляется сводная сметная ведомость, в которой учитываются капиталовложения по всем элементам объекта.

В разделе «Паспорт объекта» приводится полная характеристика объекта: его местоположение, занимаемая площадь, дата начала проектирования, планируемый срок ввода в эксплуатацию, назначение и площадь зданий и сооружений, марки, количество и технические характеристики технологического оборудования, номенклатура нефтепродуктов и объемы операций с ними, сведения об организации энергоснабжения и установленной мощности электроустановок и энергопотребляющих устройств, сведения об организации водо- и теплоснабжения, очистных сооружениях, границе санитарно-защитной зоны и другие необходимые сведения, позволяющие получить полное представление о проектируемом объекте.

Комплект чертежей, перечисленных в разделе 2.1 и входящих в состав технического проекта, выполняется в соответствии с положениями, изложенными в главе 1 настоящего учебного пособия. Условные обозначения, применяемые на строительных чертежах, приведены в приложении 5.

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав текстовой и графической частей проекта объекта системы нефтепродуктообеспечения?
2. Какие сведения должны быть изложены в разделах пояснительной записки «Общие сведения», «Генеральный план» и «Технологические решения»?
3. Какие сведения должны содержаться в электротехнической части пояснительной записки?
4. Что следует указывать в разделах пояснительной записки «Архитектурно-строительные решения» и «Организация строительства»?
5. Что должно рассматриваться в разделе «Охрана окружающей среды» пояснительной записки?
6. Каково содержание разделов пояснительной записки «Сметная документация» и «Паспорт объекта»?

Глава 3. Технологические расчеты при проектировании объектов системы нефтепродуктообеспечения

3.1. Определение потребности в нефтепродуктах и вместимости резервуарного парка объекта

Определение потребности в нефтепродуктах сельскохозяйственных предприятий может производиться различными методами:

- прогнозированием с использованием статистических данных;
- по отношению к объему планируемых работ;
- по отношению к объему планируемой сельскохозяйственной продукции.

Ожидаемый расход нефтепродуктов в расчетном году может прогнозироваться с использованием статистических данных при условии, что рассматриваемое хозяйство стабильно работает в течение ряда лет, не претерпевая качественных изменений в своей структуре, специализации, технической оснащенности и т.п. В этом случае требуемый показатель может определяться на основании учетных данных за последние 3 ... 5 лет.

Ожидаемый годовой расход нефтепродукта:

$$Q_c = Q_{c0} [1 + \beta(\tau + \tau_n)], \quad (3.1)$$

где Q_{c0} - расход нефтепродукта в исходном году, т; β - среднее изменение годового расхода за τ лет; τ - период, взятый для расчета, лет (не считая исходного года); τ_n - период, взятый для прогнозирования, лет;

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{\tau} \frac{Q_{ci} - Q_{c0}}{Q_{c0} \cdot i}}{\tau}, \quad (3.2)$$

где Q_{ci} - годовой расход в i -м году ($i = 1, 2, \dots, \tau$).

Прогнозирование производится отдельно по автомобильному бензину и дизельному топливу, а потребность в маслах и смазках определяется в процентном отношении от потребности в топливе.

Этот метод расчета следует применять только для краткосрочного прогнозирования потребности в нефтепродуктах (не более 3 -5 лет). При определении потребности на более длительную перспективу следует учитывать возможные изменения структуры машинно-тракторного парка, объема работ и характера потребления нефтепродуктов (дизелизация автомобильного парка, переход на сжиженный и сжатый газ и т.п.).

При отсутствии отчетных данных о расходе нефтепродуктов за предыдущие годы (например, при создании новых хозяйств) или при невозможности использования этих данных (например, при изменении специализации хозяйства) метод прогнозирования на основе статистических

данных не может быть использован. В этом случае определение ожидаемого расхода нефтепродуктов следует проводить на основании планируемых на расчетный год сельскохозяйственных и транспортных работ с учетом норм расхода нефтепродуктов на проведение этих работ.

В общем случае расход нефтепродуктов планируется по основным видам работ, к которым относятся:

- производство продукции растениеводства;
- производство продукции животноводства;
- транспортные работы общехозяйственного назначения, не связанные с производством непосредственно сельскохозяйственной продукции;
- ремонт и техническое обслуживание машинно-тракторного парка;
- эксплуатация стационарных двигателей, строительной техники и т.п., не связанных непосредственно с производством сельскохозяйственной продукции;
- прочие технологические и хозяйственные нужды.

В зависимости от специализации и технического оснащения конкретного хозяйства приведенная классификация может изменяться и дополняться.

Годовая потребность в автомобильном бензине и дизельном топливе по основным видам работ в растениеводстве в соответствии с технологическими картами определяется по формуле:

$$Q_{gp} = \sum_{i=1}^{i=m} F_i \cdot q_{\phi i}, \quad (3.3)$$

где F_i - площадь, запланированная для возделывания i -й сельскохозяйственной культуры, га; $q_{\phi i}$ - норма расхода нефтепродукта (по сортам) на один физический гектар площади посева, кг/га; m - число возделываемых сельскохозяйственных культур.

Норма расхода нефтепродуктов на один физический гектар:

$$q_{\phi i} = \sum_{j=1}^{j=n_i} q_{\phi ij}, \quad (3.4a)$$

где $q_{\phi ij}$ - индивидуальная норма расхода нефтепродуктов на j -ю операцию возделывания i -й сельскохозяйственной культуры, кг/га; n_i - число операций на возделывание i -й сельскохозяйственной культуры.

Если индивидуальные нормы расхода нефтепродукта рассчитываются на основании часовых норм расхода, то нормы расхода нефтепродукта данного сорта на один физический гектар определяются по формуле:

$$q_{\phi i} = \sum_{j=1}^{j=n_i} G_{\phi ij} \cdot \frac{1}{W_{\phi ij}}, \quad (3.4b)$$

где $G_{\phi ij}$ - часовая норма расхода нефтепродукта на j -ю операцию, кг/ч; $W_{\phi ij}$ - часовая норма выработки агрегата на j -ю операцию, га/ч.

Индивидуальные и часовые нормы приведены в нормативном документе «Единые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве» (М.: Колос, 1982).

Потребность в автомобильном бензине и дизельном топливе при производстве продукции животноводства по основным видам работ в соответствии с технологическими картами определяется по формуле:

$$Q_{\text{эж}} = \sum_{i=1}^{i=n} N_i \cdot q_{\text{голи}}, \quad (3.5)$$

где N_i - количество животных i -го вида, планируемых для получения товарной продукции, шт; $q_{\text{голи}}$ - норма расхода нефтепродукта на одну голову животного при производстве i -го вида продукции животноводства, кг/гол.; n - количество видов продукции животноводства.

Норма расхода нефтепродукта на одну голову животного при получении товарной продукции:

$$q_{\text{голи}} = \sum_{j=1}^{j=k_i} q_{\text{голи}j}, \quad (3.6)$$

где $q_{\text{голи}j}$ - индивидуальная норма расхода нефтепродукта на j -ю операцию при производстве i -го вида продукции животноводства, кг/гол.; k_i - число операций при производстве продукции животноводства i -го вида.

Нормы расхода нефтепродуктов на операции в животноводстве даны в руководящих документах.

Таким образом, общая годовая потребность в нефтепродуктах данного вида для производства сельскохозяйственной продукции составляет:

$$Q_{\text{с-х}} = Q_{\text{сп}} + Q_{\text{эж}}, \quad (3.7)$$

Годовой расход нефтепродуктов на транспортные работы для автомобилей составляет:

$$Q_{\text{эмп}} = \sum_{i=1}^{i=n} m \cdot \left\{ H_{\text{Л}i} \cdot \frac{L_i}{100} + H_{\text{Т}i} \cdot \frac{W_i}{100} \right\} \cdot \left\{ 1 + \frac{D_i}{100} \right\} \cdot \rho_i, \quad (3.8)$$

где $H_{\text{Л}i}$ - линейная норма расхода топлива на 100 км пробега автомобиля i -й марки, л; $H_{\text{Т}i}$ - линейная норма расхода топлива на 100 т/км транспортных работ грузового автомобиля i -й марки, л; L_i - средний годовой пробег автомобиля i -й марки, км; W_i - транспортная работа за пробег L_i , т/км; m - количество автомобилей i -й марки; n - количество марок автомобилей; D_i - надбавка к нормам расхода топлива при работе автомобилей i -й марки, учитывающая отклонение от условий, для которых установлены линейные нормы, в процентах; ρ_i - плотность i -го нефтепродукта, кг/л.

При определении потребности в топливе для легковых и специальных автомобилей учитываются только линейные нормы расхода на пробег и соответствующие надбавки, т.е. $H_{\text{Т}i} = 0$.

Линейные нормы расхода топлива и надбавки к ним приведены в приложении 6.

Годовая потребность в дизельном топливе и бензине для технического обслуживания и ремонта автомобиля для каждого вида топлива определяется по формуле:

$$Q_{\text{авто}} = \sum_{i=1}^{i=n} (k_{\text{moi}} H_{\text{moi}} + k_{\text{mri}} H_{\text{mri}} + k_{\text{кри}} H_{\text{кри}}), \quad (3.9)$$

где H_{moi} , H_{mri} , $H_{\text{кри}}$ - норма расхода топлива соответственно на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт автомобиля i -й марки, л (приложение 7); k_{moi} , k_{mri} , $k_{\text{кри}}$ - количество соответственно технических обслуживаний текущих и капитальных ремонтов автомобилей i -й марки, произведенных в течение всего года; n - количество марок автомобилей.

Общий расход топлива данного вида на транспортную работу, техническое обслуживание и ремонт:

$$Q_{\text{раб}} = Q_{\text{рмр}} + Q_{\text{ртор}}, \quad (3.10)$$

Потребность в дизельном топливе на техническое обслуживание и ремонт тракторов составляет 0,7% от расхода на их эксплуатацию, а расход бензина на один ремонт трактора равен 0,17 литра.

Аналогично, в соответствии с индивидуальными нормами расхода, определяется потребность в топливе на обкатку, техобслуживание и ремонт самоходных сельскохозяйственных машин (приложение 8), на эксплуатацию другой техники, на технологические и хозяйственные нужды.

Ожидаемый годовой расход нефтепродуктов, определяемый на основании объема планируемых работ, составляет:

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{гс-х}} + Q_{\text{гтр}} + Q_{\text{авто}} + Q_{\text{гпр}}, \quad (3.11)$$

где $Q_{\text{гс-х}}$ - годовая потребность в нефтепродукте для производства сельскохозяйственной продукции, кг; $Q_{\text{гтр}}$ - годовая потребность в нефтепродукте для транспортных автомобильных работ, кг; $Q_{\text{авто}}$ - годовая потребность в нефтепродукте для технического обслуживания и ремонта автомобилей и сельскохозяйственных машин, кг; $Q_{\text{гпр}}$ - годовая потребность в нефтепродукте на прочие нужды, кг.

Определение ожидаемого в расчетном году расхода нефтепродуктов может производиться на основе анализа планируемых на этот год объемов производства.

Потребность в автомобильном бензине и дизельном топливе на основе планируемых в расчетном году объемов производства растениеводства определяется по формуле:

$$Q_{\text{рп}} = \sum_{i=1}^{i=m} \Pi_{\text{pi}} \cdot q_{\text{pi}}, \quad (3.12)$$

где Π_{pi} - планируемый объем производства i -го вида продукции, т/год; q_{pi} - норма расхода нефтепродукта на единицу продукции i -го вида, кг/т; m - число возделываемых сельскохозяйственных культур.

Нормы расхода нефтепродукта на единицу сельскохозяйственной продукции в общем виде определяется в соответствии с технологическими картами возделывания и уборки соответствующей сельскохозяйственной культуры и выражаются так:

$$q_{\text{pi}} = \frac{q_{\text{фи}}}{U_{\text{pi}}}, \quad (3.13)$$

где $q_{\text{фи}}$ - норма расхода нефтепродукта на один физический гектар, кг/га; U_{pi} - плановая урожайность i -й сельскохозяйственной культуры, т/га.

Практически нормы расхода нефтепродукта на производство единицы продукции растениеводства принимаются из сборников зональных нормативов и при необходимости корректируются с учетом местных условий хозяйства, путем применения поправочных коэффициентов:

$$q_{pi} = (q'_{pi} \cdot k_{yi} + q''_{pi}) \cdot k_{mex}, \quad (3.14)$$

где q'_{pi} и q''_{pi} – зональная норма расхода топлива на производство единицы продукции растениеводства, соответственно на работы до уборки урожая и на уборочно-транспортные работы, кг/т; $k_{yi} = u_{pbi} / u_{pi}$ – коэффициент, учитывающий отклонение плановой урожайности i -й культуры в конкретном хозяйстве от базовой урожайности, предусмотренной зональной технологической картой, т/га; u_{pbi} – базовая урожайность, предусмотренная технологической картой, т/га; k_{mex} – коэффициент, учитывающий технологические условия обрабатываемых полей хозяйства (длину гона, удельное сопротивление и влажность почв, микро- и макрорельеф местности, конфигурацию полей и т.п.).

Типовые нормы расхода топлива рассчитаны на оптимальный режим работы агрегатов на полях правильной формы, расположенных не выше 500 м над уровнем моря с ровным рельефом, без камней и препятствий, со средней прочностью несущей поверхности и влажностью почвы до 22%. Поправочные коэффициенты для корректировок норм расхода топлива применительно к местным условиям приводятся в сборниках зональных нормативов.

Потребность в автомобильном бензине и дизельном топливе на основе планируемых объемов производства продукции животноводства в соответствии с технологическими затратами определяются по формуле:

$$Q_{гж} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{жci} \cdot q_{жci}, \quad (3.15)$$

где $P_{жci}$ – планируемый объем производства продукции животноводства i -го вида, т/г; $q_{жci}$ – норма расхода нефтепродукта на единицу продукции животноводства i -го вида, кг/т; n – число видов продукции животноводства.

Норма расхода нефтепродуктов на единицу продукции i -го вида определяется их выражения:

$$q_{жci} = q_{голи} / u_{жci}, \quad (3.16)$$

где $q_{голи}$ – норма расхода нефтепродукта на одного животного i -го вида; $u_{жci}$ – плановый выход i -го вида продукции животноводства от одного животного, т.

Норма расхода топлива на производство продукции животноводства определяются с учетом зональных нормативов и местных условий, корректируются в зависимости от продуктивности животных:

$$q_{жci} = q'_{жci} \cdot k_{ni}, \quad (3.17)$$

где $q'_{жci}$ – зональная норма расхода топлива на производство единицы i -го вида продукции животноводства, кг/т; $k_{ni} = u_{жби} / u_{жci}$ – коэффициент, учитывающий отклонение плановой продуктивности животных i -го вида в хозяйстве от продуктивности, предусмотренной типовой и зональной технологией; $u_{жби}$ – продуктивность одного животного i -го вида по зональным технологиям, т.

Суммарная годовая потребность в нефтепродукте каждого вида для производства сельскохозяйственной продукции, также как и в предыдущем

варианте расчета, определяется по формуле (3.7), а годовой расход каждого нефтепродукта на другие виды хозяйственной деятельности определяются по объему выполняемых работ, т.е по формулам (3.8) и (3.9). Суммарный годовой расход каждого вида нефтепродукта определяется по формуле (3.10)

Для облегчения расчетов, связанных с определением потребности в нефтепродуктах на производство сельскохозяйственной продукции для различных регионов, в зависимости от природных условий, по приведенной методике найдены показатели расхода нефтепродукта на единицу сельскохозяйственной продукции (приложение 8).

Для определения необходимой вместимости резервуарного парка, а также потребности в средствах заправки и транспортировки нефтепродуктов необходимо знать среднесуточный расход нефтепродукта в расчетном году:

- среднесуточный расход нефтепродукта за год, кг/сут:

$$G_z = Q_z / 365, \quad (3.18)$$

- среднесуточный расход нефтепродуктов за месяц:

$$G_m = Q_z \cdot K_j / 30, \quad (3.19)$$

где K_j - доля расхода нефтепродуктов j -м месяце годового расхода.

При использовании статического метода определения потребности в нефтепродукте величина K_j рассчитывается по учетным данным за расчетный период:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{i=\tau} K_{ji}}{\tau}, \quad (3.20)$$

где K_{ji} - доля расхода нефтепродуктов в j -м месяце годового расхода в i -м году.

Определяя потребность в нефтепродукте с помощью анализа объема работ или объема производимой продукции, рассчитывают долю расхода нефтепродуктов в j -м месяце на основании графика работ с учетом технологических операций, выполняемых в j -м месяце, графика транспортных работ, графика технического обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка и планов расхода нефтепродуктов на прочие нужды (с разбивкой по месяцам).

Необходимый запас каждого i -го вида нефтепродукта на складе в объемных единицах, расходуемый на все виды потребления, определяется по формуле:

$$V_{i \text{ расх}} = \frac{G_{im} \cdot t_d}{\rho_{in}}, \quad (3.21)$$

где G_{im} - средний расход i -го нефтепродукта в наиболее напряженный месяц года, кг/сут; t_d - периодичность доставки нефтепродукта сут; ρ_{in} - плотность i -го нефтепродукта, кг/м³.

При определении вместимости склада надо учитывать страховой запас, который служит для обеспечения машинно-тракторного парка нефтепродуктами при суточном отклонении расхода нефтепродуктов в сторону увеличения и при задержке доставки.

Страховой запас для компенсации неравномерности расхода i -го нефтепродукта составляет:

$$S_{in} = (\lambda_{Gi} - 1) \cdot G_{im} \cdot t_d, \quad (3.22)$$

где $\lambda_{Gi} = G_{max} / G_m$ - коэффициент неравномерности расхода; G_{max} - максимальный суточный расход i -го нефтепродукта в течение года, кг/сут.

Максимальный суточный расход нефтепродукта определяется по учетным данным или рассчитывается из условия, что в этот период все сельскохозяйственная техника и весь автомобильный транспорт, имеющийся в хозяйстве, эксплуатируется с коэффициентом технической готовности 0,95.

Страховой запас для компенсации задержки доставки i -го нефтепродукта составляет:

$$S_{iz} = G_m \cdot t_z, \quad (3.23)$$

где t_z - продолжительность задержки доставки по сравнению с плановой, сут.

Отсюда максимальный уровень запасов нефтепродукта i -го вида составляет:

$$V_{i\text{ расх}} = V_{i\text{ расч}} + S_i / \rho_n, \quad (3.24)$$

где $S_i = S_{in} + S_{iz}$ - полный страховой запас i -го нефтепродукта кг.

Требуемая вместимость резервуарного парка нефтесклада составит:

$$V_{скл} = \sum_{i=1}^{i=n} V_{i\text{ max}}, \quad (3.25)$$

где n - количество видов хранимых нефтепродуктов.

Исходными данными для определения вместимости резервуаров заправочного пункта являются:

- среднесуточная потребность в нефтепродукте каждой марки;
- периодичность доставки нефтепродуктов на топливозаправочный пункт;
- неравномерность расхода нефтепродуктов в течение года.

Среднесуточная потребность в нефтепродукт каждой марки рассчитывается по формуле (3.18) на основании годового расхода нефтепродукта, определяемого одним из изложенных выше методов.

Тогда, вместимость резервуаров для i -го нефтепродукта равна:

$$V_{pi} = G_{Ci} \cdot t_d \cdot \lambda_{Gi} \cdot \beta, \quad (3.26)$$

где G_{Ci} - среднесуточный расход нефтепродуктов i -го вида, м³/сут; t_d - периодичность доставки нефтепродуктов, сут; λ_{Gi} - коэффициент неравномерности расхода i -го нефтепродукта (определяется в соответствии с изложенным выше); β - коэффициент заполнения резервуара.

Если топливозаправочный пункт совмещен с нефтескладом, т.е. имеется постоянная возможность пополнения нефтепродуктов на топливозаправочном пункте, периодичность доставки нефтепродуктов можно принять, в зависимости от условий, равной 1 или 0,5 (т.е. подача нефтепродуктов на топливозаправочный пункт с нефтесклада осуществляется 1 или 2 раза в сутки).

Исходными данными для определения вместимости резервуаров автозаправочной станции являются:

- среднесуточное количество автомашин, заправляющихся на данной автозаправочной станции;
- периодичность доставки нефтепродуктов;
- средняя доза заправки;
- распределение заправляемого топлива по сортам и маркам.

Тогда вместимость резервуаров автозаправочной станции составит:

$$V_p = \sum_{i=1}^{i=n} (M_i \cdot t_d \cdot d_{zi} + S_i), \quad (3.27)$$

где M_i – среднесуточное количество машин, заправляемых i -м видом топлива, шт; d_{zi} – средняя доза заправки машин i -м сортом топлива, м³.

Определение страхового запаса производится для каждого сорта и марки топлива по формуле (3.22), (3.23).

Потребность автомобилей и сельскохозяйственных машин в смазочных материалах определяется в процентном отношении к количеству потребляемого топлива.

Потребность автомобилей в смазочных материалах определяется по формуле:

$$Q_{см} = Q_{савт} \cdot H_{см} / 100, \quad (3.28)$$

где $Q_{см}$ – годовая потребность автомобилей в смазочных маслах, л, или в пластичных смазках, кг; $Q_{савт}$ – годовой расход топлива автомобилями, л; $H_{см}$ – групповая норма расхода данного вида смазочных материалов, л/100л топлива или кг/100л топлива.

Групповые нормы расхода смазочных материалов определяются на основе индивидуальных норм:

$$H_{см} = H \cdot \sum_{i=1}^{i=3} k_i \cdot \frac{n_i}{n}, \quad (3.29)$$

где H – индивидуальная норма расхода данного вида смазочных материалов, л/100л топлива или кг/100л топлива; k_i – коэффициент корректирования норм для автомобилей i -й возрастной группы (в зависимости от времени нахождения в эксплуатации); n_i – количество автомобилей i -ой возрастной группы; n – общее количество автомобилей.

Значения коэффициента корректирования выбираются в зависимости от срока службы автомобиля.

Продолжительность эксплуатации, лет:	до 3	от 3 до 8	свыше 8
Коэффициент корректирования:	0,5	1,0	1,2

Нормы расхода смазочных материалов при эксплуатации автомобилей приведены в приложении 9.

При эксплуатации автомобилей необходимы смазочные материалы различных марок, что следует учитывать при планировании их расхода, а также при организации их хранения и выдачи на объекте. Моторные масла дифференцируются по маркам, когда в составе парка имеются автомобили, работающие на сортах разных марок, или когда используются летние и зимние сорта масел. Трансмиссионные масла дифференцируются, если в отдельных узлах трансмиссии применяются масла различных марок. При этом на коробку перемены передач и ведущие мосты приходится по 40% от общего расхода масла, а на рулевое управление – около 20%.

Для пластичных смазок их расход распределяется приблизительно следующим образом:

- тугоплавкие – 30 %;
- среднеплавкие – 60 %;
- специальные – 7 %;
- консервационные – 3 %.

Нормы расхода смазочных материалов при эксплуатации тракторов приведены в приложении 10.

3.2. Расчет трубопроводных коммуникаций

На объектах системы нефтепродуктообеспечения могут прокладываться трубопроводы различного назначения:

- -нефтепродуктопроводы для технологических перекачек нефтепродуктов в соответствии с назначением объекта и перечнем выполняемых нефтескладских и заправочных операций;
- водопроводы для технологического, бытового и противопожарного водоснабжения объекта;
- газопроводы для газоснабжения объекта;
- канализационные коллекторы для отводы с территории объекта поверхностных, технологических и бытовых стоков.

В данном учебном пособии рассматриваются вопросы, связанные с расчетом и монтажом нефтепродуктопроводов, являющихся составной частью основного технологического оборудования объекта; их проектирование имеет ряд особенностей, обусловленных специфическими свойствами перекачиваемых продуктов. Вопросы водоснабжения, тепло- и газоснабжения при проектировании объектов системы нефтепродукто-обеспечения должны решаться в соответствии с существующими общими положениями, принятыми для объектов общепромышленного и сельскохозяйственного назначения, а вопросы устройства канализационных систем - в соответствии с санитарно-гигиеническими и экологическими нормами и правилами.

Расчет трубопроводных коммуникаций при проектировании объекта системы нефтепродуктообеспечения включает их гидравлический расчет, механический (прочностной) расчет, а при необходимости – тепловой расчет.

Задачами гидравлического расчета трубопроводных коммуникаций являются:

- определение оптимального диаметра трубопроводов при перекачке нефтепродукта;
- определение потерь напора в трубопроводах с целью подбора насосно-силового оборудования для осуществления перекачки.

Исходными данными для гидравлического расчета трубопроводных коммуникаций объекта являются:

- данные о максимальном количестве нефтепродукта каждой марки, подлежащего одновременному приему на объект или выдаче с объекта, которые содержатся в задании на проектирование объекта;
- сведения о физико-химических свойствах перекачиваемых нефтепродуктов (вязкости, плотности, давлению насыщенных паров);
- справка о природно-климатических условиях в районе строительства объекта (минимальной и максимальной температуре воздуха, минимальном барометрическом давлении);
- генеральный план объекта с указанием протяженности трубопроводных коммуникаций и геодезических отметок их начала и конца;
- технологическая схема объекта с указанием всех местных сопротивлений в трубопроводных коммуникациях (расширений, сужений, ответвлений, запорной и регулирующей арматуры, фитингов и т.п).

При выполнении гидравлического расчета необходимо:

- обосновать производительность перекачки нефтепродукта по трубопроводу;
- определить для всех участков трубопроводных коммуникаций оптимальные внутренние диаметры и выбрать соответствующие трубы из числа серийно выпускаемых промышленностью;
- рассчитать потери напора в трубопроводе и выбрать насосные агрегаты с рабочими характеристиками, обеспечивающими заданную производительность в условиях безкавитационной работы насоса;
- проверить возможность образования паровых пробок во всасывающей линии.

Внутренний диаметр трубопровода определяется по формуле, полученной из условия непрерывности потока жидкости:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi W \cdot 3600}}, \quad (3.30)$$

где Q - производительность перекачки по трубопроводу, $\text{м}^3/\text{ч}$; W - скорость течения жидкости по трубопроводу, $\text{м}/\text{с}$ (для объектов системы нефтепродуктообеспечения рекомендуется $W \leq 2 \text{ м}/\text{с}$).

Гидравлические потери обычно определяют для участка трубопровода, эксплуатирующегося в наиболее неблагоприятных условиях, т.е. самого протяженного, имеющего наибольшее количество местных сопротивлений и наибольшую отрицательную разность геодезических отметок конечных точек участка, при этом потери напора определяются для дизельного топлива, как продукта с наибольшей вязкостью при минимальной наружной температуре, а проверка бескавитационной работы насоса – для автобензина, как продукта с наибольшим давлением паров, при максимальной наружной температуре и минимальном барометрическом давлении.

Потери напора во всасывающем и напорном трубопроводах соответственно равны:

$$H_{вс} = H_{тр} + H_{мс} + \Delta H_{вс}, \quad (3.31)$$

$$H_{н} = H_{тр} + H_{мс} + \Delta H_{н}, \quad (3.32)$$

где $H_{вс}$ и $H_{н}$ – потери напора, соответственно во всасывающем и напорном трубопроводах, м; $H_{тр}$ – потери напора в трубопроводах на трение, м; $H_{мс}$ – потери напора на местные сопротивления, м; $\Delta H_{вс}$ и $\Delta H_{н}$ – потери напора на преодолении разности геодезических отметок соответственно во всасывающем и напорном трубопроводах.

Потери напора на трение и на местные сопротивления (гидравлические потери) определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$H_{тр} + H_{мс} = \lambda \frac{L_{пр}}{d} \cdot \frac{W^2}{2g}, \quad (3.33)$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления; $L_{пр} = L + \sum_{i=1}^{i=n} L_{экв_i}$ – приведенная длина трубопровода, м; L – геометрическая длина трубопровода, м; $L_{экв_i}$ – эквивалентная длина i -го местного сопротивления (т.е. длина трубопровода, гидравлическое сопротивление которого равно местному сопротивлению), м; n – количество местных сопротивлений, шт; d – внутренний диаметр трубопровода, м.

Коэффициент гидравлического сопротивления зависит от режима течения жидкости в трубопроводе и шероховатости внутренней стенки трубы.

Режим течения жидкости в трубопроводе характеризуется критерием Рейнольдса Re , который равен:

$$Re = \frac{Wd}{\nu}, \quad (3.34)$$

где ν – кинематическая вязкость перекачиваемого нефтепродукта, m^2/cm .

При значении критерия Рейнольдса $Re < 2000$ имеет место ламинарный режим течения жидкости, и коэффициент гидравлического сопротивления находится из выражения:

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (3.35)$$

При значениях критерия Рейнольдса $2000 < Re < 2800$ имеет место переходный режим и коэффициент гидравлического сопротивления находится из выражения:

$$\lambda = (0.16Re - 13) \cdot 10^{-4}, \quad (3.36)$$

При значениях критерия Рейнольдса $Re > 2800$ имеет место турбулентный режим и величина коэффициента гидравлического сопротивления находится по формулам, приведенным в приложении 11.

Коэффициенты местных гидравлических сопротивлений при турбулентном режиме течения нефтепродукта по трубам приведены в приложении 11. Там же приведены эквивалентные длины местных сопротивлений, выраженные через отношения их к диаметру трубопровода в виде $L_{\text{экв}} / d$.

Подставив в формулу значение гидравлических потерь на трение, на местные сопротивления и на преодоление разности геодезических отметок при известной пропускной способности трубопровода, получают суммарные потери в напорном трубопроводе и по паспортным данным подбирают насос с соответствующими техническими показателями.

Прочностной расчет трубопровода заключается в определении необходимой толщины стенки трубы.

При эксплуатации трубопровода в нем возникают осевые, радиальные и тангенциальные напряжения.

Осевые напряжения возникают вследствие изгиба труб при монтаже в горизонтальной и вертикальной плоскостях, изгиба труб при эксплуатации по причине их температурного расширения или сжатия и наличия внутреннего давления в трубопроводе.

Радиальные и тангенциальные (касательные) напряжения возникают под действием внутреннего давления в трубопроводе.

При прочностном расчете трубопроводов, эксплуатирующихся на объекте системы нефтепродуктообеспечения, можно рассматривать предельные состояния, которые учитывают работу металла трубы не только в упругой, но и в пластичной стадии с учетом достижения металлом предела текучести. Тогда толщину стенки трубы можно определить по формуле:

$$\delta = \frac{P \cdot d_{\text{вн}} \cdot n}{2\sigma_{\text{тек}} \cdot k \cdot t}, \quad (3.37)$$

где P – рабочее давление в трубопроводе, Па; $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр трубопровода, м; $\sigma_{\text{тек}}$ – нормативное значение коэффициента текучести металла, Па; k – коэффициент неоднородности металла; n – коэффициент перегрузки, учитывающий возможность повышения рабочего давления при эксплуатации трубопровода; t – коэффициент условий работы.

Рабочее давление в трубопроводе равно максимальному давлению, создаваемому насосом. Если в паспортных данных насоса приведена величина напора в метрах, создаваемое им давление находится из выражения:

$$P = H \cdot \rho_n \cdot g, \quad (3.38)$$

где ρ_n – плотность нефтепродукта, кг/м³.

Для труб, изготовленных из углеродистой стали $k = 0,9$, а значения остальных коэффициентов выбираются в пределах $m = 0,75..0,8$, $n = 1,1..1,15$.

Для труб, изготовленных из легированной стали $k = 0,85$, а значения остальных коэффициентов выбираются в указанных пределах.

При заглубленной прокладке трубопроводов следует учитывать давление грунта на трубу, которое определяется по формуле:

$$P_{zp} = 10^{-6} \cdot h \cdot \rho_{zp} \cdot g, \quad (3.39)$$

где P_{zp} - давление грунта, МПа; h - глубина заложения нижних образующих труб, м; ρ_{zp} - плотность грунта, кг/м³ (принимается обычно 2000 кг/м³).

Нагрузка на поверхности земли при прокладке трубопровода под переездами, выбирается в зависимости от глубины заложения трубопровода в грунт и наружного диаметра трубы D_n .

Глубина заложения: 1 D_n 2 D_n 3 D_n 4 D_n 5 D_n 6 D_n
 Нагрузка, МПа: 0,04 0,032 0,024 0,016 0,008 0,004

При глубине заложения более шести диаметров трубы указанная нагрузка не учитывается.

На трубопровод может также воздействовать снеговая нагрузка, значение которой выбирается в зависимости от высоты снежного покрова.

Высота снежного покрова, см: до 30 от 30 до 60 свыше 60
 Снеговая нагрузка, Н/м² : 250 400 600

Кроме напряжений, вызванных давлением нефтепродукта в трубопроводе и внешними нагрузками (давление грунта и снега, масса транспортного средства на переезде) в трубопроводе могут возникнуть термические напряжения.

При монтаже трубопровода трубы имеют температуру окружающей среды, в момент их укладки при эксплуатации они нагреваются или охлаждаются до температуры, определяемой по формуле, полученной из уравнения теплового баланса, а при отсутствии перекачки - до температуры окружающей среды:

$$t_{ст} = \frac{\alpha_{вн} \cdot t_{нп} + \alpha_{нар} \cdot t_{окр}}{\alpha_{вн} + \alpha_{нар}} \quad (\text{при перекачке нефтепродуктов}), \quad (3.40a)$$

$$\text{или } t_{ст} = t_{окр} \quad (\text{при отсутствии перекачки}), \quad (3.40б)$$

где $t_{ст}$, $t_{нп}$, $t_{окр}$ - соответственно, температура стенки трубы, нефтепродукта и окружающей среды, град; $\alpha_{вн}$, $\alpha_{нар}$ - соответственно коэффициенты теплоотдачи от нефтепродукта к стенке трубы, и от стенки трубы к окружающей среде, Вт/м²·°С.

Порядок определения коэффициентов теплоотдачи изложен в курсе «Термодинамика и теплотехника».

При изменении температуры трубопровод удлинится или укоротится на величину, определяемую по формуле:

$$\Delta L = \alpha L (t_y - t_{cm}), \quad (3.41)$$

где t_y - температура трубы при укладке, град; α - коэффициент линейного расширения металла трубы 1/град (для стали $\alpha = 0,000012$ 1/град); L - длина трубопровода, м.

Если прямой участок трубопровода не может свободно деформироваться из-за того, что его концы жестко закреплены, то в нем при изменении температуры возникают температурные напряжения растяжения или сжатия:

$$\sigma_m = E \frac{\Delta L}{L} = \alpha E (t_y - t_{cm}), \quad (3.42)$$

где E - модуль упругости материала трубы (модуль Юнга), МПа, который для стали равен 2,1·10МПа.

Продольная сила, действующая вдоль оси участка трубопровода с заземленными концами, не зависит от длины трубопровода и определяется по формуле:

$$N = \sigma_m \frac{\pi(D_{н}^2 - d_{вн}^2)}{4} \approx \sigma_m \cdot \pi \cdot D_{н} \cdot \delta, \quad (3.43)$$

где $D_{н}$ и $d_{вн}$ - соответственно, наружный и внутренний диаметры трубы, м.

Участки наземных трубопроводов, подверженные значительным температурным колебаниям, могут быть разгружены от воздействия продольной силы путем установки компенсаторов различной конструкции или использования самокомпенсации трубопровода за счет создания угловых, Z-образных или П-образных участков (рис.8).

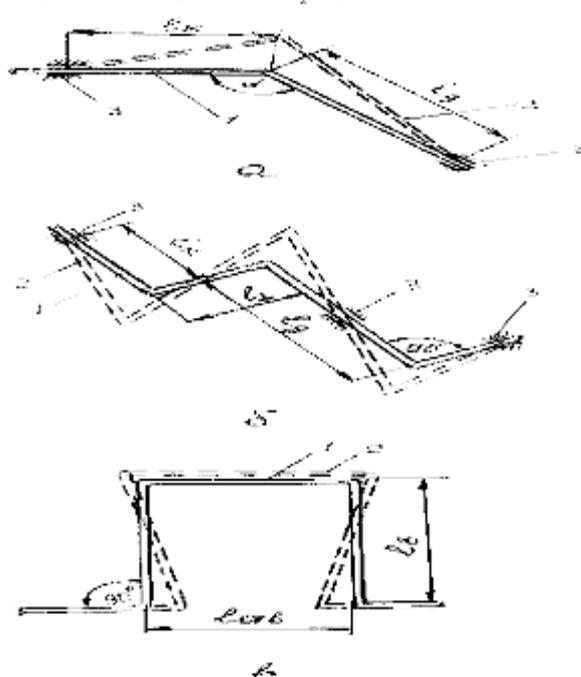


Рис. 8. Схемы участков самокомпенсации трубопроводов при термическом удлинении: а- угловой участок; б- z-образный участок; в- П-образный участок; 1 - трубопровод до термического удлинения; 2 - то же после термического удлинения; 3- неподвижная («мертвая») опора

Самокомпенсация теплового удлинения или сжатия трубопровода будет достигнута при обеспечении необходимой длины плеча отвода.

Минимальная длина плеча отвода, требуемая для самокомпенсации теплового удлинения трубопровода, может быть определена по номограмме (рис.9). За необходимую длину плеча отвода принимают у угловых участков трубопровода длину короткого плеча, у Z-образных участков - длину перпендикулярного плеча, а у П-образных участков сумму перпендикулярных отрезков (двойную длину вылета). В случаях, когда по условиям прокладки трубопровода длина компенсирующих участков меньше определяемой по номограмме, следует проверить расчетным путем изгибающее напряжение, возникающее в указанных участках. Максимальные изгибающие напряжения не должны превышать предельно допустимых значений, т.е. предела прочности при изгибе.

Размер труб, Дн/Двп, мм

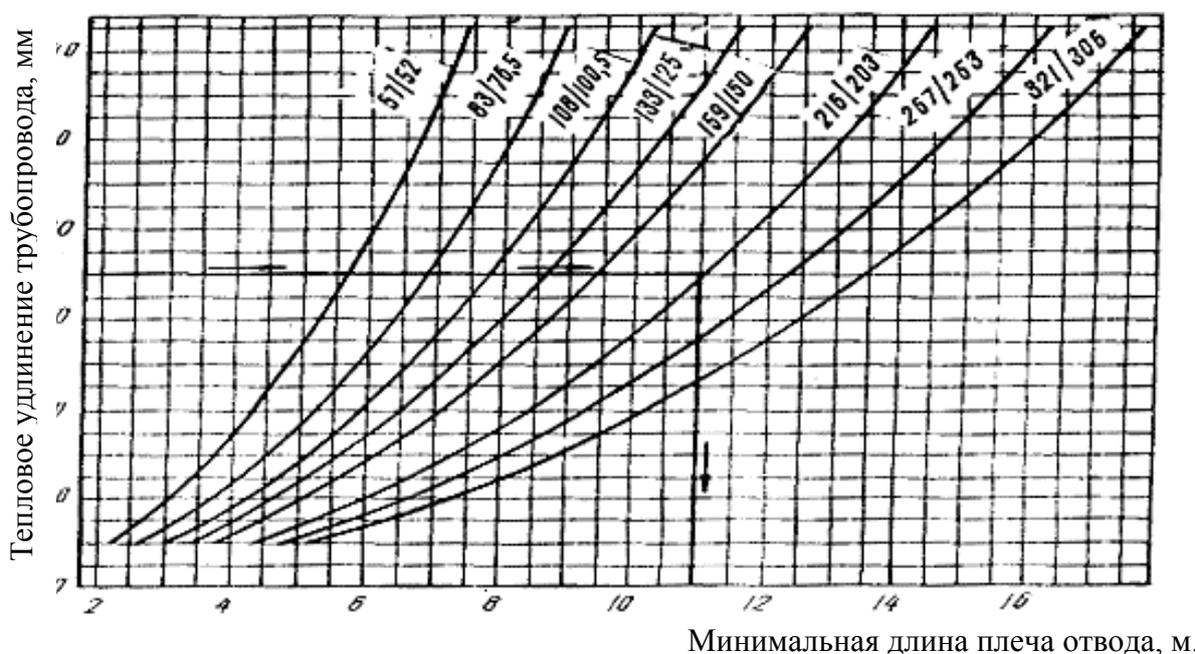


Рис. 9: Номограмма для определения минимальной длины плеча отвода для компенсации теплового удлинения трубопровода (Дн и Двп – соответственно наружный и внутренний диаметры трубки).

Наибольшее изгибающее напряжение в угловом участке трубопровода создается на неподвижной опоре короткого плеча:

$$\sigma_{\max} = \frac{1.5\Delta l_k ED_n}{l_k^2} \cdot \left(\frac{p+1}{\sin \alpha} + \frac{p+3}{p+1} \cdot \operatorname{ctg} \alpha \right), \quad (3.44)$$

где Δl_k – удлинение короткого плеча, м; α – угол между участками, град; $P = \frac{l_d}{l_k}$; l_d и l_k – соответственно, размеры длинного и короткого плеча, м.

При прямоугольной форме углового участка ($\alpha=90^\circ$) выражение (3.39) упрощается:

$$\sigma_{\max} = \frac{1.5 \Delta l_k E D_n}{l_k^2} \cdot (p+1),$$

Наибольшее изгибающее напряжение в Z-образном участке трубопровода создается в перпендикулярном плече участка:

$$\sigma_{\max k} = \frac{6(\Delta l_k + \Delta l_d) E \cdot D_n}{l_{\perp}^2 (1 + 12 p_z)}, \quad (3.45)$$

где Δl_k и Δl_d – соответственно удлинение короткого и длинного плеча участка, м; l_k , l_d и l_{\perp} – соответственно размеры короткого, длинного и перпендикулярного плеча участка, м; $p_z = \frac{l_k}{l_{\perp}}$.

Наибольшее изгибающее напряжение в П-образном участке трубопровода возникает в прямой вставке:

$$\sigma_{\max} = \frac{1.5 \cdot \Delta L \cdot D_n}{l_g^2 (1 + 6 p_n)}, \quad (3.46)$$

где l_g и $l_{ств}$ – соответственно длина вылета и створа, м; $p_n = \frac{l_g}{l_{ств}}$.

Если значение изгибающих напряжений превышают предел прочности, следует дополнительно использовать компенсаторы.

Деформации заглубленных трубопроводов под воздействием термических напряжений в значительной степени препятствует сила трения трубы о грунт, которая равна:

$$T = \pi \cdot D_n \cdot P_{ep} \cdot \mu \cdot L, \quad (3.47)$$

где μ – коэффициент трения поверхности трубы о грунт ($\mu = 0,4 \div 0,6$).

На длине $l_{комп}$ – сила трения, пропорциональная длине трубопровода, уравновесит термическую силу, стремящуюся деформировать трубопровод, т.е. $T \cdot l_{комп} = N$, откуда:

$$l_{комп} = \frac{\alpha E (t_y - t_{cm})}{P_{ep} \cdot \mu}, \quad (3.48)$$

Если длина заглубленного трубопровода, испытывающего термические напряжения, больше длины участка, на котором эти напряжения уравновешиваются силой трения, следует предусматривать устройство участков самокомпенсации или устанавливать компенсаторы.

Наиболее широко распространяются сальниковые и линзовые компенсаторы (рис. 10). Сальниковые компенсаторы состоят из корпуса и скользящего в нем стакана, герметичность подвижного соединения обеспечивается сальниковой набивкой. Они компактны и обладают большой компенсирующей способностью (от 250 мм для трубопровода $D_u = 100$ мм

до 400 мм и более для трубопровода $D_u = 400$ мм), однако, требуют постоянного контроля сальника, а вследствие недостаточной герметичности сальниковых компенсаторов их установка на трубопроводах для легковоспламеняющихся жидкостей не допускается.

Линзовые компенсаторы состоят из набора штампованных тарелок, каждая пара которых, образуя линзу, имеет компенсирующую способность 7-16 мм. Линзовые компенсаторы просты по конструкции, компактны, герметичны, удобны в обслуживании, однако они обладают сравнительно малой компенсирующей способностью и имеют довольно низкое рабочее давление (0,5 – 1,0 МПа), т.к. действующая на линзу сила, обусловленная давлением в трубопроводе пропорциональна квадрату диаметра линзы:

$$N = P \cdot \frac{\pi D_{\text{лин}}^2}{4}, \quad (3.49)$$

В случае необходимости установки компенсаторов их выбор при проектировании трубопровода производится в следующем порядке:

- определяется материал компенсатора (конструкционная или нержавеющая сталь, чугун, алюминиевые сплавы и т.п.), в зависимости от свойств перекачиваемой жидкости и рабочего интервала температур;
- определяется рабочее давление в компенсаторе в зависимости от рабочего давления в трубопроводе;
- по выражению (3.36) определяются максимальные температурные изменения длины трубопровода.
- на основании технической документации выбирается компенсатор, имеющий требуемую компенсационную способность и рабочее давление.

Тепловой расчет трубопровода производится при перекачке по нему вязких и застывающих нефтепродуктов. Эти нефтепродукты предварительно подвергаются подогреву для снижения их вязкости и предотвращения застывания в процессе перекачки, поэтому целью теплового расчета является определение начальной температуры нефтепродукта (температура подогрева, при которой его конечная температура будет выше допустимой).

Выражение, по которому можно определить температуру подогрева в зависимости от конечной температуры нефтепродукта, носит название уравнение Шухова и имеет вид:

$$\frac{t_n - t_{\text{ц}}}{t_k - t_o} = e^{\frac{k\pi \cdot D_n L}{G c}}, \quad (3.50a)$$

где t_n , t_k и t_o - соответственно, начальная температура нефтепродукта, его конечная температура и температура окружающей среды, град; k - коэффициент теплопередачи от нефтепродукта в окружающую среду, Вт/м²·град; D_n - наружный диаметр трубопровода, м; G - массовый расход, кг/с; c - удельная теплоемкость нефтепродукта, Дж/кг·град.

Учитывая, что для трубопроводов нефтескладов, топливозаправочных комплексов и автозаправочных станций, имеющих сравнительно небольшую длину, $\frac{k\pi \cdot D_n L}{G c} \ll 1$, можно, разложив правую часть уравнения (3.50а) в степенной ряд, получить выражение:

$$\frac{t_n - t_{из}}{t_k - t_o} = 1 + \frac{k\pi \cdot D_n L}{G c}, \quad (3.50б)$$

Отсюда:

$$t_n = t_k + (t_k - t_o) \frac{k\pi \cdot D_n L}{G c}, \quad (3.50в)$$

Вычисление коэффициента теплопередачи является довольно трудоемкой задачей, однако для приближенных тепловых расчетов заглубленных трубопроводов можно применять $k \approx 3,5$ Вт/м²·град, а для наземных трубопроводов выбирать в зависимости от скорости ветра.

Скорость ветра, м/с: 5 10 15

Коэффициент теплопередачи, Вт/м²·град: 20 25 50

Для трубопроводов, приложенных в закрытых помещениях, при малом коэффициенте излучения поверхности (оцинкованные или окрашенные алюминиевым лаком трубы) $k \approx 6$ Вт/м²·град, а при высоком коэффициенте излучения (окрашенные в различный цвет, покрытые стеклопластиком или стеклотканью трубы) $k \approx 10$ Вт/м²·град.

3.3. Определение количества топливораздаточных колонок на топливозаправочном пункте и автозаправочной станции

Исходными данными для определения количества топливораздаточных колонок для каждого сорта топлива служат:

- суточная потребность в данном сорте топлива, м³/сут;
- количество заправляемых машин, шт;
- средняя доза заправки по маркам машин, л;
- производительность топливораздаточной колонки, м³/ч;
- пропускная способность топливораздаточной колонки, машин/ч;
- продолжительность использования колонки, ч/сут.

Ориентировочно количество топливораздаточных колонок можно определить из выражения:

$$n = \frac{G_c}{q_n k_k t} \cdot \frac{60}{1000}, \quad (3.51)$$

где q_n - производительность одной топливораздаточной колонки, л/мин; k_k - коэффициент использования топливораздаточной колонки (для ориентировочных расчетов количества однопостовых колонок $k_k = 0,5$); t - продолжительность работы топливораздаточной колонки, ч/сут.

При использовании на топливозаправочном пункте предприятия подвижных средств заправки величины, полученные из выражения (3.51), следует умножить на коэффициент заправки машин через топливораздаточные колонки $k_3 = \frac{G_{mpk}}{G_c}$, где G_{mpk} - количество топлива данного вида, выдаваемого через топливораздаточные колонки, м³/сут.

Пропускная способность однопостовой топливораздаточной колонки определяется по формуле:

$$q_k = \frac{60}{\frac{d_3}{q_n} + \tau_{nz}}, \quad (3.52)$$

где d_3 - средняя доза заправки данным сортом топлива, л; τ_{nz} - продолжительность вспомогательных (подготовительных и заключительных) операций, мин.

Ориентировочно $t_{nz} = 5$ мин.

Среднюю дозу заправки данным видом топлива можно найти из выражения:

$$d_3 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} d_{3i} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{i=n} m_i}, \quad (3.53)$$

где n - число марок машин, заправляемых данным видом топлива; m_i - количество машин i -ой марки; d_{3i} - средняя доза заправки машин i -ой марки.

Средняя доза заправки машин топливом зависит от конкретных условий и определяется путем сбора статистических данных. Значения доз заправки машин наиболее распространенных марок, полученные путем выборочного анализа фактических данных на топливозаправочных пунктах различных предприятий приведены в приложении 12, а данные, полученные на автозаправочных станциях Московского региона - в приложении 13.

Многопостовые (многоканальные) топливораздаточные колонки, выдающие только один сорт топлива, одновременно могут заправлять не более двух машин, поэтому если количество заправочных постов более двух, наличие остальных постов дает возможность сократить время, затрачиваемое на вспомогательные операции (подачу машины на заправку, установку раздаточного крана, отъезд от колонки и т.п.). Тогда эффективность использования машинного времени $\tau_{маш} = \frac{d_3}{q_n}$ возрастает в два раза, а при количестве заправочных постов более двух и соблюдении условия

$\frac{d_3}{q_n} \tau_{nz}$ выражение для определения пропускной способности многопостовой топливораздаточной колонки можно представить в виде:

$$q_k = \frac{120q_n}{d_3}, \quad (3.54)$$

У многопостовых колонок, используемых для выдачи различных сортов топлива, каждый канал следует рассматривать как однопостовую колонку.

Рассмотренный метод расчета приемлем для топливозаправочных пунктов предприятий с фиксированным количеством заправляемых машин.

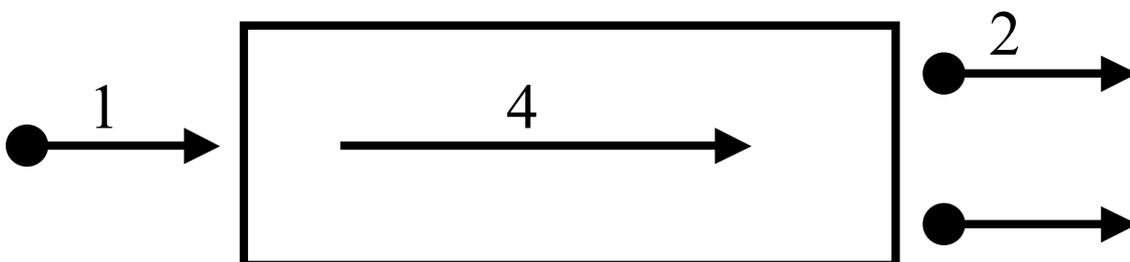
Более точный расчет количества топливораздаточных колонок для автозаправочной станции можно произвести с использованием принципов исследования операций и теории массового обслуживания. Для этого процесс работы автозаправочной станции следует рассматривать, как систему, в которой присутствуют обслуживаемые элементы – транспортные средства и обслуживающие элементы – топливораздаточные колонки.

Автозаправочная станция является системой массового обслуживания, главным фактором которой является поток заявок на обслуживание. Уровень пропускной способности автозаправочной станции определяется временем пребывания автомобиля на объекте и коэффициентом использования топливораздаточных колонок.

В свою очередь, эти показатели зависят, главным образом, от количества и технических характеристик заправочного оборудования, а также от планировки территории объекта.

Оптимизация режима работы автозаправочной станции возможна при соблюдении рациональных соотношений между уровнем загрузки оборудования и его количества, между продолжительностью пребывания автомобилей на объекте и размещением оборудования, между затратами на строительство или реконструкцию объекта и сроком окупаемости этих затрат.

Для оценки параметров, влияющих на пропускную способность автозаправочных станций возможно построение упрощенной модели, в которой учитываются только основные факторы. Такая модель приведена на рис.11.



3

Рис 11. Схема работы автозаправочной станции: 1-Плотность потока заявок; 2-реализация нефтепродуктов; 3-сумарные потери времени; 4- средняя продолжительность одной заявки

Изображенные на рисунке 11 факторы можно регулировать. Например, добиваясь нужного уровня фактора I (входного параметра) путем изменения числа топливораздаточных колонок, можно получить требуемое соотношение факторов II, III (выходных параметров) и IV (внутреннего параметра).

Поскольку, автозаправочная станция является системой с несколькими каналами, поток заявок на заправку обладает свойствами простейшего потока.

Продолжительность обслуживания подчиняется экспоненциальному закону распределения (меньшему значению продолжительности соответствует большая вероятность) и зависит, в основном, от числа топливораздаточных колонок и количества автомобилей, находящихся на объекте.

Между потоками заявок на заправку, т.е. количеством автомобилей, прибывающих на топливозаправочный комплекс, и транспортным потоком на автомагистрали существует определенная связь, которая устанавливается на основе статистических данных.

Автозаправочная станция может рассматриваться как система, подчиняющаяся положениям теории массового обслуживания, если количество автомобилей на объекте превышает число каналов обслуживания хотя бы на единицу, т.е. все каналы обслуживания заняты заправкой.

Если количество автомобилей на топливозаправочном комплексе меньше числа каналов обслуживания (топливозаправочных колонок или заправочных постов при использовании многопостовых колонок), будут наблюдаться простои технологического оборудования.

Оптимальные пропорции между количеством заправляемых автомобилей и числом каналов обслуживания определяются путем использования такого показателя, как продолжительность заправки, т.е. технологическое время, необходимое для выполнения всех технологических операций, составляющих процесс заправки:

$$\tau_{\text{тех}} = \frac{n}{k}, \quad (3.55)$$

где $\tau_{\text{тех}}$ - продолжительность технологического времени заправки, мин; n - количество заправляемых автомобилей, шт; k - число каналов обслуживания, шт.

Технологическое время заправки можно найти из выражения:

$$\tau_{\text{тех}} = \tau_{\text{под}} + \tau_{\text{маш}} + \tau_{\text{закл}} \text{ ,} \quad (3.56)$$

где $\tau_{\text{под}}$ – продолжительность подготовительных операций, включающих затраты времени на подсоединение раздаточного крана к баку автомобиля, расчеты с оператором, установку требуемой дозы заправки, мин; $\tau_{\text{маш}}$ -машинное время работы топливораздаточной колонки, мин; $\tau_{\text{закл}}$ - продолжительность заключительных операций, включающих затраты времени на отсоединение раздаточного крана от бака автомобиля, занятия водителем рабочего места и убытия с территории объекта, мин.

Продолжительность простоя автомобилей в очереди на топливозаправочный комплекс можно определить по формуле:

$$\tau_{\text{пр}} = \left(\frac{n}{k} - 1 \right) \tau_{\text{тех}} \text{ ,} \quad (3.57)$$

Коэффициент использования колонок зависит от количества запрашиваемых автомобилей в наиболее напряженное время суток и рассчитывается, как показатель экстенсивной загрузки колонок (заправочных постов):

$$\eta = 4,2 \cdot 10^{-4} \cdot Q_{\text{ср}} \frac{N}{K} \text{ ,} \quad (3.58)$$

где η – коэффициент использования колонок; $Q_{\text{ср}}$ - средняя разовая заправка за час в наиболее напряженное время суток; N - количество запрашиваемых автомобилей за час в наиболее напряженное время суток.

Коэффициент занятости колонок (заправочных постов) на объекте определяется выражением:

$$\eta_3 = \frac{\tau - \tau_{\text{тех}}}{60} n \text{ ,} \quad (3.59)$$

Отсюда число занятых колонок:

$$k_3 = k \cdot \eta_3 \text{ ,} \quad (3.60)$$

Число простаивающих колонок:

$$k_0 = k(1 - \eta_3) \text{ ,} \quad (3.61)$$

Коэффициент простоя колонок:

$$k_{\text{нк}} = \frac{k_0}{k} \text{ ,} \quad (3.62)$$

Полное суммарное время простоя колонок:

$$\tau_0 = 60(1 - \eta_3) \text{ ,} \quad (3.63)$$

Для того, чтобы определить оптимальное количество каналов обслуживания, необходимо рассчитать потери времени от простоев автомобилей и потери времени от простоев заправочного оборудования при отсутствии автомобилей.

Потери от простоев автомобилей рассчитываются по формуле:

$$П_1 = 0,063 \left(\frac{n^2}{k} + \frac{n}{k} + k - 2n - 1 \right), \quad (3.64)$$

а потери от простоев каналов обслуживания – по формуле:

$$П_2 = k(2.1 - 0.09n), \quad (3.65)$$

где $П_1$ и $П_2$ - соответственно, потери от простоев автомобилей и каналов обслуживания.

Для построения графика зависимости потери времени в ожидании заправки от количества каналов обслуживания (рис.21) результат расчетов целесообразно свести в таблицу (приложение 14).

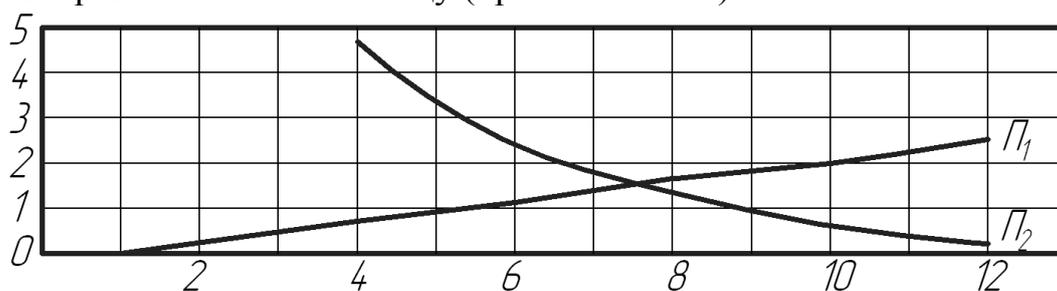


Рис.12. Зависимость потерь времени на автозаправочной станции от количества каналов обслуживания: $П_1$ -потери времени заправляемых автомобилей; $П_2$ - потери времени топливозаправочного оборудования.

Оптимальное количество каналов обслуживания определяется графическим путем из условия $П_1=П_2$.

3.4. Расчет параметров оборудования для перекачки нефтепродуктопроводов

Оборудование для перекачки нефтепродуктов на объектах системы нефтепродуктообеспечения может быть централизованным, децентрализованным и передвижным. Соответственно могут использоваться стационарные насосные станции, отдельные стационарные насосные агрегаты, а также передвижные насосные установки. Обоснование выбора типа перекачивающего оборудования производится на основании технико-экономического анализа различных вариантов с учетом объема перекачиваемых нефтепродуктов, требуемой максимальной производительности перекачки, стоимости перекачивающего оборудования, ресурса его работы,

затрат на его эксплуатацию и техническое обслуживание, трудоемкости этих операций и т.п. Независимо от использования стационарного или передвижного варианта параметры перекачивающего оборудования должны обеспечивать требуемую производительность перекачки нефтепродукта по трубопроводным коммуникациям. Первоначальный выбор насоса производится с учетом суммарных гидравлических потерь в трубопроводе на трение, на местные сопротивления и на преодоление геодезических отметок, которые определяются по формуле (3.32) при различной пропускной способности трубопровода. По полученным данным составляется характеристика трубопровода в виде таблицы:

Пропускная способность, $Q_{тр}$, м ³ /ч	0	5	10	15	20	....
Суммарные гидравлические потери, $H_{тр}$, м	0	....	....	....	....	....

Затем, по паспортным данным составляется характеристика выбранного насоса:

Подача, $Q_{нас}$, м ³ /ч	....	....	....	....	....	....
Напор, $H_{нас}$, м	....	....	....	....	....	....

По данным составленных таблиц строятся в координатах $Q-H$ совмещенные графики характеристик трубопровода и насоса, точка пересечения которых является рабочей точкой системы (рис. 13).

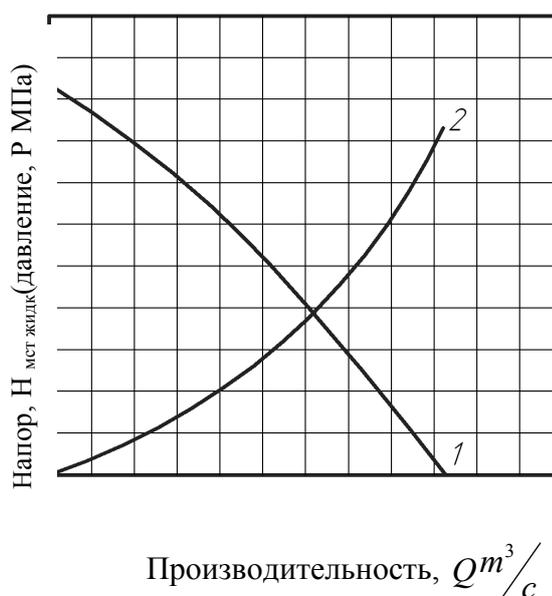


Рис.13. Совмещенные гидравлические характеристики, насоса (1) и трубопровода (2) при постоянной частоте вращения ротора насоса.

По положению рабочей точки относительно оси Q делается вывод о работоспособности спроектированной технологической схемы. При этом следует добиваться, чтобы полученная рабочая точка находилась в области наибольшего коэффициента полезного действия насоса. Трубопровод и насос отвечают требованиям, если справедливо выражение:

$$Q_{раб} \geq Q_{проект}, \quad (3.66)$$

где $Q_{раб}$ и $Q_{проект}$ – соответственно пропускная способность трубопровода в рабочей точке и предусмотренная проектом.

Затем производится проверка возможности возникновения кавитации при работе насоса и возможности образования паровых пробок в его всасывающей коммуникации.

Бескавитационная работа насоса обеспечивается при условии:

$$H_{вак}^{доп} \geq H_{вс}, \quad (3.67)$$

где $H_{вак}^{доп}$ – допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м.

Потери напора во всасывающем трубопроводе определяются по формуле (3.31).

Допустимая вакуумметрическая высота всасывания обычно приводится в паспортных данных насоса, а в случае необходимости может быть рассчитана по формуле:

$$H_{вак}^{доп} = H_a - H_y - \varphi \Delta h_{вх}, \quad (3.68)$$

где $H_a = \frac{P_a}{\rho_n g}$ – минимальное атмосферное давление в районе объекта, м; $H_y = \frac{P_y}{\rho_n g}$ –

давление насыщенных паров перекачиваемого продукта при максимальной температуре окружающего воздуха, м; P_a и P_y – соответственно атмосферное давление и давление насыщенных паров нефтепродукта, Па; ρ_n – плотность нефтепродукта, кг/м³; $\varphi=1,2-1,4$ – коэффициент кавитационного запаса; $\Delta h_{вх}$ – потери напора при входе на лопатки рабочего колеса насоса, м.

Величина потерь напора при входе на лопатки рабочего колеса определяется по формуле Руднева:

$$\Delta h_{вх} = \left(\frac{n\sqrt{Q}}{C_{кр}} \right)^{4/3}, \quad (3.69)$$

где n – частота вращения вала насоса, мин⁻¹; $C_{кр}$ – кавитационный критерий подобия насоса.

Значения критерия $C_{кр}$ определяются по паспортным данным или в зависимости от коэффициента быстроходности насоса, который можно найти по формуле:

$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}},$$

(3.70)

Для насосов с двухсторонним входом нефтепродукта на рабочее колесо в выражениях (3.68) и (3.69) вместо Q подставляется $0,5Q$

Зависимость кавитационного критерия подобия от коэффициента быстроходности насоса характеризуется следующими значениями:

n_s	50-70	70-80	80-150	150-200
-------	-------	-------	--------	---------

$C_{кр}$	600-700	800	800-1000	1000-1200
----------	---------	-----	----------	-----------

Вывод о возможности бескавитационной работы насоса делается после подстановки результатов расчета в выражение (3.67).

Условие невозможности образования во всасывающей коммуникации насоса паровых пробок имеет вид:

$$H_{ост} \geq H_y, \quad (3.71)$$

где $H_{ост}$ – остаточный напор во всасывающей линии, м.

Остаточный напор в каждой точке всасывающей линии определяется, как разности между атмосферным давлением и суммарными потерями напора в данной точке – гидравлическими (на трение и на местные сопротивления) и геометрическими (на преодоление разности геодезических отметок).

При проведении расчета всасывающая линия разбивается на участки (например, сливно-наливная труба с плавающим топливоприемником, коллектор группы резервуаров, трубопровод между резервуарным парком и насосной станцией, обвязка насоса и т.д.). Проверка возможности образования паровых пробок производится путем определения остаточного напора в конечных точках каждого участка и сравнения полученной величины с величиной давления насыщенных паров нефтепродукта при максимальной температуре. Расчетная схема приведена на рис.14.

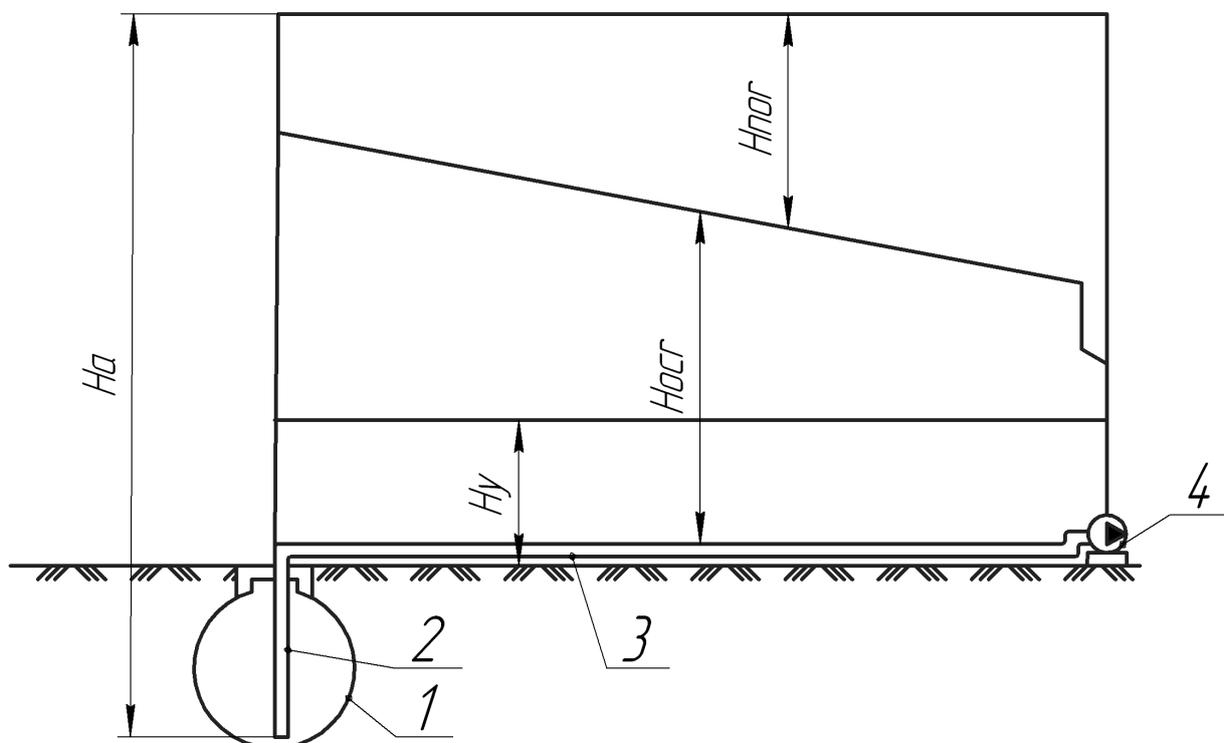


Рис.14. Схема определения графическим путем возможности образования паровых пробок во всасывающей линии насоса: 1- заглубленный резервуар; 2- сливно-наливная трубка; 3- трубопровод; 4— насос (H_a - атмосферное давление; H_y - упругость паров нефтепродукта; $H_{пот}$ - потеря напора во всасывающей линии; $H_{ост}$ - остаточный напор во всасывающей линии)

Если неравенство (3.71) не соблюдается, необходимо уменьшить потери во всасывающей линии путем увеличения диаметра трубопровода, уменьшения его длины, сокращения количества местных сопротивлений или изменения их конфигурации, т.е. уменьшения их эквивалентной длины.

Для привода насоса необходимо выбрать соответствующий силовой агрегат. Передвижные средства перекачки укомплектованы двигателями внутреннего сгорания (карбюраторными или дизельными) или электродвигателями, подключаемыми к электросети объекта. Параметры этих двигателей по мощности и частоте вращения увязаны с соответствующими параметрами насосов передвижных насосных установок. При проектировании стационарного оборудования для перекачки нефтепродуктов целесообразно использовать насосные агрегаты, у которых насос также агрегирован с электродвигателями соответствующей мощности и требуемой частотой вращения. Реже используются стационарные устройства с мотонасосными агрегатами, у которых привод насоса осуществляется двигателем внутреннего сгорания.

При необходимости подбор двигателя к выбранному при проектировании объекта насосу производят по потребляемой мощности на валу насоса и частоте вращения.

Мощность двигателя определяется по формуле:

$$N = \frac{\rho \cdot q \cdot Q_n \cdot H_n \cdot K_3}{\eta \cdot 1000}, \quad (3.72)$$

где Q_n – номинальная мощность двигателя, м³/ч; H_n – номинальный напор, м; η – коэффициент полезного действия насоса, определяемый по паспортным данным (для центробежных насосов $\eta = 0,7-0,75$); K_3 – коэффициент запаса (для электродвигателей до 50 кВт $K_3 = 1,2$, свыше 50 кВт $K_3 = 1,15$, а для транспортных двигателей внутреннего сгорания при их использовании в стационарных мотонасосных агрегатах эта величина должна согласовываться с изготовителем двигателей).

Частота вращения ротора электродвигателя должна быть равна или несколько больше частоты вращения рабочего колеса насоса

Контрольные вопросы

1. Каковы основные методы определения потребности в нефтепродуктах и область их применения?
2. Как определяется вместимость нефтесклада предприятий?
3. Каковы задачи гидравлического расчета трубопровода?
4. Для чего служит прочностной расчет трубопровода?

5. Как определяется количество топливораздаточных колонок на топливозаправочном пункте и автозаправочной станции?

6. Как производится выбор насосов для перекачки нефтепродуктов на объекте?

Глава 4. Сооружение объектов системы нефтепродуктообеспечения

4.1. Сооружение резервуарного парка объекта

На нефтескладах и топливозаправочных пунктах нефтепродуктопотребляющих предприятий, а также на автозаправочных станциях общего назначения для сооружения резервуарных парков повсеместно используются металлические цилиндрические резервуары, преимущественно горизонтальной конструкции, хотя на указанных объектах находят применение и вертикальные цилиндрические резервуары сравнительно небольшой вместимости (обычно от 5 до 40 м³). Резервуары могут устанавливаться в резервуарном парке заглубленно (когда верхняя образующая резервуара находится ниже поверхности грунта на глубине не менее 0,2 м), полузаглубленно (когда горизонтальная ось резервуара находится ниже поверхности грунта) и наземно (когда резервуар находится на поверхности грунта или заглублен в него менее чем на половину своего диаметра).

В случае полной или частичной засыпки резервуара грунтом он считается заглубленным, если слой засыпки имеет толщину относительно стенки резервуара не менее 0,2 м во всех направлениях.

При любом из перечисленных способов установки резервуаров они могут устанавливаться как непосредственно в грунте или на его поверхности, так и располагаться в защитных сооружениях – казематах (рис.16).

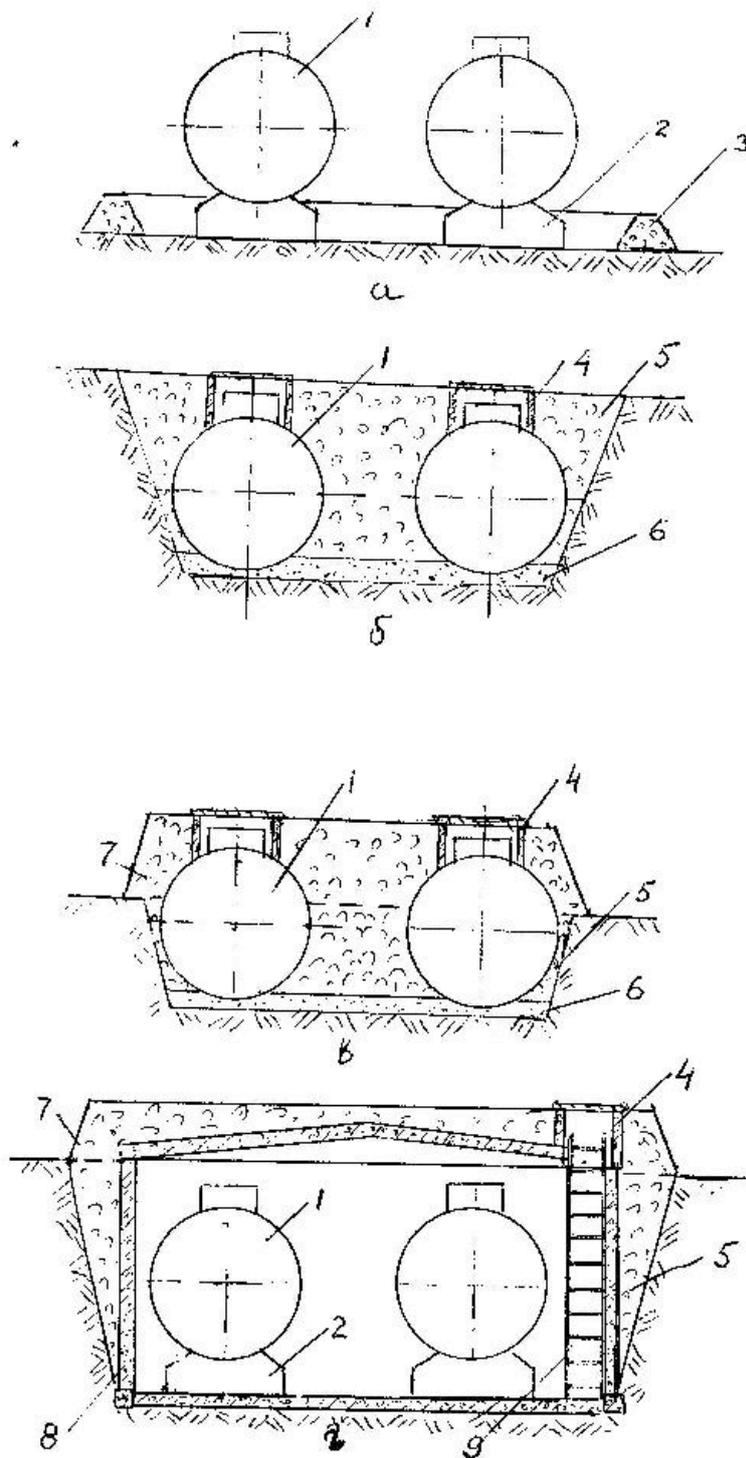


Рис.16. Схемы установки резервуаров на объекте: а - наземная; б- заглубленная; в- частично- заглубленная с обсыпкой грунтом; г- наземная: 1- резервуар; 2- опора; 3- обвалования; 4- колодец; 5- котлован; 6- песчаная подушка; 7- насыпь; 8- каземат; 9- лестница.

Как правило, на объектах системы нефтепродуктообеспечения казематы сооружаются только при заглубленном или полуглубленном вариантах установки резервуаров.

Выбор способа установки резервуаров на объекте производится в зависимости от местных условий (площадь, рельеф и конфигурация участка для размещения резервуарного парка, его геологические и гидрологические характеристики, температурно-климатический режим и т.п.) с учетом экологических соображений.

При технико-экономическом обосновании способа установки резервуаров следует учитывать, что наземная установка резервуаров требует минимального объема строительных работ, позволяет постоянно вести наблюдение за состоянием резервуаров и оперативно устранять их повреждения, однако этот способ характеризуется большими потерями от испарений хранимого нефтепродукта (главным образом бензина) из-за значительных суточных колебаний его температуры и не обеспечивает защиту резервуаров от внешних воздействий. При заглубленной установке резервуаров осуществляется их защита от возгорания и внешних воздействий снижаются потери хранимого нефтепродукта от испарения, повышается эффективность очистки нефтепродукта путем отстаивания, а также снижаются потери нефтепродукта и уменьшается величина экологического ущерба при аварийном повреждении или разрушении резервуара, однако, такой способ установки не позволяет осуществлять визуальный контроль за состоянием резервуаров, требует выполнения большого объема земляных работ при установке резервуаров и при ликвидации их повреждений. Казематная установка резервуаров имеет все преимущества заглубленной установки, позволяя в то же время осуществлять визуальный контроль за состоянием резервуара и своевременно устранять обнаруженные повреждения, однако высокая стоимость этого способа установки сдерживает его широкое применение.

При технико-экономическом обосновании способа установки резервуаров учитывается стоимость строительно-монтажных работ и величина эксплуатационных расходов при каждом варианте установки, ущерб вследствие естественной убыли нефтепродуктов в процессе их хранения и другие затраты, а в случае необходимости – возможность обеспечения требуемой защиты резервуаров от внешнего воздействия. Для предварительного технико-экономического обоснования можно использовать данные о сравнительной стоимости работ при различных вариантах установки резервуаров приведенные в приложении 15, а более точные данные определяются расчетным путем.

Горизонтальные наземные резервуары устанавливаются группами вместимостью не более 500 м^3 с расстоянием между резервуарами 1 м^3 . Каждый резервуар устанавливается на двух и более кирпичных, каменных или бетонных ленточных опорах высотой $0,35\text{ м}$; ширина и длина опор зависят от

размеров резервуара и должны обеспечивать его устойчивость в порожнем и заполненном состоянии. Допускается наземная установка резервуаров на насыпной песчаной подушке толщиной не менее 0,3 м, а в случае временной их установки – на деревянных прокладках с огнестойкой пропиткой из брусьев сечением не менее 0,15·0,15 м. Часть поверхности наземного горизонтального резервуара соприкасающаяся с песчаной подушкой, покрывается противокоррозионной изоляцией на высоту 0,25 его диаметра.

Отдельно стоящие наземные резервуары или группы резервуаров ограждаются сплошным земляным валом или защитной стенкой из негорючих материалов (бетон, кирпич, бутовый камень и т.д.). Расстояние от резервуара до подошвы обвалования должно быть не менее 2 м. Обвалование должно выдерживать гидростатическое давление разлившегося продукта и иметь высоту на 0,2 м превышающую расчетный уровень разлившегося продукта, объем которого равен полной вместимости расположенных внутри обвалования резервуаров.

Высота прямоугольного обвалования определяется по формуле (4.1) и должна быть не менее 1 м, а ширина его поверху – не менее 0,5 м.

$$H_{обв} \geq \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_{pi}}{a \cdot b} + 0,2, \quad (4.1)$$

где $H_{обв}$ – высота обвалования или защитной стенки, м; a и b – соответственно длина и ширина обвалования, м; V_{pi} – вместимость i -го резервуара, м³; n – количество резервуаров в обваловании, шт.

При размещении внутри обвалования резервных, аварийных и других технологических резервуаров их объем учитывается при определении вместимости обвалования наряду с основными резервуарами для хранения нефтепродуктов.

Обвалование оборудуется переходными мостиками из негорючих материалов (не менее 2), а также дренажным устройством для отвода ливневых и талых вод, оборудованным запорным приспособлением. Поверхность площадки внутри ограждения должна иметь уклон не менее 0,004 к дренажному устройству.

При размещении наземных резервуаров на площадках имеющих значительный уклон, необходимо учитывать разность нивелирных отметок обвалования и определять его высоту на наиболее низком участке. В этом случае высота обвалования, определяемая по формуле (4.1), является средней величиной этого показателя, т.е. $H_{обв} = (H_1 + H_2)/2$, где H_1 и H_2 – соответственно высота обвалования в высшей и низшей его точках, м.

Если площадка имеет равномерный уклон вдоль стороны обвалования « a », то соотношение между высотами обвалования в высшей и низшей его точках определяется выражением:

$$H_2 = H_1 + \frac{a \cdot \sin \alpha}{2}, \quad (4.2)$$

где α – угол уклона площадки, град.

При частичном заглублении наземных резервуаров или при полузаглубленной их установке за расчетный объем в формуле (4.1) принимается сумма объемов частей резервуаров, находящихся выше уровня грунта.

Группа наземных горизонтальных резервуаров оборудуется металлическими лестницами и переходными мостками. Для защиты резервуаров от нагрева под воздействием солнечной радиации при необходимости может предусматриваться устройство навесов или защитных экранов из негорючих или пропитанных огнестойкими составами материалов с низкой теплопроводностью и высокой теплоотражающей способностью (асбоцементные плиты, пенобетонные конструкции, шифер и т.п.)

При заглубленном варианте установки резервуаров отрывается котлован для каждого резервуара или для блока резервуаров. Основание котлована для одиночного горизонтального резервуара должно иметь длину не менее общей длины этого резервуара, а ширину, не менее диаметра резервуара. При установке в общий котлован блока резервуаров ширина основания котлована определяется из выражения:

$$v = D \cdot n + v'(n - 1), \quad (4.3)$$

где D - диаметр резервуара, м; v' - расстояние между резервуарами, м; n - количество резервуаров в блоке, шт.

Расстояние между резервуарами в блоке выбирается из условия обеспечения при необходимости свободного доступа к поврежденному резервуару после удаления грунта и обычно принимается равным 1 м.

Глубина котлована определяется с учетом устройства на его дне песчаной подушки толщиной не менее 0,3 м. Расчетная формула для определения глубины отрываемого котлована имеет вид:

$$H_{\text{кот}} = h_{\text{пн}} + D - \Delta D \pm \Delta h, \quad (4.4)$$

где $h_{\text{пн}}$ - толщина песчаной подушки, м; ΔD - глубина погружения резервуара в песчаную подушку при угле его охвата подушкой 90° , м; Δh - разность нивелирных отметок между верхней образующей резервуара и поверхностью грунта, м.

Величина Δh имеет положительное значение, если верхняя образующая резервуара находится ниже поверхности и отрицательное значение, если верхняя образующая резервуара выступает над поверхностью и заглубление резервуара достигается за счет обсыпки его верхней части.

Откосы боковых и торцевых стенок котлована должны иметь угол наклона не более угла естественного обсыпания грунта. В случае, если эта величина превышает 45° , уклон боковых стенок котлована принимается 1:1 для удобства установки резервуара в котлован.

Размеры котлована на уровне поверхности грунта определяются из выражений:

$$l_1 = L + 2H_{\text{кот}} \cdot \text{ctg} \cdot \gamma, \quad (4.5a)$$

$$v_1 = D \cdot n + v'(n - 1) + 2H_{\text{кот}} \cdot \text{ctg} \cdot \gamma, \quad (4.5b)$$

где l_1 и v_1 - соответственно длина и ширина котлована на уровне поверхности, м; L - длина резервуара, м; γ - угол естественного осыпания грунта (или угол откоса, принятый из технологических соображений), град.

При заглубленной установке резервуаров следует учитывать, что хотя толщина минимального слоя грунта над верхней образующей резервуара в соответствии с нормативными документами составляет 0,2 м, оптимальный температурный режим хранимого нефтепродукта достигается при толщине этого слоя 0,8 м, так как на такой глубине суточные температурные колебания в грунте на большей части территории страны незначительны и, следовательно, потери от испарения при малых дыханиях отсутствуют.

Над горловиной заглубленного резервуара сооружается колодец с внутренними размерами 1×1 м из негоряемого материала с металлической крышкой. Все соприкасающиеся с грунтом части резервуаров покрывают антикоррозийной изоляцией (битумной, битумно-полимерной, битумно-резиновой и т.п.). Толщина изоляции составляет 2-3 мм для обычного варианта покрытия и не менее 6 мм для усиленного варианта покрытия, применяемого в случае, когда грунт и почвенные воды содержат коррозионноактивные химические соединения.

Казематы для установки в них резервуаров могут выполняться с плоскими, двухскатными или арочными перекрытиями и в плане имеют, как правило, прямоугольную форму.

Высота каземата должна обеспечивать осуществление необходимых операций на горловине резервуара обслуживающим персоналом. Резервуары в казематах устанавливаются на ленточные опоры, аналогичные сооружаемым при наземной установке резервуаров.

Отрывка котлована при казематной установке резервуаров принципиально не отличается от аналогичной операции при заглубленной установке резервуаров непосредственно в грунт. Размеры котлована определяются при этом, исходя из габаритных размеров проектируемого каземата.

Пол, боковые стены и кровля каземата изготавливаются из негоряемых материалов по технологии, аналогичной применяемым при сооружении подземной части других строений, возводимых на объекте, обычно из железобетонных конструкций – плит, панелей или арочных перекрытий. Толщина стен и перекрытий выбирается из условия обеспечения прочности сооружения с учетом нагрузки, создаваемой грунтом. Расстояния между стенками резервуаров и ограждающими конструкциями каземата, а также между отдельными резервуарами в каземате должны обеспечивать возможность визуального контроля состояния резервуаров, проведения их технического обслуживания и ремонтных работ. Расстояние между резервуаром и стенкой каземата должно быть не менее 0,5 м, а между резервуарами не менее 1 м. Каземат оборудуется люком и лестницей, а также устройствами для принудительной или естественной вентиляции.

4.2. Монтаж трубопроводных коммуникаций

Для перекачки нефтепродуктов на объектах системы нефтепродуктообеспечения применяются в основном металлические бесшовные (цельнотянутые) и сварные трубы, изготовленные из конструкционной (углеродистой) стали. Применение неметаллических труб из полимерных материалов ограничивается их более низкими прочностными и ресурсными показателями, а трубы из легированной стали и алюминия имеют довольно высокую стоимость. Недостатком труб из углеродистой стали является необходимость внутренней и наружной антикоррозионной защиты, для создания которой используются различные покрытия – металлические, лакокрасочные и полимерные и т.д. Из металлических покрытий наиболее распространено цинковое, из лакокрасочных – перхлорвиниловые и бакелитовые, а из полимерных – эпоксидные.

Трубопроводы на территории объекта могут прокладываться наземно (на поверхности) или заглублено (в траншеях с последующей засыпкой грунтом или в каналах, облицованных несгораемым материалом) (рис.17).

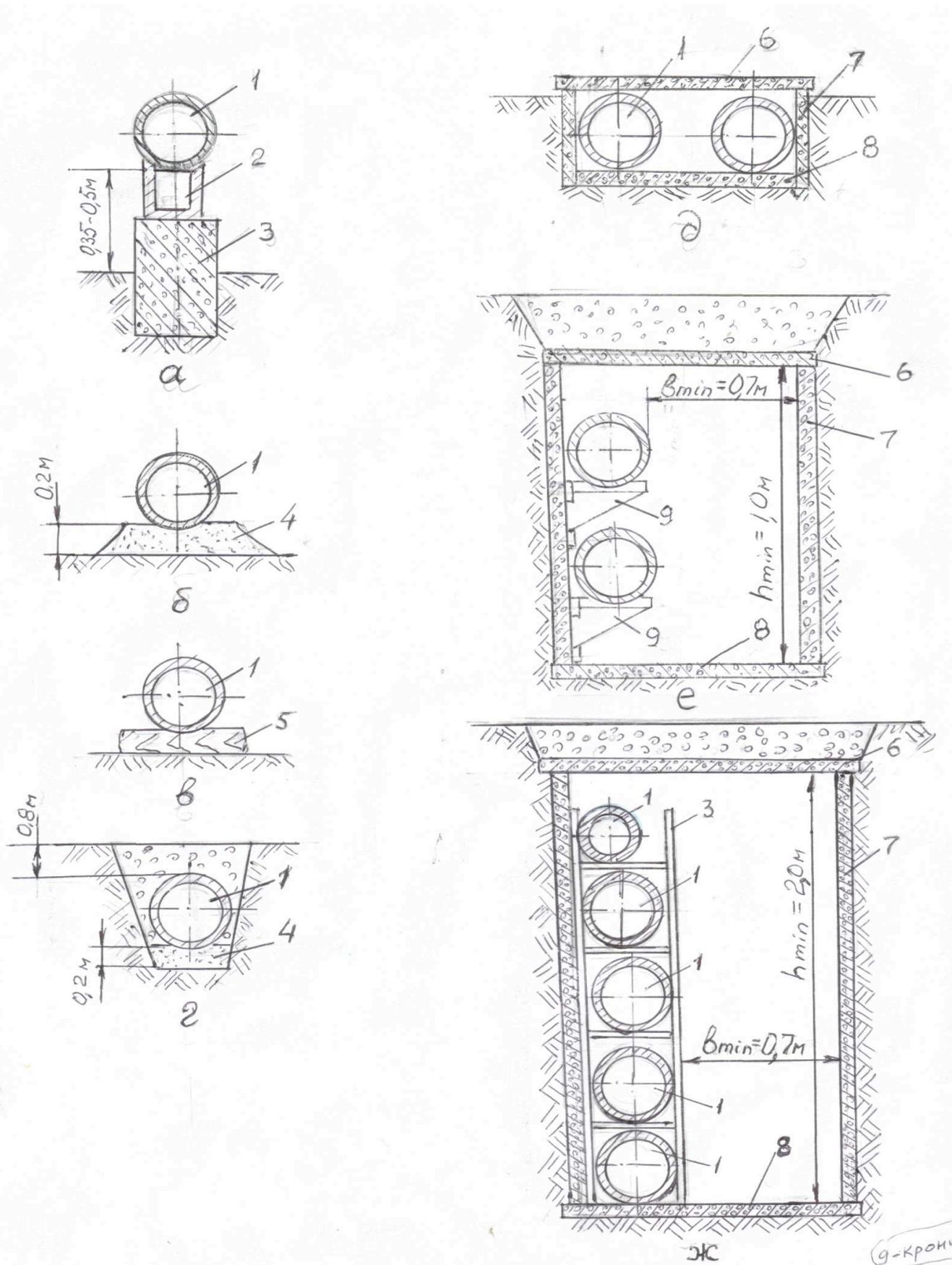


Рис.17 Схемы прокладки трубопроводов: а- наземная на опорах; б- тоже на песчаной подушке; в- тоже на прокладке; г- заглубленная; д- в непроходном тоннеле; е- в полу проходном тоннеле ; ж- в про-

ходном тоннеле: 1-труба; 2- опора; 3-стакон; 4-подушка; 5-прокладка; 6-перекрытие тоннеля; 7-стена тоннеля; 8-пол тоннеля

Отдельные участки коммуникаций (переходы через дороги, обвязка наземных резервуаров и т.п.) могут прокладываться над поверхностью земли на опорах (наземная или воздушная прокладка).

Наземная прокладка трубопровода требует минимального объема работ, позволяет вести постоянный визуальный контроль за состоянием трубопровода, не требует его наружной гидроизоляции, однако она не обеспечивает защиты трубопровода от возгорания и внешних воздействий (в том числе от наездов транспорта), загромождает территорию объекта, а при нагревании трубопровода в нем могут образовываться паровые пробки, затрудняющие перекачку нефтепродуктов. В зимнее время при остановке перекачки нагретые вязкие нефтепродукты застывают, что выводит трубопровод из строя на длительное время.

Заглубленная прокладка трубопровода обеспечивает защиту трубопровода, позволяет разгрузить территорию объекта от коммуникаций, исключает образование в трубе паровых пробок и застывание вязких нефтепродуктов. Однако такая прокладка связана с затратами на производство земляных работ и гидроизоляции трубопровода, делает невозможным визуальный контроль его состояния, затрудняет ликвидацию повреждений трубопровода.

Канальная прокладка обеспечивает надежную защиту трубопровода, позволяет осуществлять быструю индентификацию повреждений и их устранение, однако имеет гораздо более высокую стоимость, чем другие методы прокладки.

Надземная прокладка трубопроводов связана с повышенной опасностью при возможных авариях, поэтому она применяется ограничено.

Выбор способа прокладки трубопроводных коммуникаций на конкретном объекте осуществляется в зависимости от местных условий и технико-экономических соображений.

Технико-экономическое обоснование способа прокладки трубопровода производится аналогично приведенному для различных вариантов установки резервуаров.

Для монтажа трубопровода используются различные виды соединений – сварные, фланцевые, муфтовые, резьбовые и т.п. Сварные соединения обладают высокой прочностью и плотностью, имеют сравнительно низкую стоимость и малую металлоемкость, надежны в эксплуатации. Недостаток этих соединений – неразъемность, что затрудняет их замену при ремонте, а также перемонтаж коммуникаций при изменении технологической схемы объекта.

Фланцевые соединения широко распространены вследствие легкости сборки и разборки, однако они гораздо более металлоемки, чем сварные, имеют увеличенные габаритные размеры в плоскости, перпендикулярной

оси трубы, менее надежны в эксплуатации из-за возможной потери герметичности при повреждении прокладки или ослаблении натяжения болтов.

Муфтовые соединения являются быстроразъемными, что позволяет в короткие сроки производить монтаж и демонтаж трубопровода при необходимости изменения технологической схемы объекта или его перебазирования. Наличие у большинства муфтовых соединений углового люфта позволяет осуществлять прокладку трубопровода, оснащенного такими соединениями, по неспрофилированной трассе и не требует строгой соосности соединяемых труб. Однако эти соединения являются менее надежными, чем сварные и фланцевые.

Резьбовые соединения применяются главным образом для соединения труб небольшого диаметра и в технологических схемах объектов, предназначенных для операций со значительным количеством нефтепродуктов, распространения не получили.

Выбор типа соединения для монтажа трубопроводных коммуникаций также производится в зависимости от местных условий и задач, решаемых при эксплуатации объекта. На стационарных объектах применяются, как правило, сварные соединения, а на быстровозводимых объектах при их временной или сезонной эксплуатации целесообразно применять разъемные соединения.

При осуществлении наземной прокладки трубопроводных коммуникаций трубопровод устанавливается на опорах из негорючего материала, обычно имеющих высоту 0,35 – 0,5 м, но не менее максимальной высоты снежного покрова в данной местности. Допускается прокладка временных коммуникаций с быстроразъемными муфтовыми соединениями в зависимости от класса и состояния грунта либо непосредственно на его поверхность с отсыпкой песчаной подушки, либо на деревянные прокладки с огнестойкой пропиткой. При установке трубопровода на опоры осуществляется антикоррозионная изоляция между трубами и опорами в местах их соприкосновения, а при укладке трубопровода непосредственно на грунт или с использованием прокладок трубы окрашиваются коррозионно-стойкой краской или на них наносится антикоррозионная изоляция.

При прокладке нескольких наземных трубопроводов в одном направлении они располагаются параллельно с расстоянием между трубами, приведенном в приложении 16, что облегчает обслуживание трубопровода, уменьшает площадь, занятую трубопроводными коммуникациями и сокращает количество опор.

Уклон трубопроводов в сторону их опорожнения самотеком должен составлять для светлых нефтепродуктов не менее 0,002, а для вязких нефтепродуктов 0,004.

Расстояние от наземного трубопровода до стены здания с проемами должно быть не менее 3 м, а до глухих стен – не менее 1 м.

При пересечении автомобильных дорог и железнодорожных путей наземные трубопроводы заглубляются не менее чем на 0,5 м от полотна дороги до верхней образующей трубы и укладываются в защитных металлических, асбоцементных или бетонных трубах диаметром на 200 мм больше наружного диаметра трубопровода, концы которых, должны выступать за габарит подошвы насыпи дороги или головки рельса не менее чем на 2 м. Укладка трубопроводов над автомобильной дорогой или железнодорожными путями допускается только с использованием глухих эстакад из несгораемых материалов, исключающих возможность попадания нефтепродуктов на полотно дороги. Прокладка трубопроводов над зданиями не допускается.

При заглубленной прокладке трубопроводов минимальная глубина их заложения от верхней образующей трубы до поверхности земли должна составлять 0,8 м. Для заглубленной прокладки используются сварные трубопроводы, укладка которых в траншею производится на песчаные основания толщиной 0,2 м. Соответственно глубина траншеи составляет:

$$H_{mp} = h_{nn} + D_{mp} + \Delta h, \quad (4.6)$$

где D_{mp} - наружный диаметр трубы наибольшего сечения из числа уложенных в траншею, м;
 h_{nn} - толщина песчаной подушки, м; Δh - разность нивелирных отметок верхней образующей трубы наибольшего сечения и поверхности грунта, м.

Ширина основания траншеи выбирается в зависимости от количества и диаметра уложенных в ней труб с учетом расстояний между трубами, приведенных в приложении 16.

Откосы боковых стенок открытой траншеи должны иметь угол наклона не более угла естественного осыпания грунта. На трубопроводы наносится противокоррозионная изоляция. Для трубопроводов, уложенных на глубине сезонного промерзания грунта, следует использовать пластифицированную (например, битумно-полимерную, или битумно-резиновую) изоляцию, которая сохраняет прочностные показатели в периодически оттаивающем и замерзающем грунте. Некоторые типы изоляционных покрытий трубопроводов приведены в приложении 17.

При прокладке заглубленных трубопроводов следует соблюдать минимальные расстояния от зданий и сооружений объекта, значения которых приведены в приложении 18. При пересечении заглубленного трубопровода с подземными или наземными инженерными сетями расстояния между ними по вертикали должны быть не менее:

- для электрокабелей, железнодорожных путей и автомобильных дорог – 1 м;
- для кабелей связи – 0,5 м;
- для водопровода, канализации и теплотрассы – 0,2 м.

Пересечение с коллектором канализации возможно как под ним, так и над ним, а с электрокабелем – только под ним. Прокладка трубопроводов над зданиями не допускается.

Для запорной арматуры оборудуются колодцы с крышками, стенки которых должны выступать над поверхностью грунта выше максимального уровня снежного покрова в данной местности, но не менее 0,2 м. Длина колодца по ходу трубопровода должна быть не менее 0,5 м, а ширина выбирается в зависимости от количества проложенных параллельно труб и должна обеспечивать беспрепятственное открытие и закрытие запорной арматуры, а также её обслуживание и ремонт.

Расстояние от стенки колодца до штурвала задвижки или вентиля должно составлять не менее 100 мм, а от нижней образующей трубы до дна колодца – не менее 200 мм. Крышки колодцев изготавливаются из негорючих материалов. При использовании металлических крышек необходимо предусмотреть мероприятия, исключающие искрообразование при их закрывании.

Канальная (тоннельная) прокладка трубопроводов осуществляется в тоннелях из негорючих материалов, преимущественно из сборных железобетонных элементов. Тоннели могут быть проходные, полупроходные или непроходные.

В проходных и полупроходных тоннелях трубопроводные коммуникации размещают в вертикальной плоскости относительно друг друга, а в непроходных – в горизонтальной плоскости. В тоннелях трубы располагаются на кронштейнах, подвесках или опорах. Ширину и высоту тоннеля выбирают в зависимости от числа и диаметра проложенных в нем трубопроводов. При необходимости параллельной прокладки 2 – 3 труб целесообразно использовать непроходные тоннели, сооружение которых требует наименьших затрат, хотя их недостатком является невозможность доступа к трубам без разборки перекрытия тоннеля. При большем количестве труб ширина непроходного тоннеля чрезмерно увеличивается, что вызывает удорожание земляных работ и увеличение стоимости основания и перекрытия тоннеля. Так, при прокладке 4 – 5 параллельных труб можно использовать полупроходные тоннели, габаритные размеры которых позволяют передвигаться по ним в полусогнутом положении, а при большем количестве труб экономически целесообразно сооружать проходные тоннели. Высота проходного тоннеля в свету должна быть не менее 2 м, а ширина прохода, т.е. расстояние между поверхностями труб или несущими конструкциями для их установки (кронштейнами, подвесками или стойками), расположенными на противоположных стенах тоннеля – не менее 0,7 м.

Стенки тоннеля снаружи покрывают гидроизоляцией, а для сбора попавших в тоннель грунтовых вод его основание выполняют с уклоном в поперечном направлении к прямку, который, в свою очередь, имеет про-

дольный уклон в сторону сборного колодца. Величина уклонов должна быть не менее 0,002.

Арматуру трубопроводов при их тоннельной прокладке концентрируют в одном месте, устраивая колодцы, аналогичные сооружаемым при заглубленной прокладке трубопроводов. При использовании полупроходных и проходных тоннелей колодцы должны оборудоваться лестницами.

4.3. Сооружение и обустройство производственных и вспомогательных помещений

Хранилища для размещения нефтепродуктов в таре (бочках и бидонах) могут сооружаться в наземном и заглубленном вариантах. На нефтескладах сельскохозяйственных, автотранспортных и других нефтепотребляющих предприятиях сооружаются, как правило, наземные одноэтажные хранилища бесчердачного типа. Обычно, в бочках и бидонах хранятся смазочные масла, пластичные смазки и специальные жидкости (тормозные, амортизационные, охлаждающие и т.п.). Объем хранимых продуктов определяется в соответствии с потребностью предприятия в смазочных материалах и специальных жидкостях, которая, определяется по формулам (3.28), (3.29) с учетом периодичности доставки этих продуктов и размеров страхового запаса, определяемого по формуле (3.24).

Внутренняя площадь хранилища определяется графическим методом, путем размещения бочек и стеллажей с бидонами в один или два яруса с последующей корректировкой размеров хранилища с учетом применяемых строительных конструкций (рис.15).

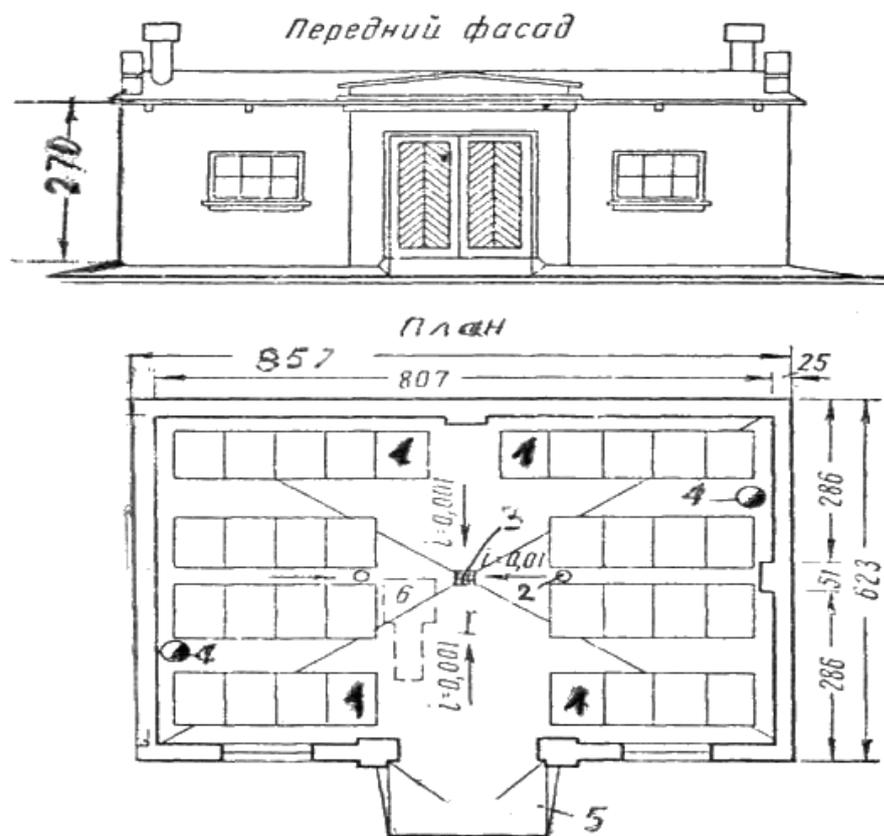


Рис 15. Схема хранения для нефтепродуктов в таре: 1- штабели с бочками; 2-огнетушитель; 3-трап (канализационная решетка); 4-вытяжной канал; 6-передвижная эстокада для укладки второго яруса бочек

Проход между штабелями бочек должен быть не менее 1 м, расстояние до стены хранилища – не менее 0,8 м. Хранилища могут объединяться с маслораздаточными, насосными станциями, операторными и другими технологическими помещениями, которые разделяются сплошными внутренними стенами из негоряемых газонепроницаемых материалов и оборудуются отдельными выходами.

Размеры бочек и другой тары, используемой для хранения нефтепродуктов, приведены в приложении 19.

При строительстве хранилища для нефтепродуктов в таре с одной его стороны на уровне пола может быть предусмотрена погрузочно-разгрузочная рампа шириной 3 м на высоте 1,4 м (стандартная высота кузова автомобиля). Рампа обычно устанавливается на бетонных или кирпичных опорах.

Раздаточные для выдачи нефтепродуктов в тару обычно совмещаются в одном здании с насосными станциями и другими технологическими помещениями. Площадь раздаточной зависит от запланированной производительности нефтесклада по затариванию нефтепродуктов. В помещении раздаточной предусматривается место для хранения порожней тары в пределах не менее суточной потребности и заполненной тары в размере

суточной производительности. Расходные резервуары для затариваемых нефтепродуктов вместимостью до 25 м³ могут располагаться снаружи здания раздаточной у сплошной (без проёмов) стены, или размещаться непосредственно в помещении раздаточной. Общая площадь помещения определяется графически с учетом габаритных размеров оборудования для выдачи нефтепродуктов в тару, которое включает резиноканевые рукава, раздаточные краны, счетчики, фильтры и запорную арматуру. Расстояние между раздаточными кранами должно быть не менее 1,1 м, а высота их от пола – не менее 1 м. Допускается установка на одном рабочем месте до 3 раздаточных кранов для разных марок нефтепродуктов при одновременной выдаче нефтепродукта только одной марки (рис.18).

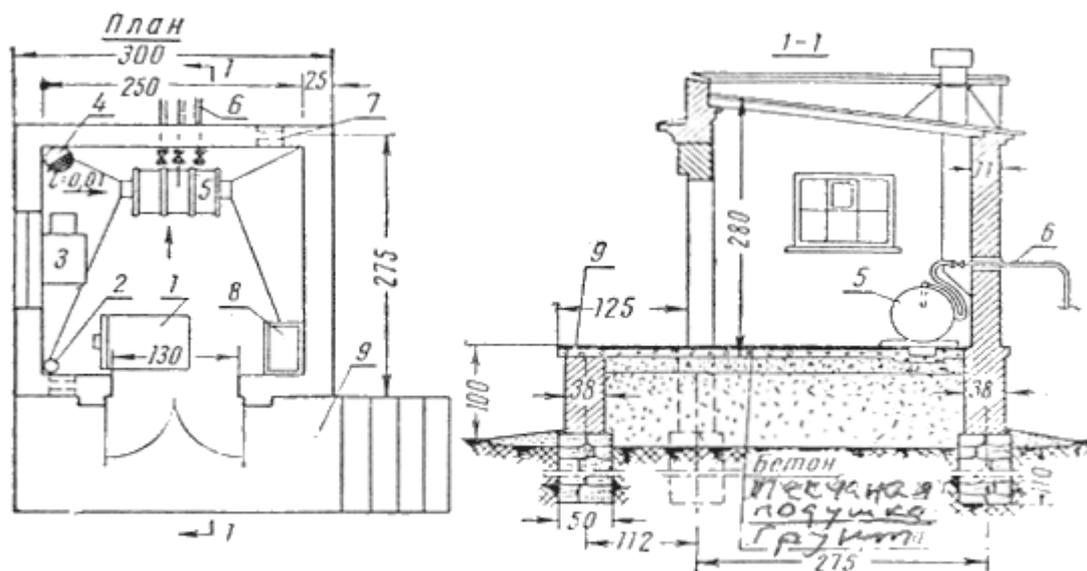


Рис 18. Схема помещения разливочной для затаривания нефтепродуктов: 1-весы напольные (заглубленные); 2- огнетушитель; 3-рабочий стол; 4-вентиляционный канал; 5-бочка; 6-трубопровод для подачи нефтепродуктов; 7- вентиляционные отверстия; 8-ящик с песком

Здание насосной станции проектируется одноэтажным и может выполняться в наземном или заглубленном вариантах, как правило, на нефтескладах различных нефтепродуктопотребляющих предприятий применяется наземный вариант размещения насосной станции.

Площадь помещения насосной станции определяется графическим методом путем расстановки выбранных насосов и силовых агрегатов с учетом удобства обслуживания и соблюдения правил техники безопасности. Ширина проходов между выступающими частями насосов должна быть не менее 1 м, а высота машинного отделения насосной станции – не менее 3 м. Перекрытие насосной станции выполняется бесчердачным. Общий вид насосной станции показан на рис.19.

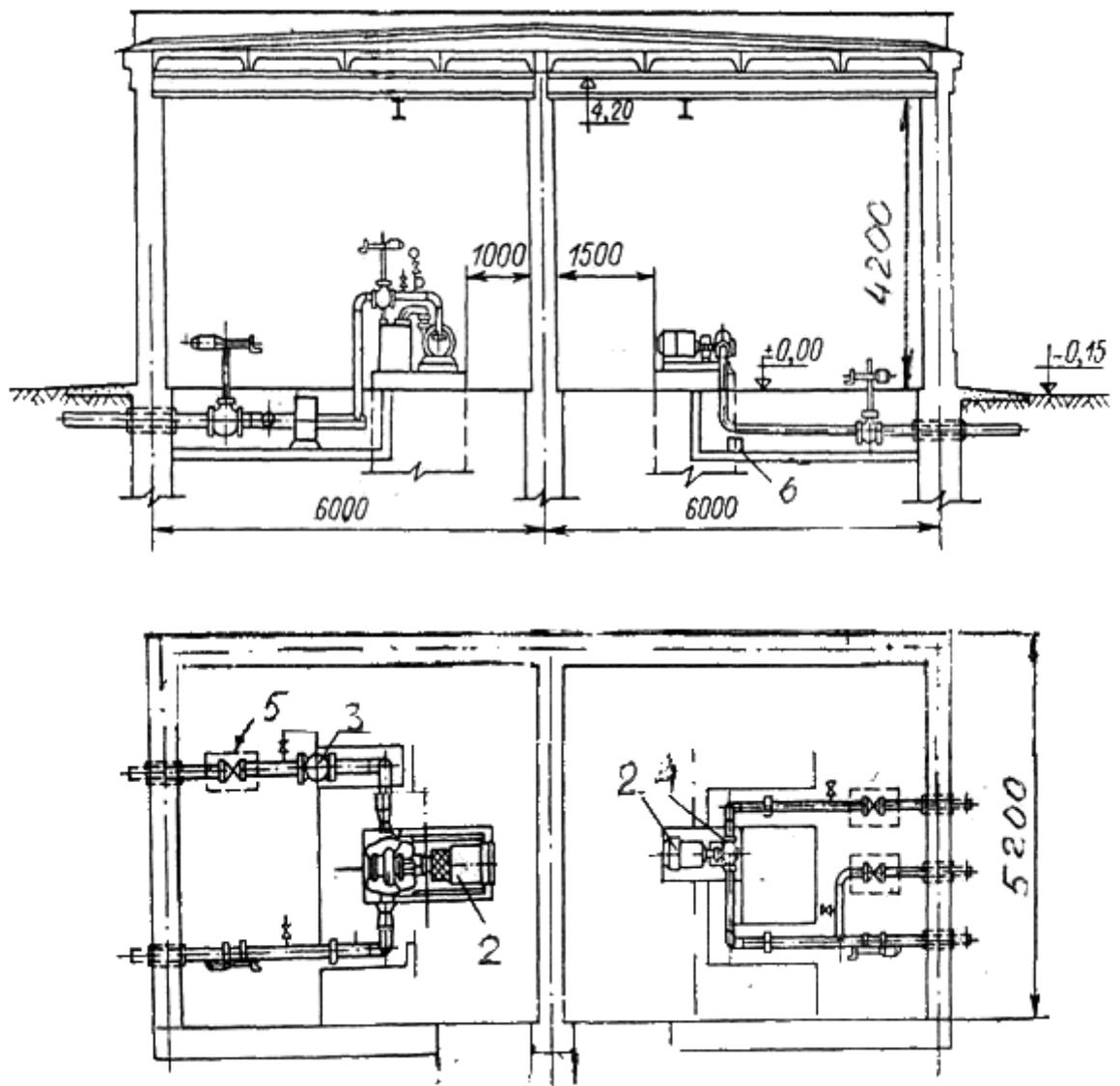


Рис.19. Схема помещения насосной станции: 1- насос для перекачки светлых нефтепродуктов; 2- электродвигатель; 3- фильтр; 4- насос для перекачки всяких нефтепродуктов; 5- задвижка; 6- опора трубопровода

4.4. Оснащение объектов системы нефтепродуктообеспечения техническими средствами обеспечения безопасности

При проектировании и сооружении нефтескладов и автозаправочных станций необходимо предусмотреть мероприятия по безопасности этих объектов. Меры по обеспечению производственной, пожарной, экологической и транспортной безопасности рассматриваются при изучении соответствующих дисциплин. Важную роль играет также физическая (антикриминальная) безопасность объектов системы нефтепродуктообеспечения, которая заключается в предотвращении или пресечении преступных пося-

гательств на персонал объекта, его клиентов, материальные ценности и имущество объекта.

При проектировании объекта следует оценить условия его безопасного функционирования и предусмотреть меры по обеспечению его физической безопасности. Наряду с традиционными средствами защиты объекта – сооружением ограждений с охраняемыми воротами, установкой решеток на окна служебных помещений, использованием ударопрочных стекол и т.п., необходимо предусматривать применение современных технических средств обеспечения безопасности, к которым относятся:

- система охранной сигнализации;
- система тревожно-вызывной сигнализации;
- система управления доступом на объект;
- система видеоконтроля и видеоохраны;
- система сбора, обработки и документирования информации;
- система связи;
- система гарантированного энергообеспечения.

Система охранной сигнализации предназначена для своевременного обнаружения несанкционированного проникновения в охраняемую зону (на территорию объекта, в помещения и т.п.). Охранная сигнализация может устанавливаться:

- по периметру охраняемого объекта;
- на входах в помещения объекта;
- на окнах помещений объекта;
- на территории резервуарного парка.

В зависимости от особенностей конкретного объекта может осуществляться защита средствами охранной сигнализации других сооружений на территории объекта.

Обеспечение охранной сигнализации по периметру объекта может осуществляться с помощью различных технических средств, среди которых наибольшее распространение получили проводно-радиоволновые устройства, имеющие объемную зону обнаружения, что позволяет фиксировать практически любые попытки преодоления ограждения территории объекта. Выдача сигнала «Тревога» происходит при размыкании нормально-замкнутых контактов во время преодоления нарушителем зоны обнаружения, при замыкании или обрыве антенных проводов, при отключении напряжения в системе.

Недостатком проводно-радиоволновых средств обнаружения является их неработоспособность на подвижных створках ворот, поэтому здесь следует предусматривать установку инфракрасных излучателей в однолучевом или многолучевом исполнении или же радиолучевые устройства.

Для блокирования подвижных конструкций (дверей, окон, витрин, ворот и т.п.) следует предусматривать установку магнитоконтактных извещателей.

Для контроля целостности стекол в окнах и других застекленных конструкциях целесообразно использовать акустические извещатели разрушения стекла, которые воспринимают акустические сигналы, возникающие при разрушении стеклянных поверхностей из обычных, закаленных и защищенных полимерными пленками стекол, а также стеклопакетов различной конструкции. Преимуществом акустических извещателей является возможность их установки на значительном удалении от охраняемой конструкции без механического контакта с поверхностью стекла, что позволяет осуществлять одновременный контроль большого числа стекол в помещении.

Для контроля внутреннего объема помещения применяются инфракрасные излучатели с объемной или шторной зоной обнаружения. Такой же тип охраняемых устройств пригоден для контроля относительно небольших площадок на открытой территории объекта (резервуарного парка, участка слива и налива нефтепродуктов, стоянки машин и т.п.).

Защиту поверхностей (стен и перекрытий зданий, ограждающих конструкций оборудования, сейфов и т.п) от попыток разрушения следует осуществлять с помощью вибрационных извещателей, которые обнаруживают попытки разрушения горизонтальных (стены, двери, перегородки) и вертикальных (потолочные и междуэтажные перекрытия) строительных конструкций, изготовленных из различных материалов - бетона, кирпича, дерева и т.д., а также сейфов, шкафов и т.п.

Система тревожно-вызывной сигнализации предназначена для оповещения о возникновении опасной ситуации и срочного вызова сотрудников охраны, милиции и т.п.

Для экстренной подачи сигнала вызова на пункт охраны используются ножные и ручные извещатели, которые следует устанавливать в операторной, кассах, на постах охраны и в других местах, где возможны преступные действия в отношении сотрудников и клиентов объекта. При установке составных частей извещателя необходимо размещать их скрытно от посторонних лиц и не имеющих допуска к системе сотрудников. Следует исключить возможность случайного нажатия клавиши извещателя и обеспечить удобство визуального контроля за светодиодным извещателем.

Для подачи звуковых сигналов тревоги используются сирены наружной и внутренней установки, которые включаются при срабатывании охранной сигнализации или приведении в действие извещателей тревожно-вызывной сигнализации.

Система управления доступом на объект предназначена для предотвращения несанкционированного доступа на объект или в отдельные его зоны и обеспечения прохода штатных сотрудников для выполнения ими своих функциональных обязанностей; кроме того, с помощью средств контроля доступа возможна организация учета явки и ухода сотрудников, ав-

томатическое протоколирование информации о действиях работников объекта, посетителей, сотрудников охраны и т.п.

Все двери и ворота основных помещений объекта целесообразно оснащать запорными устройствами (электромеханическими или электромагнитными замками, магнитными защелками и т.п.), управление которыми осуществляется как электронными ключами, так и дистанционно, с пульта управления (главного контроллера).

Для повышения эффективности системы управления доступом на объект может быть предусмотрено использование шлюзовых или тамбурных проходных кабин, которые при необходимости позволяют блокировать нарушителей в этих кабинках.

Система видеоконтроля и видеоохраны предназначена для дистанционного визуального наблюдения за обстановкой в контролируемых зонах объекта (въездах и выездах, резервуарных парках, участках приема и выдачи нефтепродуктов, скрытых подходах к зданиям и сооружениям, а также в помещениях – операторных, кассах и т.п.) и для документирования видео информации в режиме реального времени.

Указанная система способна обеспечить негласный тотальный круглосуточный и всепогодный видеоконтроль всех событий в контролируемых зонах, а совместно с системой охранной сигнализации - видеоохрану наиболее важных зон и помещений, каких либо частей этих помещений, отдельных предметов и т.п.

Система видеонаблюдения состоит из двух блоков аппаратуры: передающей, куда относятся телевизионные камеры для внутренней или наружной установки, и приемной, куда относятся мониторы и усилители, квадраторы (видеокомпрессоры для одновременного вывода на экран нескольких изображений), мультиплексоры (коммутаторы для последовательного вывода на экран видеоизображения от нескольких камер), видеомагнитофоны длительной записи и т.д.

Установка телевизионных камер может осуществляться открыто (по периметру объекта, в местах въезда и выезда, в служебных помещениях и т.п) и скрытно (в местах возможного появления преступников, в помещениях особой важности и т.п). Размещение камер на объектах должно производиться таким образом, чтобы дополнять и контролировать работу систем охранной и тревожно-вызывной сигнализации, а также пожарной сигнализации, в частности определять истинность срабатывания извещателей этих систем.

Система сбора, обработки и документирования информации выполняет функции управления, сбора, обработки, отображения и документирования информации, поступающей от сигнализационных средств всех систем. Для этого применяется пультовая аппаратура различной конструкции, которая должна также осуществлять контроль за исправностью всех систем, управлять внешними устройствами в автоматическом режиме при

поступлении сигнала «Тревога» (настройкой телевизионных камер, включением дополнительного освещения, подачей световых и звуковых сигналов и т.п.), передавать сигнал «Тревога» на более высокий уровень (желательно с функцией дозвона).

Система связи служит для организации технологических процессов при эксплуатации объекта, обмена информацией между оперативным дежурным центрального пункта охраны и находящимися на территории постами и мобильными нарядами, обеспечения взаимодействия с правоохранительными органами и территориальными пожарными подразделениями.

Телефонная, кабельная или сотовая связь служит для взаимодействия с внешними абонентами, а дуплексная радиосвязь, телефонная или громкоговорящая связь – для управления технологическими процессами и для связи между сотрудниками охраны.

Система гарантированного энергообеспечения призвана обеспечить бесперебойное снабжение электроэнергией всех систем и приборов комплекса технических средств обеспечения безопасности. Обычно, это достигается централизованным электроснабжением всех систем и приборов от блоков питания, расположенных в помещении центрального пункта охраны подводом от двух автономных линий магистральной электросети, использованием устройств, стабилизирующих отклонения от заданных параметров в сети, и наличием резервных устройств для питания особо ответственных компонентов комплекса технологических средств обеспечения безопасности, выполняемых в виде аккумуляторных батарей большой емкости.

При проектировании систем обеспечения физической безопасности объекта следует провести технико-экономический анализ принимаемых решений, оценить потенциальный ущерб от возможных преступных посягательств, возможности охранных структур по обеспечению безопасности объекта (моральную, физическую и профессиональную подготовку сотрудников охраны, их умение осуществлять адекватные действия при различных вариантах криминальных посягательств, организацию взаимодействия с местными правоохранительными органами и т.п.) и другие факторы, влияющие на безопасность объекта. Исходя из этого, принимается решение о выборе тех или иных образцов технических средств обеспечения безопасности объекта.

Контрольные вопросы

1. Какие способы установки резервуаров применяются при сооружении резервуарного парка?
2. Как производится прокладка трубопроводных коммуникаций на объекте?

3. Какие требования предъявляются к производственным зданиям при их строительстве?
4. Какие системы обеспечения безопасности монтируются на объекте?

Глава 5. Организация и выполнение строительных работ на объекте

5.1. Определение перечня строительных работ

При проектировании нефтесклада, автозаправочной станции или топливозаправочного пункта для определения объема строительных работ и потребности в строительных материалах следует установить перечень необходимых при строительстве операций, к которым относятся:

- сооружение резервуарного парка с наземным, заглубленным или казематным размещением резервуаров;
- строительство производственных и подсобных зданий (хранилищ для нефтепродуктов в таре, операторных, насосных и т.п.);
- прокладка трубопроводов в наземном, заглубленном или тоннельном вариантах;
- сооружение заправочных островков и монтаж топливораздаточных колонок;
- сооружение дорог и проездов;
- сооружение площадок для слива и налива нефтепродуктов;
- устройство молниезащиты объекта и заземление его элементов;
- строительство ограждения территории, огнепреграждающих и других защитных сооружений;
- сооружение системы сбора поверхностных нефтесодержащих вод и строительство очистных сооружений.

В каждом конкретном случае на объекте могут производиться и другие строительные-монтажные работы, необходимые для функционирования этого объекта.

Значительную часть строительных работ занимают земляные работы. Земляные работы при установке резервуаров определяются на основании схемы их установки и включают отрывку котлованов под заглубленные резервуары, отсыпку песчаной подушки, обвалование наземных резервуаров, засыпку заглубленных и наружную обсыпку не полностью заглубленных резервуаров.

Земляные работы при прокладке трубопроводов заключаются в отрывке траншей для непосредственного заглубления трубопровода в грунт или для устройства тоннеля, с последующей засыпкой траншей, а при наземной прокладке быстроразъемных трубопроводов - в отсыпке песчаной подушки под трубы.

При сооружении зданий земляные работы заключаются в выемке грунта под фундаменты и опоры, а также в доставке грунта для поднятия

уровня пола до запланированной отметки, т.к. при строительстве хранилищ с погрузочно-разгрузочными рампами пол в помещении выполняется на уровне рампы.

К земляным работам при устройстве системы сбора и очистки поверхностных вод относятся отрывка водосборных колодцев, водоотводных каналов и котлованов для монтажа очистных сооружений.

К земляным работам на территории объекта относится также планировка площадки, связанная с перемещением масс грунта, а при необходимости - с доставкой недостающего грунта на площадку или с вывозом его излишков с площадки.

При проведении земляных работ следует максимально использовать излишний грунт, образующийся при планировке площадки, при отрывке котлованов и траншей, а также при устройстве фундаментов, опор и т.п., для обсыпки резервуаров, сооружения обвалования резервуарного парка, поднятия уровня пола хранилищ и других работ, требующих использования дополнительного грунта.

Работы по сооружению зданий включают устройство фундаментов и опор, возведение стен и внутренних перегородок, устройство полов, перекрытий и кровли, устройство отмостки вокруг здания, установку ворот, дверей и окон в соответствующие проемы.

Работы по сооружению казематов для установки резервуаров, тоннелей для прокладки трубопроводов, арматурных колодцев для заглубленных резервуаров и трубопроводов, колодцев для присоединительной арматуры сливно-наливных устройств и других строительных элементов технологического оборудования объекта включают возведение ограждающих конструкций (полов, стен и перекрытий), устройство глиняного водонепроницаемого замка вокруг стенок колодца, установку крыши.

Работы по монтажу оборудования для электрозащиты объекта включают устройство молниезащиты, заземление всего технологического оборудования, установку приспособлений для защиты зданий и сооружений от вторичной электромагнитной индукции, статического электричества и заноса высоких потенциалов.

Работы по устройству защитных сооружений включают строительство ограждения по периметру объекта и вокруг отдельных его зон, монтаж систем охранной сигнализации, видеонаблюдения, управления доступом на объект и т.д., а также сооружение при необходимости огнепреграждающих стенок (брандмауэров).

Работы по строительству дорог и проездов заключаются в сооружении дорожного покрытия, бордюров, кюветов, пешеходных тротуаров и т.д. Аналогичные работы осуществляются при строительстве площадок для слива и налива автомобильных цистерн, для стоянки автотранспорта и т.д.

Работы по строительству системы сбора поверхностных (ливневых и талых) вод и очистных сооружений включают сооружение ливневой канализации и монтаж водоочистных установок.

5.2. Строительные и монтажные работы при сооружении резервуарного парка

При наземном расположении резервуаров в резервуарном парке к основным земельным работам относится устройство обвалования.

Объем грунта, требуемого для сооружения обвалования, можно определить зная, что поперечное сечение земляного вала имеет форму равнобочной трапеции, верхнее основание которой не менее 0,5 м, а угол между нижним основанием и боковой стороной (откосом) – не более угла естественного осыпания грунта.

Отсюда

$$V_{обв} = (C + H_{обв} \cdot ctgj) \cdot H_{обв} \cdot P_{обв} \quad (5.1a)$$

где $H_{обв}$ - высота обвалования, определяемая по формуле (4.1), м; j – угол естественного осыпания грунта, град; $P_{обв}$ - длина периметра обвалования, м; C - ширина верхней части обвалования, м.

Если обвалование имеет в плане форм прямоугольника со сторон a и b , формула (5.1a) примет вид:

$$V_{обв} = (a + b) \cdot (C + H_{обв} \cdot ctgj) \cdot H_{обв} \quad (5.1б)$$

При установке наземных резервуаров на песчаную подушку объем необходимого для устройства этой подушки песка определяется по следующим формулам:

Для горизонтальных одностипных резервуаров, установленных в блоке

$$V_{nn} = h_{nn} [D_n + \epsilon'(n-1) + 2\epsilon''] (L + 2\epsilon''); \quad (5.2)$$

для одиночного вертикального резервуара

$$V_{nn} = h_{nn} (D + \epsilon'')^2 \cdot \frac{\pi}{4} \quad (5.3)$$

где $h_{nn} = h_{выем} + h_{нас}$ - толщина песочной подушки, м; $h_{выем}$ - глубина верхнего слоя земли, снятого перед установкой резервуара, м; $h_{нас}$ - высота слоя песка над уровнем грунта, м; D и L – соответственно диаметр и длина резервуара, м; ϵ' - расстояние между горизонтальными резервуарами в блоке, м; ϵ'' - ширина отсыпки песчаной подушки вокруг резервуара (бровки), м.

Толщина верхнего слоя земли, удаляемого при устройстве песчаной подушки, зависит от свойств грунта; обычно $h_{выем} = 0,25 - 0,3$ м, а высота слоя песка над уровнем грунта $h_{насып} \geq 0,3$ м. Расстояние между резервуарами в блоке обычно принимается $\epsilon' = 1$ м, а ширина отсыпки песчаной подушки вокруг резервуара – не менее $\epsilon'' = 0,7$ м. При устройстве высокого песчаного основания под вертикальный резервуар следует также учиты-

вать объем песка, используемого для создания откоса, угол которого составляет 30-45°.

При заглубленном расположении резервуаров к основным земляным работам в резервуарном парке относится отрывка котлованов для установки резервуаров с последующей их засыпкой грунтом.

Объем грунта, удаляемого из котлована, можно определить зная, что котлован имеет форму перевернутого обелиска – пространственной геометрической фигуры, основаниями которой служат прямоугольники, расположенные в параллельных плоскостях, а противоположные боковые грани одинаково наклонены к основанию. В нашем случае углы наклона всех боковых граней равны, так как их величины определяются величиной угла естественного осыпания грунта.

$$V_{кот} = \frac{H_{кот}}{6} [\ell_1 e_1 + (L + \ell_1)(e + e_1) + eL] \quad (5.4)$$

Величины, входящие в выражение (5.4), определяются с помощью формул (4.3), (4.4), (4.5а) и (4.5б).

При полном заглублении резервуаров (рис. 16 б), например, при их установке под топливораздаточными колонками, объем засыпаемого в котлован грунта определяется из выражений:

для резервуаров с плоскими днищами

$$V_{32} = V_{кот} - \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot n - e \cdot L h_{mn} - k_k^2 \Delta h \cdot n \quad (5.5)$$

для резервуаров с коническими днищами

$$V_{32} = V_{кот} - \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot n - e \cdot L h_{mn} - k_k^2 \Delta h \cdot n + 0,04 \pi D^3 n \quad (5.6)$$

где k_k - сторона горизонтального сечения колодца над горловиной резервуара, м.

Формула (5.6) получена с учетом того, что все конические днища отечественных резервуаров изготавливаются с одинаковым углом 153° при вершине конуса и, следовательно, отношение стрелы выпуклости днища к диаметру резервуара является постоянной величиной, равной 0,12.

В формулах (5.5) и (5.6) для упрощения вычислений не учитывается погружение резервуаров в песчаную подушку на глубину ΔD , что незначительно влияет на полученные с помощью этих формул расчетные данные.

При частичном размещении резервуаров в котловане с последующей обсыпкой выступающей их части грунтом (рис. 16б), полный объем насыпи можно определить зная, что насыпь имеет форму обелиска со сторонами нижнего основания e_2 и l_2 и углом наклона боковых плоскостей, равным j .

$$V_{нас} = \frac{H_{нас}}{6} [\epsilon_2 \ell_2 + (\epsilon_2 + \epsilon_3)(\ell_2 + \ell_3) + \epsilon_3 \ell_3]$$

(5.7)

где $H_{нас} = a + \Delta h$ - высота насыпи над уровнем грунта, м; a - толщина слоя грунта над верхней образующей резервуара, м; $\epsilon_3 = \epsilon_2 - 2H_{нас} \cdot ctj$ и $\ell_3 = \ell_2 - 2H_{нас} \cdot ctgj$ - стороны верхнего основания насыпи, м; $\epsilon_2 = D \cdot n + 2a$ и $\ell_2 = L + 2a$ - стороны нижнего основания, м.

Объем грунта, необходимого для устройства насыпи над верхней (выступающей из котлована) частью резервуара, с плоскими днищами, можно определить по формуле:

$$V_{nr} = V_{нас} - V'_p \cdot n - k_k^2 \cdot a \cdot n$$

(5.8)

где $V'_p = \frac{L}{2} \left(D \sqrt{D_\Delta h + \frac{\Delta h^2}{3}} - D \sqrt{2_\Delta h - \Delta h} + 2_\Delta h \sqrt{2_\Delta h - \Delta h^2} \right)$ - объем части резервуара, находящейся выше поверхности грунта, м³.

Очевидно, что оптимальное значение разности нивелирных отметок между нижней образующей резервуара и поверхностью грунта, т.е. глубины погружения резервуара в грунт при его частичном заглублении с последующим устройством насыпи, достигается при соблюдении равенства:

$$V_{nr} = (V_p - V'_p) \cdot n + \epsilon \cdot L \cdot h_{mn} \quad (5.9)$$

т.е. объем грунта, используемого для устройства насыпи, равен суммарному объему той части резервуаров, которые находятся ниже поверхности грунта, и объему песчаной подушки в котловане. При этом объем земляных работ для устройства заглубленной установки резервуаров будет минимальным.

Глубину погружения резервуара в грунт можно найти из выражения:

$$V_p - V'_p = \frac{D^2 L}{4} \left[T - \frac{\sin(2T)}{2} \right] \quad (5.10)$$

где $T = \arccos \frac{2 - (D - \Delta h)}{2}$ рад

На практике объем $(V_p - V'_p)$ можно определить, пользуясь таблицей для гредупровки резервуаров с плоскими днищами, которая приведена в методическом пособии «Нормирование расхода и борьба с потерями топлива и смазочных материалов в системе нефтепродуктообеспечения» (М., МГАУ, 2004, с.12). По указанной таблице в зависимости от соотношения $\frac{D - \Delta h}{D}$ определяют коэффициент K_u и находят искомый объем из выражения:

$$V_p - V'_p = V_p \cdot K_u \quad (5.11)$$

Подставив в выражение (5.9) значение входящих в него величин и решив его относительно Δh , найдем искомую величину $(D - \Delta h)$.

Расчеты показывают, что удовлетворительные результаты могут быть получены, если глубина погружения резервуара в грунт будет составлять $2/3$ его диаметра. При этом несовпадение первой и левой частей выражения (5.9) составит около 15%, что вполне допустимо, так как некоторая часть грунта, вынутаго из котлована, будет утеряна в процессе земляных работ и не сможет быть использована при устройстве насыпи.

Над горловинами заглубленных резервуаров устанавливают бетонные или кирпичные колодцы с металлическими крышками. Внутренние размеры колодца обычно принимают 1×1 м, толщину стенки – 0,15 м, высоту колодца над уровнем грунта – не менее 0,15 м. Вокруг колодца для его гидроизоляции сооружается глиняный замок толщиной 0,15-0,20 м. Крышки колодцев изготавливаются обычно из листовой стали толщиной 1 мм и усиливаются по периметру уголком 30×30 мм. Таким образом, расход материалов на устройство одного колодца ориентировочно составит:

площадь листов стали толщиной 1 мм – $1,5 \text{ м}^2$

длина стального уголка 30×30 мм – 5 пог. м;

объем бетона или кирпичной кладки (при $a=0.8$ м) – около $1,0 \text{ м}^3$

объем глины для устройства замка (при $a=0,8$) – около $0,9 \text{ м}^3$.

Количество цемента, песка и гравия для устройства бетонных колодцев, а также количество кирпича и цементного раствора для устройства кирпичных колодцев определяется так же, как и при сооружении на объекте бетонных или кирпичных зданий по методике, изложенной в разделе 5.4.

5.3. Строительные работы при прокладке трубопроводов

При наземном расположении трубопроводов основные строительные работы сводятся к установке опор для труб или устройству для них песчаного основания.

Опоры в зависимости от назначения делятся на подвижные (свободные) и неподвижные (мертвые). Подвижные опоры позволяют трубопроводу свободно перемещаться в продольном направлении и ограничено – в поперечном. Неподвижные опоры обеспечивают жесткое закрепление элементов трубопровода, перемещение которых недопустимо (узлы запорной и регулирующей арматуры, тройники и крестовины и т.п.) разграничивают участки трубопровода, на которых предусматривается компенсация его теплового удлинения или сжатия, а неподвижные концевые опоры предотвращают повреждение технологического оборудования, к которому присоединен трубопровод (резервуаров, насосов и т.п.).

Расстояние между подвижными опорами определяют, исходя из прочности труб при воздействии изгибающих усилий. Расстояние между опорами трубопровода можно определить по формуле:

$$\ell_{on} = \sqrt[4]{\frac{384IfE}{5m_{mp} \cdot g}}$$

(5.12)

где I – момент инерции сечения трубы, M^4 ; f – допустимая стрела прогиба трубы, мм; E – модуль упругости металла, H / M^2 ; m_{mp} – масса 1 м трубопровода, включающая массу собственно трубы, арматуры, нефтепродукта, изоляции и снега, кг.

Расстановка неподвижных опор определяется характером трассы трубопровода, условиями компенсации трубопровода на отдельных участках, размещением неподвижных элементов трубопровода и т.п.

Расстояние между подвижными и неподвижными опорами для ориентировочных расчетов можно определять, пользуясь приложением 20.

Подвижные опоры, скользящего типа, получившие широкое распространение, состоят из приваренного к трубе опорного швеллера и фундамента опоры (стойки), на верхней горизонтальной поверхности которого установлена на анкерных болтах площадка из листовой стали. Марка швеллера выбирается в зависимости от размеров трубы, а его длина – не менее диаметра трубы. Продольный размер фундамента по ходу трубы составляет обычно 200-250 мм, а его поперечный размер (ширина) зависит от количества параллельно проложенных труб и промежутков между ними, определяемых в соответствии с приложением 16. Высота фундамента над поверхностью земли зависит от высоты снежного покрова в данной местности, но должна быть не менее 350 мм.

Неподвижные опоры состоят из упора, воспринимающего усилие от трубопровода, и опорной конструкции, передающей усилие на фундамент. В качестве упора используют обычно приваренные к трубе хомуты или косынки, которые шпильками крепятся к опорной конструкции, выполненной в виде заделанных в фундамент балок из уголка. Размеры неподвижных опор выбирают в зависимости от воспринимаемых опорой усилий, которые, в свою очередь, зависят от способа компенсации температурных напряжений в трубопроводе, определяемых по формуле (3.43).

При укладке трубопроводных коммуникаций на грунт с устройством песчаной подушки объем песка, необходимого для сооружения подушки, определяется по формуле:

$$V_{nn} = h_{nn} \cdot L_T \left(\sum_{i=1}^{i=n} D_{Tpi} + \sum_{i=1}^{i=n-1} v_i' + 2v'' \right)$$

(5.13)

где h_{nn} – высота песчаной подушки, м; L_T – длина трубопровода, м; v_i' – расстояние между параллельными i -ой и $(i+1)$ трубами, м; v'' – ширина отсыпки песчаной подушки (бровки) вдоль трассы трубопровода, м; n – число параллельно положенных труб.

Величина v' определяется по приложению 16, а величина v'' принимается 0,3 – 0,5 м.

При прокладке трубопроводных коммуникаций в траншее объем грунта, извлекаемого из траншеи, будет равен:

$$V_{Tp} = H_{Tp} L_T \left(\sum_{i=1}^{i=n} D_{Tpi} + \sum_{i=1}^{i=n-1} e_i + H_{Tp} \cdot ctgj \right) \quad (5.14)$$

где H_{Tp} - глубина траншеи, м, определяется по формуле (3.78).

Объем песка для сооружения песчаной подушки в траншее определяется по формуле (5.13) при $e'' = 0$.

Строительные работы при тоннельной прокладке трубопроводных коммуникаций включают отрывку траншеи для устройства тоннеля и сооружение тоннеля. Объем земляных работ при отрывке траншеи может быть определен по формуле (5.14), а количество строительных материалов, используемых при сооружении пола, стен и перекрытий тоннеля определяется по методике, изложенной в разделе 5.4 и принятой при строительстве фундаментов производственных зданий.

5.4. Строительство зданий на территории объекта

При строительстве зданий для размещения хранилищ нефтепродуктов в таре, насосных, раздаточных и т.п. предусматриваются три основных этапа:

- подготовительные работы;
- строительные работы нулевого цикла;
- строительство наземной части зданий.

Подготовительные работы включают: освобождение площадки от находящихся на ней посторонних предметов и вырубку древесных насаждений; планировку площадки бульдозером со снятием верхнего слоя земли (растительного грунта); разбивку плана фундамента с нанесением габаритных размеров хранилища, разметка осевых линий; разметка ширины и длины фундамента под стены зданий; устройство временных сооружений для обеспечения строительства (подводку временных линий водопровода и электроснабжения, строительство дорог, бытовок, складов строительных материалов и т.п.).

Работы нулевого цикла включают: отрывку траншеи под фундамент или котлована для сооружения подвала; устройство песчаной подушки; сооружение фундамента из железобетонных конструкций, из монолитного бетона или из бутового камня.

Траншея под фундамент отрывается, как правило, экскаватором глубиной 0,2 м ниже уровня промерзания грунта. Ширина траншеи должна быть не менее планируемой толщины фундамента с учетом возможности производства работ по его устройству (укладка опорных плит и фундаментных блоков, заливка опалубки бетонным раствором и т.п.) При необходимости проводится доработка траншеи вручную. Песчаная подушка на дне траншеи устраивается толщиной 0,1...0,15 м.

Конструкция фундаментов выбирается в зависимости от нагрузки, характера и несущей способности грунта, типа зданий и условий их эксплуатации. Фундаменты бывают ленточные, столбчатые, сплошные и свайные (рис. 20).

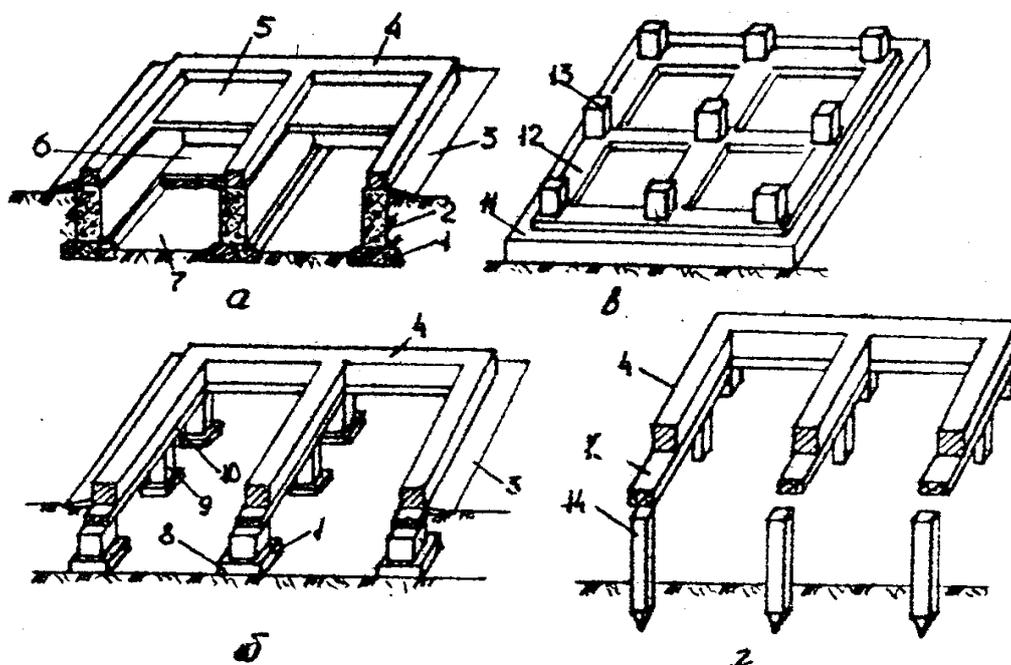


Рис. 20. Основные типы фундаментов : а- ленточный (с подвальным помещением) ; б – столбчатый; в - сплошной ; г - свайный: 1 - подушка фундамента ; 2 - стена подвала ; 3 - то мостка ; 4 - стена здания ; 5 - перекрытие подвала ; 6 - пол подвала ; 7- основа подвала ; 8 - стакан колонны (подколонник) ; 9 - столб фундамента ; 10 - фундаментная балка (ранбалка) ; 11 - сплошной фундамент (плита) ; 12 - ребро сплошного фундамента ; 13 - колонна ; 14 - раствор (свая)

Наибольшее распространение при строительстве зданий на объектах системы нефтепродуктообеспечения получили ленточные фундаменты. Они могут сооружаться из железобетонных блоков, бутового камня или из монолитного бетона (рис. 21).

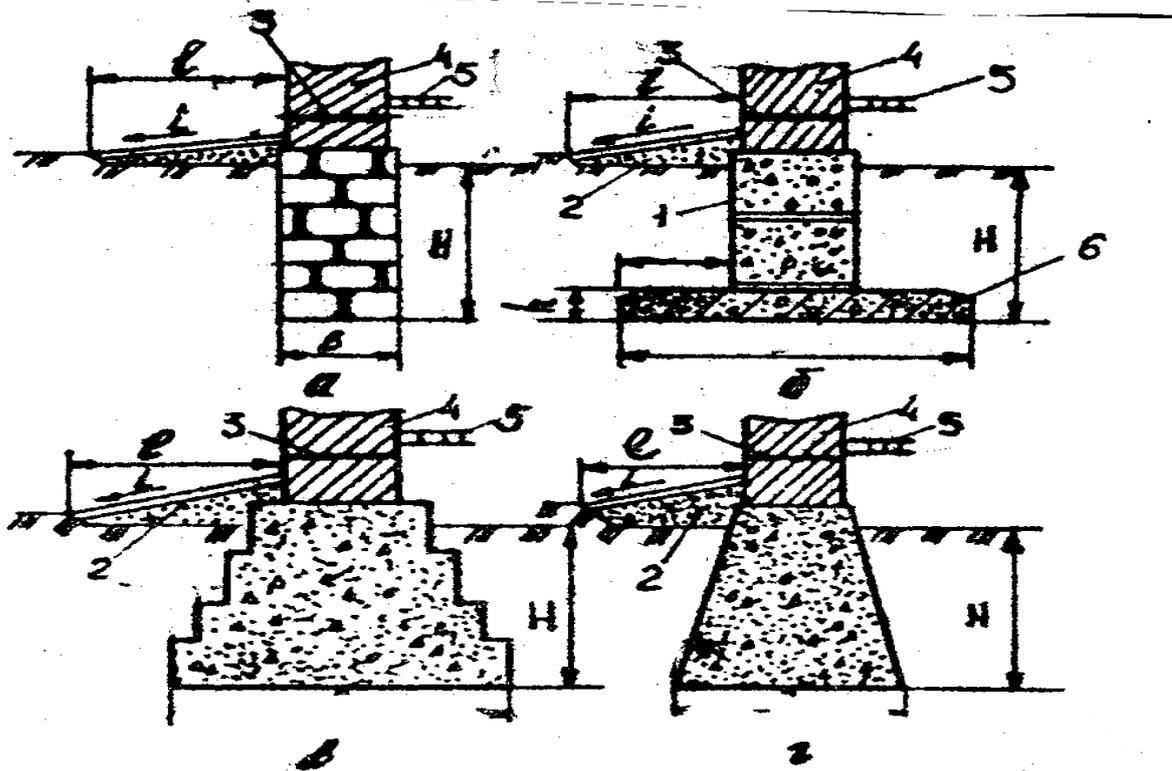


Рис. 21. Конструкции ленточных деталей: а - прямоугольный ; б - прямоугольный с подушкой ; в - ступенчатый ; г - трапецидальный: 1- фундамент (а - бутовый б, в и г - бетонный); 2 - отмостка; 3 - горизонтальная гидроизоляция; 4 - стена здания; 5 - пол здания; 6 - подушка фундамента: а - вынос подушки; б - ширина подошвы; Н – глубина заложения фундамента; h -толщина подошвы; е - ширина отмостки; i - уклон отмостки)

Наиболее экономичными и наименее трудоемкими являются сборные ленточные фундаменты, монтируемые из сплошных железобетонных или пустотелых блоков. Они монтируются в следующем порядке:

на песчаное основание укладываются фундаментные плиты (подушки);

на подушки укладываются фундаментные блоки до уровня, на 0.2...0,5 м превышающего планировочную отметку;

между фундаментом и кирпичной кладкой стен устраивается горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рулонного материала (рубероида, гидрозоля, изоля и т.п.) уложенную на горячую битумную мастику слоем 2 мм, или слоя цементного раствора состава 1:2 и толщиной 25 мм;

На боковые стенки фундаментных подушек и блоков наносится гидроизоляция из горячего битума толщиной 2 мм. Схема гидроизоляции фундамента приводится на рис. 22.

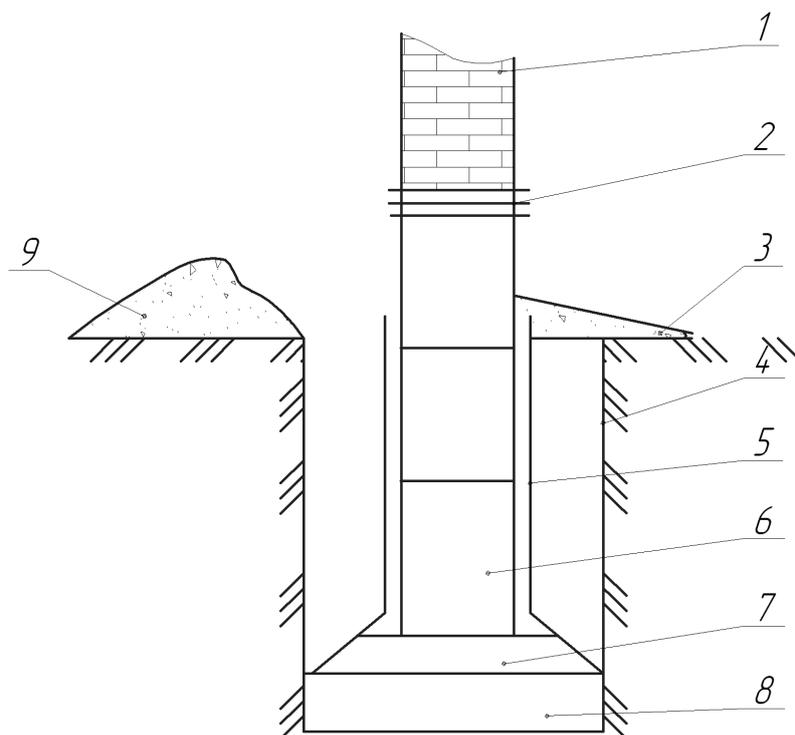


Рис.22. Гидроизоляция фундамента из сборных железобетонных конструкций: 1- кирпичная кладка; 2 - гидроизоляция стены; 3 - отсotka здания; 4 - траншея под фундамент; 5 - гидроизоляция фундамента; 6 - фундаментный блок; 7 - фундаментная подушка; 8 - песчаная подушка; 9 - грунт для засыпки траншеи

Монолитные ленточные фундаменты устраиваются в следующей последовательности:

на песчаное основание устанавливается опалубка ширина которой в верхней части - не менее планируемой толщины стен, а высота – на менее 0,2...0,5 м выше планировочной отметки;

в опалубку заливается бетон;

после застывания бетона опалубка снимается и производится гидроизоляция горизонтальной и вертикальных поверхностей, которая осуществляется аналогично гидроизоляции фундаментов из железобетонных блоков.

Опалубка для заливки бетона может иметь в сечении прямоугольную, трапециевидальную или ступенчатую форму. Последняя применяется при большой глубине заложения ленточного фундамента. Заливка бетона в этом случае производится послойно в опалубку, последовательно устанавливаемую для каждого слоя бетона после застывания предыдущего.

Столбчатые фундаменты возводятся при незначительном давлении на грунтовое основание и малой сжимаемости грунтов или при значительной глубине заложения (4-5 м). В качестве столбов используются обычно конструкции из железобетонных блоков, установленных на фундаментные подушки. Расстояние между осями фундаментных столбов от 2,5 до 6 м, в зависимости от конструкции здания. Обязательна установка фундамент-

ных столбов под углами здания, в местах пересечения стен и под простенками между дверными и оконными проемами в стенах.

Сплошные фундаменты под всей площадью здания устраиваются в тех случаях, когда грунтовое основание слабое, а нагрузки на фундамент значительны. Сплошные фундаменты возводятся из железобетонных плит или из монолитного бетона.

Свайные фундаменты на железобетонных, бетонных, стальных или комбинированных сваях возводятся в особо сложных инженерно-геологических условиях. На сваях монтируются железобетонные или стальные балки, служащие основанием для стен здания.

При сооружении в здании подвальных помещений следует обеспечить их защиту от поверхностных и грунтовых вод. Различные варианты устройства гидроизоляции подвальных помещений приведены на рис. 23.

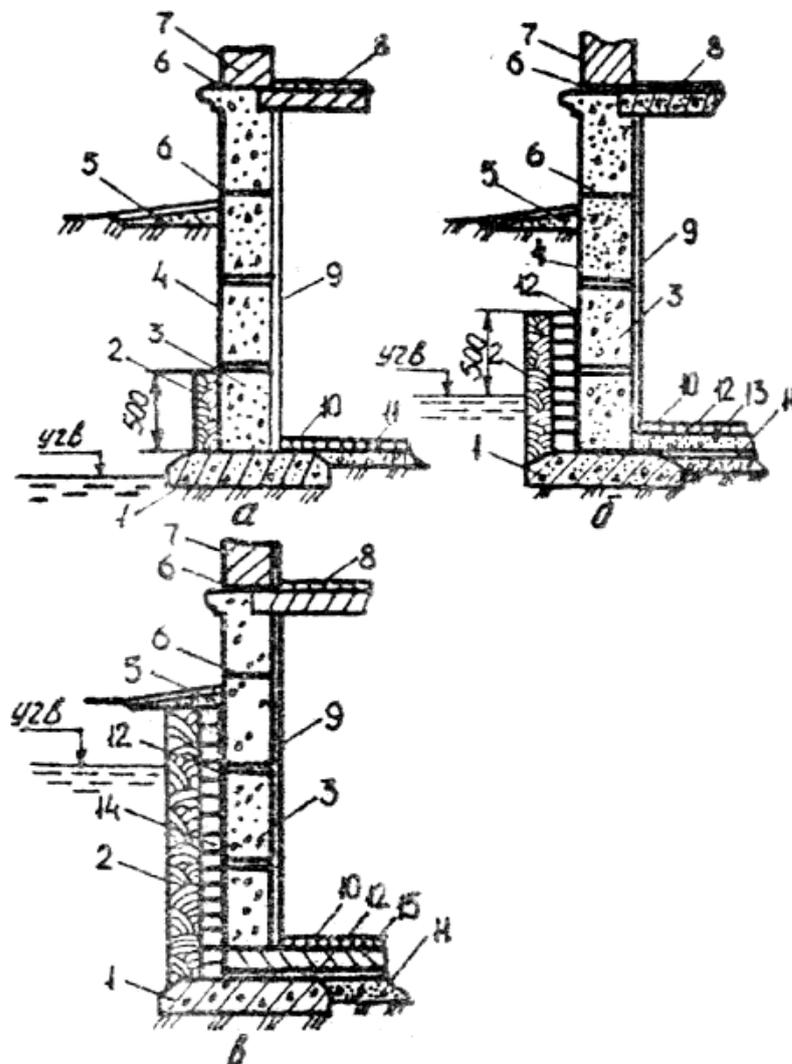


Рис.23. Гидроизоляция в зданиях с подвалами : а - при уровне грунтовых вод ниже отметки пола подвала; б - при уровне грунтовых вод выше отметки пола подвала на 500 мм; в - при уровне грунтовых вод более 500 мм; 1 - железобетонная подушка фундамента; 2 - мягкая глина; 3 - стена подвала; 4 - битумная мастика в два слоя; 5 - отсыпка; 6 - горизонтальная гидроизоляция; 7 - стена; 8 - подвальное перекрытие; 9 - штукатурка; 10 - пол; 11 - бетонная подготовка; 12 - рулонная гидроизоляция; 13 - подготовка под полы; 14 - кирпичная стенка на цементном растворе; 15 - железобетонная стена; (уч В- уровень грунтовых вод)

При уровне грунтовых вод ниже уровня пола подвального помещения его стены и пол изолируются двумя слоями горячего битума или битумной мастики. При уровне грунтовых вод не выше 0,5 м уровня пола подвала на пол укладывают оклеечную гидроизоляцию из двух – трех слоев рулонного гидроизоляционного материала (рубероида, гидроизола, изола) на битумной мастике по бетонной подготовке, выровненной слоем цементного раствора. Поверх гидроизоляции укладываются нагрузочный слой бетона, который уравнивает гидростатическое давление грунтовых вод. С внешней стороны на стены подвального помещения наносят гидроизоляцию из двух слоев рулонного материала, посаженного на битумную мастику, и защищают ее кирпичной стеной в $\frac{1}{2}$ кирпича и слоем мягкой жирной глины толщиной 250 мм. Защитная стенка выполняется на 0,5 м выше уровня грунтовых вод.

При уровне грунтовых вод выше уровня пола подвала более чем на 0,5 м поверх гидроизоляции пола, выполненной из трех слоев рулонного материала на мастике, укладывается железобетонная плита, наружная гидроизоляция выполняется также из трех слоев рулонного материала, а защитная стенка и глиняный затвор сооружается на всю высоту до проектной отметки (уровня грунта).

Для отвода от здания поверхностных вод по всему его периметру устраивается отмостка – асфальтобетонная, бетонная, каменная или из сборных железобетонных плит, шириной не менее 70 мм.

Асфальтобетонная отмостка выполняется из асфальтобетона толщиной 25 мм, а бетонная – из дорожного бетона толщиной не менее 100 мм. Они укладываются на песчаное или щебеночное основание толщиной 150-200 мм и имеют уклон 0,01 – 0,003. Бетонная отмостка должна иметь температурные швы через каждые 7 м.

Каменная отмостка выполняется из бутового камня, укладываемого на слой песка по глине толщиной 100-150 мм и имеет уклон 0,1.

Строительство наземной части здания включает возведение стен, устройство перекрытий, сооружение кровли, устройство полов, установку окон и дверей, сооружение пандусов, погрузочных рампы, лестниц и т.п.

При возведении стен из кирпича для расчета количества строительных материалов применяются следующие исходные данные. Для средней полосы России наружные стены сооружаются толщиной 1,5 кирпича, внутренние – 1 кирпич, перегородки – 0,5 кирпича. Кирпичная кладка производится на цементном растворе, для приготовления которого используют на 1 часть цемента 3-5 частей просеянного песка и добавляют в качестве связующего материала глину или известь в количестве 5-10% от общего объема приготовленного раствора. Толщина слоя между кирпичами – 10-12 мм.

Примерная норма расхода материалов для кладки 1 м³ гладких кирпичных стен без облицовки: кирпич – 440 шт; цемент – 20 кг; известь – 20 кг; песок – 0,26 м³.

Более точное количество материалов для кирпичной кладки в зависимости от толщины стен можно определить, пользуясь данными, приведенными в приложении 21.

Количество оконных и дверных проемов в стенах выбирается из конструктивных соображений. Размеры оконных проемов обычно принимаются 0,55×1,2 м, а дверных – 1,5×2,4 м.

Для устройства бетонного пола на уплотненный грунт укладывается подстилающий слой песка толщиной 0,15 м, затем бетон толщиной 0,1 м, который покрывается слоем цементного раствора состава 1:1 толщиной 1 мм для железнения бетонной поверхности.

Для перекрытия производственных зданий используется железобетонные плиты, которые должны опираться на несущие капитальные стены толщиной не менее 0,37 м, при этом длина опирающейся на стену части плиты должна быть не менее 0,10-0,12 м (рис. 24). Между верхом стены и плитой укладывается раствор, используемый при кладке стен.

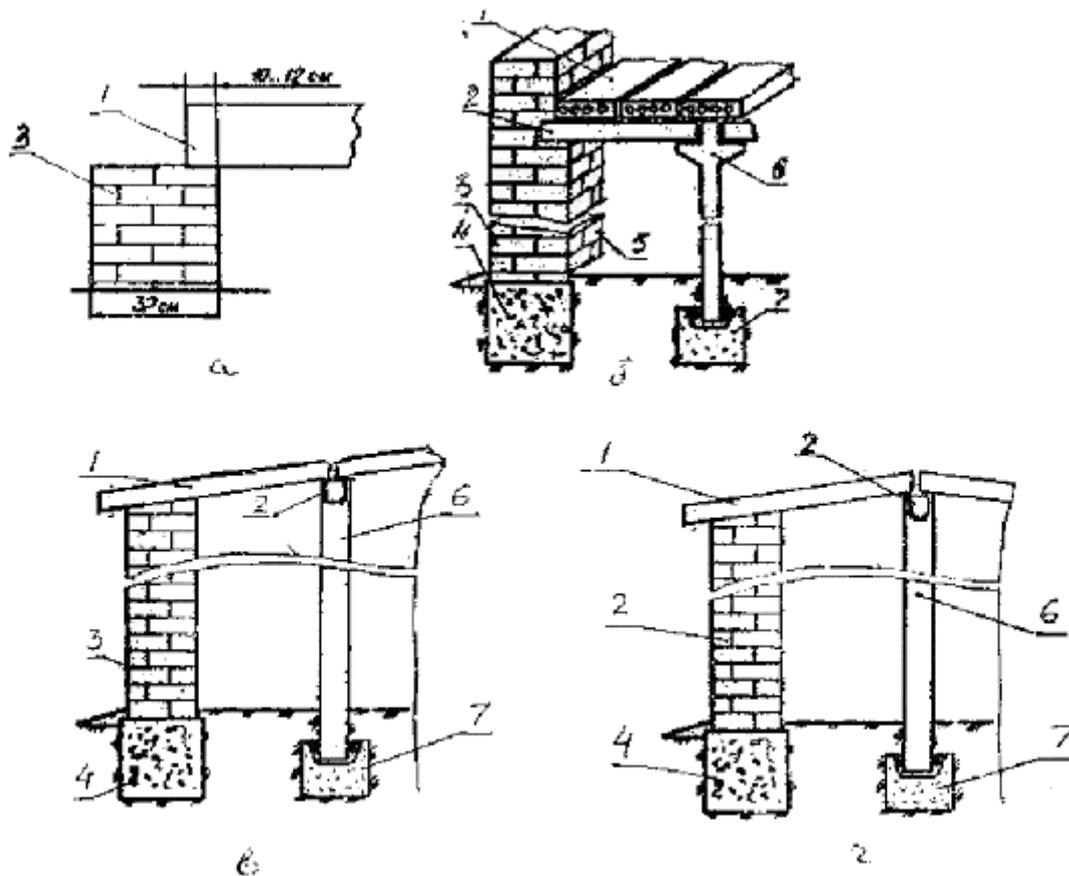


Рис. 24. Схемы устройства перекрытий : а - плоское с укладкой плит на несущие стены ; б – плоское с укладкой плит на колонны с балки ; в – односкатное с укладкой плит на колонны ; г – Двухскатное с укладкой плит на колонны и балки : 1 – плита перекрытия ; 2- балки ; 3- стена ; 4- фундамент ; 5- пилеастра ; 6- колонны ; 7- стакан (подколонник)

В случае, если размеры здания в плане превышают размеры плит перекрытия, устраивается каркас из железобетонных или стальных колонн, продольных и поперечных балок (прогонов) на которые укладываются плиты перекрытия. Железобетонные изделия применяемые при строительстве зданий, выбираются по справочным данным (приложение 22) и каталогам фирм – производителей).

Перекрытия могут быть плоскими, односкатными и двухскатными (рис. 25).

При устройстве кровли крыши здания плиты перекрытий выравниваются стяжкой из цементного раствора (состава 1:3) толщиной 10..20 мм, затем покрываются тремя слоями рулонного гидроизоляционного материала на битумной мастике, суммарная толщина которой составляет 15 мм. В верхней слой мастики может вдавливаться слой измельченного гравия толщиной 5...10 мм.

Общие требования к внутреннему обустройству зданий производственного назначения (хранилищ, насосных, раздаточных) изложены в разделе 4.3. Требования к сооружениям, возводимым на автозаправочных станциях и аналогичных им объектах излагаются в разделе 5.5.

5.5. Особенности строительства зданий и сооружений на автозаправочных станциях и комплексах

Основными элементами автозаправочной станции являются: резервуарный парк, технологические трубопроводы; площадка слива автомобильных цистерн, оборудования сливными устройствами; заправочные посты; навесная конструкция для защиты заправочных постов от атмосферных осадков и солнечной радиации, здание операторной и совмещенных с ней сервисных и торговых помещений.

Применяемые на автозаправочных станциях резервуары для хранения топлива должны выполняться двухстенными и располагаться заглублено. Допускается использование одностенных резервуаров, расположенных в каземате, внутренние поверхности которого имеют бензостойкие покрытия (например, железнение цементным раствором состава 1:1).

Применение одностенных резервуаров с наземным расположением допускается только на автозаправочных станциях, расположенных вне территории населенных пунктов и производственных предприятий.

Допускается установка заглубленных резервуаров непосредственно под заправочными постами, расположенными на заправочных островках. Такая установка резервуаров характерна для блочных и модульных станций, у которых резервуар с технологическим оборудованием, поставляются к месту строительства комплексно, в заводском исполнении (рис. 25).

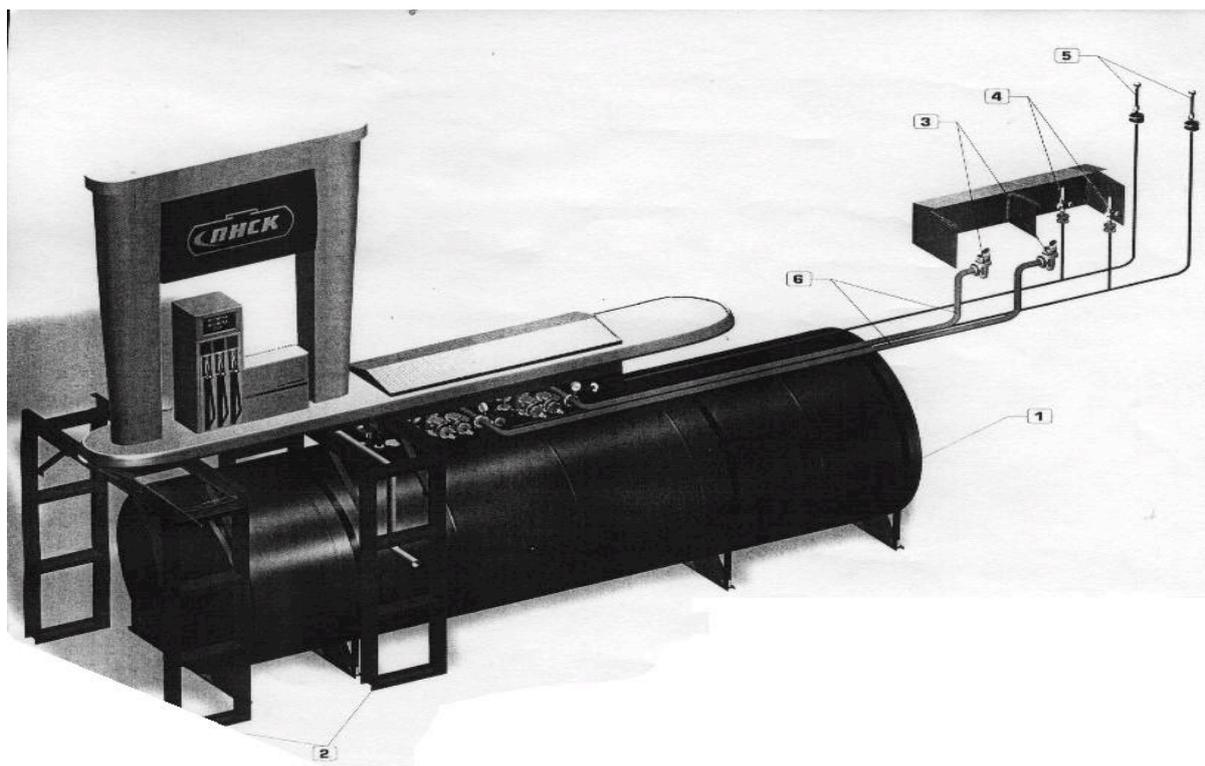


Рис. 25. Блок хранения и заправки топлива : 1- резервуар 50м³ (25 +25) ; 2- порталные опоры ; 3- Сливные муфты ; 4- Муфты подключения линий рециркуляции паров ; 5- дыхательные клапаны ; 6- продуктопроводы

Площадка для слива автомобильных цистерн должна иметь твердое бензостойкое покрытие. В нижних точках площадки размещают устройство для сбора поверхностных нефтесодержащих вод (водоприемные лотки, колодцы и т.п.). По периметру площадки должен быть устроен бордюр высотой не менее 100 мм для предотвращения аварийного разлива нефтепродуктов, оборудования получим заездом на площадку. На площадке должны быть оборудованы устройства для заземления автомобильных цистерн. Площадки оборудуются приемными колодцами – сливными и насосными (рис. 26). Сливной колодец применяется самостоятельно при сливе топлива автомобильной цистерны самотеком и в комплекте с насосным колодцем при перекачке сливаемого топлива насосом. Насосный колодец топлива в резервуары автозаправочной станции. Сливной и насосные колодцы могут изготавливаться для работы на одну или две линии трубопровода. Иногда сливное и насосное оборудование изготавливается в одном блоке и размещается в одном колодце.

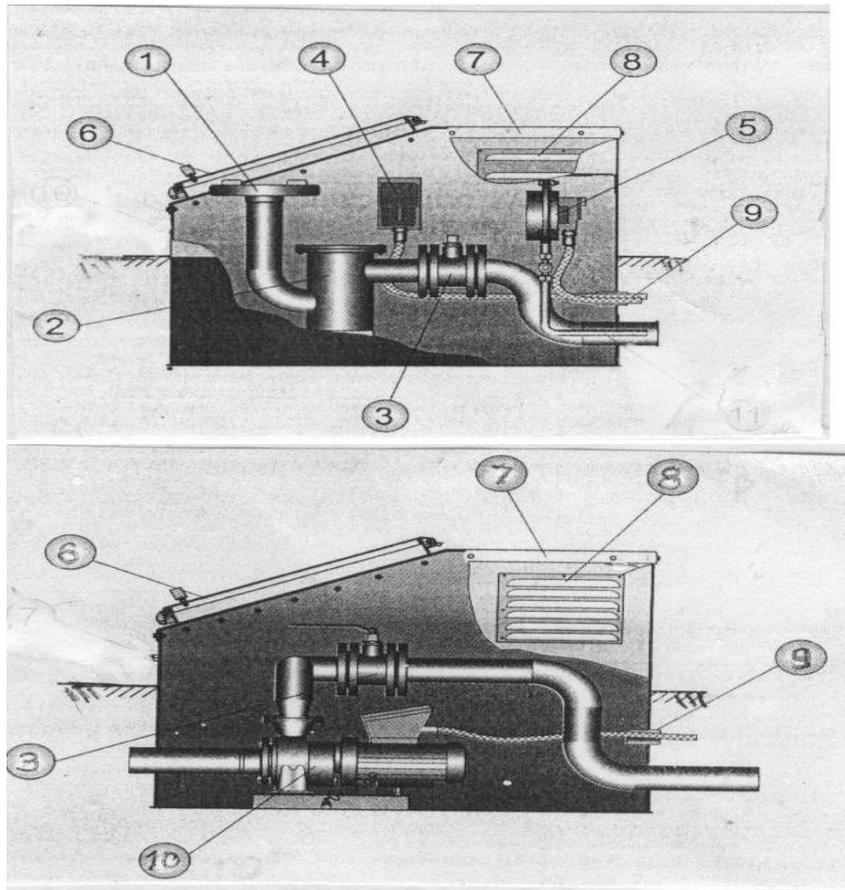


Рис.26. Оборудование для слива топлива из автомобильных цистерн на автозаправочной станции; а- сливной колодец; б- насосный колодец: 1-присоединительная муфта; 2-фильтр с огневым предохранителем; 3-шаровой кран; 4-пульт управления насосом при насосном сливе; 5-мановакуумметр; 6- крышка колодца; 7- съемный кожух; 8-жалюзи; 9-кабельный ввод; 10-центробежный насос

Устройство трубопроводных коммуникаций автозаправочной станции принципиально не отличается от их прокладки на других объектах системы нефтепродуктообеспечения. На современных автозаправочных станциях дополнительно к продуктовым трубопроводам прокладываются линии рециркуляции нефти нефтепродукты, предназначенные для возврата бензиновых паров из бака заправляемого автомобиля в резервуар. Обычно эти линии располагаются параллельно продуктовым трубопроводам и имеют условный проход 25...40 мм.

Здания, возводимые на территории автозаправочной станции, включают рабочее помещение операторов – операторную, подсобные помещения и санузел. В здании может размещаться также комната отдыха персонала, склад для хранения фасованных нефтепродуктов в таре, магазин сопутствующих товаров, кафе быстрого питания, телефонный переговорный пункт и т.п.

Минимальная площадь здания автозаправочной станции составляет обычно 20 м², а максимальная может достигать 200 м² и более. Некоторые

варианты архитектурно-строительных решений при сооружении зданий автозаправочных станций представлены на рис. 27.

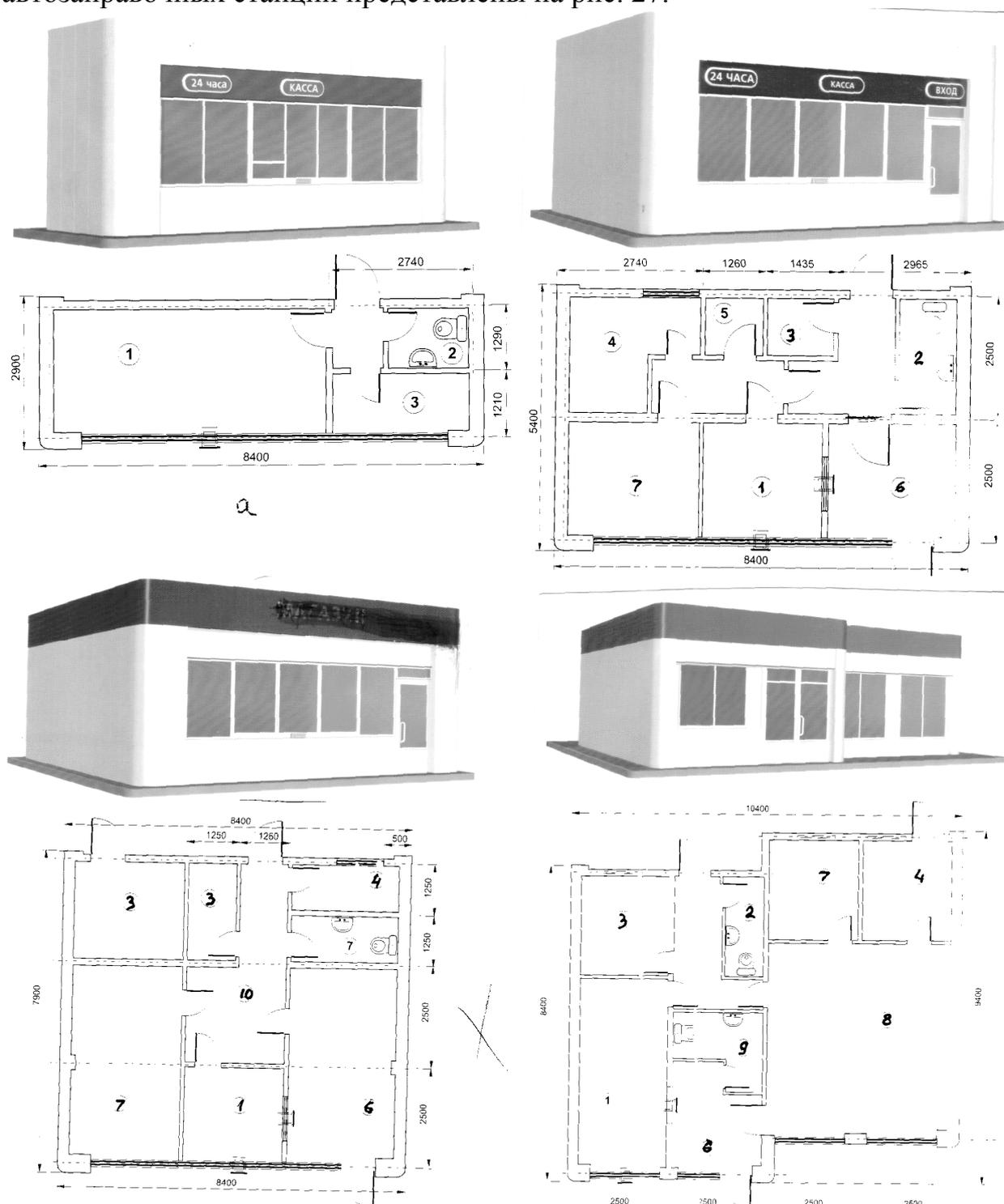


Рис.27. Общие виды и планы зданий автозаправочных станций площадью: а- 20 метров кв.; б- 40 метров кв. ; в-60 метров кв. г.80 метров кв.: 1- рабочее помещение операторов; 2-санузел для персонала ; 4- склад для хранения фасованных нефтепродуктов ; 5-электрощитовая ; 6- расчетная зона ; 7- комната отдыха персонала ; 8- торговый зал; 9- санузел для посетителей ; 10- коридор

Характерным отличием зданий автозаправочных станций, построенных из традиционных материалов (кирпича, железобетонных блоков и т.п.) является их облицовка декоративными панелями из алюминиевых сплавов

стали или негорючих полимерных материалов (рис. 28). Это позволяет придать зданию современный внешний вид и сделать объект более привлекательным для клиентов.

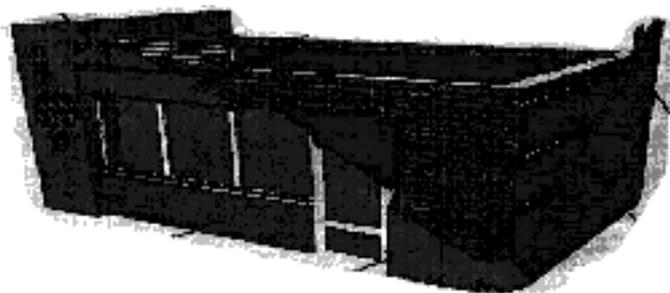


Рис. 28. Облицовка здания автозаправочной станции декоративными панелями: 1 – лицевая панель горизонтальная; 2 – лицевая панель вертикальная; 3 – угловая панель закрепленная; 4 – боковая панель; 5 – угловая панель прямоугольная; 6 – фризная панель нижняя; 7 – фризная панель верхняя

Наряду с использованием традиционных строительных материалов при строительстве зданий автозаправочных станций в последнее время получили распространение быстровозводимые строения из панельных конструкций поставка которых производится укрупненными модулями, а монтаж может осуществляться в весьма короткие сроки (за одну рабочую смену). Один из вариантов схемы такого здания представлен на рис. 29.

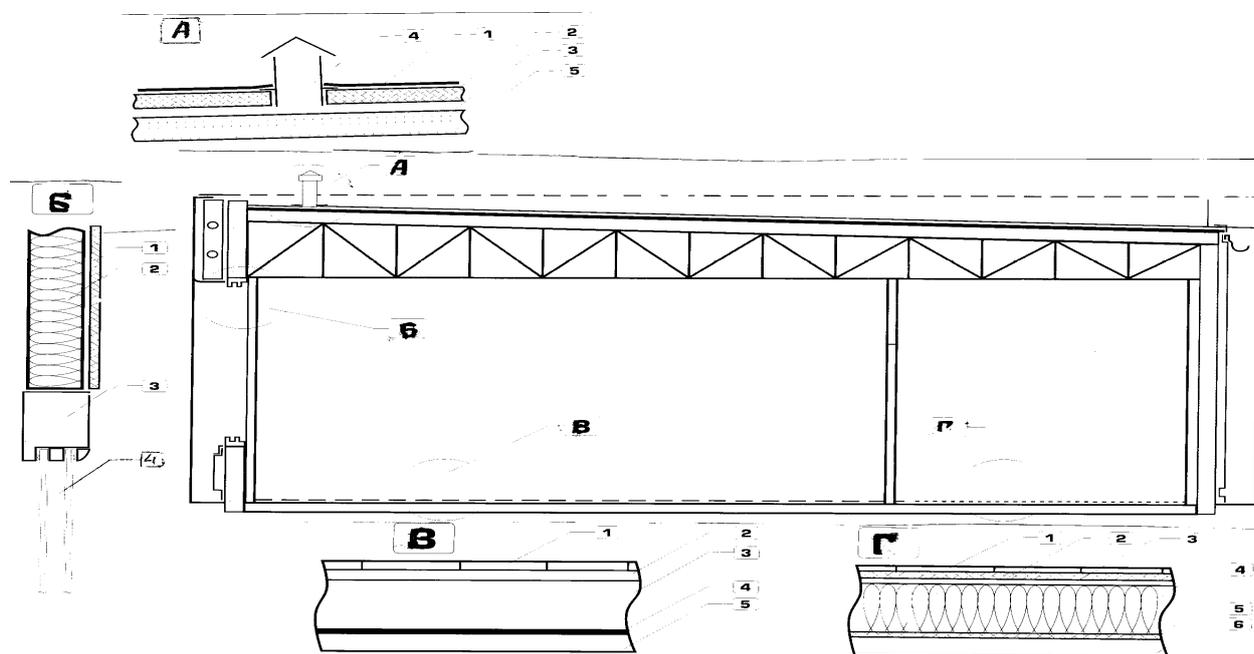


Рис. 29. схема конструкции быстровозводимого здания автозаправочной станции: А – конструкция кровли; 1 – рулонное покрытие; 2 – цементно-стружечная плита толщиной 20 мм; 3 – пароизоляционный слой толщиной 30 мм; 4 – дефлектор пароизоляции; 5 – панель типа «Сэндвич» толщиной 150 мм; Б – конструкция наружной стены: 1 – ветрозащитное полотно толщиной 0,2 мм; 2 – панель типа «Сэндвич» толщиной 150 мм; 3 – металлопластиковая оконная рама; 4 – стеклопакет толщиной 24 мм с защитной пленкой толщиной 114 мкм; В – конструкция поля сервисной зоны: 1 – керамическая плитка толщиной 10 мм; 2 – цементно-бетонная стяжка толщиной 10 мм; 3 – керамзитовая засыпка толщиной 150 мм; 4 – гидроизоляция; 5 – фундамент здания; Г – конструкция поля производственной зоны: 1 – полихлорвиниловая плитка; 2 – цементно-стружечная плита толщиной 20 мм; 3 – воздушная прослойка толщиной 10 мм; 4 – утеплитель из негорючих волокон толщиной 150 мм; 5 – цементно-стружечная плита толщиной 10 мм; 6 – фундамент здания

Количество заправочных постов на автозаправочной станции определяется в соответствии с изложенным в разделе 3.3. Заправочные посты представляют собой топливораздаточные колонки, установленные на основании или встроенные в опоры навеса. При установке топливораздаточных колонок на основании они размещаются в островках безопасности, предназначенных для предотвращения наезда автотранспорта на топливораздаточную колонку. Островки безопасности изготавливаются из полированной или шлифованной нержавеющей стали толщиной 2...2,5 мм и имеют в плане форму гантели овала или круга (рис. 30).

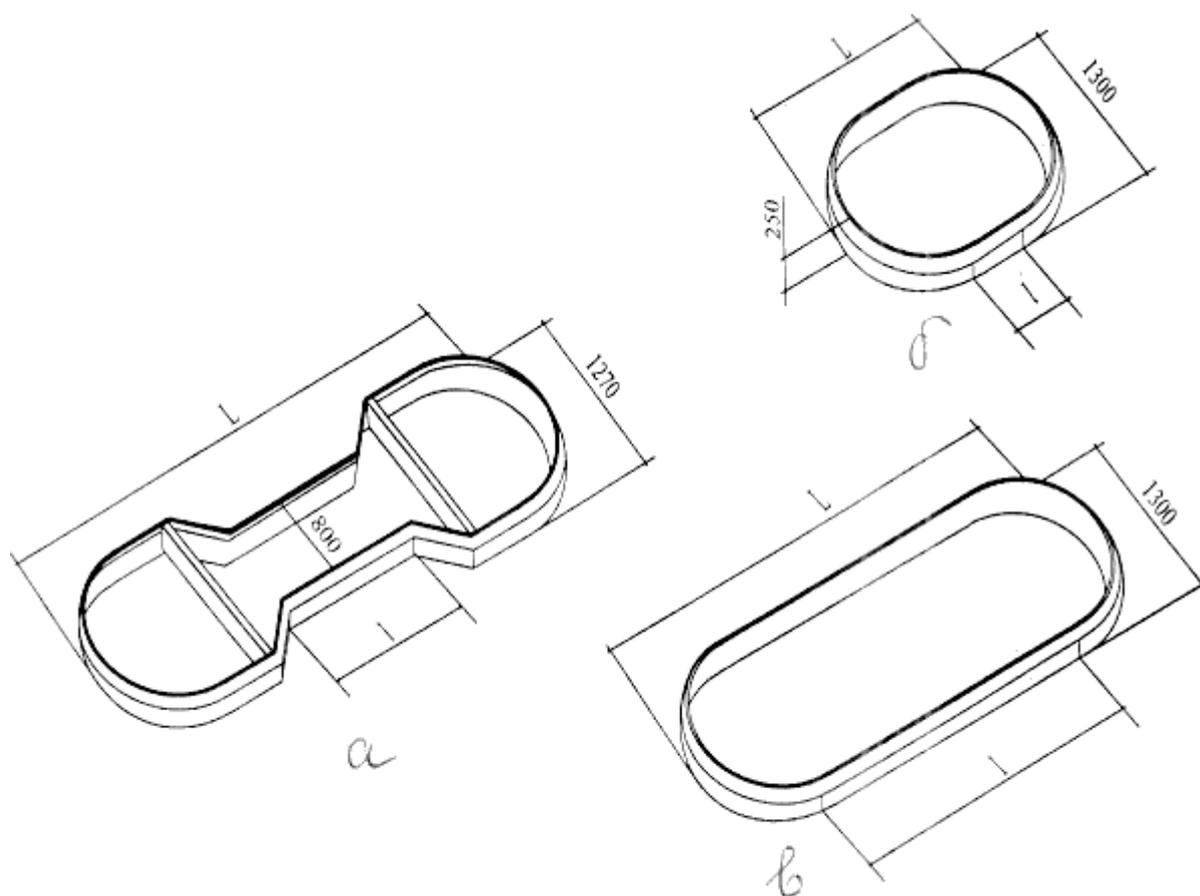


Рис. 30. Островки безопасности топливораздаточных колонок; а- гантель; б и в- овал (для гантели: $L=4000...7000\text{mm}$, $l=1100...4100\text{mm}$; для овала: $L=1300-1700\text{mm}$; $l=0-400\text{mm}$.; возможны удлинения до 4500mm . За отчет дополнительных вставок по 200mm)

Обычно ширина островков безопасности составляет $1200...1300\text{ мм}$, а высота – $200...250\text{ мм}$, причем верхняя часть стенки имеет скос, который служит отбойником для колеса автомобиля. Длина островка может варьироваться за счет добавления промежуточных прямолинейных элементов и достигать 7 м . После установки на место островки заполняются бетоном

или другим наполнителем. Топливораздаточные колонки на заправочных постах могут также защищаться от наезда автотранспорта с помощью ограждений разливной конструкции, изготовленных из стальных или алюминиевых труб. Вариант такого ограждения приведен на рис. 31.

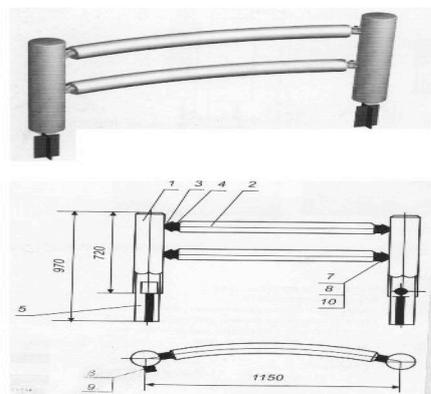
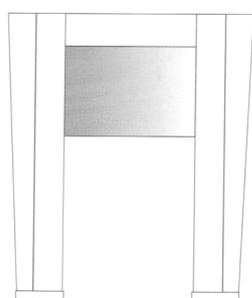
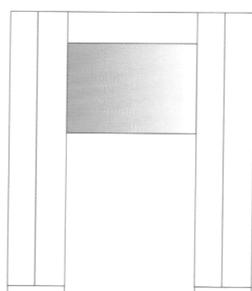


Рис.31 Защитное ограждение топливораздаточных колонок: 1-стойка; 2-поперечина; 3-вилка кронштейна 4-кронштейн; 5-закладная деталь

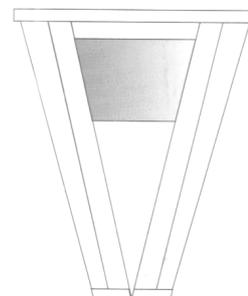
Навес автозаправочной станции обычно представляет собой объемную рамную конструкцию, образующую перекрытие прямоугольной или овальной формы с облицовкой и кровлей и установленную на опорах. Встречаются также перекрытия, имеющие в плане треугольную, трапециевидальную, ромбическую форму, а также сложные геометрические фигуры (многоугольники, криволинейный сектор и т.п.). опоры могут выполняться в виде одиночных колонн или порталных конструкций, состоящих из двух параллельных колонн, соединенных перемычкой. Встречаются также V – образные, Л-образные, А- образные, Т- образные, опоры и опоры других конструкций, облицованные декоративными панелями (рис. 33), однако достаточно широкое применение находят также опоры с бетонными и стальными колоннами, не имеющие облицовки.



а



б



в

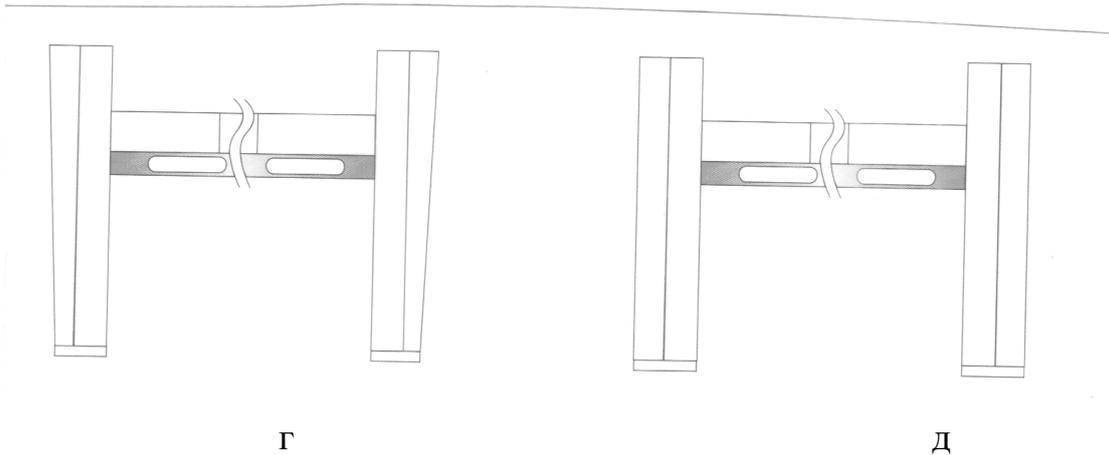


Рис. 32. Опоры навесных конструкций автозаправочных станций : а- П образная с конусными колоннами ; б- П образная с прямыми колоннами ; в- V- образная ; г- Н образная с конусными колоннами ; д- Н образная с прямыми колоннами

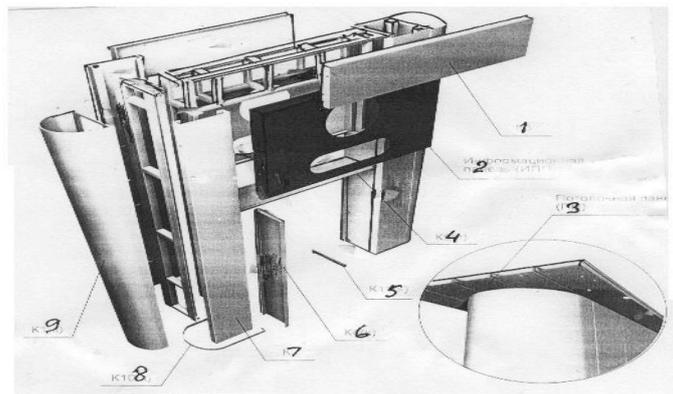


Рис. 33. Облицовка П-образной опоры с конусными колонками: 1 – фризная панель; 2 – информационная панель; 3 – потолочная панель; 4 – горизонтальная панель; 5 – замыкатель бордюра; 6 – внутренняя вертикальная панель; 7 – фронтальная панель; 8 – бордюр; 9 – конусная панель

Широкий спектр архитектурных решений при сооружении автозаправочных станций для удовлетворения конкретных технико-

экономических требований может быть получен путем сочетания различных вариантов зданий, навесов и топливораздаточных колонок. Ниже рассматриваются некоторые из этих решений.

Автозаправочные станции серии, получившей название «Стандарт» или «Эконом», характеризуются размещением одной, двух или трех топливораздаточных колонок, установленных внутри П-образных опор по оси, перпендикулярной фасаду здания, что обеспечивает удобную схему движения заправляемого автотранспорта (рис. 34 а). Здания для этой серии автозаправочных станций обычно сооружаются площадью от 20 до 100 м² и служат дополнительной опорой для навеса.

На автозаправочных станциях, получивших название «Классика», топливораздаточные колонки размещены попарно внутри Н – образных опор навеса по осям, параллельным фасаду здания в один, два или три ряда, что удобно при форме участка застройки, близкой к квадратной (рис. 34 б). Площадь зданий этой серии может варьироваться в пределах от 20 до 180 м². Крыша здания служит дополнительной опорой для навеса.

На автозаправочных станциях серии «Прима» две топливораздаточные колонки размещены параллельно фасаду здания по обе стороны от передней V – образной опоры навеса, а две задние параболические опоры располагаются по обе стороны от здания станции, площадь которого может составлять от 20 до 60 м² (рис. 34 в). Автозаправочные станции этой серии имеют небольшую площадь, что позволяет размещать их на ограниченных земельных участках в черте города.

На автозаправочных станциях серии «Гранд» топливораздаточные колонки размещаются внутри П – образных опор навеса, установленных попарно по осям, параллельным фасаду здания в один, два или три ряда (рис. 34 г), что позволяет организовать рациональную схему движения автотранспорта. Площадь зданий этих автозаправочных станций – 20..180 м², на них опираются дополнительные колонны навеса.

Автозаправочные станции типа «Люкс» характеризуются навесом овальной формы с световым фонарем или без него, установленным на двух Н – образных опорах, внутри которых располагаются по две топливораздаточные колонки, и двух отдельных колоннах, размещенных по боковым сторонам здания (рис. 34 д). Автозаправочные станции этого типа имеют площадь здания от 40 до 85 м². Оригинальный внешний вид этих станций соответствует новейшим направлениям в области дизайна.

Автозаправочные станции типа «Престиж» имеют навес закругленной формы со световым фонарем, который опирается на две П – образные опоры с размещенными внутри их топливораздаточными колонками, расположенными перпендикулярно к фасаду здания, а также на две отдельные колонны, установленные по обе стороны здания (рис. 34 е). Такое размещение колонок позволяет оптимизировать схему движения транспорта на

территории станции. Площадь здания автозаправочной станции этого типа составляет 40-65 м.

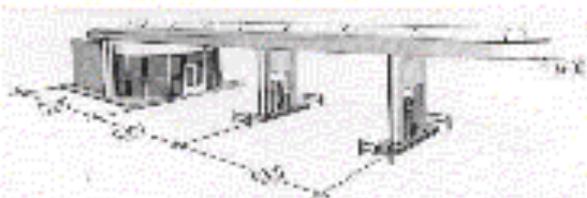
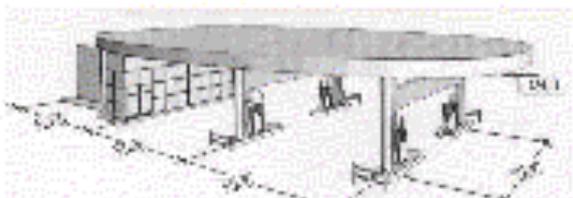
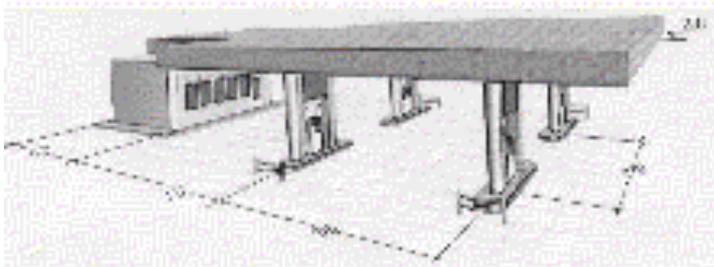
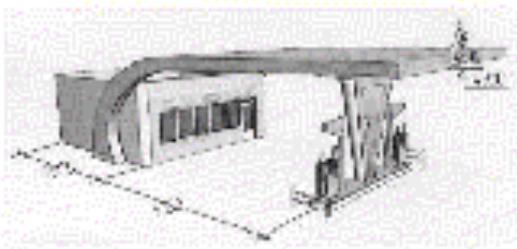
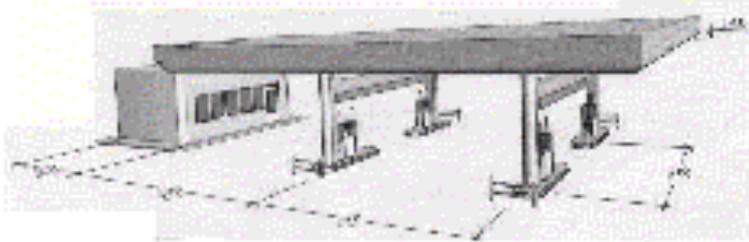


Рис. 34. Варианты компоновки автозаправочных станций различных серий : а- «стандарт» (эконом) ; б- «Классика» ; в- «Прима» ; г- «гранд» ; д - «Люкс» ; е - «Престиж»

Перечисленные варианты проектно-конструктивных решений далеко не исчерпывают всего многообразия архитектурных форм, используемых при сооружении автозаправочных станций. Кроме того, увеличение производительности автозаправочной станции может быть достигнуто за счет установки отдельных заправочных островков вне навеса (рис. 35). Такое решение принимается часто для заправки дизельным топливом большегрузных автомобилей с помощью топливозаправочной колонки большой производительности.

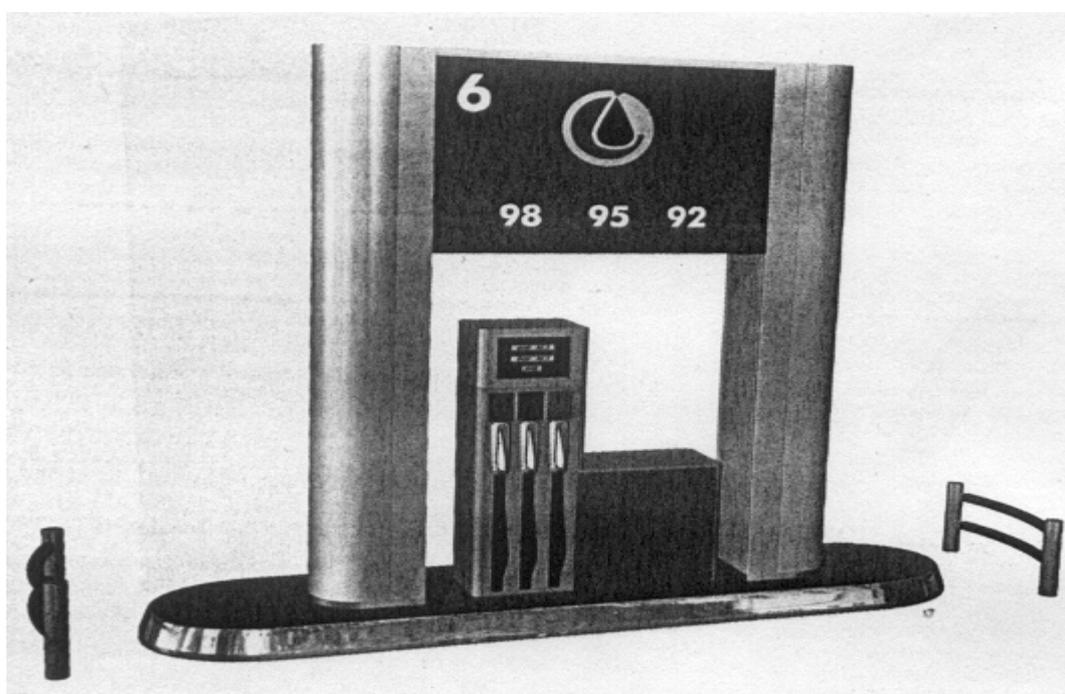


Рис. 35. Отдельный заправочный островок

5.6. Сооружение системы отвода с территории объекта и очистки поверхностных вод.

Поверхностные (линевые и талые) воды, накапливающиеся на территории объекта вследствие выпадения осадков или таяния снегов, практически всегда содержат некоторое количество нефтепродуктов, поэтому их попадание за пределы территории объекта, а также сброс в канализацию общего назначения недопустимы.

Системой поверхностного водоотвода оборудуются, как правило, площадки слива и налива нефтепродуктов, заправочные посты топливоза-

правочных пунктов и автозаправочных станций, места сброса поверхностных вод из обвалования резервуарных парков, въезды на территорию объекта и т.п., а также площадки мойки и технического обслуживания автомобилей при их наличии на объекте.

Система поверхностного водоотвода состоит из водоприемных лотков, соединенных с водосборными колодцами, из которых поверхностные воды поступают на очистные сооружения. Водоприемные лотки выполняются обычно в виде отдельных секций, имеющих форму жолоба глубиной 100...150 мм и шириной 100 мм. Водоприемные лотки оборудованы чугунными решетками, крепящимися к лоткам с помощью специальных замков.

Существует два основных способа прокладки линейного поверхностного водоотвода. Если поверхность площадки имеет продольный уклон водоотвод монтируется, из лотков одинакового сечения; лотки большего сечения устанавливаются только на входе в водосборный колодец (рис. 36 а). Если площадка имеет горизонтальную поверхность, водоотвод монтируется из лотков различного сечения, а продольный перепад уровня сточных вод достигается за счет ступенчатой конструкции водоотвода (рис. 36 б).

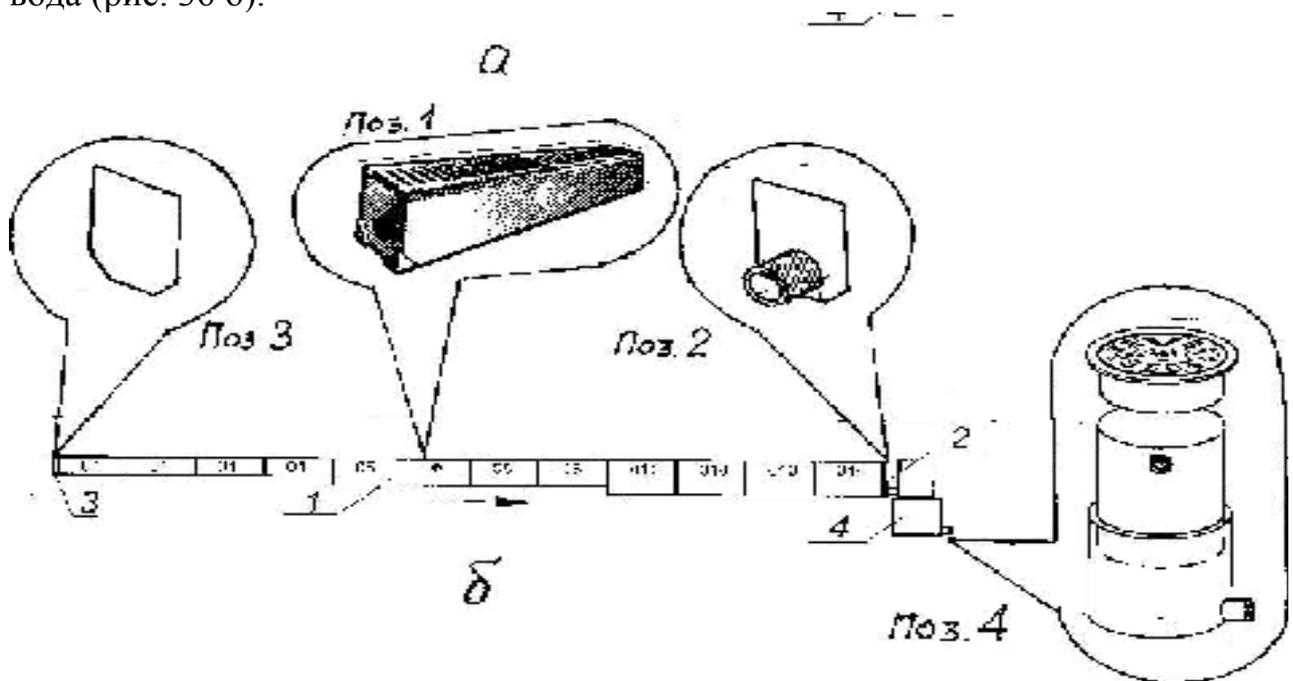


Рис. 36. Способы прокладки линейного поверхностного водоотвода : а- с использованием продольного уклона поверхности территории объекта ; б- с сооружения ступенчатого водоотводящего канала : 1- водоприёмный лоток ; 2- концевая заглушка с выпускным патрубком ; 3- глухая концевая заглушка 4- водосборный колодец

Водоприемные лотки соединяются между собой с помощью соединения типа "шип-паз", что предотвращает их смещение в процессе укладки и эксплуатации. Лотки обычно изготавливаются из бетона, а их борта окантовываются металлическим профилем в виде уголка из оцинкованной стали. Наряду с прямыми водоприемными лотками выпускаются также лотки в виде тройников и угольников 90° , что позволяет осуществлять прокладку водоотводов в нужном направлении. Находят применение также лотки из стального профиля с длиной одной секции до 10 м. Техническая характеристика элементов одного из вариантов водоотводящей системы приведена в приложении 23. Водоприемные лотки, для предотвращения деформации при пучении грунта в зимнее время, укладываются на слой армированного бетона толщиной 15-20 см, который, в свою очередь, укладывается на песчано-щебеночное основание такой же толщины. Верх водоотводного канала располагается на 3-5 мм ниже поверхности покрытия площадки им проезжей части.

Канал, смонтированный из водоприемных лотков, закрывается с торцов концевыми заглушками, одна из которых глухая, а другая имеет выпускной патрубок, соединяемый с водосборным колодцем.

Водосборные колодцы выполняются из листовой стали с водобезостойким покрытием и имеют телескопическую конструкцию, что позволяет регулировать высоту колодца по уровню покрытия. Выводной патрубок колодца соединяется с коммуникацией для отвода сточных вод в очистные сооружения, которая обычно выполняется из асбоцементных труб диаметром 200 мм. Колодец закрывается чугунной крышкой, которая, в зависимости от места размещения колодца, может быть водосборной.

Очистные сооружения объектов системы нефтепродуктообеспечения имеют разнообразную конструкцию и различные технические характеристики, но основное предъявляемое к ним требование - недопустимость наличия в воде после очистки загрязняющих ее веществ в концентрациях, превышающих предельно допустимые значения, и возможность сброса очищенной воды в на рельеф, в водоемы или в коллектор канализации общего назначения.

Пропускная способность очистных сооружений выбирается обычно в зависимости от площади водосбора и ориентировочно составляет:

Площадь водосбора, га:	0,125	0,25	0,5	0,75	1,0	2,0
Производительность очистки, л/с:	1,5	2,5	5,0	7,5	10,0	20,0

Обычно устройства для очистки сточных вод выполняются трехступенчатыми: первая ступень – блок отстаивания, служит для удаления из очищаемой воды основной массы взвешенных твердых веществ, главным образом песка и глины; вторая ступень – нефтеулавливающее устройство,

служит для разделения воды и эмульгированных в ней нефтепродуктов и выполняется в виде сифона или полупогружной перегородки; третья ступень – сорбционный фильтр, служит для окончательной очистки сточных вод. В зависимости от требований предъявляемых в каждом конкретном случае, количество ступеней очистного сооружения может увеличиваться или уменьшаться.

При полном заглублении очистного сооружения поверхностные воды поступают в него самотеком, однако, при неблагоприятном рельефе местности следует предусматривать откачку очищенной воды с помощью насоса. В случае если очистное сооружение полностью или частично находится над уровнем грунта, в его комплект включается насосная установка – заглубленная емкость с расположенным в ней погружным насосом для подачи загрязненных сточных вод на очистку. Наземное или полуглубленное размещение очистного устройства облегчает его монтаж и обслуживание, обеспечивает самотечный отвод очищенной воды и может использоваться при высоком уровне грунтовых вод, однако необходимость использования дополнительной ступени – насосной установки – удорожает данное устройство. Поэтому более широкое распространение получили заглубленные варианты очистных сооружений. На рис. 37 представлено устройство для очистки нефтесодержащих поверхностных вод производительностью 3 л/с.

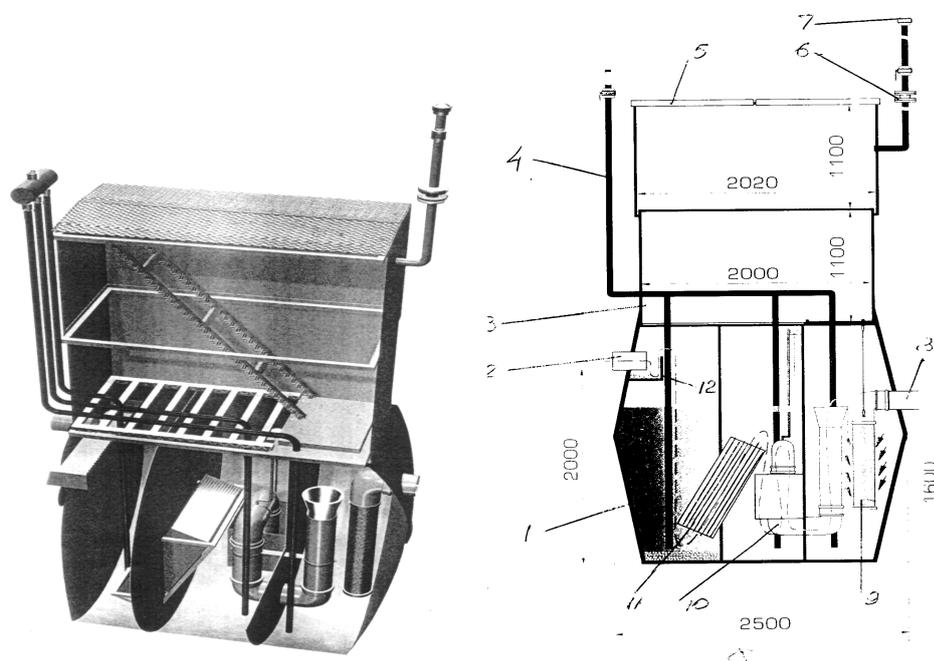


Рис. 37. Нефтегрязеуловитель для очистки поверхностных вод производительностью 3 л/с : а- общий вид ; б- схема : 1- трех секционный корпус ; 2- входной патрубок ; 3- прямоугольный телескопический колодец ; 4- система удаления осадка ; 5- крышка колодца ; 6- огневой предохранитель ; 7- дыхательный клапан ; 8- выходной патрубок ; 9- сорбционный угольный фильтр ; 10- нефтеулавливающий сифон ; 11- тонкослойный динамический отстойник ; 12- пескоулавливающий лоток

Контрольные вопросы

1. Какие строительные работы выполняются при сооружении объектов системы нефтепродуктообеспечения?
2. Каков порядок определения объема земляных работ при различных вариантах установки результатов и прокладки трубопроводных коммуникаций на объекте?
3. Какие требования предъявляются при сооружении производственных зданий на объекте?
4. Как определить потребность в строительных материалах при сооружении зданий?
5. Какие сооружения возводятся на территории автозаправочных станций и топливозаправочных комплексов, какие требования к ним предъявляются?
6. Какие устройства используются для сбора, отвода и очистки нефтесодержащих поверхностных вод на объекте?

Заключение

В учебном пособии рассмотрены основные вопросы технологического проектирования и сооружения объектов системы нефтепродуктообеспечения. Приведенные в учебном пособии сведения о порядке проектирования объектов системы нефтепродуктообеспечения, о последовательности отработки необходимых для этого текстовых и графических документов, о требованиях к содержанию и оформлению указанных документов, а также изложенные в пособии методики проведения технологических расчетов послужат фундаментом для курсового и дипломного проектирования по специализации 311308 «Топливозаправочные комплексы и нефтесклады». В пособии рассмотрены также некоторые положения, связанные со строительством объектов системы нефтепродуктообеспечения и приведены необходимые справочные материалы по этим вопросам, что окажет помощь будущим специалистам в области нефтепродуктообеспечения в их практической деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов В. С., Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С. Технологии и средства обеспечения качества топливно-смазочных материалов в АПК. Монография. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 116 с.
2. Веревкин Н. И., Новиков А. Н., Давыдов Н. А. и др. Производственно-техническая инфраструктура сервисного обслуживания автомобилей. Учебное пособие. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с.
3. Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : научное издание / С. А. Соловьев, В. П. Лялякин, С. А. Горячев. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 160 с.
4. Коваленко В. П., Улюкина Е. А., Нагорнов С. А., Зазуля А. Н. Рекомендации по обеспечению чистоты дизельного топлива при складских и заправочных операциях в сельскохозяйственном производстве – Тамбов, Изд-во Першина Р. В., 2012. – 34 с.
5. Коваленко В. П., Улюкина Е. А., Нагорнов С. А., Зазуля А. Н., Романцова С. В. Рекомендации по приготовлению, хранению смесового биотоплива и заправке сельскохозяйственной техники. – Тамбов, Изд-во Першина Р. В., 2012. – 52 с.
6. Коваленко В. П., Симоненко А. В., Лоскутов В. С. Эксплуатация и ремонт технологического оборудования топливозаправочных комплексов и нефтескладов: Учебное пособие. – М. : МГАУ, 2003.
7. Коваленко В. П., Рыбаков К. В., Павлов И. М., Толкалов А. А. Автомобильные перевозки нефтепродуктов. Учебное пособие. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. – 268 с.
8. Коваленко В. П., Уразгалеев Т. К., Остриков В. В. Топлива, смазочные материалы и технические жидкости. – Уральск: Западно-Казахстанский АТУ, 2011. – 402 с.
9. Коваленко В. П., Симоненко А. В., Лоскутов В. С. Нефтепродуктообеспечение сельских товаропроизводителей. – М. : МГАУ, 2002. – 110 с.
10. Ременцов А. Н., Фролов Ю. Н., Воронов В. П. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе. Учебник. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 480 с.

Приложение 1

Удаление объекта системы нефтепродуктообеспечения
от окружающих зданий и сооружений

А. Нефтесклад предприятия

Объект, до которого определяется расстояние	Расстояние, м
Производственные, складские и административные здания	40
Склады лесоматериалов, торфа, сена и т.п.	50
Полоса отвода железных дорог: на станциях;	80
на разъездах и платформах;	60
на перегонах	40
Полоса отвода автомобильных дорог: I, II и III категорий	30
IV и V категорий	20
Жилые и общественные здания	100

Б. Автозаправочная станция (топливозаправочный пункт)

Объект, до которого определяется расстояние	Расстояние, м		
	При заглубленных резервуарах	При наземных резервуарах общей вместимостью, м ³	
		до 40	свыше 40
Производственные, складские и административные здания	15	25	25
Лесные массивы: лиственных пород; хвойных и смешанных пород			
Жилые и общественные здания	25	40	80
Места массового пребывания людей	25	80	80
Гаражи и стоянки автомобилей	18	20	30
Автомобильные дороги (край проезжей части): I, II и III категории;	12	15	20
IV и V категорий	9	9	12
Железные дороги (подошва насыпи или бровка выемки)	25	30	30
Склады лесоматериалов, торфа, волокнистых материалов, сена и соломы; участки открытого залегания торфа	20	40	40

Приложение 2

Расстояния между зданиями и сооружениями,
расположенными на территории нефтесклада

№№ объекта	Объект, до которого определяется расстояние	Расстояние, м, до объекта N						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Резервуар с нефтепродуктом	-	8	8	10	15		
2	Насосная	8	-					
3	Разливочная	10		-				
4	Сливно-наливное устройство	15			-			
5	Топливораздаточная колонка					-	10	20
6	Здания I, II и III степени огнестойкости					10	-	
7	Здания IV и V степени огнестойкости					20		-

Приложение 3

Расстояние между зданиями и сооружениями, расположенными на территории автозаправочной станции (топливозаправочного пункта)

№№ объекта	Объект, до которого определяется расстояние	Расстояние, м, до объекта №						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Заглубленный резервуар	-	4		3/9	9		6
2	Топливораздаточная колонка	4	-	8	6/9	9	4	16
3	Площадка слива топлива		8	-	6/9	9		9
4	Операторная и здания для персонала I и II степени огнестойкости	3/9	6/9	6/9	6	9	3/9	-/9
5	Операторная и здания для персонала III степени огнестойкости	9	9	9	9	12	6/9	9
6	Очистные сооружения для ливневых вод		4		3/9	6/9	-	6
7	Площадка стоянки автомобилей	6	16	9	-/9	6/9	6	-

Дробью показаны расстояния: числитель – до стены здания, знаменатель – до проема в стене.

Условные обозначения основных
элементов технологических схем

	Трубопровод		Насос винтовой
	Гибкий трубопровод		Насос ручной
	Присоединительное устройство		Фильтр
	Заглушка		Влагоотделитель
	Задвижка		Фильтр-водоотделитель (фильтр-сепаратор)
	Вентиль проходной		Осушитель газа (адсорбер)
	Вентиль угловой		Нагреватель
	Кран проходной		Охладитель
	Кран трехходовой		Компрессор
	Клапан обратный		Уровнемер емкостной
	Клапан горизонтальный		Уровнемер поплавковый
	Резервуар предохранительный		Счетчик-расходомер
	Резервуар вертикальный		Регулятор расхода
	Насос (общее обозначение)		Подвод жидкости
	Насос с электроприводом		Подвод газа
	Насос центробежный		Слив жидкости
	Насос шиберный (пластинчатый)		Выпуск газа
	Насос шестеренный		

Условные обозначения элементов
генерального плана и строительных чертежей

	Проектируемое здание		Ворота однопольные
	Существующее здание		Ворота распашные
	Сносимое здание		Ворота подъемные
	Реконструируемое здание		Ворота складчатые
	Ограждение территории		Капитальная стена
	Дорога с твердым покрытием		Сплошная перегородка
	Газон		Прозрачная перегородка
	Направление движения автотранспорта		Сетчатая перегородка
	Топливозаправочная колонка на островке		Подвод холодной воды
	Колонна железобетонная		Подвод пара
	Колонна металлическая		Подвод горячей воды
	Дверь одностворчатая		Подвод электроэнергии
	Дверь двустворчатая		Трап

Приложение 6

Линейные нормы расхода топлива на 100 км пробега автомобилей

Грузовые автомобили

Марка и модель автомобиля	Тип	Норма расхода топлива, л	Марка и модель автомобиля	Тип	Норма расхода топлива, л
ГАЗ-3302 (ГАЗель)	Бортовой	11	КамАЗ-4310	Повышенной проходимости	30
УАЗ-3303	То же	14,5	УРАЛ-4320	То же	31
ГАЗ-3307	-//-	19,6	КрАЗ-260	-//-	35,5
ЗИЛ-5301	-//-	14			
ЗИЛ-433100	-//-	17,5	ГАЗ-САЗ-3512	Самосвалы	11
КамАЗ-5320	-//-	23	ЗИЛ-ММЗ-2502	То же	14
ЗИЛ 133Г40	-//-	23,7	ГАЗ-САЗ-3507-01	-//-	10,6
ИЖ-27171	-//-	9	ГАЗ-САЗ-4509	-//-	15,4
МАЗ-6303	-//-	24,3	ЗИЛ-ММЗ-4506	-//-	19
УРАЛ-4320-0611	-//-	38	УРАЛ-5557	-//-	36
МАЗ-53363	-//-	20	КамАЗ-55111	-//-	28
ГАЗ-6611	Повышенной проходимости	20	МАЗ-5551	-//-	28
ГАЗ-33097	То же	17	УАЗ-3909	Фургоны	15
ЗИЛ-433420	-//-	24	ИЖ-2717	То же	9

Легковые автомобили и автобусы

Марка и модель автомобиля	Тип	Норма расхода топлива, л	Марка и модель автомобиля	Тип	Норма расхода топлива, л
УАЗ-3151	Легковой	16	ПАЗ-3205	Автобус	14,5
ГАЗ-24, ГАЗ-3110	-//-	13	УАЗ-22069	То же	19,6
Москвич (кроме 2141)	-//-	10	ЗИЛ-32500	-//-	14
Москвич 2141	-//-	9	КАВЗ-3976	-//-	19,1
ВАЗ 2101-2107	-//-	8,5	ЛАЗ-695 Т	-//-	17,5
ВАЗ 2121	-//-	12	ГолАЗ-4242	-//-	19
ВАЗ	-//-	7,9	ЛиАЗ-5256	-//-	39

2108,2109,2110					
ГАЗ 22171 (Соболь)	Автобус	11	ПА3-5272	-//-	24

Линейные нормы расхода на 100 т-км транспортной работы для грузовых автомобилей составляют:

- автомобильного бензина – 2,0 л;
- дизельного топлива 1,3 л;
- сжиженного газа – 2,5 л.

Надбавки к нормам расхода для условий работы, отличающихся от тех, для которых установлены линейные нормы, составляют:

- при работе автомобилей с прицепами на 1 тонну собственной массы прицепа: автомобильного бензина – 2л, дизельного топлива – 1,3 л, сжиженного газа – 2,5 л (масса находящегося в прицепе груза учитывается при определении расхода топлива на транспортную работу);

- при работе автомобилей-самосвалов – 0,25 л на одну езду (не зависимо от типа двигателя и грузоподъемности);

- при работе автомобилей в зимнее время (при установившейся среднесуточной температуре воздуха ниже 0° С):

- для юга России – 5% от нормы расхода;
- для Центрального черноземного района – 7,5%;
- для Центрального нечерноземного района – 10%;
- для Севера – 15%;
- для Крайнего Севера – 20%,

- при работе автомобилей в тяжелых дорожных условиях (сезонная распутица, снежные и песчаные заносы) – 30% от нормы расхода на срок не более 1 месяца;

- при работе на дорогах со сложным планом (наличие в среднем более 5 закруглений радиусом менее 40 м на 1 км пути) – 10% от нормы расхода;

- при учебной езде - до 20% от нормы расхода;

- при эксплуатации ведомственных автобусов, не работающих на регулярных маршрутах – до 10% от нормы расхода;

- при движении по полю во время проведения сельскохозяйственных работ, вывозе леса с лесных участков, работе в карьерах с тяжелыми дорожными условиями – до 20% от нормы расхода (до выезда на оборудованную дорогу);

- на работу оборудования специализированных автомобилей – 10% от нормы расхода;

- на внутригаражные нужды (технические осмотры, переезды и т.п.) — 0,5% от общего количества, потребляемого всем парком автомобилей.

А. Нормы расхода топлива на техническое обслуживание (ТО),
текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонт автомобилей

Автомобили	Норма расхода, л					
	Бензина			Дизельного топлива		
1	2	3	4	5	6	7
Грузовые:						
типа ГАЗ	5,28	26,4	33,2	-	-	-
ЗИЛ	5,28	25,8	66,5	-	-	-
УАЗ	1,68	12	21,35	-	-	-
КамАЗ	-	0,38	0,24	62,7	47,7	71,2
МАЗ	-	0,68	0,45	85,8	29,8	44,7
КрАЗ	-	0,88	0,06	144	38,8	58,5
Легковые	1,2	8,6	15,3	-	-	-

Б. Нормы расхода топлива на обкатку, техническое обслуживание
(ТО), текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонт самоходных
сельскохозяйственных машин

Марка машины	Норма расхода					
	Бензина, л		Дизельного топлива на			
	ТР	КР	Обкатку, % к расходу	ТО, % к расходу	ТР, л	КР, л
СК-5, СК-6	0,43	0,5	0,13	0,30	45,9	53,4
КС-6, РКС-6	0,99	1,1	0,36	0,44	70,1	81,5
«Херсонец»-200	0,43	0,5	0,18	0,75	54,1	62,9
КСК-100	0,43	0,5	0,23	0,68	54,1	62,9
Е-281	0,43	0,5	0,36	1,1	54,1	62,9
КПС-5Т, Е-301	0,43	0,5	0,86	2,5	59,5	69,1

Потребность в дизельном топливе на техническое обслуживание и ремонт тракторов составляет 0,7% от потребности на их эксплуатацию, а расход бензина на один ремонт трактора – 0,17 л.

Приложение 8

Потребность в нефтепродуктах на производство 100 т сельскохозяйственной продукции (для средней полосы России)

Продукция	Потребность, т	
	Автомобильный бензин	Дизельное топливо
Зерно	3,11	1,3
Подсолнечник	4,15	1,68
Овощи	2,86	1,9
Фрукты	4,05	3,49
Кормовые продукты	4,6	2,89
Скот и птица (привес)	26,67	12,45
Молоко	3,06	1,43
Яйцо (млн.шт)	7,79	3,6
Шерсть	94,24	43,91

Приложение 9

Нормы расхода смазочных материалов при эксплуатации автомобилей на 100 л расхода топлива

Смазочный материал	Единицы измерения	Применяемое топливо	
		Бензин, сжиженный газ	Дизельное топливо, сжатый газ
Масла:	л		
моторные		2,4	3,2
трансмиссионные		0,3	0,4
специальные		0,1	0,1
Пластичные смазки	кг	0,2	0,3

Для автомобилей и гидромеханической коробкой передач норма расхода специальных масел составляет 0,3 л/100 л расхода топлива.

Для автомобилей ВАЗ всех моделей норма расхода моторных масел составляет 0,8 л/100 л расхода топлива независимо от срока службы автомобиля.

Нормы расхода смазочных материалов
при эксплуатации тракторов, % к расходу топлива

Марка трактора	Моторные масла	Трансмиссионные масла	Индустриальные и специальные масла	Пластичные смазки
Т-130	4,5	0,9	0,1	0,06
Т-100М	5,0	1,0	0,1	0,06
Т-150	3,9	0,4	0,02	0,04
Т-4А	4,5	1,0	0,1	0,02
ДТ-75М	4,8	1,0	-	0,02
Т-74	5,0	1,3	-	0,03
К-700	4,5	0,4	0,2	0,02
Т-750К	3,8	0,6	0,4	0,04
МТЗ-80, -82	3,8	1,1	0,1	0,06
ЮМЗ-6Л, -6Н	4,4	1,2	0,1	0,06
Т-40	4,5	1,1	0,1	0,06
Т-25А	4,5	0,8	-	0,03

Данные для гидравлического расчета трубопроводов
 А. Определение коэффициента линейного гидравлического сопротивления при перекачке нефтепродуктов по трубопроводу при турбулентном режиме

Диаметр трубопровода, мм	Re	λ
50	2800-3500 3500-12000 >12000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(43300-0,626Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0203 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$
70	2800-4200 4200-13000 >13000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(41700-0,563Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0193 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$
80	2800-5000 5000-15000 >15000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(40200-0,505Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0187 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$
100	2800-6000 6000-16000 >16000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(38700-0,451Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0180 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$
125	2800-7500 7500-17000 >17000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(37000-0,396Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0172 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$
150	2800-12000 12000-20000 >20000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(33200-0,322Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0164 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$
200	2800-14000 14000-21000 >21000	$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $(33200-0,275Re) \cdot 10^{-6}$ $0,0157 + \frac{1,7}{\sqrt{Re}}$

Б. Коэффициенты и эквивалентные длины местных гидравлических сопротивлений при турбулентном режиме течения нефтепродукта по трубопроводу

Местное сопротивление	Коэффициент местного сопротивления, ξ	Относительная эквивалентная длина местного сопротивления, $\frac{L_{\text{экв}}}{d}$
Выход из резервуара без хлопушки	0,5	23
Выход из резервуара через хлопушку	0,9	40
Выход из резервуара через плавающий топливоприемник	2,2	100
Угольник 45° сварной	0,3	14
Угольник 90° сварной с одним швом	1,3	60
Угольник 90° гнутый с радиусом закругления 2α	0,5	23
Угольник 90° гнутый с радиусом закругления $(3-5)\alpha$	0,25	12
Задвижка (все диаметры)	0,5	18-23
Вентиль угловой $D_v=25\div 40$ мм	9,0	410
Вентиль угловой $D_v\geq 50$ мм	7,0	320
Вентиль проходной $D_v=40$ мм	2,5	110
Вентиль проходной $D_v\geq 50$ мм	2,0	90
Тройник на проход	1,1	50
Тройник с боковым выходом	1,3	60
Тройник с боковым выходом	3,0	136
Кран раздаточный	15,0	690

Приложение 12

Средняя доза заправки топливом на топливозаправочном пункте и вместимость топливного бака машины

Марка машины	Средняя доза заправки, л	Вместимость топливного бака, л	Отношение средней дозы заправки к вместимости бака
Тракторы			
ДТ-75	94	245	0,38
К-700	205	640	0,32
МТЗ-50	45	100	0,45
МТЗ-80	55	130	0,42
Т-150-К	126	315	0,4
Т-40	42	74	0,57
Автомобили			
ГАЗ-66	71	210	0,34
ЗИЛ-130	72	170	0,42
МАЗ-500	76	200	0,38
ГАЗ-51	57	90	0,63
ГАЗ-69	43	75	0,57
УАЗ-451	32	56	0,57

Приложение 13

Количество и дозы заправок автомобилей топливом на автозаправочных станциях Московского региона, %

Доза заправки, л	Сорт топлива					
	ДТ	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98	Итого
Менее 10	1 / 0,4	4,5 / 0,24	4 / 1,9	6,5 / 2,1	61 / 1,8	6,44
10...20	8,5 / 0,5	29 / 1,5	29,5/15,6	23,5/ 7,6	11,5/0,3	2,55
20..40	28 / 1,6	48 / 2,6	60 / 32,2	47 / 15,1	5,5 / 0,6	51,6
Более 40	56,5 / 3,2	18,5/0,96	7,5 / 4,3	23 / 7,4	22 / 0,54	16,4
Всего	100 / 5,7	100 / 5,3	100 / 54	100/32,2	100 / 2,9	100

Примечание: числитель – от количества данного вида топлива, знаменатель – от общего количества топлива.

Приложение 14

Затраты времени при заправке автомобилей на автозаправочных станциях Московского региона

Количество заправочных постов (каналов обслуживания)	Потери времени (простой), мин.	
	автомобилей	Заправочных постов
4	4,82	0,84
6	2,52	1,26
8	1,53	1,68
10	0,83	2,1
12	0,473	2,52

Приложение 15

Сравнительная стоимость различных способов установки резервуаров

Способ установки резервуаров	Стоимость работ, %
Наземный, на открытой площадке с обвалованием	100
Заглубленный на 2/3 диаметра с обсыпкой грунтом толщиной 0,8 м	130
Полностью заглубленный с слоем грунта 0,8 м над верхней образующей	145
Наземный с обсыпкой грунтом толщиной 0,8	150
Казематный наземный	205
Казематный наземный с обсыпкой грунтом толщиной 0,8 м	230
Казематный заглубленный с слоем грунта 0,8 м над перекрытием каземата	700

Расстояния между осями неизолированных труб
при параллельной укладке
А. Сварные трубопроводы и фланцевые
трубопроводы при расположении фланцев вразбежку

Условный диаметр трубы, мм	Условный диаметр параллельной трубы, мм									
	25	38	50	65	76	100	125	150	200	250
25	120	140	150	160	170	180	190	210	230	270
38	140	150	150	160	170	180	200	210	240	270
50	150	150	160	170	180	190	210	220	250	280
65	160	160	170	180	190	200	220	230	260	290
76	170	170	180	190	200	210	230	240	270	300
100	180	180	190	200	210	220	240	250	280	310
125	190	200	210	220	230	240	250	260	290	320
150	210	210	220	230	240	250	260	280	300	340
200	230	240	250	260	270	280	290	300	330	360
250	270	270	280	290	300	310	320	340	360	390

Б. Фланцевые трубопроводы при
расположении фланцев в одной плоскости

Условный диаметр трубы, мм	Условный диаметр параллельной трубы, мм									
	25	38	50	65	76	100	125	150	200	250
25	170	180	190	200	210	220	230	250	280	310
38	180	200	200	210	220	230	250	270	290	320
50	190	200	210	220	230	240	260	270	300	330
65	200	210	220	230	240	250	270	270	310	340
76	210	220	230	240	250	260	280	290	320	350
100	220	230	240	250	260	270	290	300	330	360
125	230	250	260	270	280	290	300	310	340	380
150	250	270	270	270	290	300	310	330	360	390
200	280	290	300	310	320	330	340	360	390	420
250	310	320	330	340	350	360	380	390	420	450

Примечание: расстояния между трубопроводами с быстроразъемными муфтовыми соединениями выбираются в зависимости от конструкции соединительных муфт и должны обеспечивать возможность беспрепятственного монтажа и демонтажа этих трубопроводов.

Приложение 17

Типы изоляционных покрытий заглубленных трубопроводов

Тип покрытия	Конструкция покрытия	Толщина покрытия (без стеклохолста и наружной обертки), мм, не менее
Нормальное полимерное	Грунтовка; полимерная изоляционная лента в 1 слой; наружная обертка	0,35
Нормальное битумное	Битумная грунтовка; битумная мастика в один слой; стеклохолст в один слой; наружная обертка	4,0
Усиленное полимерное	Грунтовка; полимерная изоляционная лента в два слоя; наружная обертка	0,65
Усиленное битумно-резиновое	Битумная грунтовка; битумно-резиновая мастика в два слоя; наружная обертка	5,5

Приложение 18

Минимальное расстояние от заглубленного трубопровода до зданий, сооружений и инженерных сетей нефтескладов

Наименование сооружения	Расстояние, м
Стены производственных зданий	1,5
Опоры линий электропередач: до 1 кВт	1,5
от 1 кВт до 10 кВт	5,0
Резервуары с нефтепродуктами	4,0
Ось железной дороги	4,0
Бровка автомобильной дороги	2,5
Электрокабель до 10 кВт и кабель связи	1,0
Ограждение объекта	1,5
Стенка канала теплотрассы	2,0

Приложение 19

Техническая характеристика тара для нефтепродуктов
А. Стальные бочки для нефтепродуктов

Показатели	По ГОСТ 6247-79			По ГОСТ 13950-84			По ГОСТ 17366-71	
	Вместимость, л: номинальная полная	100 101,7	200 202,6	275 277,6	50 51,5	100 101,5	200 204	110 -	275 -
Габаритные размеры, мм: диаметр высота	469 709	614 870	680 950	390 542	478 604	600 860	515-520 780	625-630 1235

Б. Стальные канистры для нефтепродуктов

Показатели	Марка		
	КС-5	КС-10	КС-15
Вместимость, л	5	10	15
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	290 210 120	390 280 130	468 345 165

Приложение 20

Расстояния между опорами трубопроводов

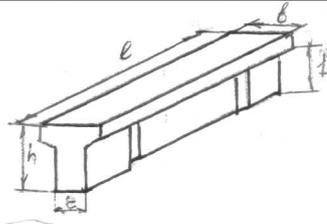
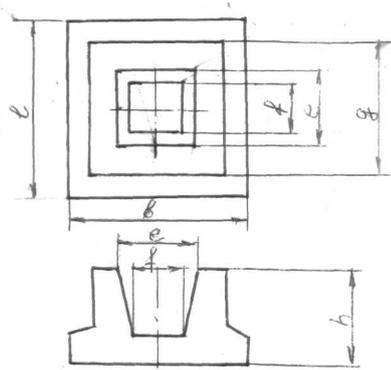
Условный диаметр, мм	Расстояние между опорами, м	
	подвижными	неподвижными
25	3	-
32	4	-
40	4	45
50	5	50
70	6	55
80	7	60
100	7	65
125	8	70
150	9	80
200	13	90
250	14	90
300	18	110

Расход материалов на 1 м³ кирпичной кладки

Материалы	Единица измерения	Толщина стены (в кирпичах)					
		1/4	1/2	1	1,5	2,0	2,5
Кирпич глиняный или силикатный	шт	425	421	404	398	396	394
Раствор цементный	м ³	0,128	0,191	0,224	0,236	0,241	0,264

Железобетонные строительные изделия

Наименование	Размеры						Схема
	b		h	e	f	g	
Плиты фундаментальные	800	1180	300	0	800	0	
	1000	2380	300	200	600	200	
	1000	1180	300	200	600	200	
	1200	2380	300	300	600	300	
	1200	1180	300	300	600	300	
	1400	2380	300	300	800	300	
	1400	1180	300	300	700	300	
	1600	2380	300	300	1000	300	
	1600	1180	300	300	1000	300	
Блоки цокольные	400	2380	580	-	-	-	
	500	2380	580	-	-	-	
	600	2380	580	-	-	-	
	400	780	580	-	-	-	
	500	780	580	-	-	-	
	600	780	580	-	-	-	
	400	1180	280	-	-	-	
	500	1180	280	-	-	-	
600	1180	280	-	-	-		
Колонны	380	400	9400	400	620	-	
	600	400	9400	400	700	-	
	400	400	5100	400	-	-	
	400	600	5100	600	400	-	
	400	400	5700	400	-	-	
	400	600	6300	600	-	-	
	400	600	6900	600	-	-	
	400	600	8100	600	-	-	
Плиты перекрытий	1480	5970	300	1450	1470	-	
Панели перекрытий с пустотами	1590	5860	220	-	-	-	
	1190	5860	220	-	-	-	
	1190	6260	220	-	-	-	
	1190	4680	220	-	-	-	
	1190	2380	220	-	-	-	

Балки	300 300	5970 8970	614 805	170 170	555 768	- -	
Фундаменты колонн (стаканы)	1400 1500	1400 1500	700 1000	550 550	500 500	1000 1000	

Приложение 23.

Элементы системы отвода поверхностных вод

Наименование	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
Водоприемный лоток, тип 01	1000	160	170	35,0
То же, тип 05	1000	160	194	38,0
То же, тип 010	1000	160	224	41,5
Водоприемная решетка	500	151	20	5,9
Водосборный колодец (с люком и крышкой)	-	700 (диаметр)	1350	298,0

Учебное издание

**Коваленко Всеволод Павлович
Митягин Григорий Евгеньевич
Виноградов Олег Владимирович
Дзюба Юрий Васильевич**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
ТОПЛИВО-ЗАПРАВОЧНОГО КОМПЛЕКСА**

Учебное пособие

Издается в авторской редакции

Оригинал-макет *Светлана Минченко*

Дизайн обложки *Нико Бзишвили*

Подписано в печать 06.06.2016. Формат 60x90/16
Усл.-печ. л. 8,13. Тираж 100 экз. Заказ № 30

ООО «УМЦ «Триада»
Тел.: 8 (499) 391-34-54
E-mail: umctriada@mail.ru
127550, Москва, ул. Лиственничная аллея, д. 7

Отпечатано в ООО «УМЦ ТРИАДА»
Тел.: +7 (499) 391-34-54
127550, Москва, ул. Лиственничная аллея, д. 7