



Отчет о проверке

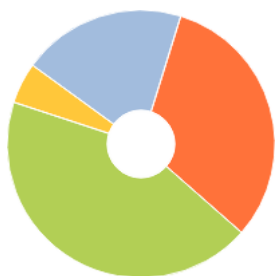
Автор: Конева К Е

Название документа: Конева К.Е._ТБмд-2307а

Проверяющий: Яговкин Николай Германович

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет»

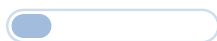
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ



Совпадения:
32,22%



Оригинальность:
19,6%



ИИ-контент:
0%



Цитирования:
43,63%



Самоцитирования:
4,55%



i «Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует проверенному тексту документа.

i Проверено: 82,5% текста документа, исключено из проверки: 17,5% текста документа. Разделы и элементы, отключенные пользователем: Библиография, Таблицы

- **Совпадения** — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.
- **Самоцитирования** — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.
- **Цитирования** — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.
- **Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
- **Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
- **Оригинальный текст** — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

Номер документа: 161

Тип документа: Не указано

Дата проверки: 20.03.2026 13:20:44

Дата корректировки: Нет

Количество страниц: 75

Символов в тексте: 104840

Слов в тексте: 12279

Число предложений: 2552

Комментарий: не указано

ПАРАМЕТРЫ ПРОВЕРКИ

Выполнена проверка с учетом редактирования: Да

Выполнено распознавание текста (OCR): Нет

Выполнена проверка с учетом структуры: Да

Разделы и элементы, отключенные пользователем: Библиография, Таблицы

Модули поиска: Коллекция открытых публикаций международных издательств, Перефразирования по коллекции IEEE, PubMed, IEEE, Переводные заимствования, СМИ России и СНГ, Кольцо вузов, Шаблонные фразы, Цитирование, Патенты СССР, РФ, СНГ, Сводная коллекция научных работ Беларуси, Перефразирования по базе публикаций открытого доступа PubMed, Коллекция НБУ, Публикации eLIBRARY, Кольцо вузов (переводы и перефразирования), Публикации РГБ, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика, Медицина, Перефразирования по Коллекции открытых публикаций международных издательств, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Сводная коллекция ЭБС, Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Публикации РГБ (переводы и перефразирования), ИПС Адилет, Переводные заимствования по базе публикаций открытого доступа PubMed, Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Переводные заимствования по Коллекции открытых публикаций международных издательств, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, СПС ГАРАНТ: аналитика, Переводные заимствования IEEE, Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования), Интернет Плюс, Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика, Собственная коллекция компании, Собственная коллекция (переводы и перефразирования)

ИСТОЧНИКИ

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Комментарий
[01]	39,39%	31,67%	не указано	13 Янв 2022	Цитирование	
[02]	27,22%	11,33%	%D0%9F%D0%B0%D1%88%D0%B... https://dspace.tltsu.ru	26 Мая 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[03]	25,59%	2,2%	ТБмп-2007а_Пашнин Д.Д	25 Дек 2023	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[04]	13,85%	0,17%	%D0%9F%D0%B0%D1%88%D0%B... https://dspace.tltsu.ru	26 Мая 2025	Интернет Плюс	
[05]	13,85%	0%	ТБмп-2007а_Пашнин Д.Д	25 Дек 2023	Собственная коллекция компании	
[06]	11,32%	0,35%	БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА Тема раб... https://docplayer.ru	15 Фев 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[07]	11,28%	0,22%	http://earchive.tpu.ru/bitstream/11... http://earchive.tpu.ru	07 Мая 2019	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[08]	11,11%	0%	http://earchive.tpu.ru/bitstream/11... http://earchive.tpu.ru	28 Янв 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[09]	10,14%	1,49%	TPU_VKR_19772.pdf	27 Мая 2016	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[10]	9,61%	0%	http://bibl.rusoil.net/base_docs/UG... http://bibl.rusoil.net	18 Янв 2026	Интернет Плюс	
[11]	8,06%	5,9%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	12 Июн 2020	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[12]	8,06%	0%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	15 Июн 2023	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[13]	6,07%	0,77%	Конева К.Е. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ... https://xn----8sbempclcwd3bmt.xn--p1ai	09 Июн 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[14]	5,94%	0%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	12 Июн 2020	Интернет Плюс	
[15]	5,94%	0%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	15 Июн 2023	Интернет Плюс	

[16]	5,94%	0%	20-03-01_007.pdf http://elibrary.sgu.ru	13 Ноя 2019	Интернет Плюс
[17]	5,86%	5,31%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	10 Окт 2023	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[18]	5,86%	0%	https://deanbook.ru/userfiles/files/... https://deanbook.ru	10 Янв 2024	Интернет Плюс
[19]	5,78%	2,15%	Резервуары для хранения нефти ... https://p-con.ru	15 Ноя 2024	ПЕРЕФРАЗИРОВАННЫЕ ЗАИМСТВОВАНИЯ ПО КОЛЛЕКЦИИ Интернет в русском сегменте
[20]	5,52%	0,4%	Диплом Анализ прочностной над...	14 Июн 2025	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)
[21]	5,33%	0,52%	https://www.xn----8sbempcld3b... https://xn----8sbempcld3bmt.xn--p1ai	07 Авг 2025	Интернет Плюс
[22]	5,05%	0%	ВКР_Попова_AA.pdf	30 Янв 2024	Кольцо вузов
[23]	5,05%	0%	ВКР_Попова_AA (1)	29 Янв 2024	Кольцо вузов
[24]	4,94%	0,39%	Резервуары для хранения нефти ... https://p-con.ru	05 Июн 2023	Интернет Плюс
[25]	4,91%	0,05%	Диплом Анализ прочностной над...	14 Июн 2025	Кольцо вузов
[26]	4,83%	0%	ВКР_Попова_AA (1)	29 Янв 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)
[27]	4,81%	0%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	18 Апр 2016	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[28]	4,55%	0,07%	TRU_VKR_19772.pdf	27 Мая 2016	Кольцо вузов
[29]	4,53%	4,32%	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗ... http://elibrary.ru	01 Янв 2025	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[30]	4,46%	0,44%	ВКР_Попова_AA.pdf	30 Янв 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)
[31]	4,32%	0,66%	Тарасенко, Михаил Александров... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2012	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)
[32]	4,31%	2,84%	Правила технической эксплуатац... http://ivo.garant.ru	20 Окт 2007	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[33]	3,9%	0,24%	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗ... http://elibrary.ru	01 Янв 2025	Публикации eLIBRARY
[34]	3,77%	0,27%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	02 Фев 2013	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[35]	3,63%	0,1%	1) О внесении изменения в Поло... http://elibrary.ru	01 Янв 2014	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[36]	3,55%	0%	АНАЛИЗ ВИДОВ КОРРОЗИОННЫХ...	28 Окт 2023	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[37]	3,31%	0,74%	Тулина О.И._ТБмд-2207а	18 Июн 2025	Собственная коллекция компании
[38]	3,15%	0,33%	Жданов О.И._ТБмп-2304а_	22 Дек 2025	Собственная коллекция компании
[39]	2,85%	2,13%	Приказ МЧС России от 26 декабр... http://ivo.garant.ru	29 Дек 2023	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[40]	2,79%	0,07%	Учет коррозионного износа стен... http://elibrary.ru	05 Авг 2016	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[41]	2,71%	0,01%	НАДЕЖНОСТЬ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ...	25 Июл 2023	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[42]	2,62%	0%	Kalimullin_A_R_TBbd-1603b	10 Фев 2022	Собственная коллекция компании
[43]	2,51%	0%	Простов Д.В._ТБбд_1603а	02 Ноя 2021	Собственная коллекция компании
[44]	2,48%	0,51%	Правдин К.Е._ТБмдо-2104а	04 Июл 2023	Собственная коллекция компании
[45]	2,46%	0,05%	Черных Н.Ю._ТБм_1907а	01 Июл 2021	Собственная коллекция компании

[46]	2,32%	0%	Приказ МЧС России от 26 декабр... http://ivo.garant.ru	26 Дек 2013	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[47]	2,29%	0%	Журавлева Н.П._ТБмд-2204а	14 Мая 2025	Собственная коллекция компании
[48]	2,24%	1,17%	55.docx	15 Янв 2024	Кольцо вузов
[49]	2,23%	0%	Тихомирова Л.А. Возможность и ...	07 Фев 2025	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика
[50]	2,18%	0%	1) О внесении изменения в Поло... http://elibrary.ru	01 Янв 2014	Публикации eLIBRARY
[51]	2,11%	0%	Тихомирова Л.А. Комментарий к ... http://ivo.garant.ru	07 Окт 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика
[52]	2,03%	0%	ТБмдо2007а_Забоева А.С	27 Июн 2022	Собственная коллекция компании
[53]	1,98%	0%	Тихомирова Л.А. Комментарий к ... http://ivo.garant.ru	13 Июл 2013	СПС ГАРАНТ: аналитика
[54]	1,93%	0,28%	Перечень вопросов, предлагаем... http://ivo.garant.ru	13 Июл 2022	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[55]	1,81%	0%	[С. М. Вайншток и др.] 2 : учеб. дл... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2006	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)
[56]	1,74%	0,66%	не указано	29 Сен 2022	Шаблонные фразы
[57]	1,73%	0%	СП 4.13130.2009. Системы против...	13 Мая 2025	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[58]	1,72%	0,24%	Мороз, Наталья Александровна ... http://dlib.rsl.ru	20 Сен 2024	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)
[59]	1,71%	0%	Тарасенко, Михаил Александров... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2012	Публикации РГБ
[60]	1,7%	0%	Тихомирова Л.А. Возможность и ...	07 Фев 2025	СПС ГАРАНТ: аналитика
[61]	1,62%	0,25%	Сальков О.А. Комментарий к Фед... http://ivo.garant.ru	14 Окт 2017	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика
[62]	1,61%	0%	Пожарная безопасность в органи...	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС
[63]	1,53%	0%	АНАЛИЗ ВИДОВ КОРРОЗИОННЫХ...	28 Окт 2023	Публикации eLIBRARY
[64]	1,52%	0%	ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ ПРИРОДООХ... http://priuralye.com	02 Июн 2014	СМИ России и СНГ
[65]	1,51%	0%	Промышленная безопасность об...	17 Июл 2025	Публикации eLIBRARY
[66]	1,49%	0%	Амелин Р.В., Колоколов А.В., Кол... http://ivo.garant.ru	01 Июн 2019	СПС ГАРАНТ: аналитика
[67]	1,48%	0%	СП 4.13130.2009. Системы против...	13 Мая 2025	Публикации eLIBRARY
[68]	1,45%	0%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	02 Фев 2013	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[69]	1,43%	0%	не указано http://ivo.garant.ru	02 Авг 2022	СПС ГАРАНТ: аналитика
[70]	1,41%	0%	Наркевич, Михаил Юрьевич Разв... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2023	Публикации РГБ
[71]	1,35%	0%	МЧС напомнила о введении в де... http://taxhelp.ru	26 Мая 2014	СМИ России и СНГ
[72]	1,34%	0%	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕС...	30 Мая 2025	Публикации eLIBRARY
[73]	1,34%	0%	Промышленная безопасность ма... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС
[74]	1,34%	0%	64505 http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС
[75]	1,34%	0%	Аверин, Михаил Сергеевич Адми... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2015	Публикации РГБ
[76]	1,33%	0,2%	Вкр Абдурахадзода	13 Июнь 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)
[77]	1,31%	0%	Нормативное и техническое обе... http://biblioclub.ru	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС

[78]	1,26%	0%	Справочник по строительству: но... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	
[79]	1,24%	0%	Основные нормативные правов... http://elibrary.ru	01 Янв 2023	Публикации eLIBRARY	
[80]	1,17%	0%	TRU1396340.docx	11 Янв 2024	Кольцо вузов	
[81]	1,15%	0%	Об утверждении строительных н... https://adilet.zan.kz	14 Дек 2025	ИПС Адилет	
[82]	1,12%	0%	Диплом Маховский	08 Июн 2020	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[83]	1,12%	0%	Сальков О.А. Комментарий к Фед... http://ivo.garant.ru	14 Окт 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика	
[84]	1,11%	0%	Тихомирова Л.А. Возможность и ...	07 Фев 2025	Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика	
[85]	1,08%	0,06%	О промышленной безопасности ... https://gorod24.online	24 Фев 2018	СМИ России и СНГ	
[86]	1,06%	0,48%	Национальный стандарт РФ ГОС... http://ivo.garant.ru	11 Мар 2025	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	
[87]	1,06%	0%	Атлас фотографий дефектов опас... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[88]	1,04%	0%	Вопросы прикладной математик...	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[89]	1%	0%	Тихомирова Л.А. Документация п... http://ivo.garant.ru	30 Мая 2020	СПС ГАРАНТ: аналитика	
[90]	0,99%	0%	ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПАРЛАМЕНТА ... https://ugo-osetia.ru	22 Мар 2022	СМИ России и СНГ	
[91]	0,99%	0%	Пожарная безопасность объекто... http://biblioclub.ru	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[92]	0,91%	0%	не указано	04 Авг 2022	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[93]	0,91%	0%	ISBN9785972901623.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	
[94]	0,91%	0%	Нормативное и техническое обе...	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[95]	0,88%	0%	Комплексная безопасность на же...	19 Дек 2016	Медицина	
[96]	0,86%	0%	В. Д. Секерин, А. Е. Горохова Экон... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2016	Публикации РГБ	
[97]	0,86%	0%	Экономика предприятия в схема... https://book.ru	03 Июл 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[98]	0,86%	0%	Безопасность жизнедеятельност...	19 Дек 2016	Медицина	
[99]	0,82%	0%	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к Нормативам гр... http://chelyabinsk.bezformata.ru	20 Фев 2015	СМИ России и СНГ	
[100]	0,82%	0%	Мороз, Наталья Александровна ... http://dlib.rsl.ru	20 Сен 2024	Публикации РГБ	
[101]	0,82%	0%	Информационное моделировани...	08 Окт 2025	СПС ГАРАНТ: аналитика	
[102]	0,81%	0%	Современные методы организац... https://book.ru	01 Янв 2023	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[103]	0,79%	0%	Семенихин В.В. Налог на прибыл... http://ivo.garant.ru	18 Мар 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика	
[104]	0,79%	0,07%	27 нарушений требований закон... http://kaluga.bezformata.ru	20 Мая 2014	СМИ России и СНГ	
[105]	0,79%	0%	Емельянов, Михаил Валерьевич ... http://dlib.rsl.ru	19 Сен 2024	Публикации РГБ	
[106]	0,69%	0%	Шкарупило А.В._ТБмд_1607а	27 Июн 2019	Собственная коллекция компании	
[107]	0,67%	0%	Правовое обеспечение экологич... https://elib.nlb.by	01 Янв 2010	Сводная коллекция научных работ Беларуси	
[108]	0,66%	0%	Приказ Федеральной службы по ... http://elibrary.ru	27 Мая 2019	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[109]	0,66%	0,66%	Малинин, Владимир Романович ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2005	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)	
[110]	0,64%	0%	TRU1396340.docx	11 Янв 2024	Кольцо вузов (переводы и	

						перефразирования)	
[111]	0,62%	0%	Технологические процессы в ма...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[112]	0,61%	0%	О сокращении обязательных тре... https://publishernews.ru	31 Мая 2021	СМИ России и СНГ		
[113]	0,6%	0%	Противопожарная защита здани...	19 Дек 2016	Медицина		
[114]	0,6%	0%	Об утверждении Правил обеспеч... https://adilet.zan.kz	15 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[115]	0,58%	0%	Проблемы нормативной правов... http://elibrary.ru	раньше 2011	Публикации eLIBRARY		
[116]	0,56%	0,27%	Thermal desorption treatment of p...	12 Дек 2025	Переводные заимствования по базе публикаций открытого доступа PubMed		
[117]	0,56%	0%	Прокуратура Сунженского район... http://magas.bezformata.ru	17 Фев 2016	СМИ России и СНГ		
[118]	0,5%	0%	В. И. Балаба, И. И. Дунюшкин, В. ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2008	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[119]	0,45%	0%	Приказ Федерального агентства ... http://ivo.garant.ru	06 Июл 2022	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[120]	0,44%	0%	Инжиниринг объектов интеллект...	19 Дек 2016	Медицина		
[121]	0,44%	0,08%	Визуальный и измерительный ко... http://elibrary.ru	05 Авг 2016	Публикации eLIBRARY		
[122]	0,44%	0%	не указано	04 Авг 2022	Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика		
[123]	0,42%	0%	Лукин.М.С._ТБмп-2304а	22 Дек 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)		
[124]	0,42%	0%	ВКР Каюков А.В. последний	13 Янв 2025	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[125]	0,39%	0%	Визуальный и измерительный ко... http://elibrary.ru	05 Авг 2016	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)		
[126]	0,38%	0%	Малинин, Владимир Романович ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2005	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[127]	0,33%	0,33%	не указано http://ivo.garant.ru	02 Авг 2022	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика		
[128]	0,32%	0%	Техническое диагностирование ... https://mtk-exp.ru	18 Июн 2025	Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте		
[129]	0,32%	0%	Техническое диагностирование ... https://mtk-exp.ru	20 Фев 2025	Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте		
[130]	0,29%	0%	Бринчук М.М. Экологическое пра... http://ivo.garant.ru	13 Мар 2010	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика		
[131]	0,28%	0%	Об утверждении Правил пожарн... https://adilet.zan.kz	11 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[132]	0,26%	0%	Двудечный понтон контактного т... http://bankpatentov.ru	25 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[133]	0,26%	0%	Двудечный понтон контактного т... http://findpatent.ru	24 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[134]	0,26%	0%	Формирование комплексной сис... http://diss.natlib.uz	02 Сен 2014	Коллекция НБУ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[135]	0,23%	0%	Правовые основы бизнеса: учеб...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[136]	0,23%	0%	Об утверждении Правил установ... https://adilet.zan.kz	11 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[137]	0,22%	0%	Диссертация на тему «Теоретиче... https://dissercat.com	16 Янв 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	
[138]	0,22%	0%	Диссертация на тему «Теоретиче... https://dissercat.com	26 Апр 2022	Интернет Плюс	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.	

[139]	0,21%	0%	Защита водных объектов при ав... https://elib.nlb.by	01 Янв 2010	Сводная коллекция научных работ Беларуси	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[140]	0,21%	0%	Агешкина Н.А., Бельянская А.Б., Б... http://ivo.garant.ru	27 Янв 2018	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[141]	0,16%	0%	диссертация Айдана (Автосохран...	20 Июн 2016	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[142]	0,16%	0%	Способ контроля технического с... http://findpatent.ru	24 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[143]	0,16%	0%	Медведева, Ольга Марленовна О... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2012	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[144]	0,15%	0%	Повышение эффективности тепл... https://elib.nlb.by	01 Янв 2022	Сводная коллекция научных работ Беларуси	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[145]	0,14%	0%	Административный электроэнерг... https://elib.nlb.by	01 Янв 2016	Сводная коллекция научных работ Беларуси	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[146]	0,13%	0%	Мастетбай Куаныш БЖ-17-1.docx	01 Июн 2021	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[147]	0,12%	0%	ОБЗОР НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕС...	31 Мая 2025	Публикации eLIBRARY	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[148]	0,12%	0%	Об утверждении Технического р... https://adilet.zan.kz	11 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ **25** СИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ **56**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет» **56**

Институт **56** энерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование **48** авления подготовки **56** циальности)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей среды в
нефтегазовом и химическом комплексах
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Анализ устойчивости и безопасной эксплуатации резервуаров для хранения **37**
нефти

Обучающийся	<u>К.Е.Конева</u> (Инициалы Фамилия) (личная подпись)
Научный руководитель	<u>д-р техн. наук, профессор, Яговкин Н.Г.</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
Консультант	<u>к.э.н., доцент, Фрезе Т.Ю.</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

2026 год

Содержание

Введение.....	2
Термины и определения.....	9
Перечень сокращений и обозначений.....	11
1 Вопросы повышения устойчивости функционирования на объектах нефтегазового комплекса.....	3
1.1 Правовые акты, регламентирующие вопросы устойчивости функционирования.....	12
1.2 Практическая деятельности организаций нефтегазового комплекса, направленная на повышение устойчивости функционирования подведомственных объектов.....	16
2 Вопросы безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти	28
2.1 Основные требования, предъявляемые к эксплуатации, хранению, перевозки.....	28
2.2 Резервуары для хранения нефти: типы, виды, вопросы эффективной эксплуатации.....	39
3 Выработка рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти.....	109
3.1 Эксплуатация резервуаров для хранения нефти 76 примере конкретного объекта защиты.....	51
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.....	58
Заключение.....	66
Список используемой литературы и используемых источников.....	67 44

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается в исследовании методов обеспечения надежности и безопасности эксплуатации резервуарных парков и других объектов инфраструктуры и строительства отечественного нефтегазового комплекса, которые требуют постоянного совершенствования решений. Значительная часть действующих месторождений Российской Федерации расположена в геологических условиях Крайнего Севера и Восточной Сибири. Прочность конструкции определяется сварными соединениями, поэтому в зонах неблагоприятной температуры и пластического растрескивания стали наблюдаются значительные изменения напряжений и температуры. При сварке элементов конструкций резервуара сварными швами возможность перераспределения возникающих температурных напряжений практически исключена, что увеличивает вероятность разрушения конструкции и риск возникновения просадок и повреждения резервуара.

Объект исследования: резервуары для хранения нефти.

Предмет исследования: производство работ по эксплуатации резервуаров для хранения нефти.

Цель исследования: заключается в повышении безопасности при производстве работ по эксплуатации резервуаров для хранения нефти на примере предприятия ООО «Транснефть - Дальний Восток».

Гипотеза исследований состоит в том, чтобы повысить безопасность при производстве работ по эксплуатации резервуаров для хранения нефти можно, если:

- провести изучение правовых документов, которые регламентируют процесс устойчивости функционирования нефтегазового комплекса;

- провести анализ практической деятельности организации нефтегазового комплекса, направленная на повышение устойчивости функционирования подведомственных объектов;
- провести изучение основных требований, которые устанавливаются под процесс эксплуатации, хранению нефтепродуктов на исследуемом объекте;
- провести изучение резервуаров для хранения нефти и техническая методика их эксплуатаций при хранении нефти, в следствии проведенного анализа были выявлены основные проблемы;
- провести выработку рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, будут способствовать на эксплуатационные параметры нефтяных резервуаров 21) «Транснефть - Дальний Восток»;
- провести расчет технико-экономических показателей на введение разработанных рекомендаций и выявления экономической эффективности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 56

- изучить 56 правовые акты, регламентирующие вопросы устойчивости функционирования;
- изучить практическую деятельность организации нефтегазового комплекса, направленная на повышение устойчивости функционирования подведомственных объектов;
- провести анализ требований, предъявляемые к эксплуатации, хранению, перевозки нефти и нефтесодержащих продуктов;
- изучить резервуары для хранения нефти: типы, виды, вопросы эффективной эксплуатации;

- провести анализ эксплуатации резервуаров для хранения нефти на примере конкретного объекта защиты и разработать основные рекомендации по повышению безопасной эксплуатации;
- рассчитать затраты на внедрение технологий, мероприятий бережливого производства, сделать вывод о рентабельности внедрения и сроке окупаемости. 38

Теоретико-методологическую основу исследования составили: труды Колодкина В.М., Ветошкина А.Г., Григорьева А.В., Гусаковой Н.В. по 4 обеспечению должных мер безопасности при проведении данного вида работ.

Базовыми для настоящего исследования явились также: «Правила по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ и Система стандартов безопасности труда (ССБТ), Работы электросварные. Требования безопасности», а также другие нормативные правовые акты по тематике исследования.

Методы исследования: экспериментальные (наблюдение, сравнительный анализ), теоретико-эмпирический (аналогия, абстрагирование).

Опытно-экспериментальная база исследования является объект на производственной территории ООО «Транснефть - Дальний Восток».

Научная новизна исследования заключается в:

- в процессе совершенствования технологий, мероприятий при эксплуатации резервуаров;
- наиболее эффективной оценке потенциальных опасностей в процессе эксплуатации;
- создании новых методик предотвращения опасных ситуаций в процессе эксплуатации.

Теоретическая значимость заключается в исследовании эксплуатации резервуаров для хранения нефти, с процессом выявления основных проблем 2

и разработки рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти. 2

Практическая значимость исследования заключается в том, что 56 разработанные рекомендации по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, будут способствовать на эксплуатационные параметры нефтяных резервуаров 21) «Транснефть - Дальний Восток».

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- достаточным материалом изученных и используемой литературы для проведения теоретического и практического исследования;
- проведением расчетов затрат на внедрение технологий, мероприятий бережливого производства, а также составлением выводов о рентабельности внедрения и сроке окупаемости; 38
- разработкой технологий и мероприятий для повышения устойчивости и безопасности в процессе эксплуатации резервуаров.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в практическом исследовании и внедрении новых технологий и методик бережливого производства, а также в проведении требуемых расчетов и апробации полученных результатов теоретического и практического исследования.

На защиту выносятся: возможность использования новых рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, 58 х как:

- составленный список правовых актов применяемых в процессе проведения практического исследования по теме работы;
- анализ практической деятельности ООО «Транснефть - Дальний Восток»;

- составленный список основных требований, предъявляемых к процессу эксплуатации, хранению, перевозки нефти и нефтесодержащих продуктов, в который входит: визуальный осмотр – ежемесячно; очистка от отложений – не реже одного раза в 2–3 года; испытание на герметичность – раз в 5 лет; капитальный ремонт – каждые 10–15 лет; 29
- технический отчет проведенного 13иза применяемых в ООО «Транснефть - Дальний Восток» резервуаров для хранения нефтяных продуктов с выявлением основных проблем, таких как (трещины по днищу в сварных соединениях и наружном листовом металле (иногда трещины с бортов распространяются на наружный листовой металл); трещины в нижнем узле раструба в сварных соединениях и основном металле (в некоторых случаях трещины от углового шва переходят на металл первого пояса стенки); коррозия внутренней стенки; металла с металлическими поверхностями, периодическая коррозия угловых швов, которая проявляется образованием трещин в зоне сварного шва, соединенного с основным металлом; трещины в сварных панелях без сварных швов 29сварных швах; доходящие до наружного металла; шарового шарнира, шаровой опоры и торцевой крышки);
- разработанные рекомендации по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, будут способствовать на эксплуатационные параметры нефтяных резервуаров 21О «Транснефть - Дальний Восток». В который входит 20процентный неразрушающий контроль с применением радиографического контроля (далее - РК) или ультразвукового контроля (далее - УЗК) сварных швов стенки и окрайки днища при строительстве резервуара (с обязательным наличием заключений по неразрушающему контролю). Применение 17

антикоррозионной защиты внутренней поверхности с использованием лакокрасочных материалов со сроком службы не менее 20 лет и (или) припуском на локальную и общую коррозию стенки, днища, крыши, понтона, плавающей крыши, рассчитанным на 20 лет. Обеспечение средствами ЭХЗ защитного потенциала в процессе эксплуатации на резервуаре и технологических трубопроводах; 17

- экономический отчет проведения эффективности применения разработанных мероприятий по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, будут способствовать на эксплуатационные параметры нефтяных резервуаров 21 О «Транснефть - Дальний Восток». Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации 48
- показали, что общая стоимость вводимых рекомендаций – 3 920,54 тыс. рублей. Срок окупаемости 1 месяц.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав (разделов), заключения, содержит 15 рисунков, 5 таблиц, список использованной литературы (64 источников). Основной текст работы изложен на 90 страницах. 48

Гальваническая (контактная) коррозия — 2-го коррозия, происходящая при контакте двух или более металлов с различными электродными потенциалами» 1].

Коррозионная язва — «местное коррозионное разрушение, имеющее вид отдельной раковины. Язвенная коррозия характерна, в основном, для малоуглеродистых, углеродистых и низколегированных сталей при эксплуатации в жидких средах и грунтах» 1].

Локальная коррозия — 40 коррозия, которая поражает определенные участки поверхности металла или сварного соединения» 1].

Неравномерная сплошная коррозия — «это коррозия, которая происходит с разной скоростью в разных местах на поверхности металла» 1 [14].

Нитевидная коррозия — 2 коррозия, распространяющаяся в виде переплетённых нитей, преимущественно под неметаллическими защитными покрытиями. Нитевидная коррозия характерна для элементов днища, покрытых толстым и плотным слоем парафина, причём ширина нитей может достигать 5-15 мм» 1].

Ножевая коррозия — 2 избирательная, местная коррозия под напряжением неоднородного металла сварного шва, вытянутая вдоль шва. Располагается, как правило, по зоне сплавления металла в агрессивных средах, например, в подтоварной воде» 1].

Поперечная трещина сварного соединения — «трещина, ориентированная перпендикулярно продольной оси сварного шва» 86

Продольная трещина сварного соединения — «трещина, ориентированная параллельно продольной оси сварного шва» 86

Равномерная коррозия — «это непрерывная коррозия, которая происходит с одинаковой скоростью по всей поверхности металла» 1]. 2

Разветвлённая трещина сварного соединения – «трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях» 86

Сплошная коррозия — «коррозия, охватывающая всю металлическую поверхность конструкции или отдельных ее элементов (например, пояс резервуара» 15].

Трещина сварного соединения – 2 эффект сварного соединения в виде локального разрыва металла в сварном шве и (или) в зоне термического влияния» 15].

Щелевая коррозия – 2 арактерна для труднодоступных участков в виде щелей, зазоров, карманов. Встречается в щелях и зазорах между двумя металлами или в местах неплотного контакта металла с неметаллическим элементом в присутствии атмосферного кислорода; реализуется на внешней поверхности резервуара и в односторонних нахлесточных сварных соединениях изнутри кровли резервуара» 15].

Перечень сокращений и обозначений

ГОСТ – Государственный стандарт

ООО – Общество с ограниченной ответственностью 6

РВС – Резервуар вертикальный стальной с неподвижным днищем без понтона

РВСП – Резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей и понтоном

РВСПК – Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей

РК – Радиографический контроль 34

СНН – Склад нефти и нефтепродуктов

ССБТ – Система стандартов безопасности труда

УЗК – Ультразвуковой контроль

1 Вопросы повышения устойчивости функционирования на объектах нефтегазового комплекса

1.1 Правовые акты, регламентирующие вопросы устойчивости функционирования

Теоретическое исследование направлено на изучение законов и нормативных актов, обеспечивающих эксплуатационную надежность.

Проанализируем ГОСТ 31385-2016, устанавливающий нормы проектирования, изготовления, монтажа и испытаний стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти вместимостью от 100 до 120 000 кубических метров, уделяя особое внимание требованиям механической и промышленной безопасности, а также мерам по предотвращению несчастных случаев и производственных травм. 32

Рассмотрим Постановление № 529 (в редакции), изданное Федеральной службой технического надзора 45-й Российской Федерации от 15 декабря 2020 года, 56-е устанавливающее федеральные стандарты и правила промышленной безопасности для нефтехранилищ. Эти правила требуют, чтобы эксплуатация и техническое обслуживание осуществлялись в соответствии с законом, в частности, 61-й статьей 4, пунктом 3 Закона о промышленной безопасности опасных промышленных объектов [2].

В соответствии с утвержденными Федеральной службой технического надзора Российской Федерации (Королевского технического 30-го) от 23 августа 2023 г. (Приказ № 305) 17-ми правилами техники безопасности по технической диагностике сварных вертикальных цилиндрических нефтехранилищ предусматривают, что для группы аналогичных нефтехранилищ (РВС, РВСП, РВСПА, РВСПК) в пределах одного резервуарного парка комплексная техническая инспекция может проводиться на одном репрезентативном резервуаре. Данная упрощенная мера требует соблюдения следующих условий: резервуары должны находиться в пределах 1

расчетного срока службы (не более 20 лет), условия эксплуатации (конструкция, материалы, технологические процессы, время и условия эксплуатации) должны быть идентичными, а хранимые продукты должны относиться к одной категории и соответствовать требованиям ГОСТ 1510-2022 и ГОСТ 28576-90» **1**.

Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 №777 «Об утверждении Руководства по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов». **54**
Содержит в себе сведения: **54**

- «руководство по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов (далее - Руководство по безопасности) разработано в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности;
- настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по обеспечению требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, техническом перевооружении, реконструкции, консервации и ликвидации нефтебаз и складов нефтепродуктов и не является нормативным правовым актом;
- для выполнения требований, указанных в федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности, организации, осуществляющие вышеуказанную деятельность, могут использовать иные способы и методы, чем те, которые указаны в настоящем Руководстве по безопасности;
- в настоящем Руководстве по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов применяются сокращения, а также термины и определения, приведенные в Приложениях N 1, 2 к настоящему Руководству по безопасности; **1**

- руководство по безопасности не распространяется на нефтебазы и склады нефтепродуктов с продуктами, имеющими упругость паров выше 700 мм рт. ст.» 1.

Приказ МЧС РФ от 26.12.2013 №837 (ред. от 29.12.2023) 35
утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов. 39 бования пожарной безопасности». Содержит в себе сведения:

- «настоящий свод правил, разработанный на основе положений и требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", устанавливает требования пожарной безопасности к складам нефти и нефтепродуктов (далее - СНН);
- настоящим сводом правил следует руководствоваться при разработке нормативных документов, регламентирующих требования пожарной безопасности СНН, при проектировании, строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и ликвидации СНН;
- наряду с настоящими нормами должны соблюдаться требования пожарной безопасности, изложенные в других нормативных документах, если эти требования не регламентированы настоящим сводом правил» [5].

«Настоящий свод правил не распространяется на:

- склады нефти и нефтепродуктов негражданского назначения, проектируемые по специальным нормам;
- склады сжиженных углеводородных газов;
- склады нефти и нефтепродуктов с давлением насыщенных паров более 93,1 кПа (700 мм рт. ст.) при температуре 20 °С;
- склады синтетических жирозаменителей;
- склады полярных жидкостей; 39

- склады нефти и нефтепродуктов с применением резервуаров с защитной стенкой (резервуары типа "стакан в стакане");
 - подземные хранилища нефти и нефтепродуктов, сооружаемые геотехнологическими и горными способами в непроницаемых для этих продуктов массивах горных пород, и ледогрунтовые хранилища для нефти и нефтепродуктов;
 - резервуары и другие емкости для нефти и нефтепродуктов, входящие в состав технологических установок или используемые в качестве технологических аппаратов;
 - автозаправочные станции, не относящиеся к топливозаправочным пунктам складов нефти и нефтепродуктов предприятий нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности»
- [5].

Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Содержит в себе сведения: стоящий Федеральный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (далее также - организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты) к локализации и ликвидации последствий указанных аварий».

Положения настоящего Федерального закона простираются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации и на иных территориях, над которыми Российская

Федерация осуществляет юрисдикцию в соответствии с законодательством Российской Федерации и нормами международного права» 1.

Руководящие документы Ростехнадзора (РД 08-95-95). Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов. 32. Общий горный и промышленный надзор России. Содержит в себе сведения: «диагностирование и заключение о техническом состоянии и о возможности дальнейшей эксплуатации резервуаров, сооруженных не по типовым проектам или по импортным поставкам, а также резервуаров со сроками эксплуатации, превышающими 30 лет, и в других сложных случаях производятся специализированной организацией» 1.

1.2 Практическая деятельности организаций нефтегазового комплекса, направленная на повышение устойчивости функционирования подведомственных объектов

Резервуарные парки представляют собой сложные системы резервуаров и оборудования, используемых для хранения нефти и нефтепродуктов, и широко применяются в нефтегазовой отрасли. Эти объекты объединяют хранилища в соответствии с товарными категориями, обеспечивая систематическое хранение различных сырьевых материалов и продуктов [4].

Стальные резервуары обычно используются для эффективного дозирования и хранения нефтяного сырья. Управление такими объектами зависит от выбранной компанией стратегии: от полностью централизованных систем до моделей, предполагающих сотрудничество с другими участниками отрасли. Например, резервуарный парк может обслуживать нефтеперерабатывающие заводы, насосные станции и другие объекты. Хранилища ресурсов классифицируются по их функциональным характеристикам [7]. 3

Для обеспечения бесперебойного дозирования нефти и нефтепродуктов используются современные резервуарные парки, включающие отдельные резервуары, модульные резервуары и сопутствующее оборудование. Проектирование, строительство и эксплуатация этих объектов строго соответствуют международным строительным стандартам [12].

Резервуары и нефтехранилища классифицируются по назначению для хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов. В зависимости от местоположения хранилища могут быть надземными или подземными.

Подземные резервуары ³ обычно изготавливаются из высокопрочного бесшовного железобетона, а их поверхности часто покрываются металлизированной краской. Вертикальные резервуары для хранения изготавливаются из высокоуглеродистой стали, что облегчает их вертикальное размещение и установку других компонентов, таких как верхняя часть резервуара. Верхние части таких резервуаров могут быть стационарными или плавающими» ¹.

Согласно информации, представленной в Таблице 1 стандарта ITS46-2019, нефтепродукты классифицируются как легковоспламеняющиеся жидкости и относятся к классу опасности 3 (включая подклассы 3.1, 3.2 и 3.3). В нефтехимической промышленности для хранения жидкостей и газов используются различные ² конструкции резервуаров, такие как металлические емкости, резервуары и специализированные газохранилища [13].

Среди них «наиболее широко используются стальные резервуары, форма которых может быть горизонтальной (для хранения жидкостей и газов), вертикальной (для хранения жидкостей или газов соответственно) или сферической (для хранения сжиженных газов)» ¹].

Согласно представленному методу «определение резервуара: герметично закрытая или открытая емкость для хранения жидкостей и газов. Наиболее распространены стальные резервуары» ¹ [12, с. 872]. «При необходимости на поверхность наносят атмосферостойкие, защитные и другие материалы и покрытия» ¹]. ²

Функционированию резервуарного парка является «обеспечение эффективной и результативной реализации технологических процессов учета, распределения, хранения и выдачи нефти и ее переработки потребителям. Требования к устойчивости резервуарных парков регламентируются национальными и государственными стандартами» ¹]. ²

«Строительство резервуарных парков осуществляется в соответствии с СП 155.13130.2014 (утвержден взамен старого СНиП 2.11.03–93)» ¹], а также «ГОСТ 151–8 493–2002» [10].

«Все указанные параметры определяются следующими характеристиками:

- категории, которую имеет товарный парк;
- объема продукта задействованных резервуаров;
- схем расположения и планировки парка;
- последовательности строительства, реконструкции, перевооружения и ввода в эксплуатацию резервуаров;
- условий ландшафта и местности» ¹].

«По своему конструкционному профилю резервуары бывают:

- вертикальной геометрической формы;
- горизонтальные емкости со стационарной крышей;
- горизонтальные с плавающей, от уровня продукта, крышей» ¹.

Кроме того, «при строительстве, реконструкции, ремонте учитываются параметры в зависимости от известных критериев:

- предназначение, категория парка и его номинальный объем;
- длительность эксплуатации и схем расстановки контейнеров;
- климатические особенности и географическое положение» ¹.

Для поддержания состояния резервуара ² проводятся систематические работы по техническому обслуживанию, включающие осмотры, плановые работы и комплексное техническое обслуживание всего установленного и внутреннего оборудования, включая резервуар. Не реже одного раза в шесть ¹

месяцев следует проводить плановые проверки и регулировки резервуаров. При одновременном ремонте стальных стенок, стальных днищ и сопутствующих элементов их состояние проверяется на основании результатов измерений и осмотров, без необходимости уничтожения запасов материала» **1**].

Плановое техническое **2** обслуживание резервуаров проводится не реже одного раза в 2 года. Перекачка хранящегося материала является одной из операций, выполняемых при капитальном ремонте резервуара: резервуар осушается, из него удаляется газ, вертикальный стальной резервуар подвергается внутренней и внешней коррозии, проверяется имеющаяся стальная арматура резервуара, состояние сварных соединений, испытывается и заменяется линейное вспомогательное оборудование» **1**].

Особое внимание следует уделить тщательному осмотру стальной конструкции при установке и окраске кромок на стыке «моринг», так как эта область является наиболее нагруженной частью данной инженерной конструкции.

«Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуара необходимо провести следующие мероприятия: корректировку устойчивости резервуара вертикального стального при повышении допустимой температуры, замену дефектных элементов металлоконструкций, восстановление прочности резервуара вертикального стального и испытание резервуара вертикального стального на прочность» **1**].

Все мероприятия должны выполняться на самом высоком технологическом уровне. Запрещается игнорировать правила безопасности при работе с машиной. **2**

«При обслуживании резервуаров наиболее часто встречаются следующие дефекты и повреждения:

- дефекты сварных соединений: трещины, дефекты сварки, коррозия; **1**

- повреждения конструктивных элементов: повреждения днища, кровли, понтона и других элементов;
- остальные проблемы: загрязнения, коррозия поверхности, проблемы с основанием фундамента, разрушение защитного покрытия поверхности» [1].

«Коррозионные повреждения, которые чаще встречаются для систем из низкоуглеродистых и низколегированных сталей без коррозионной изоляции, а также с защитными покрытиями на основе алюминия и цинка типа РД 26-10-87, включают» [1].

«Сплошная коррозия — коррозия, охватывающая всю металлическую поверхность конструкции или отдельных ее элементов (например, пояс резервуара или стенку из гофрированной бумаги). требования к сталям, алюминию, цинку и алюминиевой защите в любой среде, где коррозионная стойкость материала покрытия или металла недостаточно высока Толщина, которая определяется толщиной: а годовое техническое обслуживание. воздуха — 25–100 мкм/год, на суше — 5–75 мкм/год, в воде — 50–250 мкм/год» [1].

«Непрерывная коррозия подразделяется на следующие подпроцессы:» [4]
 «Равномерная коррозия — это непрерывная коррозия, которая происходит с одинаковой скоростью по всей поверхности металла» [1].

«Неравномерная сплошная коррозия — это коррозия, которая происходит с разной скоростью в разных местах на поверхности металла» [18].

«Локальная коррозия — это коррозия, которая поражает определенные участки поверхности металла или сварного соединения» [1].

«Гальваническая (контактная) коррозия — это коррозия, происходящая при контакте двух или более металлов с различными электродными потенциалами. Металл с более высоким электродным потенциалом (анод) разрушается, и образующиеся при этом продукты в виде окислов отлагаются» [1].

на металле с положительным по отношению к первому электродным потенциалом» [1].

«Этот механизм используется для защиты от коррозии стальных элементов конструкций, которые покрываются цинком, алюминием или оловом» [1].

«Коррозионная язва - местное коррозионное разрушение, имеющее вид отдельной раковины. Язвенная коррозия характерна, в основном, для малоуглеродистых, углеродистых и низколегированных сталей при эксплуатации в жидких средах и грунтах» [1].

«При очистке этих мест стальной щеткой обнаруживается язва» [1].

Точечная коррозия проявляется в виде одиночных или множественных мелких ямок на поверхности металла. Эти повреждения имеют схожую глубину и ширину, варьируясь от нескольких миллиметров до нескольких миллиметров. Точечная коррозия часто сопровождается образованием плотного слоя продуктов разложения металла, покрывающего всю поверхность или большую площадь вокруг ямок. Это явление особенно заметно в незащищенных стальных конструкциях, заглубленных под землю.

Кислородная точечная коррозия проникает глубоко в металл и вызвана присутствием свободного кислорода в жидком или газообразном состоянии. У основания металла образуется приподнятая коричневая ржавчина, обычно покрытая слоем черного оксида.

Точечная коррозия — это локализованная форма повреждения металла, проявляющаяся в виде небольших ямок диаметром 1-2 миллиметра, глубина которых больше ширины. Эта коррозия развивается быстро (до 0,5 миллиметра в год) и может привести к образованию сквозных отверстий (фистул). Точечная коррозия чаще всего возникает в местах неровного металла или при повреждении защитной пленки, например, каплями воды. Нержавеющая сталь и алюминиевые сплавы склонны к точечной коррозии, в то время как низколегированные стали подвержены ей редко. В частности, углеродистая сталь и низколегированные стали, используемые в [2]

нефтегазовой отрасли и в условиях сточных вод, как правило, менее подвержены точечной коррозии.

Следует отметить, что утверждение о том, что термин «точечная коррозия» является синонимом термина «коррозия», не является точным [16].

Ножевая коррозия – «избирательная, местная коррозия под напряжением неоднородного металла сварного шва, вытянутая вдоль шва. Располагается, как правило, по зоне сплавления металла в агрессивных средах, например, в подтоварной воде. Обычно имеет вид глубокого подрезанной формы, хотя может проходить и по центральной части валика усиления, особенно в угловых швах. В резервуарах особенно опасна ножевая коррозия внутреннего углового сварного соединения стенки с днищем, потенциально являющаяся источником образования и развития трещины» ¹ [19].

«Щелевая коррозия - характерна для труднодоступных участков в виде щелей, зазоров, карманов. Встречается в щелях и зазорах между двумя металлами или в местах неплотного контакта металла с неметаллическим элементом в присутствии атмосферного кислорода; реализуется на внешней поверхности резервуара и в односторонних нахлесточных сварных соединениях изнутри кровли резервуара. В средах нефти и подтоварной воды щелевой эффект не реализуется из-за отсутствия атмосферного кислорода (не путать с ножевой коррозией)» ¹ [7].

«Нитевидная коррозия - коррозия, распространяющаяся в виде переплетённых нитей, преимущественно под неметаллическими защитными покрытиями. Нитевидная коррозия характерна для элементов днища, покрытых толстым и плотным слоем парафина, причём ширина нитей может достигать 5-15 мм» ¹ [1].

Межкристаллитная коррозия возникает, когда скорость растворения на границах зерен в сплаве значительно превышает скорость растворения в объеме сплава. Это явление часто встречается в упрочненных металлах, подвергающихся растягивающим напряжениям вблизи предела текучести в ²

водных растворах с высокой концентрацией растворенных веществ. Это приводит к снижению пластичности и образованию микротрещин. Для обнаружения этого типа коррозии можно использовать неразрушающие методы контроля, такие как вихретоковый контроль и магнитопорошковый контроль. Визуальный осмотр возможен только при наличии явных трещин, распространяющихся до поверхности. Важно отметить, что, в отличие от трещин, проникающих в зерна, разрушение при межкристаллитной коррозии происходит вдоль границ зерен. 56

Разрушение является хрупким, без деформации, и микроструктура сохраняет свою форму до разрушения. «Межкристаллитная коррозия наиболее распространена в нержавеющей стали и упрочненных алюминиевых сплавах, особенно вблизи сварных швов. Она проявляется в виде множественных, равномерно распределенных трещин по большой площади поверхности, возникающих одновременно из нескольких точек и не обязательно связанных с точками концентрации напряжений. Металлографическое исследование является наиболее точным методом диагностики, особенно подходящим для аустенитных хромоникелевых сталей и алюминиевых сплавов» 1]. 2

Коррозионное растрескивание под напряжением (или коррозия под напряжением) — это процесс разрушения материала, в котором участвуют два фактора: растягивающая нагрузка и коррозионная среда. Важно отметить, что сжимающее напряжение не вызывает этого явления. Эта коррозия проявляется в виде образования одиночных или множественных трещин в точках концентрации напряжений, как во время эксплуатации, так и внутри зерен. Трещины могут распространяться вдоль границ зерен (между зернами) или внутри зерен. Скорость их распространения перпендикулярно направлению приложенного 31 ржения обычно выше, чем на плоскости поверхности. Это отличает коррозионное растрескивание под напряжением от межзеренной коррозии. 2

Обычные или высокопрочные стали (прочность до 600 МПа и выше) с низким содержанием углерода и легирующих элементов подвержены этой коррозии в следующих средах:

- горячие щелочные растворы и нитратные растворы.
- смеси, содержащие CO, CO₂, H₂ и H₂O.
- среды, содержащие аммиак или сероводород.

Коррозионное растрескивание под напряжением начинается, когда растягивающее напряжение превышает определенное критическое значение. Чем выше прочность стали, тем ниже это критическое значение. Например, для стали VSt3 этот порог составляет половину предела текучести; для стали 09G2S — 30% от предела текучести; а для сталей 14G2AF и 09G2FB — всего 5–10% от предела текучести. Если напряжение ниже этого критического значения, коррозионное растрескивание под напряжением не произойдет. При подозрении на это явление для подтверждения необходим металлографический анализ.

Коррозионная усталость — «это разновидность коррозии под напряжением. Она возникает в коррозионных жидких средах и подвергается переменным (циклическим) нагрузкам. Как и коррозионное растрескивание под напряжением, она приводит к образованию трещин со схожими характеристиками» [1].

Эрозия — «механическое удаление металла в местах падения входного потока рабочей жидкости, напротив входных патрубков, вокруг выходных патрубков и т.п. (проявляющаяся особенно интенсивно, если в жидкости присутствуют твёрдые частицы). Эрозия выражается в виде углублений, язв, внешне похожих на коррозионные. От язвенной коррозии внешне отличается отсутствием продуктов коррозии или присутствием их в небольшом количестве, несоизмеримом с размерами повреждений. (Эрозия характерна, например, для используемых при добыче нефти сосудов, работающих под давлением, в меньшей степени - для резервуарных конструкций)» [1].

Виды дефектов сварных соединений [15]. 2

Трещина сварного соединения – «дефект сварного соединения в виде локального разрыва металла в сварном шве и (или) в зоне термического влияния» [15]. «Продольная трещина сварного соединения - трещина, ориентированная параллельно продольной оси сварного шва» [15].

«Поперечная трещина сварного соединения - трещина, ориентированная перпендикулярно продольной оси сварного шва» [15].

«Разветвлённая трещина сварного соединения - трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях» [15].

«Непровар (несплавление) - дефект в виде отсутствия сплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок основного металла или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва. Различают непровары между кромками основного металла (внутренние или наружные), между основным металлом и металлом шва, между слоями (валиками) шва при многослойной сварке. Наиболее опасным следует считать непровар корня шва. Непровар снижает усталостную прочность шва, повышает склонность конструкции к хрупкому разрушению. В строительных конструкциях встречается «конструктивный непровар», считающийся допустимым при статических нагрузках, и заложенный в проектной документации» [15].

«Наплыв на сварном соединении - дефект в виде натека расплавленного металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним. Является концентратором напряжения, часто скрывает коррозию или подрез со шлаковым включением» [15]. «Подрез зоны сплавления - дефект в виде углубления на основном металле вдоль линии сплавления сварного шва с основным металлом» [14].

«Уменьшает сечение основного металла, является концентратором в зоне высоких остаточных напряжений и источником зарождения ножевой коррозии» [15]. 2. Искривленность корня шва - дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны

86-стороннего сварного шва. Может быть концентратором напряжений [121]

Сварочный кратер: Воронкообразное углубление на поверхности сварного шва. Не всегда обеспечивает полное проплавление и обычно возникает при прерывании дуги [30].

Пористость: Полое круглое пространство, заполненное газом внутри сварного шва [15].

Цепочка пор: Множество пор, расположенных в линию внутри сварного шва [38].

Включения: Инородные частицы (остатки флюса или покрытия электрода), внедренные в сварной шов. Их форма не ограничена. Эти включения часто встречаются наряду с другими дефектами, такими как непроплавление, подрез или кромочное проплавление. Иногда они могут быть очень большими и даже опасными [15].

Расслоение основного металла вблизи сварного шва: Дефект, проявляющийся в виде трещин, параллельных или слегка наклоненных к поверхности пластины, соответствующих направлению прокатки металла. Эти трещины расположены вблизи сварного шва.

Смещение кромки: Дефект, при котором высота кромки свариваемого металла непостоянна. Это вызвано неправильной подготовкой деталей перед сваркой. Если это смещение велико по отношению к толщине кромки, оно может быть опасным, поскольку снижает прочность сварного шва и изменяет характер действующих на него напряжений [40].

Угловатость кромок сварного соединения – «дефект, обусловленный наличием углового смещения сваренных встык плоских элементов (деталей), вызван некачественной сборкой сварного соединения под сварку, либо нарушением технологии сварки (при двусторонней или многослойной сварке)» [13]. Неправильное сопряжение сварного шва – дефект в виде резкого перехода поверхности сварного шва к основному металлу. Является концентратором напряжений, часто сопутствует непровару или несплавлению кромок» [1].

Выводы по разделу

Согласно исследованиям, стальные резервуары являются наиболее распространенным типом резервуаров для хранения. Их конструкция варьируется в зависимости от хранимой среды: горизонтальные резервуары используются для хранения жидкостей и газов, вертикальные — для хранения жидкостей и газов, а сферические — для хранения сжиженных газов. 3 Регулярное техническое обслуживание резервуаров должно проводиться не реже одного раза 56 а года. Ключевые этапы капитального ремонта включают откачку воды из резервуара, его опорожнение, дегазацию и тщательную проверку на наличие внутренней и внешней коррозии. Во время ремонта необходимо осмотреть арматурную сталь, оценить состояние сварных швов, а также проверить и заменить вспомогательное оборудование.

Во время монтажа и покраски крайне важен детальный осмотр стальной конструкции в зоне сварного шва, поскольку именно эта зона испытывает наибольшее напряжение. Приемка и контроль качества работ по техническому обслуживанию включают визуальный осмотр для выявления дефектов сварных швов, таких как отклонения формы, размера и состояния поверхности, а также наличие трещин, пористости, подрезов, шлаковых включений и незаполненных ямок. Перечень допустимых дефектов указан в соответствующих нормативных документах, включая «Технические правила эксплуатации резервуаров», «Руководство по техническому обслуживанию» и СНиП 3.03.01-87. Для обнаружения дефектов в сварных соединениях на дне, фланцах и верхней части резервуаров используются методы вакуумной инспекции. Все обнаруженные дефекты должны быть устранены.

Таким образом, ознакомление с этим разделом позволяет нам понять природу и основные функции резервуарных парков, а также определить наиболее распространенные типы резервуарного оборудования — стальные резервуары различной вместимости. Кроме того, дает определения о требованиях к проектированию резервуарных парков 2].

2 Вопросы безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти

2.1 Основные требования, предъявляемые к эксплуатации, хранению, перевозке 13

Резервуары для хранения являются неотъемлемой частью технологических парков для компаний различных отраслей промышленности: от нефтехимической до пищевой. Особо высокой ответственности подлежат контейнеры, используемые для хранения легковоспламеняющихся или взрывоопасных веществ. Данное оборудование может представлять серьезную опасность, если оно производится, эксплуатируется или обслуживается не в соответствии со строгими стандартами и нормативными требованиями 29

Сертификация и стандартизация резервуаров — это не просто формальность, а неотъемлемая часть безопасной производственной системы. Четкие спецификации и правила гарантируют, что контейнеры соответствуют необходимым требованиям по качеству, прочности и герметичности. Для подтверждения соответствия резервуаров признанным стандартам они должны пройти процедуру сертификации.

Сертификация может быть обязательной или добровольной. Обязательные правила распространяются только на резервуары, используемые в промышленных условиях и работающие под избыточным давлением. Для обычных контейнеров для массовых грузов может быть зарегистрирован добровольный сертификат соответствия. Сертификация может проводиться как для серийной продукции, так и для отдельных изделий [37].

Существует множество международных и национальных стандартов, применяемых к резервуарному оборудованию. Таких документов много,

поскольку каждая отрасль предъявляет свои особые требования к контейнерам. Давайте рассмотрим некоторые важные стандарты, касающиеся резервуаров для хранения в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

– ГОСТ 31385-2023.

Устанавливает общие технические требования к проектированию, изготовлению, монтажу и испытаниям вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для хранения нефти, нефтепродуктов, других жидкостей, а также как минеральные удобрения, нефтесодержащие сточные воды и даже пищевые жидкости, с соблюдением санитарных норм. Стандарт распространяется на резервуары номинальным объемом от 100 до 120 000 куб. метров. Охватывает множество аспектов: от условий эксплуатации до требований безопасности [52].

Согласно ГОСТ 31385-2023 срок службы резервуара определяется на стадии проектирования исходя из материально-технических и экономических показателей конструкции. Контроль качества монтажных и сварочных работ имеет решающее значение для обеспечения надежности.

Для диагностики состояния топливного бака используется двухэтапный тест. Они могут быть частичными (вывод из эксплуатации не требуется) или полными (вывод из эксплуатации требуется). Данная проверка проводится через 5–10 лет эксплуатации; сроки зависят от типа резервуара. Технические решения по обеспечению долговечности включают неразрушающий контроль сварных швов, использование высококачественных лакокрасочных материалов, систем электрохимической защиты (ЭХЗ), а также контроль утечек.

– API STD 650.

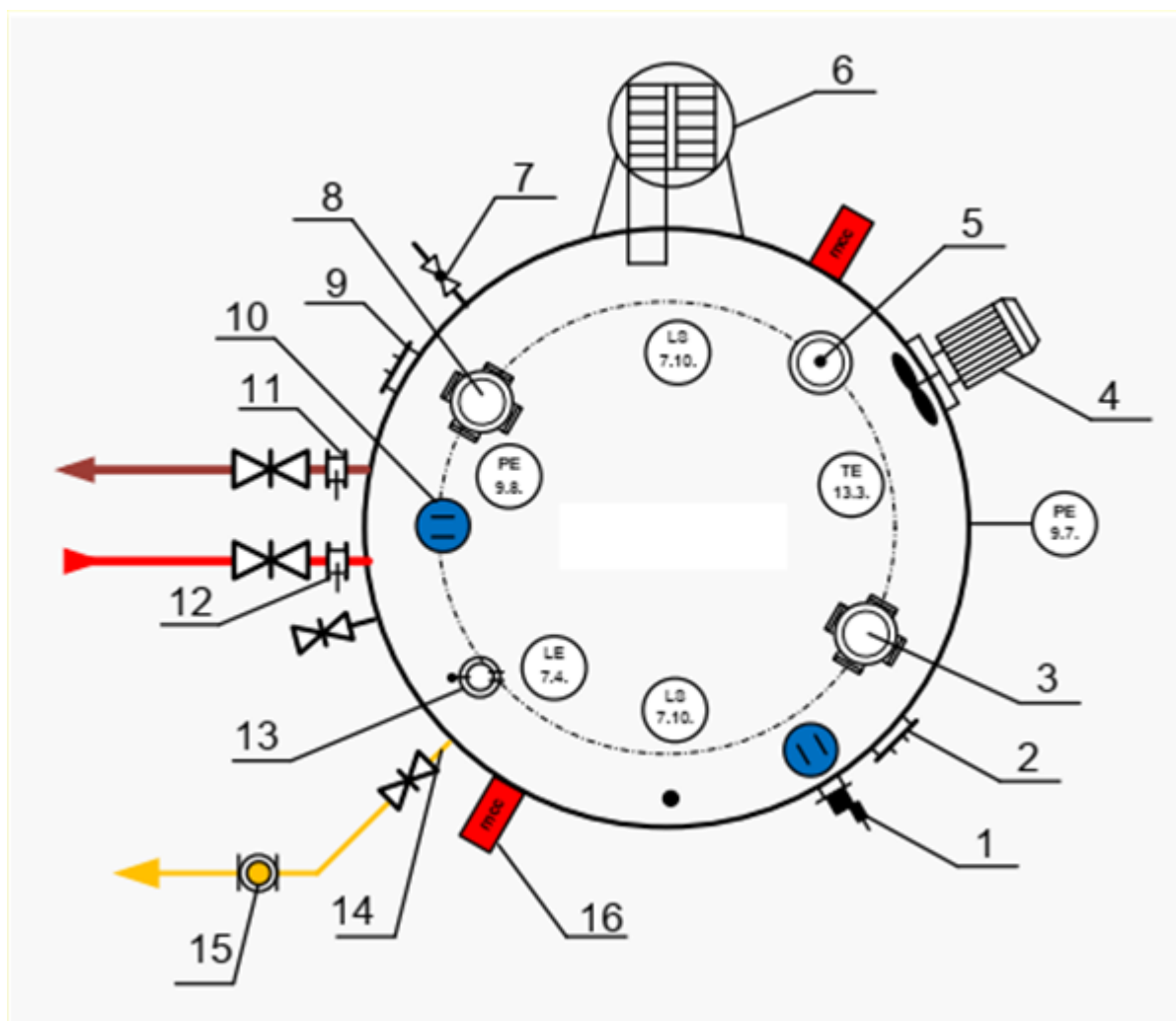
Стандарты API (Американского института нефти) разрабатываются Американским институтом нефти и принимаются многими странами в процессе разработки собственных стандартов и приложений. Американская организация отвечает за установление требований к добыче, хранению,

транспортировке и переработке нефти, а также участвует в разработке нормативной базы для нефтяной отрасли.

API совместно с Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM International) разработала популярный стандарт API STD 650 (2001) для сварных стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов. Он оказал значительное влияние на конструкцию танков в разных странах.

В документе не указаны фиксированные размеры резервуара, что дает заказчикам возможность выбора желаемых параметров. Однако в нем даны подробные рекомендации и требования, обеспечивающие надежность и экономичность такого резервуара. Ориентирован на нефтегазовую отрасль, предлагая экономически эффективные и надежные решения для хранения нефти, нефтепродуктов и других жидкостей.

«Резервуары оснащены различным оборудованием, основное оборудование приведено на рисунке 1» [1]. 6



Перечень элементов: 1. 6 роботоотборник стационарный многоколонный резервуарный ПСМР; 2. Люк-лаз овальный ЛЛ; 3. Клапан дыхательный КДС; 4. Устройство для размыва донных отложений «Тайфун-20»; 5. Клапан аварийный; 6. Лестница шахтная; 7. Кран сифонный КС; 8. Клапан предохранительный КДС; 9. Люк-лаз цилиндрический ЛЛ; 10. Люк световой ЛС; 11. Приёмо-раздаточное устройство ПРУ; 12. приёмораздаточное устройство ПРУ; 13. Люк замерный ЛЗ; 14. Патрубок приёмо-раздаточный ППР (для дренажа подтоварной воды); 15. Фонарь смотровой прямооточный; 16. Пенная камера ПК» 17].

Рисунок 1 – Схема расположения оборудования 9

«Конструкции резервуара:

- основные несущие конструкции: стены, включая врезные трубы и люки, нижние кромки, бескаркасные крыши, рамы и опорные кольца для каркасных крыш, анкерное крепление и крепление стен, а также арматурные кольца; 1

- конструкция корпуса: нижняя центральная часть, фиксированная крыша, плавающая крыша, плавающий мост» [12].

«Эксплуатация резервуаров и РП — это совокупность мероприятий по приему, хранению и сдачи нефти, испытанию и приемке резервуара в эксплуатацию, его ТО и ремонту» [17].

В процессе эксплуатации выполняется множество работ, которые представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 - Работы в процессе эксплуатации резервуаров

Для обеспечения нормальной эксплуатации нефтебазового хозяйства и отдельных нефтебаз в межремонтный период необходимо своевременно и качественно проводить техническое обслуживание и текущий ремонт.

«Техническое обслуживание и ремонт нефтяных резервуаров и других объектов резервуарного парка осуществляются силами и средствами насосных станций, автозаправочных станций и нефтебаз.

Техническое обслуживание нефтебазы включает в себя регулярный осмотр, плановую организацию и своевременное выполнение регламентных

работ по техническому обслуживанию самих нефтебаз, нефтебазового оборудования, приборов и систем, нефтепроводов и систем пожаротушения нефтебазы.

Техническое обслуживание осуществляется в соответствии с инструкциями изготовителя, отраслевыми рекомендациями и инструкциями по эксплуатации резервуаров, оборудования, приборов, систем, которые разрабатываются с учетом конкретных условий предприятия или его филиалов» [55].

Проверки и осмотры резервуаров хранения и нефтебаз должны проводиться согласно графику, указанному на рисунке 3. Утвержденные главным инженером филиала предприятия инструкции и записи и отметки об устранении дефектов в журнале осмотра и обслуживания резервуаров.

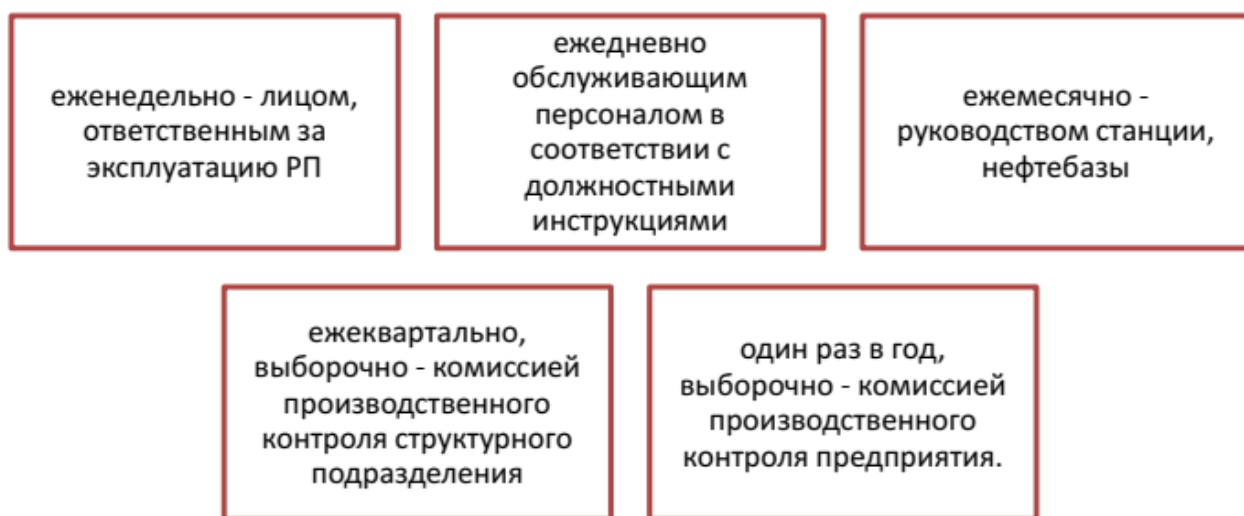


Рисунок 3 - График осмотра резервуаров и РП 28

«Акт с занесением в него выявленных недостатков составляется в результате осмотра РП комиссией» 1].

«Для поддержания технических и эксплуатационных характеристик плановое техническое обслуживание должно проводиться без опорожнения бака. 1

По результатам осмотра нефтебазы комиссиями производственного контроля всех уровней, начальниками станций, АЗС, нефтебаз и автозаправочных станций по мере необходимости проводятся текущие ремонты на всей нефтебазе или отдельных резервуарах. и корпоративные филиалы.

Ответственность за организацию и проведение технического обслуживания и текущего ремонта нефтебазы, резервуаров и оборудования, установленного в резервуарах и на нефтебазах, возлагается на должностное лицо, ответственное за обслуживание и ремонт нефтебазы в соответствии с должностной инструкцией. описание (инструкции)» **1**)].

При осмотре РВС необходимо обратить внимание на пункты указанные на рисунке 4.

- появление вмятин
- образование трещин по сварным швам и основному металлу
- неравномерную осадку резервуара
- образование трещин по сварным швам и основному металлу

Рисунок 4 – Пункты при осмотре РВС

«В **6** резервуарах с неподвижным верхом необходимо контролировать избыточное давление и следить за тем, чтобы оно соответствовало установленному давлению. Для резервуаров, эксплуатируемых длительное время, избыточное рабочее давление, максимальное давление и вакуум могут быть ниже проектных значений, а величина снижения зависит от результатов диагностики состояния резервуара» **1** **5** **9**].

Визуальный осмотр поверхности понтона следует проводить через световой люк в верхней точке понтона. Во время осмотра проверьте наличие пятен или масла на понтонном покрытии и в открытых ящиках.

«Осмотр плавающей крыши должен производиться с верхней кольцевой платформы. Во время осмотра следует проверить положение и уровень плавающей крыши, отсутствие масла в центральной части плавающей крыши, наличие снега на плавающей крыше. в зимнее время следует проверить состояние защитного кожуха, кольцевого уплотнительного клапана и клапана дренажной системы. Местоположение.

При проведении технического обслуживания резервуаров с плавающей крышей необходимо проверить состояние телескопической лестницы, погружение плавающей крыши, проверить наличие масла в отсеках между резервуарами и цистернами, техническое состояние клапанов и их стихии и ливневые стоки» **1**].

Для облегчения обслуживания каждому ящику плавающей крыши должен быть присвоен серийный номер, написанный несмываемой краской, начиная с ящика, расположенного над впускными и распределительными трубами, и далее по часовой стрелке. **32**

Если нефть присутствует в дренажных системах, шахтах, диспетчерских или достигает поверхности засыпки резервуара или территории резервуарного парка, резервуар необходимо опорожнить для выявления и устранения имеющейся неисправности.

Текущий ремонт проводится в плановом порядке без очистки резервуара по заранее разработанному графику **32** занный на рисунке 5. **9**

ремонт кровли, верхних поясов стенки	ремонт сифонных кранов	набивка сальников задвижек
ремонт отмостки	ремонт заземления	ремонт прочего оборудования, расположенного с внешней стороны резервуара
замена кассет на огневых предохранителях	подтяжка болтов	окраска

Рисунок 5 - Работы при текущем ремонте РВС

«Осадка фундамента резервуара должна контролироваться в течение всего срока эксплуатации для обеспечения надежной и бесперебойной работы» 1 9

«Контроль осадки основания вертикального стального резервуара включает в себя нивелировку нижней кромки по наружному периметру резервуара в процессе эксплуатации. По результатам нивелировки составляется отчет.

Абсолютная отметка нижнего края или верха нижнего пояса должна ежегодно выравниваться не менее чем в восьми точках, но на расстоянии не менее 6 метров друг от друга в течение первых четырех лет эксплуатации. В последующие годы контролируемую планировку необходимо проводить систематически (не реже одного раза в 5 лет)» 1 6

«Нивелировка нижнего края вертикального стального резервуара должна производиться через каждые 6 метров. В большинстве случаев эти 1

точки нивелировки совпадают с вертикальными швами нижнего пояса корпуса резервуара, если плита нижнего пояса составляет 6 метров» 13]. 6

«Для получения достоверных значений осадки резервуара перед нивелированием необходимо проверять геодезические приборы и систематически контролировать отметки на реперах, запорной арматуре и лестницах, а также отметки точек нивелирования на танк.

При выравнивании нижнего края необходимо также выравнивать фундамент лестничной клетки и фундамент запорной арматуры приемного технологического трубопровода» 1)].

Когда осадка фундамента достигает максимального значения, комитет принимает решение о необходимости прекращения эксплуатации резервуара.

«Коммерческие нефтебазы или независимые нефтяные резервуары должны использовать устройства молниезащиты, соответствующие действующим требованиям НТД, для предотвращения прямых ударов молнии, статического электричества и электромагнитной индукции, а также внедрения высокого потенциала» 1.

Перед заполнением масляного бака необходимо включить устройство молниезащиты.

«Для РП групп резервуаров общей вместимостью свыше 100 000 куб. м они должны быть защищены отдельными молниеотводами» 1. 9

«Искусственные заземляющие устройства используются для предотвращения прямых ударов молнии. Искусственные заземляющие провода должны быть зарыты под землю через каждые 50 метров вокруг основания резервуара, а также корпус резервуара должен быть подключен к нему.

Для резервуаров с буюми и резервуаров с плавающей крышей между П или ПК и резервуаром необходимо установить не менее двух гибких стальных перемычек для предотвращения электростатической индукции» 1 [45]. 9

Передачу высоких потенциалов по подземным и надземным металлическим коммуникациям необходимо предотвращать путем их подключения к заземляющему электроду на входе в резервуар.

Ввод сигнальной сети и линий электропередач должен осуществляться только кабелями с металлической броней или оболочкой длиной не менее 500 см или кабелями, проложенными в металлических трубах или коробах.

«Молниеотводы должны быть изготовлены из любой марки стали с площадью поперечного сечения не менее 100 квадратных миллиметров и длиной не менее 200 миллиметров. Они также должны быть защищены от коррозии путем оцинкования, лужения или покраски. Кабельная молния Стержни должны быть изготовлены из стали с площадью поперечного сечения не менее 35 **32** квадратных миллиметров и длиной не менее 200 миллиметров. Изготовлены из стального многожильного троса сечением 7 мм» **12**].

Соединение между молниеотводом и токоотводом, а также между токоотводом и заземляющим проводом должно быть сварным или болтовым, а переходное сопротивление не должно превышать 0,05 Ом.

При использовании стержневых и тросовых молниеотводов каждый токопровод подключается к искусственному заземлителю, который должен состоять из 3 и более вертикальных электродов длиной не менее 3 метров и горизонтального электрода. Расстояние между подключенными вертикальными электродами составляет не менее **32** тров.

Системы молниезащиты требуют регулярного мониторинга и технического обслуживания. Регулярное техническое обслуживание проводится в соответствии с заранее установленным графиком. Ремонт, включая плановый и капитальный, должен проводиться при обнаружении повреждений или износа. **9** ежегодно перед началом сезона гроз проводится комплексная проверка всей системы молниезащиты.

В ходе проверки оценивается состояние молниеотводов (целостность, коррозионная стойкость), видимая часть токоотводов и их соединений. Также

измеряется сопротивление заземления молниеотводов. Если измеренное значение превышает пятикратное значение от исходного (приемлемого) уровня, система заземления должна быть отремонтирована или модифицирована.

На основании результатов проверки «определяются необходимые ремонтные работы, которые должны быть выполнены до начала гроз. Мелкий ремонт компонентов молниезащиты допускается во время гроз, а капитальный ремонт может проводиться только в периоды без грозовой активности» 1.6

«Результаты проверки устройств молниезащиты, проверки и ремонта заземляющих устройств должны быть зафиксированы в журнале эксплуатации устройств молниезащиты и антистатических устройств.

Персонал, проводящий проверки молниезащиты, должен составлять отчеты о проверках, фиксируя все обнаруженные недостатки» 1.

В заключение раздела, можно сказать что было проведено изучение перечня работ 9 о техническому обслуживанию и текущему ремонту 56 вертикальных стальных резервуаров.

2.2 Резервуары для хранения нефти: типы, виды, вопросы эффективной эксплуатации

«С развитием нефтяной промышленности возникла необходимость в хранении больших объемов нефти и ее производных. Так началась история строительства промышленных месторождений, которая переросла в современную систему хранения нефтепродуктов, в том числе резервуаров» 1 [1].

Распределение нефтяных цистерн и нефтепродуктов.

Рассмотрим некоторые основные типы размещения резервуаров: 116

- по виду хранимого продукта: для хранения (бензин, керосин, газولين); для хранения (мазут, битум, масло); для хранения (ляляльных, балластных и промывочных вод)» [3].
- по площади с уровнем земли: надземные; на земле; углубленный; подземные; 19 водой (используется технология хранения на водяной подушке)» [1].
- по конструкции: РВС, РВСП (рисунок 6); РВСПК» [1].

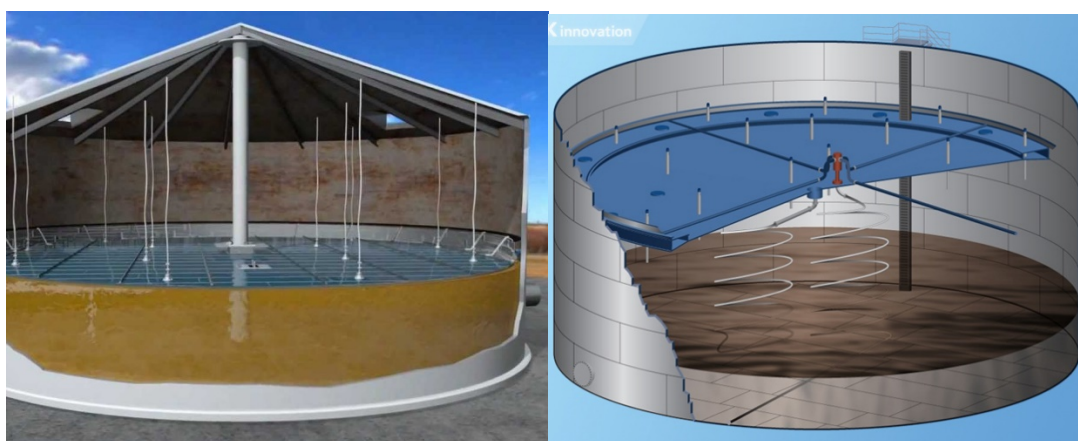


Рисунок 6 - Резервуары РВСП (слева) и РВСПК (справа)

4. «По объему: КС-2б (менее 1000 м³); КС-2а (от 1000 до 20 000 м³); КС-3б (от 20 000 до 50 000 м³); КС-3а (от 50 000 до 120 000 м³)» 1.

Пример резервуара РВС-50 000 приведен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Резервуар РВС-50000 24

Точная форма и тип каждого резервуара зависят от области применения, состояния воды и места строительства. Основная конструкция состоит из цилиндрической стальной оболочки, установленной на плоской или слегка наклонной поверхности.

Резервуары для хранения имеют различные формы, включая формы из кокосового волокна, конского волоса (для пузырьковых пластин для мочи) и сферические (для круглых поверхностей), чтобы защитить хранимые материалы от воздействия окружающей среды и предотвратить их разложение. Для уменьшения испарения таких веществ, как нефтепродукты или легкие спирты, используются поплавки и системы сбора газа.

Стандартный промышленный резервуар для хранения состоит из фундамента, корпуса резервуара, лестницы, средств безопасности, вентиляционных отверстий, огнестойкой системы вентиляции, контрольно-измерительных приборов, системы отопления для минимизации теплопотерь, а также систем пожаротушения, водоснабжения и молниезащиты. Внутри резервуара расположены механизмы распределения и перекрестного соединения, а также оборудование для удаления осадка и сбора воды, скопившейся под продуктом. «Материалы резервуара должны быть непроницаемыми и коррозионностойкими, чтобы предотвратить химическую деградацию. Для изготовления этих металлических компонентов обычно используются листы углеродистой или низколегированной стали, поскольку эти материалы легко свариваются и обладают хорошей пластичностью и ковкостью при обработке»¹.

Особая роль отводится выбору корпуса резервуара, который может быть выполнен в виде ⁵⁶ железобетонного контейнера (очень прочного, позволяющего хранить весьма хрупкие материалы); хранение металла (равномерное распределение нагрузки, инерция между хранимыми объектами); контейнеры из неметаллических материалов (удобны для хранения, обладают повышенной химической инертностью). Первые два типа резервуаров — футерованные, третий — нефутерованный. Реже встречаются

прямоугольные резервуары, которые обычно используются для хранения темных нефтепродуктов (мазута) объемом до 2000 м³. Резервуары из полимерных материалов (нефтеналивные баки) могут иметь объем от 1 до 500 м³, не требуют капитальных вложений, обладают возможностью быстрого развертывания и устойчивы к коррозии [26].

Особенностью материалов, из которых делают резервуары, является их высокая степень герметичности, напрямую связанная с плотностью хранимого содержимого. Правильный выбор материала резервуара служит гарантией избежания утечек продукта через микropоры в его структуре [27].

Общее представление о конструктивных различиях приведены на рисунке 8-10.



Рисунок 8 - Резервуар: железобетонный 19



Рисунок 9 - Резервуар: прямоугольный



Рисунок 10 - Резервуар: эластичный

Корпус резервуара является ключевым конструктивным элементом нефтехранилища. Корпус резервуара устанавливается на вертикальном основании и может быть оснащен различным дополнительным оборудованием, таким как шлюзы, лестницы, а также системами автоматизации и управления. **19** более распространенным типом является вертикальный стальной лотковый резервуар (ВЛТ), имеющий цилиндрическую форму и различающийся по жесткости и конструкции [4] (см. рис. 11).

Эти резервуары могут вмещать большие объемы нефтепродуктов, их вместимость составляет от 100 000 до 120 000 кубических метров.

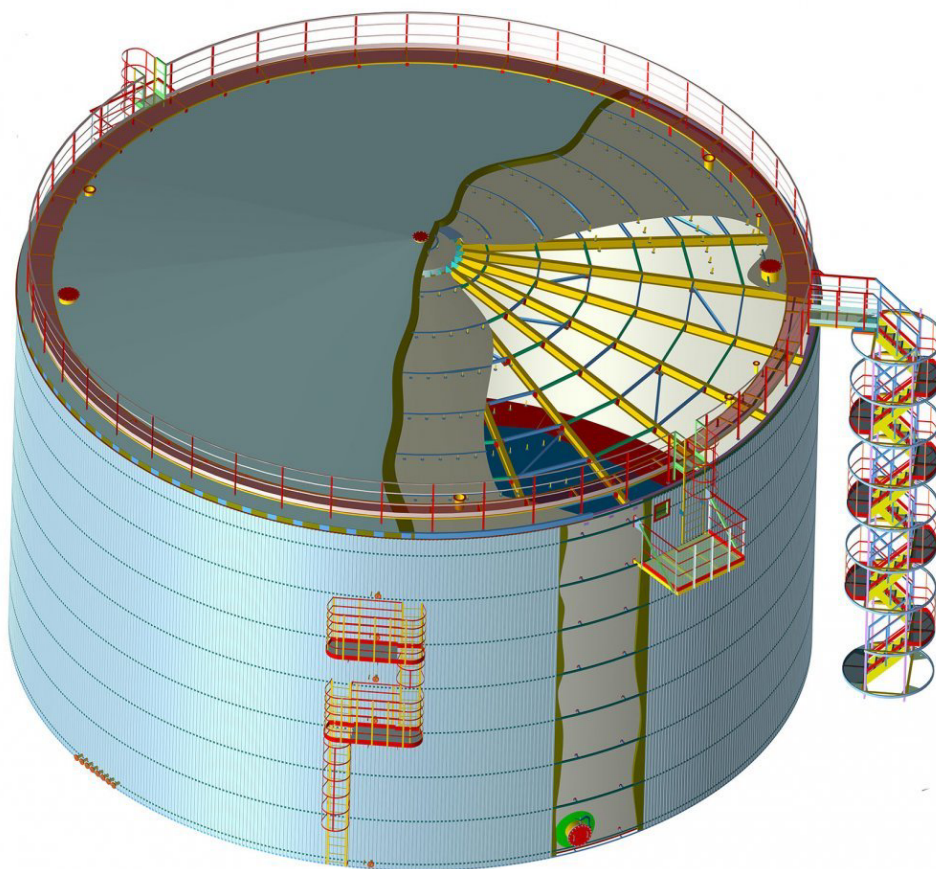


Рисунок 11 - Вертикальный стальной резервуар типа РВС 24

«Следует также упомянуть, что конструктивное исполнение корпусов резервуаров подразумевает разные геометрические формы:

- цилиндрические, отличающиеся разумной металлоемкостью, простота изготовления и монтажа;
- сферические, требующие установки на кольцевидный фундамент;
- каплевидные - бескаркасные, выполняемые из эластичных материалов» 1.

Следует отметить, что последние два типа резервуаров относятся скорее к экспериментальным. 19

«Отдельного упоминания заслуживают горизонтальные емкости для хранения нефтепродуктов (автомобильные или железнодорожные цистерны), которые можно считать резервуарами типа РГС (рисунок 12) в случае их установки на фундамент. Горизонтальные резервуары предусматривают объемное хранение продукции в диапазоне от 3 до 100 м³» 1.

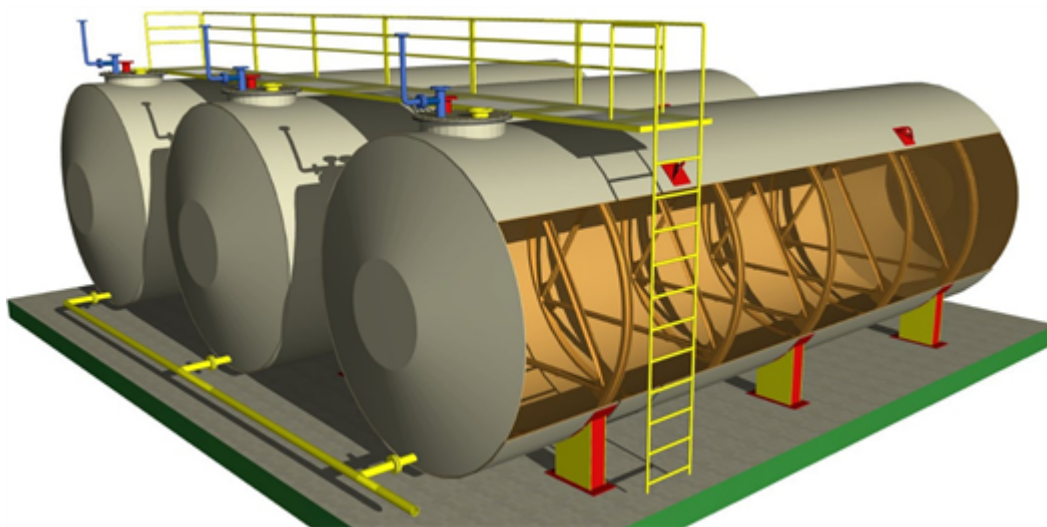


Рисунок 12 - Горизонтальный стальной резервуар типа РГС

«В законодательстве РФ предусмотрены два национальных стандарта, которые регулируют вопросы, связанные с рассматриваемой темой:

- ГОСТ 17032-2010 «Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов»;
- ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов»» 1.

Ключевой особенностью инвентаризации нефтепродуктов 76 является обязательность использования негорючих материалов при решении всех вопросов их производства, что отражено в их технических характеристиках. Системы противопожарной защиты резервуаров имеют право на получение информационных элементов, представленных непосредственно для оценки, и 1

имеют право на пристальное внимание со стороны всех потенциальных пользователей и операторов этого типа» 1.

Оборудование резервуара 19 может включать дыхательные клапаны (стабилизация перепада давления), защитные устройства (указатель уровня, датчик температуры, устройство противопожарной защиты, внешняя тепловая защита и т. д.) (при хранении особо хрупких предметов). Несоблюдение этих и других обязательных мер предосторожности, а также неправильная эксплуатация или обслуживание могут привести к несчастным случаям или серьезным травмам» 1.

«Эксплуатация хранилища сопряжена со значительными рисками разливов нефти, возгораний резервуаров, экологических и техногенных катастроф, а также возникновения других чрезвычайных ситуаций. Для предотвращения возникновения неблагоприятных событий или снижения тяжести аварий в случае их возникновения резервуары на этапе проектирования системы оснащаются основными и дополнительными средствами контроля и безопасности» 1 (рисунок 13). 19

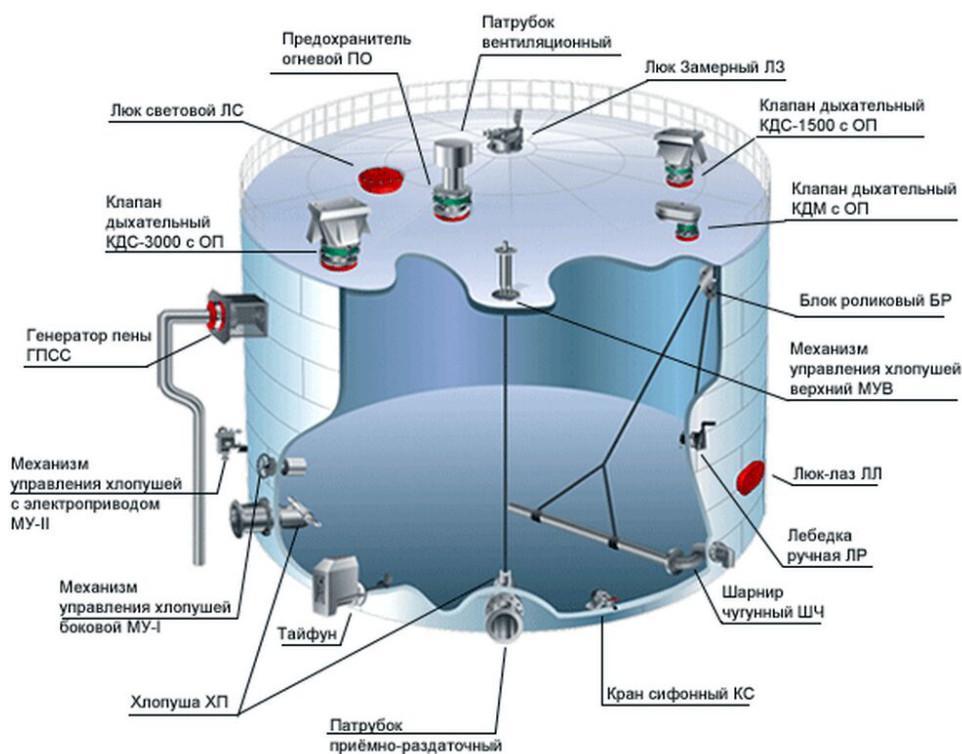


Рисунок 13 - Обобщенные средства технического контроля и эксплуатации резервуара типа РВС

«Резервуары для хранения нефтепродуктов могут оснащаться следующим оборудованием:

- устройствами слива/налива нефтепродуктов;
- устройствами, необходимыми для эффективной эксплуатации и техническому обслуживанию, в том числе по очистке от отложений;
- оборудование для исключения потерь нефтепродуктов;
- устройствами контроля объема и качества нефтепродуктов;
- противопожарным оборудованием» 1. 19

«Конкретный состав технических средств и оборудования, входящего в конструкцию и «обвязку» резервуаров, требования по его эксплуатации, совместимое оборудование и прочие технические параметры и характеристики указаны в технической документации производителя конкретных ёмкостей» 1].

Техническое обслуживание резервуаров для 24 ения нефтепродуктов.

Резервуары нефтепродуктов играют ключевую роль в топливно-энергетической инфраструктуре, включая хранение, транспортировку и распределение топлива. «Для поддержания их надежности, безопасности и устойчивости требуется регулярное техническое обслуживание, которое включает в себя широкий спектр диагностики, очистки, ремонта и мониторинга систем» 1 5].

Правильная эксплуатация и своевременное обслуживание резервуаров позволяют предотвратить возникновение аварийных ситуаций, увеличить срок службы оборудования и соблюдать экологические и промышленные нормы. 33 ьными целями процесса являются:

- предотвращение коррозии — снижение потерь металлических компонентов в агрессивных условиях окружающей среды; 1

- предотвращение утечки – исключаются разливы нефти и воздействие на окружающую среду;
- очистка хранилищ – удаление мусора, воды и загрязнений, ухудшающих качество хранения медицинских препаратов;
- анализ структурных изменений – выявление дефектов, **1**носа и механических повреждений.

Обеспечение соответствия нормативным требованиям — проведение регулярного технического обслуживания в соответствии с политиками кибербезопасности» [59].

Процесс технического обслуживания включает несколько ключевых этапов, которые проводятся в зависимости от интенсивности эксплуатации, типа резервуара и вида хранимого топлива.

«Визуальный осмотр и диагностика. Первым этапом является внешний и внутренний осмотр резервуара на предмет коррозии, механических повреждений и герметичности соединений. Для этого применяются:

- визуальный контроль стенок и швов;
- ультразвуковая диагностика толщины стенок;
- проверка состояния сварных швов и фланцевых соединений;
- контроль наличия утечек с использованием детекторов» **29 13**

«Очистка и дегазация. Со временем в резервуарах скапливаются отложения, вода и продукты распада топлива, которые необходимо удалять для предотвращения загрязнения топлива и увеличения эксплуатационного срока оборудования. Очистка проводится следующими методами:

- механическая чистка – удаление осадков вручную или с применением специализированных скребков и щеток;
- гидродинамическая промывка – использование водяных струй высокого давления для очистки внутренних поверхностей;
- химическая обработка – применение специальных реагентов для растворения загрязнений и нейтрализации агрессивных веществ; **1**

- дегазация – удаление паров нефтепродуктов перед проведением ремонтных работ для предотвращения взрывоопасных ситуаций»

1

[2]. 13

«Проверка герметичности и антикоррозийная защита. После очистки резервуар подвергается испытаниям на герметичность, которые проводятся методами гидравлического или пневматического контроля. Дополнительно выполняются работы по защите резервуара от коррозии: нанесение антикоррозийных покрытий – использование лакокрасочных материалов, устойчивых к воздействию нефтепродуктов; катодная защита – установка защитных анодов, предотвращающих электрохимическую коррозию; применение ингибиторов коррозии – добавление в топливо специальных веществ, замедляющих разрушение металла» [62].

«Текущий и капитальный ремонт. При выявлении повреждений или дефектов проводятся ремонтные работы различной степени сложности:

- текущий ремонт – устранение незначительных повреждений, таких как восстановление сварных швов, замена прокладок и устранение мелких утечек;
- капитальный ремонт – более сложные работы, включающие замену поврежденных элементов, реконструкцию корпуса и модернизацию оборудования» [47].

«Периодичность технического обслуживания зависит от типа резервуара, условий эксплуатации и требований нормативных документов. Основные рекомендации:

- визуальный осмотр – ежемесячно;
- очистка от отложений – не реже одного раза в 2–3 года;
- испытание на герметичность – раз в 5 лет;
- капитальный ремонт – каждые 10–15 лет» [63].

Регулярные проверки нефтяных резервуаров имеют ключевое значение для их надежной и безопасной эксплуатации. Комплексный подход,

29

включающий диагностику, очистку, ремонт и защиту, позволяет продлить срок службы оборудования, предотвратить аварийные ситуации и снизить воздействие на окружающую среду. Соблюдение нормативных требований и использование современного контрольно-измерительного оборудования являются важнейшими составляющими безопасной эксплуатации складов ГСМ. 29

Выводы по разделу

Резервуары для хранения нефти являются жизненно важным компонентом топливно-энергетических систем, отвечающим за хранение, транспортировку и распределение топлива. Регулярное техническое обслуживание имеет решающее значение для обеспечения их бесперебойной, безопасной и стабильной работы. Процесс технического обслуживания включает в себя различные виды деятельности, в том числе диагностику, очистку, ремонт 13 мониторинг состояния системы.

Регулярное техническое обслуживание необходимо для поддержания резервуаров в хорошем состоянии. Это включает в себя осмотр, профилактическое обслуживание и комплексное обслуживание всего внешнего и внутреннего оборудования, включая сам резервуар. Рекомендуется проводить регулярный осмотр и регулировку резервуаров не реже чем каждые шесть месяцев. При ремонте стальных стенок, днищ и связанных с ними компонентов резервуара их состояние следует оценивать на основе данных измерений и осмотра; полное опорожнение резервуара 2; всегда необходимо. Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров необходимы следующие меры: регулировка устойчивости вертикальных стальных резервуаров при повышении допустимой температуры. Замена поврежденных или изношенных металлических конструкций. Восстановление прочности вертикальных стальных резервуаров. Испытание прочности вертикальных стальных резервуаров. 30

3. Выработка рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров 30 хранения нефти

3.1 Эксплуатация резервуаров для хранения нефти на примере конкретного объекта защиты

Целью данной работы является: обеспечение безопасности эксплуатационных работ стальных вертикальных резервуаров РВ - 5000 для хранения нефтепродуктов (рисунок 11

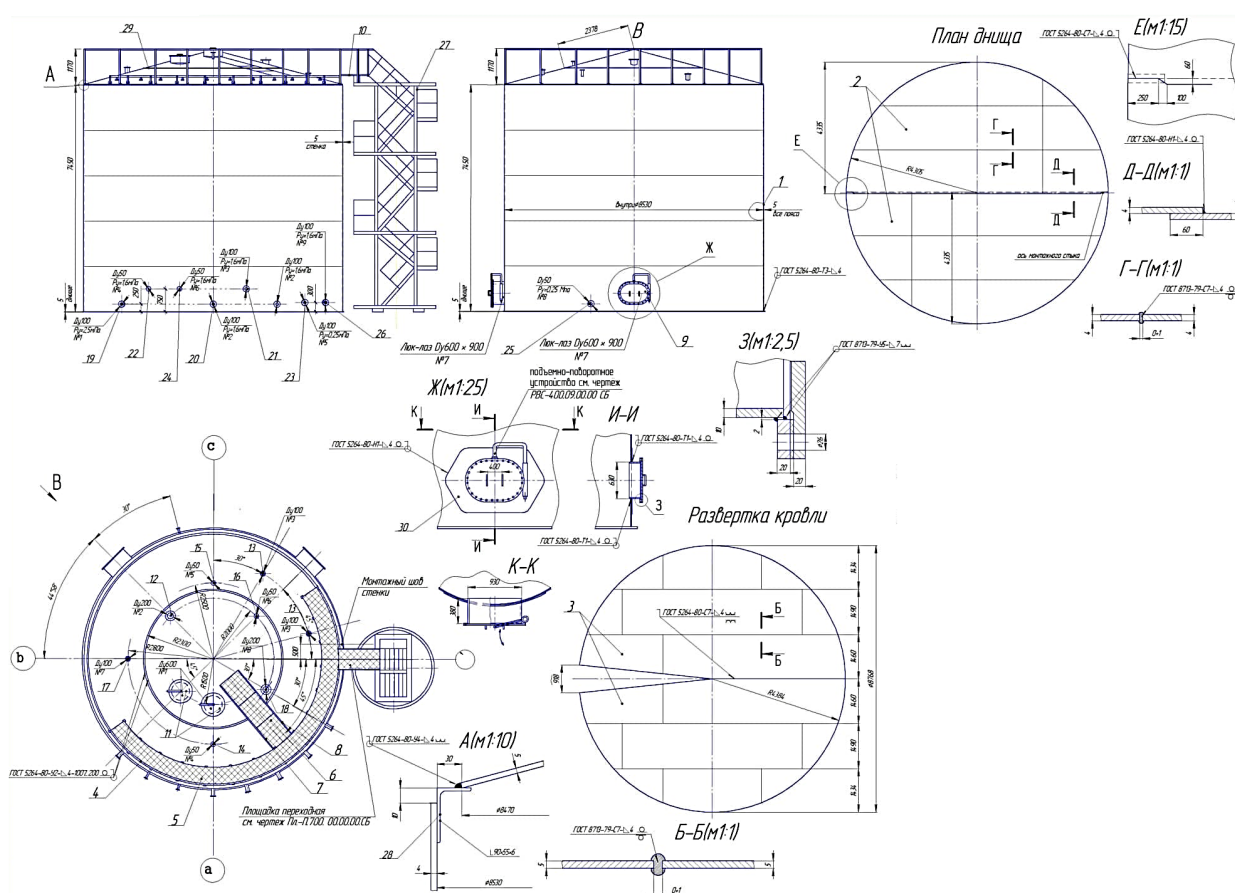


Рисунок 14 – Чертеж вертикального стального резервуара РВ-5000

Оборудование резервуаров (STE) — это система, обеспечивающая безопасную и надлежащую эксплуатацию резервуаров для хранения нефтепродуктов. Она включает в себя:

- Специальное отверстие, используемое для измерения уровня нефтепродуктов и воды под ними, а также для отбора проб с помощью пробоотборника.
- Клапан используется для поддержания заданного давления газообразной среды над жидкостью, предотвращая избыточное давление (максимум 2 кПа) и вакуум (максимум 0,25 кПа).
- Гидравлический предохранительный клапан: устанавливается параллельно вентиляционному клапану, над пламегасителем. Его функция заключается в регулировании давления внутри резервуара при отказе основного вентиляционного клапана или недостаточном его поперечном сечении для быстрого выпуска газа/воздуха. Он срабатывает, когда избыточное давление достигает 2,5 кПа или вакуум достигает 0,33 кПа.
- Пламеуловитель: предотвращает прохождение пламени или искр через вентиляционный или предохранительный клапан, тем самым защищая резервуар от возгорания или взрыва парами нефти.
- Уровнемер: устройство, используемое для непрерывного контроля уровня жидкости внутри резервуара для управления процессами наполнения и опорожнения.
- Пробоотборник: герметичное устройство, используемое для полуавтоматического отбора проб нефтепродуктов из вертикальных резервуаров для анализа качества и измерения плотности.
- Пенокамера: устройство, используемое для впрыскивания пены в резервуар в случае возгорания нефтепродуктов. 11

Надежность вертикальных стальных резервуаров со временем снижается из-за естественного износа их конструктивных элементов. Этот процесс ускоряется многими факторами. К ним относятся внешние воздействия (например, погодные условия) и химическая коррозия дна резервуара из-за контакта с производственной водой, а также внутренние факторы, связанные с отклонениями от стандартов при проектировании, изготовлении, монтаже или эксплуатации резервуарного оборудования. Для предотвращения аварий и поддержания эксплуатационной целостности необходима регулярная система профилактического технического обслуживания.

Основные причины разрушения резервуаров показаны на рисунке 15.

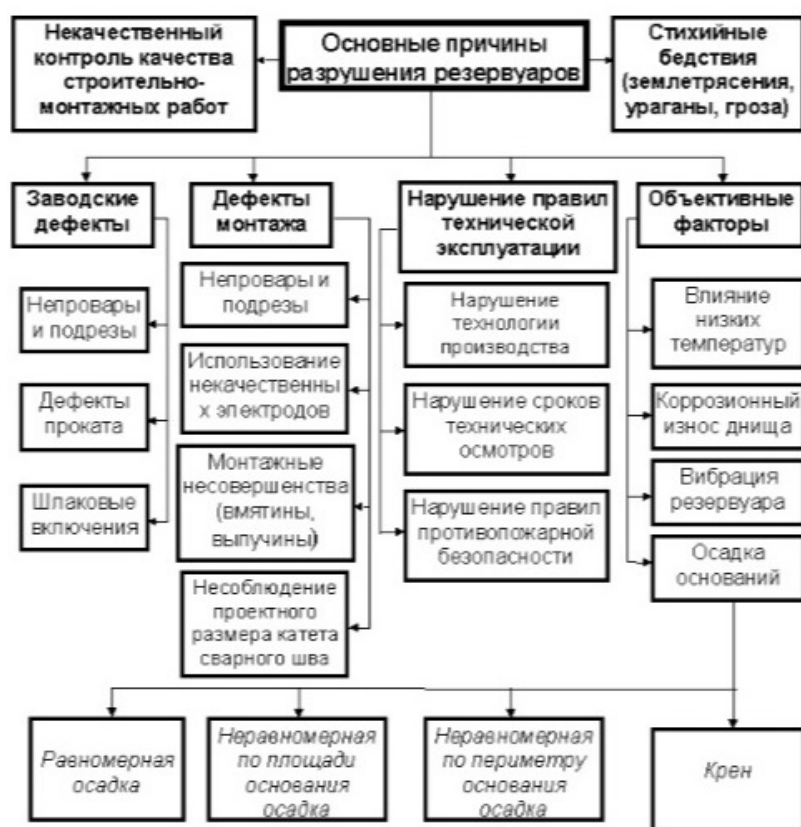


Рисунок 15 - Основные причины разрушения резервуаров.

Планово-предупредительный **11**онт резервуаров для нефтепродуктов и других жидкостей предусматривает своевременное проведение:

- технического диагностирования резервуара; **1**

- текущего ремонта резервуара;
- капитального ремонта резервуара» 13].

Соответственно необходимо с определенной регулярностью проводить обследования технического состояния РВС, по их результатам составлять дефектную ведомость, определять необходимый состав и технологию ремонта резервуаров, планировать последовательность временного вывода их из эксплуатации.

Техническое диагностирование 11 представляет собой оценку степени износа конструкции резервуара. Существует 2 вида технического диагностирования: полное и частичное.

Текущий ремонт проводится в плановом порядке, по заранее разработанному графику, без зачистки резервуара. При выполнении текущего ремонта ремонтируют:

- кровлю, верхние пояса стенки с применением эпоксидных или иных клеевых соединений;
- сифонные краны;
- отмоски;
- заземление;
- прочее оборудование, расположенное с внешней стороны резервуара, ремонт которого может быть выполнен без вывода резервуара из эксплуатации.

Наиболее сложным видом ремонта является капитальный.

При проведении капитального ремонта резервуара выполняются следующие работы:

- снабжение места проведения ремонтных работ необходимым оборудованием и инструментами;
- освобождение от хранимого нефтепродукта;
- зачистка и дегазация резервуара; 1

- техническая диагностика с выдачей заключения о состоянии резервуара;
- разработка и согласование проекта ремонта и производства работ; выполнение ремонтных работ (замена конструкций, устранение дефектов и геометрии конструкций, укрепление основания резервуара и т.д);
- гидравлические испытания на герметичность и прочность\$
- нанесение антикоррозионных покрытий;
- составление и оформление документации на проведение ремонта;
- ввод в эксплуатацию» 1.

Для обеспечения надежной работы резервуаров во время эксплуатации необходимо периодически проводить частичную или полную техническую диагностику. В чрезвычайных ситуациях, таких как обнаружение дефектов, требующих немедленного устранения, или после стихийного бедствия или террористического акта, необходима внеплановая полная техническая диагностика. Максимальный интервал между повторными техническими диагностиками указан в разделе 8 Руководства.

Возможность безопасной эксплуатации резервуара после истечения расчетного срока службы зависит от результатов оценки промышленной безопасности, основанной на результатах технической диагностики или проектной документации, касающейся капитального ремонта или модификаций. В качестве одной из мер обеспечения безопасной эксплуатации может быть принято решение о снижении уровня жидкости в резервуаре или проведении ремонтных работ для восстановления его несущей конструкции» 20

[1]. 41

Для обеспечения длительной безопасной эксплуатации резервуаров рекомендуется применять следующие технические решения:

- стопроцентный неразрушающий контроль с применением радиографического контроля (далее - РК) или ультразвукового 17

контроля (далее - УЗК) сварных швов стенки и окрайки днища при строительстве резервуара (с обязательным наличием заключений по неразрушающему контролю);

- наличие антикоррозионной защиты внутренней поверхности с использованием лакокрасочных материалов со сроком службы не менее 20 лет и (или) припуском на локальную и общую коррозию стенки, днища, крыши, понтона, плавающей крыши, рассчитанным на 20 лет;
- обеспечение средствами ЭХЗ защитного потенциала в процессе эксплуатации на резервуаре и технологических трубопроводах [1].

Для обеспечения проведения мониторинга герметичности днища в конструкции резервуара могут применяться следующие технические решения:

- «в основании резервуара рекомендуется устанавливать систему контроля протечек с использованием гибких мембран;
- применять конструкции двойного днища;
- применять конструкции днища, позволяющие осуществлять контроль за его техническим состоянием и герметичностью;
- применяются другие конструкции днища, обеспечивающие проведение мониторинга герметичности» 17

Не рекомендуется эксплуатация резервуара, если хотя бы один из элементов его конструкции перешел в предельное состояние, определяемое на основании требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (далее - Федеральный закон N 384-ФЗ) с учетом требований постановления Правительства Российской Федерации от 28 мая 2021 г. N 815 "Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на 17

обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", и о признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 г. N 985" (далее – постановление Правительства Российской Федерации N 815). 17

При временном выводе резервуара из эксплуатации для проведения полного технического диагностирования рекомендуется выполнять следующие работы:

- «дренирование подтоварной воды;
- депарафинизация трубопроводов системы подслоного пожаротушения (при наличии);
- отключение с установкой заглушки газоуравнительной системы (при наличии);
- отключение электропривода системы размыва донных отложений (при наличии);
- откачка нефти (нефтепродукта) из резервуара;
- закрытие технологических задвижек на приемо-раздаточных патрубках;
- проверка герметичности задвижек;
- отключение электропитания электроприводов задвижек;
- размещение предупреждающих плакатов в местах возможного доступа к открытию задвижек (электропривод, штурвал, ключи и кнопки управления);
- установка заглушек на фланцевых соединениях трубопроводов приемо-раздаточных патрубков резервуара и линии аварийного сброса (для резервуаров, обеспечивающих прием аварийного сброса нефти, нефтепродукта);
- отключение системы автоматики и телемеханики резервуара (кроме системы пожаротушения); 17

- зачистка резервуара;
- утверждение главным инженером организации, осуществляющей эксплуатацию резервуара, акта о готовности резервуара к проведению технического диагностирования» 17

3.2 44 лиз и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации 48

На основе проведенного анализа эксплуатации резервуаров для хранения нефти на примере конкретного объекта защиты описанного в предыдущем разделе, были предложены следующие мероприятия:

- проводить 20 изрушающий контроль резервуара с применением радиографического контроля (далее - РК) или ультразвукового контроля (далее - УЗК) сварных швов стенки и окрайки днища резервуара (с обязательным наличием заключений по неразрушающему контролю);
- применение антикоррозионной защиты внутренней поверхности с использованием лакокрасочных материалов со сроком службы не менее 20 лет и (или) припуском на локальную и общую коррозию стенки, днища, крыши, понтона, плавающей крыши, рассчитанным на 20 лет;
- обеспечение средствами ЭХЗ защитного потенциала в процессе эксплуатации на резервуаре и технологических трубопроводах. 17

Цель оценки эффективности — обосновать предстоящие мероприятия, выбрать наиболее подходящий вариант проектирования, определить результаты работы и предоставить сотрудникам финансовые стимулы для разработки и внедрения инициатив в области промышленной безопасности, а также для решения других связанных с этим вопросов.

Для проведения анализа и оценки эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в ООО "Транснефть - Дальний Восток" составим план финансового обеспечения разработанных мероприятий и сводную сметную таблицу (таблица 1 и 2).

Таблица 1 – Предложенный план финансирования предложенных мероприятий

Наименование мероприятия	Основание	Предложенное финансирование со стороны компании, рублей	Срок реализации	Отвественный за проведения установленного мероприятия
Проведение контроля на гермитичность, качество сварных швов стенки и окрайки днища резервуара	Повышение устойчивости и безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти	410 400	февраль 2026 г.	Главный инженер, электросварщик по обслуживанию резервуаров в ООО «Транснефть - Дальний Восток»
Применение антикоррозионной защиты внутренней поверхности с использованием лакокрасочных материалов со сроком службы не менее 20 лет и (или) припуском на локальную и общую коррозию стенки, днища, крыши, понтона, плавающей крыши, рассчитанным на 20 лет		820 000	март 2026 г.	Главный инженер, мастер участка по обслуживанию резервуаров в ООО «Транснефть - Дальний Восток»
Закупка средствами ЭХЗ защитного потенциала в процессе эксплуатации на резервуаре и технологических		350 000	февраль 2026 г.	Главный инженер, отдел закупа технического оснащения в ООО «Транснефть - Дальний Восток»

Состав затрат формируется по определенным элементам:

- затраты на оплату труда;
- материальные затраты;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизационные отчисления;
- прочие расходы.

Общие расходы на материальны затраты рассчитаем по формуле:

$$\text{Смат} = \text{Со.м.} + \text{Стр.рах} + \text{Спок.изд.} + \text{Сант.об.},$$

Где

Со.м. – затраты на материалы общестроительные;

Стр.рах – транспортные расходы ;

Спок.изд. – покупка изделий;

Сант.об – затраты на материалы для антикоррозийной обработки

Таблица 2 – Сводная таблица материалов

Наименование материала	Стоимость материалов, руб.
Материалы общестроительные	412 000
Подъем и перевозка грузов наемным транспортом	93 500
Покупка изделий	108 000
Материалы для антикоррозийной обработки	173 400

Подставим значения из таблицы в формулу:

$$\text{Смат} = 412,2 + 93,5 + 108,6 + 173,4 = 787,7 \text{ тыс. руб.}$$

К расходам на оплату труда относятся:

- «суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда;
- премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др.» 1.]

Заработная плата с учетом надбавок включает в себя:

- оплата по тарифной ставке;
- доплата за классность – 25%;
- премия – 40%;
- ставка районного коэффициента – 70%

Расчет расходов на оплату труда

$$T_{o.t} = T_{ч.т} * T_{н.в} * \sum t_i \quad (1)$$

где,

$T_{ч.т}$ – часовая тарифная ставка;

$T_{н.в}$ - норма времени на проведение мероприятия;

$t_{i, \text{доп}}$ – $i=1$ – доплата за классность, при ее наличии; $i=2$ – премии; $i=3$ – доплата по ставке районного коэффициента;

Результаты расчетов ведены в таблице 3.

Таблица 3 – расчет затрат на оплату труда 11

Должность	Кол-во	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Доплата за классность, %	Заработная плата с учетом надбавок, тыс.руб.
мастер участка	1 чел.	9	82	923	25	329,2
электросварщ	2 чел.	6	89	575	25	222,6

ик						
газорезчик	2 чел.	5	53	575	-	100,3
монтажник	2 чел.	5	63	663	25	181,6
монтажник	2 чел.	4	46	663	-	94,5

Продолжение таблицы 3

геодезист	1 чел.	4	52	87	25	19,6
дефектоскопист	2 чел.	56	114	-	19,7	
маляр	3 чел.	47	445	-	64,8	
Итого	-	-	-	-	-	1032,3

Общие расходы на оплату труда составляют 1 032 300 руб.

Отчисления на социальные нужды определяются суммой единого социального налога по установленным законодательством нормам в процентах от расходов на оплату труда (30%). Согласно постановлению Правительства России от 01.11.2025 №1729, с 1 января 2026 года фиксированный размер взносов на травматизм для организаций и предпринимателей, применяющих АУСН, составит 2959 рублей.

Страховые взносы:

$$1\,032\,300 * 0,3 + 2\,959 = 312\,649 \text{ рублей}$$

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части

$$\text{Сумма амортизации} = (2/\text{срок полезного использования объекта, в месяцах}) \times 100\%$$

$$\text{Сумма амортизации за 1 месяц} = 0,833 * 312\,649 / 100 = 2\,604 \text{ рублей}$$

$$\text{Сумма амортизации за год} = 2\,604 * 12 = 31\,248 \text{ рублей}$$

В состав прочих затрат включаются: **11**

- налоги, сборы, отчисления в социальные внебюджетные фонды в порядке, установленном законодательством (земельный налог, экономические платежи, плата за недра и др.);
- уплата процентов за банковский кредит;
- затраты на гарантийный ремонт и обслуживание;
- командировочные расходы;
- расходы по подготовке и переподготовке кадров и др.

В нашем случае прочие затраты составляют = 165 000 руб.

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия.

Затраты на проведение организационно-технического мероприятия сведены в таблице 4.

Таблица 4 - Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
Общая сумма на финансирование предложенных мероприятий	1 580 400
Материальные затраты	787 700
Затраты на оплату труда	1 032 200
Отчисления на социальные нужды	312 649
Амортизационные отчисления	31 248
Прочие затраты	165 000
Итого основные расходы	3 920 549
Накладные расходы (40% от основных расходов)	1 568 219

Экономический эффект от внедрения мероприятия: 56

$$\text{Эг} = \text{П} - \text{З} \quad (2)$$

где

П – величина доходности (прибыли) компании за годовой период, руб.
по показателям экономической отчетности за 2025 год составило 32 846 600 рублей;

З – затраты на реализацию мероприятий, руб. 11

$$\text{Эт } 11 - 3 = 32\,846\,600 - 3\,920\,549 = 28\,926\,051 \text{ руб.}$$

Оценка экономической эффективности мероприятия

$$\text{Э} = \Pi / 3 \quad (3)$$

где

Π – величина доходности компании за годовой период, руб.;

3 – затраты на реализацию мероприятий, руб.

$$\text{Э} = \Pi / 3 = 32\,846\,600 / 3\,920\,549 = 8,3$$

Определим чистый экономический эффект:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Эт} - 3t \quad (4)$$

где

Эт – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

$3t$ – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения. 37

$$\text{ЧЭЭ } 48 - 3t = 29\,860\,545 - 3\,920\,549 = 25\,939\,996 \text{ рублей}$$

Рассчитаем чистый дисконтированный доход ЧДД по следующей формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum (\text{Эт} - 3t + \text{Ат}) * (1/(1+E)) \quad (5)$$

где

Эт – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

$3t$ – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

Ат – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

$$\begin{aligned} \text{ЧДД } 48 - 3t \text{ } 37 * (1/(1+E)) &= -3\,920\,549 / (1 + 0,1) + 1\,250\,000 / (1 + 0,1) + 1\,250\,000 / (1 + 0,1)^2 + 1\,250\,000 / (1 + 0,1)^3 = -3\,546\,135 + 1\,136\,363 \\ &+ 1\,136\,363 + 1\,136\,363 = 999\,317 \text{ рублей} \end{aligned}$$

Определение срока окупаемости

$$(PP) = IC / CF \quad (6)$$

где:

PP — простой срок окупаемости;

IC — сумма инвестиций в проект;

CF — планируемая ежегодная прибыль

$$(PP) = IC / CF = 3\,920\,549 / 36\,131\,260 = 0,1$$

Составим итоговую таблицу показателей эффективности разработанных мероприятий (таблица 5)

Таблица 5 – Интегральные показатели эффективности мероприятий

Наименование показателя	Значение показателя
Экономический эффект предложенных мероприятий	28 926 051
Экономическая эффективность мероприятий	8,3
Чистый экономический эффект мероприятий	25 939 996
Чистый дисконтированный доход	999 317 рублей
Срок окупаемости	1 месяц

Выводы по разделу

В процессе проведенного анализа, были предложены основные рекомендации по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти.

Также был проведен 44 из и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации. 48

следствии чего, было выявлено, что общая стоимость вводимых рекомендаций – 3 920,54 тыс. рублей. Срок окупаемости 1 месяц.

Заключение

Резервуарные парки являются неотъемлемой частью нефтегазовой отрасли. Они представляют собой комплексы различных емкостей и оборудования, используемых для хранения сырой нефти и нефтепродуктов, классифицированных по типу продукта.

Стальные резервуары широко используются для хранения сырой нефти. Их эксплуатация зависит от выбранной стратегии управления: она может быть полностью централизованной или совместной и осуществляться в сотрудничестве с другими участниками отрасли. **2** Например, резервуарный парк может обслуживать нефтеперерабатывающие заводы, насосные станции и другие объекты. Хранилища классифицируются в соответствии с их функциональным назначением. Резервуары для хранения нефтепродуктов играют жизненно важную роль в топливно-энергетическом секторе, отвечая за хранение, транспортировку и распределение топлива. Регулярное техническое обслуживание направлено на поддержание резервуаров в хорошем состоянии. Это включает в себя осмотр, профилактическое обслуживание и комплексное обслуживание всего внешнего и внутреннего оборудования. **2** Регулярные осмотры и регулировки резервуаров должны проводиться не реже двух раз в год. При обслуживании стальных конструктивных элементов и связанных с ними компонентов их состояние можно оценить на основе данных измерений и осмотра без полного опорожнения резервуара.

Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуара необходимо провести следующие мероприятия: корректировку устойчивости резервуара вертикального стального при повышении допустимой температуры, замену дефектных элементов металлоконструкций, **2** восстановление прочности резервуара вертикального стального и испытание резервуара вертикального стального на прочность **3**].

Список используемой литературы и используемых источников

1. Андреев Я.М. Большаков А.М. Способ низкотемпературного локального нагружения объекта при акустико-эмиссионном методе неразрушающего контроля, Изобретение №2614190, март 23, 2017.
2. Белкин А.П. Оптимальное управление промышленной безопасностью // Берг-коллегия № 4, 2003 С. 78.
3. Бигус Г.А. Основы диагностики технических устройств и сооружений / Г.А. Бигус, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. С. 445.
4. ВНТП 4-89. Нормы технологического проектирования. Определение категорий помещений и зданий объектов нефтепродуктоснабжения по взрывопожарной и пожарной опасности. Минтопэнерго РФ. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. ВНТП 5-95. Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами. Минтопэнерго РФ. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Волков В.Н. Попова Н.В. Бурмистрова О.Н. оценка работоспособности резервуаров для хранения нефтепродуктов в условиях республики Коми // Современные проблемы науки и образования. – 2015. С. 5.
7. ВППБ 01-01-94. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий нефтепродуктообеспечения. Минтопэнерго РФ. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Гайсин Э.Ш. Гайсин М.Ш. Современное состояние проблем обеспечения надежности резервуаров для нефти и нефтепродуктов. – 2016. С. 46.

9. ГОСТ 12.0.005-84. Система стандартов безопасности труда. Метрологическое обеспечение в области безопасности труда. Основные положения. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожаробезопасность. Общие требования. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. ГОСТ 12.1.010-76(99). Взрывобезопасность. Общие требования. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. ГОСТ 12.1.033-81. Пожарная безопасность. Термины и определения. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. ГОСТ 22.2.04-97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные аварии и катастрофы. Метрологическое обеспечение контроля состояния сложных технических систем. Основные положения и правила. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. 45. 45.СТ СЭВ 543-77.Числа. Правила записи и округления. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. ГОСТ Р 22.0.05-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
17. ГОСТ Р 8.563-96. Методики выполнения измерений. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
18. ГОСТ Р ИСО 5725-2002. (В 6 ч.). Точность методов и результатов измерений. — Текст : электронный. — URL: <https://internet-law.ru/gosts/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
19. Григорьев, А. В. Антропология: от организмов к техносфере. А.В. Григорьев. Москва: Высшая школа, 2019. С. 488.
20. Гринёв, В. П. Информационное моделирование градостроительной деятельности как механизм реализации стратегии пространственного развития Российской Федерации: правовые аспекты : научно-практическое пособие. М.: Юстицинформ, 2022. С. 529.
21. Гусакова, Н. В. Техносферная безопасность. Физико-химические процессы в техносфере. Учебное пособие. Н.В. Гусакова. М.: ИНФРА-М, 2019. С. 186.
22. Гусакова, Н.В. Техносферная безопасность: физико-химические процессы в техносфере: Учебное пособие. Н.В. Гусакова. М.: ИНФРА-М, 2018. С. 965.
23. Данилина И.В. Применение BIM-технологий на стадии градостроительного проектирования // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 9. С. 48–52.
24. Дмитренко, В. П. Управление экологической безопасностью в техносфере. Учебное пособи. В.П. Дмитренко, Е.М. Мессинева, А.Г. Фетисов. М.: Лань, 2017. С. 436.

25. Закон РФ «О безопасности» от 5.03.92 № 2446-ФЗ. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

26. Закон РФ «О пожарной безопасности» от 21.12.94 №69-ФЗ, (с изм. на 2004 г). — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

27. Закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ (с изм. На 10.01.2003). — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

28. Закон РФ «О техническом регулировании» от 27.12.03 № 184-ФЗ. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

29. Иванов А.Н., Олейник А.А., Поляков А.С. О совместимости детерминированных и вероятностных методов оценки критических ситуаций в области пожарной безопасности // Вестник СПб института ГПС МЧС РФ, № 3(6), 2004.С.73-77.

30. Козачок, О. В. Обоснование методики расчета полимерных плавающих покрытий вертикальных стальных резервуаров с учетом коэффициентов нефтепоглощения и нефтенабухания: диссертация кандидата технических наук. 2019г. С. 119.

31. Малинин В.Р. Техногенная безопасность резервуарного хранения нефти и нефтепродуктов: Концептуальные основы безопасности.// Вестник СПб. института ГПС МЧС РФ. № 4(7). 2004. С. 67.

32. Материаловедение и металловедение сварки : учебник / В. Н. Гадалов, В. Р. Петренко, С. В. Сафонов [и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 308 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

33. Металлические конструкции, включая сварку : учебник / Н. С. Москалев, Я. А. Пронозин, В. С. Парлашкевич, Н. Д. Корсун ; под ред. В. С. Парлашкевич. — Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2018. — 352 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

34. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. ' • 24. в е н III-83. Проектирование объектов службы горючего. Министерство обороны РФ. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

35. Олейник А.А. Метод оценки уровня конструктивно-технологической взрывопожаробезопасности резервуаров для нефтепродуктов. СПб.: СПб ИПБ МВД РФ, 1998. С. 105.

36. Олейник А.А., Малинин В.Р., Поляков А.С. Методические аспекты проблемы обеспечения взрывопожаробезопасности резервуаров для нефтепродуктов // Пожаровзрывобезопасность. №8 (3). 1999. С. 59.

37. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Федеральный горный и промышленный надзор России. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

38. ПБ 09-560-03. Правила промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов. Федеральный горный и промышленный надзор России. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

39. Постановление Правительства РФ от 14.08.2002 № 595 «Положение о лицензировании деятельности по эксплуатации

пожароопасных производственных объектов». — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

40. Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 № 240 «Правила организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации». — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

41. Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 № 613. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

42. Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 401 «Положение о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору». — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

43. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением. – ФНП в ОПО. – М. – 2015. – 254 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

44. Приказ МЧС от 28.02.2003 № 105 «Об утверждении Требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных. ПБ 03-517-02. Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной •• * безопасности опасных производственных объектов. Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 18.10.2002 № 61-А, — Текст : электронный. — URL:

<https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

45. Свод правил СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническим отделам». 2017. 32с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

46. Свод правил СП 328.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели». 2020. 21 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

47. Свод правил СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах». 2017. 32с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

48. Свод правил СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». 2020. 219 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

49. Свод правил СП 343.1325800.2017 «Сооружения промышленных предприятий. Правила эксплуатации». 2017. 55 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

50. Свод правил СП 365.1325800.2017 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для хранения нефтепродуктов. Правила производства и приёмки работ при монтаже». 2017. 95 с. — Текст :

электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

51. Свод правил СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий» с Изменениями № 1, № 2, № 3. 2022. 103с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

52. Свод правил СП 470.1325800.2019 «Конструкции стальные. Правила производства работ». 2019. 32 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

53. Свод правил СП 481.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила применения в экономически эффективной проектной документации повторного использования и при ее привязке». 2020. 9с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

54. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные *' нормы. — Текст : электронный. — URL: <https://www.consultant.ru/popular/> (дата обращения: 18.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

55. Соколова А.Н., Чешко И.Д., Данилов С.Н., Тумановский А.А. «Применение орг техники и программных средств при документировании места пожара и обработке полученной информации» - М.: ВНИИПО МЧС России, в печати. – 2020 С. 121.

56. Соломин, В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / [Текст] Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; Под ред. Л.А. Михайлов. — М.: ИЦ Академия, 2020. С. 226.

57. Чепур П.В. Напряженно-деформированное состояние резервуара при развитии неравномерных осадок его основания: дисс. канд. техн. наук: 25.00.19 / Чепур Петр Владимирович. – Москва, 2015. С. 181.

58. Abramyan, S. Assurance of environmental safety of conventional overhaul and reconstruction technologies for trunk pipelines/ S.Abramyan // IOP Conference Series Materials Science and Engineering 451:012199 · December 2018 P. 78.

59. Beer E.E. Calcule des Poutres reposant sur le Sol. Annales die Travaux Publics de Belgique. June, Aug. 1948, Oct., Des. 1952 P. 66.

60. Edmondson, S. Time dependent metal loss-type defects assessment/ S.Edmondson// RESEARCH / DEVELOPMENT / TECHNOLOGY 2020. – P. 50.

61. Haldar, A. and Mahadevan, S. Reliability Assessment Using Stochastic Finite Element Analysis/ Haldar, A. and Mahadevan, S. - New York: Wiley&Sons, 2000. – P. 35.

62. LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY. For Building Information Models and Data. April 2019 P. 58

63. Timashev, S. A. Construction of permissible regions in the load space of aboveground arctic pipelines / S. A. Timashev, A. V. Bushinskaya // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. - May 2016, Volume 45, Issue 3, P. 286.