

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕБАЗ И АЗС

*Методические указания по курсовому проектированию
для студентов бакалавриата направления 21.03.01.*

**Санкт-Петербург
2021**

УДК 622.692.5; 625.748.54; 621.645(073)

ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕБАЗ И АЗС: Методические указания по курсовому проектированию / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.К. Николаев, Л.Н. Духневич, Ю.Г. Матвеева, Е.Н. Кныш*. 2021. 26 с.

Приведены методические указания к выполнению курсовой работы студентами бакалавриата направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Эксплуатация нефтебаз и АЗС» – профиль подготовки «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки». Приведены задания для выполнения и требования к оформлению курсовой работы.

Научный редактор проф. *А.М. Щипачев*

Рецензент к.т.н. *М.Ю. Земенкова* (Тюменский индустриальный университет)

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Эксплуатация нефтебаз и АЗС» является одним из видов самостоятельной работы студентов, которая определяет качество подготовки бакалавров по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Курсовой проект позволяет студентам обобщить полученные на лекциях и практических занятиях знания, а также наиболее полно рассмотреть изучаемые вопросы и получить дополнительные знания. В ходе выполнения курсового проекта студент имеет возможность проявить свои творческие способности в интересном для него направлении.

В методических указаниях к выполнению курсовой работы бакалаврами по дисциплине «Эксплуатация нефтебаз и АЗС» содержатся общие принципы и рекомендации по выполнению курсовой работы, представлены индивидуальные темы и задания с исходными данными и формулами для выполнения курсовой работы.

Курсовой проект выполняется в сроки, определенные «Графиком самостоятельных работ студентов».

Основанием для выполнения курсовой работы является «Задание на курсовую работу», получаемое студентом от руководителя работы, которое утверждает заведующий кафедрой ТХНГ. Название темы должно быть кратким и отражать суть рассматриваемого вопроса. Бланк задания на курсовую работу приведен в Приложении. Задание на курсовую работу переплетается после титульного листа, в нумерацию страниц записки не включается.

В методических указаниях отражены принципы и основные положения процесса подготовки курсового проекта: определение цели и задач, примерная тематика, требования к структуре, содержанию и оформлению, рекомендации в части выбора литературы, а также значительную часть необходимых для проектирования справочных материалов.

Содержание методических указаний соответствует рабочей программе дисциплины.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Работа над курсовым проектом начинается с момента получения студентом индивидуального задания на специальном бланке кафедры, подписанным как руководителем, так и самим студентом. Исходные данные для выполнения курсового проекта приведены в приложении 2.

Выполнение курсового проекта осуществляется под руководством преподавателя-руководителя работы. Студент совместно с руководителем уточняют круг вопросов, подлежащих изучению, уточняют график выполнения работы в соответствии с учебным планом специальности. Индивидуальная беседа руководителя со студентом по заданию является необходимым условием, обеспечивающим успех дальнейшего руководства проектированием. В ходе этих бесед руководитель выясняет степень подготовленности студента к выполнению данного задания, рекомендует ему необходимую литературу и материалы и дает консультации о порядке выполнения заданий.

Индивидуальные консультации, проводимые руководителем в течение всего времени проектирования, должны помогать развитию максимальной самостоятельности в работе студента, планомерности, продуманности и обоснованности. Руководитель проверяет все решения, расчеты и графический материал. Ошибки, неточности и недоработанные места указываются студенту и по ним даются разъяснения.

Выполненный и подписанный проект в подшитом виде сдается руководителю на окончательную проверку. Если курсовой проект удовлетворяет предъявляемым требованиям, он допускается к защите, о чем свидетельствует подпись руководителя.

СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Структура курсового проекта может быть разной в зависимости от его назначения и видение автором содержания собственной работы. В общем виде он должен иметь следующую структуру:

Титульный лист

Лист задания (Пример оформления листа задания на курсовой проект приведен в Приложении 1)

Аннотация

Содержание

Введение

1. Общая часть.

2. Расчёт основных технологических параметров работы объекта.

3. Расчёт эксплуатационных параметров работы объекта.

4. Подбор и расчёт основного эксплуатационного оборудования

Заключение

Список использованных источников

Приложения

1. Общая часть

Общая часть работы раскрывает суть работы. Она содержит общие теоретические сведения о проектируемом объекте, его назначение, планируемое местоположение. Также она отражает в себе исходные данные, необходимые для проектирования объекта (тип проектируемого объекта, годовой грузооборот по нефтепродуктам, способ доставки нефтепродуктов до объекта и способ отгрузки нефтепродуктов, марка хранимых нефтепродуктов, расстояние до поставщика нефтепродуктов, а также другие параметры, необходимые для создания проекта).

В этой главе студенту также необходимо выбрать конкретную площадку на карте местности для строительства проектируемого объекта и обосновать свой выбор (с учетом климатических условий, географического расположения и

геологического строения района строительства, а также близости транспортной и городской инфраструктуры).

2. Расчет основных технологических параметров работы объекта

В данной главе необходимо выполнить ряд технологических расчётов по определению параметров работы объекта. Прежде всего необходимо определить общую вместимость резервуаров по каждому из нефтепродуктов, выбрать тип резервуаров для хранения нефтепродуктов и дать обоснование сделанного выбора (по нормативным, экономическим или иным соображениям). Для проектирования нефтебазы необходимо выполнить планировку резервуарного парка и рассчитать обвалование резервуаров и групп резервуаров. Помимо этого, необходимо определить геометрические размеры резервуаров (толщина днища, поясов резервуара, крыши резервуара или понтона). Для проектирования АЗС возможно произвести расчет пропускной способности автозаправочной станции, определить предполагаемое количество отпускаемого топлива и рассчитать необходимый объем резервуаров для хранения реализуемых нефтепродуктов.

3. Расчёт эксплуатационных параметров работы объекта

Данный раздел предполагает определение эксплуатационных параметров работы объекта, таких, например, как минимальный и максимальный уровни взлива резервуара, определение потерь нефти и нефтепродуктов при эксплуатации резервуарного парка нефтебазы от «малых» и «больших» дыханий, «обратного выдоха». Расчеты эксплуатационных параметров работы АЗС также могут включать расчёты необходимого количества ТРК, определение их максимальной производительности исходя из общей мощности АЗС.

4. Подбор и расчет применяемого оборудования резервуаров

В данном разделе курсовой работы необходимо выбрать, описать и (при необходимости) рассчитать оборудование проектируемых объектов (не менее 5 типов оборудования). По двум или более элементам оборудования необходимо выполнить проектный чертёж и поместить его в Приложение. Варианты применяемого оборудования: устройства приема/раздачи

нефтепродукта, дыхательное и предохранительное оборудование, эксплуатационное оборудование резервуаров, измерительное и сигнализирующее оборудование, противопожарное оборудование, топливо-раздаточное оборудование и другое технологическое оборудование.

Приложения

Этот раздел содержит графический материал, наглядно отражающий перечень выполненных расчётов и проектно-планировочных работ. Содержание раздела – не менее 3 элементов.

Возможное содержание графической части.

1. Общий план проектируемой нефтебазы, в полной мере отражающий проведенные исследования и инженерные изыскания в рамках проекта (генеральный план, технологическая схема, ситуационный план).

2. Общий вид (чертеж) проектируемого резервуара и резервуарного оборудования (одного или нескольких) с указанием геометрических размеров его элементов.

3. Чертежи оборудования резервуаров, выбранного исходя из п.4 курсового проекта при согласовании с преподавателем.

4. Чертеж сливо-наливного оборудования (стендеры, сливо-наливные эстакады и др.) при согласовании с преподавателем.

Примечания:

Требование к разделам, рассматриваемым в пояснительной записке и графической части, должны быть представлены в техническом задании на проектирование.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Общий объем курсового проекта рекомендуется в пределах 30-50 страниц, печатного текста (без приложений).

Графический материал – чертежи оформляются на листах формата А1 и прикрепляется к основному тексту пояснительной записки. В зависимости от сложности чертежей они могут быть представлены в формате А3 или А2.

При оформлении пояснительной записки студент должен изучить требования нормативной документации по оформлению курсовых работ и ее элементов (ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-95, ГОСТ Р 7.0.5-2008, ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.80-2000).

При работе над чертежами студент должен пользоваться нормами ЕСКД (ГОСТ-2.001-2013).

Таким образом, изложение пояснительной записки должно быть технически грамотным, четким и сжатым.

Структура пояснительной записки должна способствовать полному раскрытию заданной темы и отдельных ее вопросов. Все части записки должны быть изложены в логической последовательности и взаимосвязаны. Для лучшего представления материала в пояснительной записке следует привести необходимые рисунки, графики, диаграммы, таблицы, схемы и т.д.

При написании пояснительной записки не следует переписывать дословно нормативную и техническую документацию, правила техники безопасности. Нужно показать, как этот материал применяется в том или ином процессе.

Пояснительная записка к курсовому проекту представляется к защите в печатном виде на листах формата А4. Поля на листах: слева – 30 мм, с других сторон - не менее 20 мм. Рекомендуется использовать текстовый редактор MS Word, шрифт Times New Roman размером 12 пт, интервал 1,5 пт. Нумерация страниц — сквозная. Нумерация разделов – по порядку арабскими цифрами. Нумерация подразделов состоит из двух цифр, разделенных точкой: номера раздела и порядкового номера подраздела – 1.1 или 1.2 и т.д. (слова «раздел» и «подраздел» приводить не нужно).

Заголовки разделов и подразделов следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Подчеркивать заголовки не следует, для их выделения (а также слов или предложений внутри текста) не допускается использовать полужирный шрифт, разрядку или курсив.

Заголовки подразделов от текста не отделяют. Расстояние между заголовком подраздела (пункта) и предыдущим текстом

должно составлять не менее одной строки. Каждый раздел следует начинать с нового листа. Слова «Аннотация», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», написанные на отдельной строке строчными буквами с первой прописной симметрично тексту, служат заголовками соответствующих структурных элементов пояснительной записки.

Ссылки на использованные литературные источники в тексте, в подрисуночных надписях и заголовках таблиц оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 и его более поздней версии 2008 г. На использованные источники даются ссылки в виде номера источника, заключённого в квадратные скобки. *Например:* «в статье [9] ...».

Список использованных источников приводят после текстовой части курсовой работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте и нумеровать арабскими цифрами.

Таблицы и иллюстрации в тексте нумеруют по разделам. Таблицы и иллюстрации размещают внутри текста работы на листах, следующих за страницей, где в тексте впервые дана ссылка на них. Все иллюстрации и таблицы должны иметь названия. Условные обозначения на изображениях должны быть пояснены в подрисуночных подписях до названия рисунка.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1 Планировка резервуарного парка и обвалование

1.1 Расчетная формула для определения высоты обвалования:

$$h_{\text{ст}} = \frac{V_{\text{max}}}{S_{\text{св.застр}}} + 0,2; \quad (1.1)$$

где V_{max} – номинальный объем наибольшего резервуара в группе, м^3 ; $S_{\text{св.застр}}$ – площадь обвалованной территории, свободной от застройки (полезная площадь обвалованной территории), м^2 (см. рис.1).

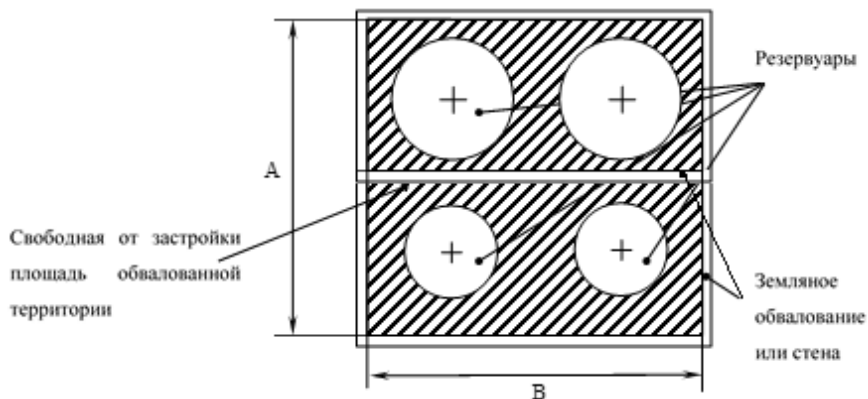


Рис. 1. Размеры обвалованной территории

1.2 Площадь свободной от застройки обвалованной территории равна общей площади обвалования за вычетом площади, занимаемой резервуарами, и вычисляется по формуле:

$$S_{\text{св.застр}} = A \cdot B - \sum S_{\text{рез}}; \quad (1.2)$$

где $\sum S_{\text{рез}}$ – сумма площадей оснований резервуаров, м^2 .

1.3 Формула расчета необходимого объема бетона при толщине стены γ для строительства стенки резервуарного парка:

$$V_{\delta} = 2 \cdot (A + B) \cdot \gamma \cdot h_{\text{ст}} = 2 \cdot (129,8 + 118,4) \cdot 0,6 \cdot 1,925 = 573,34 \text{ м}^3 \quad (1.3)$$

2 Определение вместимости резервуарного парка и выбор типа резервуара

2.1 Определение полезного объема резервуарного парка для i -го нефтепродукта в зависимости от типа нефтебазы:

– для распределительных железнодорожных нефтебаз

$$V_i = Q_i \cdot T_u \cdot K_{НЦ} \cdot K_{НП} \cdot (1 + \Delta V_i^{cm} / 100) / 30; \quad (2.1)$$

– для речных перевалочных и распределительных нефтебаз с незамерзающими путями

$$V_i = 1,15 \cdot Q_i \cdot K_{НП} \cdot (1 + \Delta V_i^{cm} / 100); \quad (2.2)$$

– для речных нефтебаз с замерзающими путями

$$V_i = 1,15 \cdot Q^{МП}_i \cdot (1 + \Delta V_i^{cm} / 100); \quad (2.3)$$

где Q_i – среднемесячное потребление i -го нефтепродукта, m^3 ; T_u – продолжительность транспортного цикла поставок нефтепродукта, сут.; $K_{НЦ}$ – коэффициент неравномерной подачи цистерн с нефтепродуктом, $K_{НЦ} = 1,1 - 1,3$; $K_{НП}$ – коэффициент неравномерности потребления нефтепродуктов; $Q^{МП}_i$ – межнавигационная потребность в i -ом нефтепродукте; ΔV_i^{cm} – норма страхового запаса нефтепродукта.

Тип резервуара определяется согласно п. 5.5 ГОСТ 31385-2016 или по практическому занятию №2 [1]

3 Расчет конструктивных параметров трубопровода

3.1 Расчет толщины днища резервуара

Расчет толщины днища вертикального стального резервуара проводится согласно пункту 6.1.3.[3].

Днища резервуаров могут быть плоскими (для резервуаров объемом до $1000 m^3$ включительно) или коническими с уклоном от центра к периферии с рекомендуемой величиной уклона 1:100.

Днища резервуаров объемом более 1000 м³ должны иметь центральную часть и кольцевые окрайки, при этом выступ окраек за внешнюю поверхность стенки следует принимать 50-100 мм. Наличие в рулонизируемом полотнище днища листов различной толщины не допускается.

Номинальная толщина листов центральной части днища или днища без окраек за вычетом припуска на коррозию должна составлять 4 мм для резервуаров объемом менее 2000 м³ и 6 мм – для резервуаров объемом 2000 м³ и более.

Номинальная толщина t_b кольцевых окраек днища может приниматься не менее величины, определяемой по формуле:

$$t_b = \left(k_1 - 0,0024 \cdot \sqrt{r / (t_1 - \Delta t_{cs})} \right) \cdot (t_1 - \Delta t_{cs}) + \Delta t_{cb} + \Delta t_{mb}; \quad (3.1)$$

где $k_1 = 0,77$ – безразмерный коэффициент;

r – радиус резервуара, м;

t_1 – номинальная толщина нижнего пояса стенки, м;

Δt_{cs} – припуск на коррозию нижнего пояса стенки, м;

Δt_{cb} – припуск на коррозию днища, м;

Δt_{mb} – минусовой допуск на прокат окрайки днища, м.

Кольцевые окрайки должны иметь ширину в радиальном направлении, обеспечивающую расстояние между внутренней поверхностью стенки и швом приварки центральной части днища к окрайкам не менее:

- 300 мм для резервуаров объемом менее 5000 м³;
- 600 мм для резервуаров объемом 5000 м³ и более;
- величины L_0 , м, определяемой соотношением

$$L_0 = k_2 \cdot \sqrt{r \cdot t_1}, \quad (3.2)$$

где $k_2 = 0,92$ – безразмерный коэффициент.

3.2 Расчет толщины стенки резервуара

Расчет толщины стенки вертикального стального резервуара проводится согласно пункту 6.1.4. [3] и сводится к решению следующих задач:

- 1) расчет минимальной толщины стенки при эксплуатации и гидроиспытаниях;
- 2) определение минусового допуска на прокат;
- 3) вычисление номинальной толщины листового проката;
- 4) выполнение проверки на прочность и устойчивость;
- 5) назначение номинальной толщины стенки для каждого пояса резервуара.

Для определения значения номинальной толщины поясов стенки t следует принимать из сортамента на листовую прокат так, чтобы соблюдались следующие неравенства:

$$t \geq \max(t_d + \Delta t_c; t_g + \Delta t_c; t_s + \Delta t_c; t_h + \Delta t_c) + \Delta t_m, t \leq 40 \text{ мм}; \quad (3.3)$$

где t_d , t_g , t_s – расчетные толщины поясов стенки при действии статических нагрузок при эксплуатации, гидравлических испытаниях и при сейсмическом воздействии соответственно; t_h – минимальная конструктивная толщина стенки, мм; Δt_m – минусовой допуск на листовую прокат, указанный в сертификате на поставку металла (если $\Delta t_m \leq 0,3$ мм, то допускается в расчетах принимать $\Delta t_m = 0$).

Δt_c – припуск на коррозию металла стенки; мм. $\Delta t_c = 1$ мм.

Значение припуска на коррозию зависит от агрессивности хранимого продукта, характеризующейся скоростью коррозионного повреждения металлоконструкций. При хранении в резервуарах нефтепродуктов с коррозионной активностью до 0,05

мм/год, припуск на коррозию металла стенки в 1 мм обеспечивает безопасную эксплуатацию резервуара на срок 20 лет.

Расчетную толщину i -го пояса стенки из условия прочности при действии статических нагрузок при эксплуатации следует определять по формуле:

$$t_{di} = [0,001 \cdot \rho_d \cdot g \cdot (H_d - z_i) + 1,2p] \cdot \frac{r}{R}. \quad (3.4)$$

Расчетную толщину i -го пояса стенки из условия прочности при гидравлических испытаниях следует определять по формуле:

$$t_{gi} = [0,001 \cdot \rho_g \cdot g \cdot (H_g - z_i) + 1,25 \cdot p] \cdot \frac{r}{R}; \quad (3.5)$$

где r – радиус резервуара, м; t_{di}, t_{gi} – расчетная толщина i -го пояса для эксплуатации и гидроиспытаний, м; z_i – расстояние от днища до нижней кромки i -го пояса, м; ρ_d, ρ_g – плотность продукта (воды) для эксплуатации и гидравлических испытаний, т/м^3 , $\rho_d = \rho_g = 1,0 \text{ т/м}^3$; H_d, H_g – расчетные уровни налива продукта для эксплуатации и гидроиспытаний; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; p – нормативное избыточное давление в газовом пространстве; МПа (в резервуарах типа РВС избыточное давление принимается равным $p = 2000 \text{ Па}$).

Расчетный параметр R (МПа) следует определять по формуле:

$$R = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t}{\gamma_m \cdot \gamma_n}; \quad (3.6)$$

где R_{yn} – нормативное сопротивление, принимаемое равным гарантированному значению предела текучести по действующим

стандартам и техническим условиям на сталь; γ_c – безразмерный коэффициент условий работы поясов стенки; γ_t – температурный коэффициент; γ_m – безразмерный коэффициент надежности по материалу; γ_n – безразмерный коэффициент надежности по опасности.

$R_{yn} = 255$ МПа выбирается исходя из предела текучести стали по ГОСТ 27772-88.

Безразмерный температурный коэффициент γ_t определяется по формуле:

$$\gamma_t = \begin{cases} \sigma_T / \sigma_{T,20}, & \text{если } T > 100^\circ\text{C}; \\ 1, & \text{если } T \leq 100^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (3.7)$$

3.3 Расчет стационарной крыши

Бескаркасная коническая крыша представляет собой гладкую коническую оболочку, не подкрепленную радиальными ребрами жесткости. Геометрические параметры бескаркасной конической крыши должны удовлетворять следующим требованиям:

- диаметр крыши в плане – не более 12,5 м;
- угол наклона образующей крыши к горизонтальной поверхности должен назначаться в пределах от 15° до 30° .

Номинальная толщина оболочки крыши должна составлять от 4 до 7 мм (при изготовлении оболочки методом рулонирования). Толщина оболочки t_r должна определяться расчетом на устойчивость по следующей формуле:

$$t_r = 4,48 \cdot \frac{r}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{p_r}{E}} + \Delta t_{cr}, \quad (3.8)$$

где α – угол наклона конической крыши;

p_r – расчетная нагрузка на крышу для первого основного сочетания воздействий, МПа;

Δt_{cr} – припуск на коррозию настила крыши, м.

Бескаркасная сферическая крыша представляет собой пологую сферическую оболочку. Радиус кривизны крыши должен находиться в пределах от $0,7D$ до $1,2D$, где D – внутренний диаметр стенки резервуара.

Рекомендуемым диапазоном применения бескаркасных сферических крыш являются резервуары объемом до 5000 м^3 с диаметром не более 25 м. Номинальная толщина оболочки крыши определяется расчетами на прочность и устойчивость и должна быть не менее 4 мм.

Каркасная коническая крыша применяется для резервуаров диаметром свыше 10 до 30 м. Каркасные конические крыши могут иметь два варианта исполнения:

а) исполнение с нижним расположением каркаса относительно настила;

б) исполнение с верхним расположением каркаса относительно настила, обеспечивающее повышенную коррозионную стойкость крыши за счет создания гладкой поверхности со стороны хранимого продукта и его паров.

Значения номинальных толщин конструктивных элементов каркасных крыш приведены в таблице 1.

Каркасная купольная крыша представляет собой радиально-кольцевую каркасную систему, вписанную в поверхность сферической оболочки. Купольные крыши рекомендуются для резервуаров объемом свыше 5000 м^3 диаметром свыше 25 м. Купольные крыши должны отвечать следующим требованиям:

- радиус кривизны сферической поверхности крыши должен быть в пределах от $0,7D$ до $1,5D$, где D - диаметр резервуара;

- номинальные толщины элементов каркасных купольных крыш указаны в таблице 1;

- каркас купольных крыш должен иметь связевые элементы, обеспечивающие геометрическую неизменяемость крыши.

Таблица 1

Номинальные толщины конструктивных элементов каркасных крыш

Конструктивный элемент	Номинальная толщина элементов, мм	
	Исполнение с нижним расположением каркаса	Исполнение с верхним расположением каркаса
Каркас:		
- углерод. сталь	$4,0 + \Delta t_{cr}$	4,0
- нержав. сталь	3,0	3,0
Настил:		
- углерод. сталь	$4,0 + \Delta t_{cr}$	4,0
- нержав. сталь	1,5	2,0
Примечание: Δt_{cr} – припуск на коррозию элементов крыши.		

4 Определение уровня разлива резервуара

4.1 Максимально допустимый уровень в резервуаре определяется по формуле 4.1:

$$H_{\text{макс. доп.}} = H_{\text{констр.}} - 100 \text{ мм} \quad (4.1)$$

где $H_{\text{констр.}}$ – расстояние в зависимости от типа резервуара (для РВС и РВСП – от днища до нижней образующей пенокамеры).

Расстояние, определяющее запас емкости на температурное расширение нефти, принимается равным 100 мм.

4.2 Расчет минимально допустимого уровня разлива:

Минимально допустимый уровень ($H_{\text{мин доп}}$) нефти в резервуаре со стационарной крышей рассчитывается, исходя из условия недопустимости прорыва воздуха в приемо-раздаточный патрубок резервуара при воронкообразовании.

Минимальный уровень по воронкообразованию определяется в зависимости от конструктивного расположения приемо-раздаточного патрубка (ПРП), его диаметра и производительности опорожнения резервуара.

Величина $H_{\text{мин.доп.}}$ определяются по формуле

$$H_{\text{мин.доп.}} = H_{\text{кр.}} + A \quad (4.2)$$

где $H_{\text{кр.}}$ – критическая высота уровня жидкости в резервуаре, при которой начинается устойчивое истечение с воронкой, м;

A – расстояние от днища резервуара до оси приемо-раздаточного патрубка, определяется по паспорту резервуара.

$$H_{\text{кр.}} = 0,025 \cdot d_n \cdot \sqrt[3]{\text{Re}} \cdot \sqrt{\varphi} \quad (4.3)$$

где $\text{Re} = V \cdot d_n / \nu$ – критерий Рейнольдса;

d_n – диаметр приемо-раздаточного патрубка резервуара;

V – скорость в одном приемо-раздаточном патрубке (м/с); Скорость в приемо-раздаточном патрубке примерно равна 1,5 м/с.

$Q = 100 \text{ м}^3/\text{с}$ – максимальная производительность заполнения (опорожнения) резервуара;

ν – кинематическая вязкость перекачиваемой жидкости при температуре 20°C , $\text{м}^2/\text{с}$;

$\varphi = 0,5236$ – угол среза приемо-раздаточного патрубка, рад.

5 Расчеты резервуаров и оборудования АЗС

5.1 Расчет объема резервуара АЗС для каждого типа нефтепродукта начинается с определения объема общей потребности в топливе в сутки на данной АЗС по формуле 5.1:

$$V_{\text{пт}} = n \cdot V_{\text{сут}}; \quad (5.1)$$

где n – количество заправок в сутки, шт. (находится опытным путем, исходя из пропускной способности а/м дороги, к которой примыкает проектируемая АЗС); $V_{\text{сут}}$ – объем разовой заправки, л;
 $V_{\text{пт}}$ – общая потребность в топливе за одни сутки, л.

Исходя из общей потребности определяется тип и номинальный объем резервуара для каждого нефтепродукта. Резервуары для хранения нефтепродуктов классифицируются по размещению относительно уровня земли, по количеству стенок корпуса, по конфигурации корпуса, по материалу изготовления и по наличию дополнительной изоляции. На АЗС чаще всего используются горизонтальные цилиндрические стальные подземные двустенные резервуары. Наличие второй стенки обусловлено требованиями экологической безопасности во избежание попадания хранимого продукта в почву.

Далее следует рассчитать объем резервуара, заполненного на 90% от номинального объема выбранного резервуара. Данный объем определяет максимально допустимый уровень взлива нефтепродукта в горизонтальный резервуар.

$$V_{\text{макс}} = V_{\text{ном}} \cdot 0,9; \quad (5.2)$$

Минимальный уровень взлива расположен на высоте от 120 до 200 мм от дна резервуара (в зависимости от объема резервуара), поскольку обратный клапан линии выдачи, расположенный на этой высоте, препятствует попаданию в ТРК механических примесей. Данный объем часто называют мертвым остатком.

$$V_{\text{мин}} = S_{\text{ост}} \cdot L = \frac{R^2}{2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180} - \sin \alpha \right) \cdot L; \quad (5.3)$$

где α – центральный угол $\alpha = 2 \cdot \arccos(1 - f / R)$; f – расстояние от дна резервуара до линии выдачи.

Зная минимальный и максимальный объемы заполнения резервуара, определяется полезный объем резервуара по формуле:

$$V_{\text{пол}} = V_{\text{макс}} - V_{\text{мин}}; \quad (5.4)$$

5.2 Расчет количества ТРК: Для выдачи топлива потребителям применяются топливораздаточные колонки (ТРК) различных конструкций. Основной задачей колонок является выдача потребителям задаваемых доз топлива с требуемой точностью (погрешность не должна превышать $\pm 0,5\%$).

На АЗС и АЗК используются, в основном, топливораздаточные колонки, управляемые дистанционно с помощью специальных пультов дистанционного управления либо с помощью специальных автоматизированных систем, в том числе и систем безналичного отпуска нефтепродуктов.

Сначала необходимо вычислить количество заправок, которое можно осуществить в течение суток. Суточное потребление нефтепродуктов на АЗС неравномерно. Как правило, в будние дни отмечается 2 пиковых периода потребления (в утреннее и вечернее время). В выходные дни наблюдается один пиковый период потребления в середине дня. Длительность пикового периода определяется исходя из плотности заселения района расположения АЗС, уровня автомобилизации в рассматриваемом регионе и наличия конкурентных АЗС в районе. Минимальное время, затрачиваемое на заправку одного автомобиля в пиковый час, принимается для бензина 3 мин, для дизельного топлива – 5 мин. В остальной период время рассчитывается исходя из указанных

параметров. Одной ТРК в среднем за час (в час-пик) можно заправить до 15 легковых автомобилей. Средняя заправочная доза топлива примерно равна 30 литров.

По формуле найдем теоретическое количество заправок в сутки:

$$N = \frac{V_{\text{пол.}}}{30}; \quad (5.5)$$

Исходя из максимально возможного количества заправок топливом, с учетом степени загруженности близлежащих автодорог выбирается тип АЗС по мощности. Количество заправочных колонок, установленных на АЗС, определяется по формуле:

$$N_{\text{к}} = \beta \cdot \frac{F}{N}; \quad (5.6)$$

где β – поправочный коэффициент мощности АЗС, равный, соответственно:

- для АЗС-250 – 1,5;
- для АЗС-500 – 1,25;
- для АЗС-750 – 1,17;
- для АЗС-1000 – 1,12.

F – количество заправок в сутки; N – мощность АЗС, (количество возможных заправок в сутки: 250, 500, 750, 1 000).

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания к практическим занятиям «Эксплуатация нефтебаз и АЗС» Сост. А.К. Николаев, Л.Н. Духневич, Ю.Г. Матвеева, Е.Н. Кныш, Санкт-Петербургский горный университет, СПб, 2020. 75 с.

2. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. Введ. 1988-07-01. М.: Стандартиформ, 2007. 6 с.

3. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. Введ. 2017-03-01. Москва: Изд-во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016. 90 с.

4. ГОСТ 8731-74. Трубы стальные бесшовные горячедоформированные. Технические требования (с изменениями №2-6)

5. Коршак А. А. Нефтебазы и АЗС: Учебное пособие / А. А. Коршак, Г. Е. Коробков, Е. М. Муфтахов. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. 416 с.

6. СП 110.13330.2011. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. Введ. 2011-07-19. М.: Минрегион России, 2011

7. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. Введ. 2014-01-01. М.: МЧС России, 2014

8. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81. Введ. 2011-05-20. М.: Минрегион России, 2011

9. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов, Уфа: ООО "ДизайнПолиграфСервис", 2002. 658 с.

10. Шалай В.В. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС: учеб. пособие / В.В. Шалай, Ю.П. Макушев. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. 296 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет
Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой ТХНГ

/проф. Щипачев А.М.

(подпись)

(должность, Ф.И.О.)

«__» _____ 2019 г.

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине: «Эксплуатация нефтебаз и АЗС»
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Студенту группы _____
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

1. Тема: «Наименование выбранной темы курсовой работы»
2. Исходные данные: «Согласно полученному варианту»
3. Содержание пояснительной записки: «краткая характеристика объекта, описание сооружений нефтебазы, характеристика оборудования резервуаров, расчёт потерь нефти, расчёт плавающей крыши резервуара, расчёт толщины стенки поясов, расчёт потерь от «малых» и «больших» дыханий».
4. Перечень графического материала: генеральный план нефтебазы, общий вид РВСПК-50000, чертёж плавающей крыши резервуара.
5. Срок сдачи законченного проекта: 01.12.2020 г.
6. Задание выдал _____
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)
7. Задание принял студент
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)
8. Дата получения задания для курсового проекта: 23.09.2019 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

№	Объект	Годовой грузооборот, т/год	Город	Топливо	Способ доставки-отгрузки	Расстояние поставки
1	нефтебаза	350000	СПб	Urals	т-м	5
2	АЗС	5000, 2000	Нижний Новгород	АИ-95, АИ-98	а/м	1
3	нефтебаза	260000	Тюмень	Siberian Light	т-ж/д	7
4	АЗС	3200, 3700	Азов	АИ-92, АИ-95	а/м	1
5	нефтебаза	310000	Самара	ARCO	т-р	4
6	АЗС	3600, 5400	Томск	АИ-92, ДТз	а/м	1
7	нефтебаза	57000	Москва	ДТл	т-а/м	8
8	АЗС	1700, 2800	Никель	АИ-98, АИ-92	а/м	1
9	нефтебаза	64000	Липецк	АИ-95	ж/д-а/м	10
10	нефтебаза	50000	Пермь	ДТл	т-ж/д	5
11	АЗС	3000, 2400	Луга	АИ-95, АИ-92	а/м	1
12	нефтебаза	560000	Высоцк	Siberian Light	т-м	7

Окончание прил. 2

№	Объект	Годовой грузооборот, т/год	Город	Топливо	Способ доставки-отгрузки	Расстояние поставки
13	АЗС	3200, 2600	Сочи	АИ-92, АИ-98	а/м	1
14	нефтебаза	310000	Ковров	ARCO	т-ж/д	4
15	АЗС	3700, 4300	Омск	АИ-92, АИ-95	а/м	1
16	нефтебаза	48000	Курск	ДТл	т-а/м	8
17	АЗС	1300, 3700	Ялта	АИ-98, ДТз	а/м	1
18	нефтебаза	54000	Псков	АИ-95	ж/д-а/м	10
19	нефтебаза	350000	Тверь	Urals	т-ж/д	5
20	АЗС	5000, 5500	Калуга	АИ-95, ДТл	а/м	1
21	нефтебаза	260000	Уфа	Siberian Light	т-ж/д	7
22	АЗС	3200, 3900	Екатеринбург	АИ-92, ДТз	а/м	1
23	нефтебаза	85000	Кириши	ДТл	т-а/м	4
24	АЗС	3600, 2100	Иркутск	АИ-95, АИ-98	а/м	1
25	нефтебаза	57000	Тула	ДТл	т-а/м	8

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Организация работы по выполнению курсового проектирования	4
Структура курсового проекта.....	5
Требования к оформлению курсового проекта	7
Теоретическая часть	10
Рекомендуемый список литературы.....	22
Приложение 1	23
Приложение 2	24

ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕБАЗ И АЗС

***Методические указания по курсовому проектированию
для студентов бакалавриата направления 21.03.01.***

Сост.: *А.К. Николаев, Л.Н. Духневич, Ю.Г. Матвеева, Е.Н. Кныш*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
транспорта и хранения нефти и газа

Ответственный за выпуск *А.К. Николаев*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 24.05.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,5. Усл.кр.-отт. 1,5. Уч.-изд.л. 1,2. Тираж 75 экз. Заказ 435.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2