



Отчет о проверке

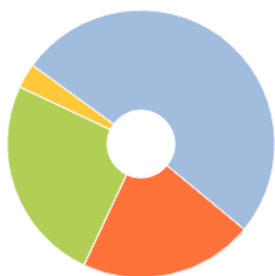
Автор: Конева К Е

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:
21,18%



Оригинальность:
50,78%



ИИ-контент:
0%



Цитирования:
24,63%



Самоцитирования:
3,41%



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

i Проверено: 84,89% текста документа, исключено из проверки: 15,11% 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: 163

Тип документа: Не указано

Дата проверки: 30.03.2026 16:50:44

Дата корректировки: Нет

Количество страниц: 85

Символов в тексте: 119067

Слов в тексте: 14156

Число предложений: 2410

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

ИСТОЧНИКИ

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Комментарий
[01]	19,65%	14,34%	не указано	13 Янв 2022	Цитирование	
[02]	16,96%	7,37%	%D0%9F%D0%B0%D1%88%D0%B... https://dspace.tltsu.ru	26 Мая 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[03]	13,39%	1,1%	ТБмп-2007а_Пашнин Д.Д	25 Дек 2023	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[04]	6,35%	1,01%	%D0%9F%D0%B0%D1%88%D0%B... https://dspace.tltsu.ru	26 Мая 2025	Интернет Плюс	
[05]	6,35%	0%	ТБмп-2007а_Пашнин Д.Д	25 Дек 2023	Собственная коллекция компании	
[06]	6,07%	4,53%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	12 Июнь 2020	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[07]	6,07%	0%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	15 Июнь 2023	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[08]	5,68%	0%	prikaz_rostehnadzora_ot_23-08-20... https://deanbook.ru	18 Дек 2024	Интернет Плюс	
[09]	5,68%	0%	Об утверждении Руководства по ... http://base.safework.ru	06 Мая 2025	Интернет Плюс	
[10]	5,68%	0%	Приказ Федеральной службы по ... https://garant.ru	24 Дек 2024	Интернет Плюс	
[11]	5,68%	5,02%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	10 Окт 2023	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	
[12]	4,69%	0,32%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	18 Апр 2016	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	
[13]	4,21%	0,04%	Диплом Анализ прочностной над...	14 Июнь 2025	Кольцо вузов	
[14]	4,08%	0,03%	ВКР_Попова_AA (1)	29 Янв 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[15]	4%	0%	ВКР_Попова_AA.pdf	30 Янв 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[16]	3,9%	0%	ВКР_Попова_AA (1)	29 Янв 2024	Кольцо вузов	
[17]	3,79%	0%	ВКР_Попова_AA.pdf	30 Янв 2024	Кольцо вузов	

[18]	3,68%	0%	Диплом Анализ прочностной над...	14 Июн 2025	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)
[19]	3,66%	0,23%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	02 Фев 2013	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[20]	3,61%	0,8%	http://earchive.tpu.ru/bitstream/11... http://earchive.tpu.ru	07 Мая 2019	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте
[21]	3,41%	3,41%	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗ... http://elibrary.ru	01 Янв 2025	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[22]	3,37%	0,31%	1) О внесении изменения в Поло... http://elibrary.ru	01 Янв 2014	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[23]	3,36%	0%	http://bibl.rusoil.net/base_docs/UG... http://bibl.rusoil.net	18 Янв 2026	Интернет Плюс
[24]	3,27%	0,02%	http://elibrary.sgu.ru/VKR/2019/20-... http://elibrary.sgu.ru	12 Июн 2020	Интернет Плюс
[25]	3,11%	0,16%	БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА Тема раб... https://docplayer.ru	15 Фев 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте
[26]	3,09%	0%	rsl01004722252.txt http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2008	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)
[27]	3,04%	0,21%	[Ю. Д. Земенков и др.] ; под общ. ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2010	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)
[28]	2,89%	0%	Скачать список документов Norm... http://shtein.ru	05 Янв 2020	Интернет Плюс
[29]	2,86%	1,24%	TPU_VKR_19772.pdf	27 Мая 2016	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)
[30]	2,82%	0%	http://earchive.tpu.ru/bitstream/11... http://earchive.tpu.ru	28 Янв 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте
[31]	2,8%	0%	https://earchive.tpu.ru/bitstream/1... https://earchive.tpu.ru	03 Июн 2023	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте
[32]	2,8%	0,94%	Тулина О.И._ТБмд-2207а	18 Июн 2025	Собственная коллекция компании
[33]	2,59%	0,38%	Резервуары для хранения нефти ... https://p-con.ru	05 Июн 2023	Интернет Плюс
[34]	2,55%	0%	Журавлева Н.П._ТБмд-2204а	14 Мая 2025	Собственная коллекция компании
[35]	2,44%	1,82%	Приказ МЧС России от 26 декабр... http://ivo.garant.ru	29 Дек 2023	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[36]	2,29%	0,07%	Тихомирова Л.А. Возможность и ...	07 Фев 2025	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика
[37]	2,24%	0%	Приказ МЧС России от 26 декабр... http://ivo.garant.ru	09 Мар 2017	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[38]	2,22%	0%	Kalimullin_A_R_TBbd-1603b	10 Фев 2022	Собственная коллекция компании
[39]	2,17%	0%	Тихомирова Л.А. Комментарий к ... http://ivo.garant.ru	07 Окт 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика
[40]	2,15%	0,02%	НАДЕЖНОСТЬ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ...	25 Июл 2023	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[41]	2,15%	0%	Простов Д.В._ТБбд_1603а	02 Ноя 2021	Собственная коллекция компании
[42]	2,11%	0%	Строительство резервуарных па... http://elibrary.ru	01 Янв 2024	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[43]	2,07%	0,12%	Сооружение и ремонт резервуар... http://elibrary.ru	01 Янв 2025	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[44]	2,03%	0,29%	Проект Приказа Федеральной сл... http://ivo.garant.ru	31 Окт 2017	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация

[45]	1,99%	0,15%	TPU_VKR_19772.pdf	27 Мая 2016	Кольцо вузов
[46]	1,99%	0%	https://earchive.tpu.ru/bitstream/1... https://earchive.tpu.ru	03 Июн 2023	Интернет Плюс
[47]	1,98%	0%	Тихомирова Л.А. Комментарий к ... http://ivo.garant.ru	13 Июл 2013	СПС ГАРАНТ: аналитика
[48]	1,97%	1,07%	55.docx	15 Янв 2024	Кольцо вузов
[49]	1,96%	0%	1) О внесении изменения в Поло... http://elibrary.ru	01 Янв 2014	Публикации eLIBRARY
[50]	1,95%	0%	Черных Н.Ю._ТБм_1907а	01 Июл 2021	Собственная коллекция компании
[51]	1,87%	0%	Тихомирова Л.А. Возможность и ...	07 Фев 2025	СПС ГАРАНТ: аналитика
[52]	1,8%	1%	не указано	29 Сен 2022	Шаблонные фразы
[53]	1,72%	0%	Ярмошкина Е.А._ТБмдо_1803а	08 Июл 2020	Собственная коллекция компании
[54]	1,7%	0%	Промышленная безопасность об...	17 Июл 2025	Публикации eLIBRARY
[55]	1,64%	0%	Справочник инженера по эксплу... http://biblioclub.ru	20 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС
[56]	1,54%	0,91%	Правила технической эксплуатац... http://ivo.garant.ru	20 Окт 2007	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[57]	1,5%	0%	Тарасенко, Михаил Александров... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2012	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)
[58]	1,47%	0%	Амелин Р.В., Колоколов А.В., Кол... http://ivo.garant.ru	01 Июн 2019	СПС ГАРАНТ: аналитика
[59]	1,43%	0%	Промышленная безопасность ма... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС
[60]	1,43%	0%	64505 http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС
[61]	1,43%	0%	Обзоры изменений по охране тр... http://ivo.garant.ru	05 Фев 2022	СПС ГАРАНТ: аналитика
[62]	1,41%	0%	Промышленная безопасность. О... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС
[63]	1,33%	0,14%	Вопрос: Какая периодичность пр... http://ivo.garant.ru	24 Апр 2021	СПС ГАРАНТ: аналитика
[64]	1,32%	0,14%	ПлюснинНА_ТБмп2304а	22 Дек 2025	Собственная коллекция компании
[65]	1,32%	0%	Наркевич, Михаил Юрьевич Разв... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2023	Публикации РГБ
[66]	1,32%	0%	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕС...	30 Мая 2025	Публикации eLIBRARY
[67]	1,3%	0%	ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ ПРИРОДООХ... http://priuralye.com	02 Июн 2014	СМИ России и СНГ
[68]	1,3%	0%	Основные нормативные правов... http://elibrary.ru	01 Янв 2023	Публикации eLIBRARY
[69]	1,27%	0%	СП 4.13130.2009. Системы против...	13 Мая 2025	Публикации eLIBRARY
[70]	1,27%	0%	Сальков О.А. Комментарий к Фед... http://ivo.garant.ru	14 Окт 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика
[71]	1,24%	0,1%	Приказ Федеральной службы по ... http://ivo.garant.ru	02 Фев 2013	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация
[72]	1,22%	0%	не указано http://ivo.garant.ru	02 Авг 2022	СПС ГАРАНТ: аналитика
[73]	1,21%	0%	СП 4.13130.2009. Системы против...	13 Мая 2025	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)
[74]	1,15%	0%	МЧС напомнила о введении в де... http://taxhelp.ru	26 Мая 2014	СМИ России и СНГ
[75]	1,12%	0%	Нормативное и техническое обе... http://biblioclub.ru	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС
[76]	1,11%	0%	2014_Горина_Фесина_Фрезе_Про...	27 Мар 2023	Собственная коллекция компании
[77]	1,11%	0,03%	Пожаровзрывобезопасность. http://elibrary.ru	01 Янв 2022	Публикации eLIBRARY
[78]	1,07%	0%	Справочник по строительству: но... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина

[79]	1,07%	0%	Строительство резервуарных па... http://elibrary.ru	01 Янв 2024	Публикации eLIBRARY	
[80]	1,05%	0%	Тихомирова Л.А. Документация п... http://ivo.garant.ru	30 Мая 2020	СПС ГАРАНТ: аналитика	
[81]	1,02%	0%	Тихомирова Л.А. Возможность и ...	07 Фев 2025	Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика	
[82]	1%	0%	Аверин, Михаил Сергеевич Адми... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2015	Публикации РГБ	
[83]	0,98%	0%	Об утверждении строительных н... https://adilet.zan.kz	14 Дек 2025	ИПС Адилет	
[84]	0,95%	0%	Сравнительный анализ Правил п...	07 Фев 2025	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[85]	0,92%	0,05%	О промышленной безопасности ... https://gorod24.online	24 Фев 2018	СМИ России и СНГ	
[86]	0,92%	0%	АНАЛИЗ ВИДОВ КОРРОЗИОННЫХ...	28 Окт 2023	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[87]	0,91%	0%	Вопросы правового обеспечения... http://elibrary.ru	26 Окт 2014	Публикации eLIBRARY	
[88]	0,9%	0%	Мороз, Наталья Александровна ... http://dlib.rsl.ru	20 Сен 2024	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)	
[89]	0,86%	0%	Мороз, Наталья Александровна ... http://dlib.rsl.ru	20 Сен 2024	Публикации РГБ	
[90]	0,86%	0%	Швырков, Александр Сергеевич ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2019	Публикации РГБ	
[91]	0,85%	0%	ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПАРЛАМЕНТА ... https://ugo-osetia.ru	22 Мар 2022	СМИ России и СНГ	
[92]	0,84%	0%	Пожарная безопасность объекто... http://biblioclub.ru	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[93]	0,84%	0%	Вопросы прикладной математик...	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[94]	0,81%	0%	Вопрос: Какая периодичность пр... http://ivo.garant.ru	24 Апр 2021	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[95]	0,81%	0%	Вопрос: Какая периодичность пр... http://ivo.garant.ru	27 Ноя 2021	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[96]	0,78%	0%	ISBN9785972901623.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	
[97]	0,78%	0%	Нормативное и техническое обе...	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[98]	0,78%	0%	Современные методы организац... https://book.ru	01 Янв 2023	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[99]	0,78%	0%	не указано	04 Авг 2022	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[100]	0,77%	0%	Емельянов, Михаил Валерьевич ... http://dlib.rsl.ru	19 Сен 2024	Публикации РГБ	
[101]	0,75%	0%	Комплексная безопасность на же...	19 Дек 2016	Медицина	
[102]	0,74%	0%	Безопасность жизнедеятельност...	19 Дек 2016	Медицина	
[103]	0,72%	0%	Шкарупило А.В._ТБмд_1607а	27 Июн 2019	Собственная коллекция компании	
[104]	0,7%	0%	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к Нормативам гр... http://chelyabinsk.bezformata.ru	20 Фев 2015	СМИ России и СНГ	
[105]	0,69%	0%	Информационное моделировани...	08 Окт 2025	СПС ГАРАНТ: аналитика	
[106]	0,68%	0,09%	27 нарушений требований закон... http://kaluga.bezformata.ru	20 Мая 2014	СМИ России и СНГ	
[107]	0,67%	0,43%	Thermal desorption treatment of p...	12 Дек 2025	Переводные заимствования по базе публикаций открытого доступа PubMed	
[108]	0,63%	0%	Горбань, Николай Николаевич Р... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2021	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[109]	0,62%	0%	Изыскания и проектирование до...	10 Апр 2025	Публикации eLIBRARY	

[110]	0,61%	0,11%	Сальков О.А. Комментарий к Фед... http://ivo.garant.ru	14 Окт 2017	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[111]	0,61%	0%	О сокращении обязательных тре... https://publishernews.ru	31 Мая 2021	СМИ России и СНГ	
[112]	0,6%	0,6%	Типовая инструкция по техничес... http://ivo.garant.ru	30 Ноя 2002	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	
[113]	0,57%	0%	Приказ Федеральной службы по ... http://elibrary.ru	27 Мая 2019	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[114]	0,57%	0%	Правовое обеспечение экологич... https://elib.nlb.by	01 Янв 2010	Сводная коллекция научных работ Беларуси	
[115]	0,54%	0%	не указано http://ivo.garant.ru	02 Авг 2022	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[116]	0,51%	0%	Противопожарная защита здани...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[117]	0,49%	0,49%	Малинин, Владимир Романович ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2005	Публикации РГБ (переводы и перефразирования)	
[118]	0,48%	0%	Прокуратура Сунженского район... http://magas.bezformata.ru	17 Фев 2016	СМИ России и СНГ	
[119]	0,47%	0%	Проблемы нормативной правов... http://elibrary.ru	раньше 2011	Публикации eLIBRARY	
[120]	0,47%	0%	Приказ Федерального агентства ... http://ivo.garant.ru	06 Июл 2022	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[121]	0,46%	0,15%	Вкр Абдурахадзода	13 Июн 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[122]	0,46%	0%	Вкр Абдурахадзода (1)	23 Июн 2025	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[123]	0,45%	0%	ВКР Каюков А.В. последний	13 Янв 2025	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[124]	0,43%	0%	В. И. Балаба, И. И. Дунюшкин, В. ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2008	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[125]	0,41%	0%	Диплом Маховский	08 Июн 2020	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[126]	0,38%	0%	Инжиниринг объектов интеллект...	19 Дек 2016	Медицина	
[127]	0,37%	0%	TRU1396340.docx	11 Янв 2024	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[128]	0,36%	0%	Комментарии к инструкциИ по п...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[129]	0,33%	0%	Сальников И.В., Герасименко Н.С... http://ivo.garant.ru	22 Дек 2012	Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика	
[130]	0,3%	0%	Об утверждении Правил обеспеч... https://adilet.zan.kz	15 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[131]	0,3%	0%	"Emergency Response Plan" Autom...	08 Фев 2026	Переводные заимствования по Коллекции открытых публикаций международных издательств	
[132]	0,29%	0%	Алгоритм оценки технического с... http://elibrary.ru	05 Авг 2016	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[133]	0,27%	0%	Промышленная собственность. ...	20 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[134]	0,26%	0%	gazprom-neft_2015.pdf https://annualreports.com	04 Ноя 2025	Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте	
[135]	0,26%	0%	Малинин, Владимир Романович ... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2005	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[136]	0,22%	0%	Текстовая база данных «Термин... https://fips.ru	29 Мар 2026	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[137]	0,22%	0%	Формирование комплексной сис... http://diss.natlib.uz	02 Сен 2014	Коллекция НБУ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

[138]	0,21%	0%	не указано	04 Авг 2022	Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[139]	0,2%	0%	Уголовное право России. Части О... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[140]	0,19%	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.
[141]	0,19%	0%	Диссертация на тему «Теоретиче... https://dissercat.com	26 Апр 2022	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[142]	0,19%	0%	Диссертация на тему «Теоретиче... https://dissercat.com	26 Апр 2022	Интернет Плюс	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[143]	0,18%	0%	Система мониторинга техническ... https://fips.ru	25 Мар 2026	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[144]	0,18%	0%	О внесении изменений и дополн... https://adilet.zan.kz	17 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[145]	0,18%	0%	О перечне международных и рег... https://adilet.zan.kz	15 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[146]	0,18%	0%	Защита водных объектов при ав... https://elib.nlb.by	01 Янв 2010	Сводная коллекция научных работ Беларуси	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[147]	0,14%	0%	диссертация Айдана (Автосохран...	20 Июн 2016	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[148]	0,14%	0%	Способ контроля технического с... http://findpatent.ru	24 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[149]	0,14%	0%	Медведева, Ольга Марленовна О... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2012	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[150]	0,11%	0%	Мастетбай Куаныш БЖ-17-1.docx	01 Июн 2021	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[151]	0,11%	0%	УСТРОЙСТВО ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ... https://fips.ru	25 Мар 2026	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[152]	0,11%	0%	МОДУЛЬНАЯ ВОЗДУШНАЯ КОМП... https://fips.ru	25 Мар 2026	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[153]	0,1%	0%	Об утверждении Технического р... https://adilet.zan.kz	11 Дек 2025	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[154]	0,1%	0%	Кисель, Татьяна Николаевна Рест... http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2025	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ **13** СИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ **52**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет» **52**

Институт **52** энерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование **48** авления подготовки **52** 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 **32**
нефти

Обучающийся	К.Е.Конева (Инициалы Фамилия) (личная подпись)
Научный руководитель	д-р техн. наук, профессор, Яговкин Н.Г. (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
Консультант	к.э.н., доцент, Фрезе Т.Ю. (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.....	30
2.1 Основные требования, предъявляемые к эксплуатации, хранению, перевозке.....	30
2.2 Резервуары для хранения нефти: типы, виды, вопросы эффективной эксплуатации.....	41
3 Выработка рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти.....	117
3.1 Эксплуатация резервуаров для хранения нефти на примере конкретного объекта защиты.....	54
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.....	61
Заключение.....	69
Список используемой литературы и используемых источников.....	32

Введение

Надёжность и эксплуатационная устойчивость резервуарных парков в отечественной нефтегазовой отрасли остаются предметом постоянного пересмотра: ранее принятые инженерные решения регулярно требуют уточнения, коррекции и адаптации к меняющимся условиям. Именно необходимость такого непрерывного обновления подходов и подчёркивает научную актуальность проводимого исследования.

Значительная часть российских месторождений приурочена к районам Крайнего Севера и Восточной Сибири с осложнённым геологическим строением, где сама по себе эксплуатация инженерных сооружений изначально сопряжена с повышенной аварийной уязвимостью. Надёжность резервуаров в решающей степени определяется состоянием сварных швов, а в указанных климатических зонах, под воздействием предельно низких температур **3** активного пластического растрескивания стали, уровень возникающих в них напряжений способен существенно и во многом непредсказуемо изменяться. Необходимо сказать, картина здесь далеко не однородная.

При сварке элементов резервуара возникают температурные напряжения, перераспределить которые практически невозможно – конструктивные особенности сварных швов этого не допускают. Отсюда повышенная вероятность разрушения, а вместе с ней реальная угроза просадок и повреждений резервуара. Правда, степень риска варьируется в зависимости от конкретных условий **52** эксплуатации, однако общая закономерность прослеживается достаточно устойчиво.

Объект исследования: резервуары, предназначенные для хранения нефти.

Предмет исследования: организация и выполнение работ по эксплуатации резервуаров для хранения нефти. **2**

Цель исследования: повышение уровня безопасности **2** и выполнении работ по эксплуатации резервуаров для хранения нефти на примере предприятия ООО «Транснефть - Дальний Восток».

Гипотеза исследований состоит в том, что **52** повысить безопасность при производстве работ по эксплуатации резервуаров для хранения нефти возможно, 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, **107** 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 ООО «Транснефть - Дальний Восток»;
- провести расчет технико-экономических показателей на введение разработанных рекомендаций и выявления экономической эффективности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: **52**

- изучить **52** 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. **64**

Теоретическую и методологическую базу работы составили труды Колодкина В.М., Ветошкина А.Г., Григорьева А.В. и Гусаковой Н.В., посвящённые вопросам обеспечения безопасности при проведении сварочных работ. Каждый из этих авторов рассматривает проблему с несколько разных сторон, что позволяет сформировать достаточно полное представление о предмете.

Среди нормативных источников ключевую роль сыграли Правила по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ, а также стандарты ССБТ в части требований безопасности к электросварочным работам. Наряду с ними в исследовании учитывались и другие действующие правовые акты, регулирующие данную область.

Методы исследования: экспериментальные (наблюдение, сравнительный анализ), теоретико-эмпирический (аналогия, абстрагирование). **2**

Экспериментальная база исследования – производственный объект на территории ООО «Транснефть – Дальний Восток».

Научная новизна исследования связана **2** с единичным результатом, а с комплексом взаимосвязанных решений. Главным является переосмысление практики эксплуатации резервуарных систем – от технологических аспектов до регламентов. Одновременно уточнены методы количественной и качественной оценки эксплуатационных угроз, то есть режимов потенциальной опасности, что методологически и инженерно весьма сложно. На этой основе сформированы новые методики предупреждения аварийных ситуаций – правда, их практическая верификация потребует дополнительной апробации в реальных условиях.

Теоретическая значимость заключается в исследовании эксплуатации резервуаров для хранения нефти, с процессом выявления основных проблем и разработки рекомендаций по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти.

Практическая значимость исследования заключается в том, что **52** разработанные рекомендации по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, будут способствовать на эксплуатационные параметры нефтяных резервуаров ООО «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;
- 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, таких как:

- составленный список праковых 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; 21
- технический отчет проведенного анализа 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 стенки; металла с металлическими поверхностями, периодическая коррозия угловых швов, которая проявляется образованием трещин в зоне 21

сварного шва, соединенного с основным металлом; трещины в сварных панелях без сварных швов ²¹ сварных 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 ООО «Транснефть - Дальний Восток». В который входит ⁴⁰ процентный 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 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; ¹¹
- экономический отчет проведения эффективности применения разработанных мероприятий по повышению безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти, будут способствовать на эксплуатационные параметры нефтяных резервуаров ООО «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 — 2го коррозия, происходящая при контакте двух или более металлов с различными электродными потенциалами» 1].

Коррозионная язва — 4естное 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 — «это коррозия, которая поражает определенные участки поверхности металла или сварного соединения» 1].

Неравномерная сплошная коррозия — 4это коррозия, которая происходит с разной скоростью в разных местах на поверхности металла» 1 [14].

Нитевидная коррозия — 2коррозия, 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 — 2клизбирательная, 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» 1].

Продольная трещина сварного соединения — 4 «трещина, ориентированная параллельно продольной оси сварного шва» 1].

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» [15].

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 – [4] 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 29

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 19

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

Проведем теоретическое исследование правовых актов, регламентирующие вопросы устойчивости функционирования.

ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов». 11 держит в себе сведения: 14 «настоящий стандарт устанавливает требования к проектированию, изготовлению, монтажу и испытанию вертикальных цилиндрических стальных резервуаров номинальным объемом от 100 до 120 000 м³, в том числе с защитной стенкой, используемых при добыче, транспортировании, переработке и хранении нефти и нефтепродуктов, а также требования, направленные на обеспечение механической и промышленной безопасности, предупреждение аварий и производственного травматизма» 1.

Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 529 (ред. от 09.07.2024) 36 утверждения 11 федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов». 44 держит в себе сведения: 22 эксплуатация и ремонт станций должны проводиться в соответствии с федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, разработанных в соответствии с требованиями части 3 статьи 4 Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", и настоящими Правилами» 1. 77

Приказ Ростехнадзора от 23 августа 2023 г. N 305 Об утверждении руководства по безопасности "Рекомендации по техническому диагностированию сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов". 12 держит в себе сведения: «для однотипных 11

ддрезервуаров РВС, РВСП, РВСПА, РВСПК одного резервуарного парка допускается проведение полного технического диагностирования на одном резервуаре-представителе, выбранном из группы одинаковых резервуаров, работающих в пределах расчетного срока службы, но не более 20 лет в одинаковых условиях (одинаковые конструкции, примененные материалы, технология сооружения, продолжительность и условия эксплуатации), принимающих продукт одного класса в соответствии с ГОСТ 1510- 2022 «Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение», введенным в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2022 г. N 518-ст, ГОСТ 28576-90 (ИСО 8681-86) «Нефтепродукты и смазочные материалы» 11

Приказ Ростехнадзора 77 26.12.2012 №777 «Об утверждении Руководства по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов». 71
Содержит в себе сведения: 44

- «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; 1

- 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;
- 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) 225
 утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов. 35бования
 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; 35

- 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;
 - 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: 106-й 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» 1.

Положения настоящего Федерального закона 85-е распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм 1

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. 44 еральный 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 нефтеснабжающих организаций относятся к числу типичных объектов нефтегазового комплекса. Под таким парком принято понимать совокупность ёмкостного оборудования и резервуаров, объединённых для хранения нефти и нефтепродуктов и сгруппированных по товарным категориям [4]. 2

Стальные резервуарные конструкции служат для приёма, хранения и учётных операций как с добываемой нефтью, так и с переработанными нефтепродуктами. При этом режим их работы может существенно различаться: резервуар либо включён в замкнутую систему единого оператора, либо функционирует как элемент более крупной отраслевой инфраструктуры. Примечательно, что один и тот же резервуарный парк

нередко обслуживает сразу несколько производственных звеньев – нефтеперерабатывающие заводы, насосные станции и прочие смежные объекты. По функциональному назначению резервуарные хранилища делятся на несколько категорий [4].

Современный грузовой парк – резервуары разных типов вместе со вспомогательным оборудованием – служит для непрерывного измерения, учёта и хранения нефти и нефтепродуктов. Проектирование и строительство таких объектов, равно как и их последующая эксплуатация, ведутся с опорой на международные строительные регламенты [7].

Резервуары и нефтебазы принято делить на виды по назначению. Речь идёт об объектах, участвующих в операциях хранения и перекачки нефти и нефтепродуктов [12]. Грузовой объём при этом может быть реализован как в надземном, так и в подземном исполнении [5].

При подземном размещении широко применяются монолитные железобетонные резервуары – достаточно прочные, чтобы выдерживать соответствующие нагрузки. Поверхность их, как правило, обрабатывают металлическими лакокрасочными составами. Вертикальные конструкции изготавливают из высокоуглеродистой стали: материал позволяет вести вертикальный монтаж и устанавливать дополнительные элементы, в том числе кровлю. Крыша в таких резервуарах бывает фиксированной или подвижной – выбор зависит от условий эксплуатации [8].

При изучении таблицы 1 ИТС46-2019 видно, что 4 нефтепродукты попадают в категорию легковоспламеняющихся жидкостей 3 класса опасности с подклассами 3.1, 3.2 и 3.3. Для хранения жидких и газообразных веществ в нефтехимии применяют несколько типов ёмкостной техники – металлические аппараты, резервуары и газохранилища» 1]. 2

«Стальные резервуары разной степени герметичности встречаются на практике чаще всего. По конструктивным признакам их разделяют на несколько групп: горизонтальные рассчитаны на жидкие и газообразные среды, вертикальные используют преимущественно для жидкостей, для газов 1

выделяют отдельную разновидность вертикальных резервуаров, а сжиженные газы хранят в сферических контейнерах» 1 1].

Резервуар представляет собой герметичную или открытую ёмкость для хранения жидких и газообразных веществ 2 такова общепринятая трактовка термина. Стальные конструкции при этом используются чаще всего [12, с. 872]. Наружные поверхности, когда в том есть необходимость, обрабатывают атмосферостойкими и иными защитными материалами [22].

Резервуарный парк охватывает полный технологический цикл работы с нефтью и нефтепродуктами: их учёт, распределение, хранение и последующий отпуск потребителям. Требования к надёжности и устойчивости подобных объектов закреплены в национальных и государственных стандартах [17].

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

«Перечисленные выше параметры зависят от следующих признаков:

- класса, к которому отнесён конкретный товарный парк;
- количества продукта, размещённого в эксплуатируемых резервуарах;
- пространственных схем размещения и общей планировки парка;
- этапности возведения, модернизации, технического перевооружения и ввода резервуаров в работу;
- особенностей рельефа и природных условий территории» 1 1].

«С точки зрения конструктивного исполнения резервуарные емкости подразделяются на:

- сооружения вертикальной цилиндрической конфигурации;
- горизонтальные резервуары с неподвижной кровлей;
- горизонтальные емкости с крышкой, перемещающейся вслед за уровнем продукта» 1. 2

Кроме того, **2**а стадии возведения, реконструкции и ремонтных работ параметры подбирают с учётом следующих установленных критериев:

- функционального назначения, категории парка и его расчетной вместимости;
- срока предполагаемой эксплуатации и принятых схем размещения резервуаров;
- климатических условий района и его географических характеристик» **1**.

Поддержание резервуара в рабочем состоянии обеспечивается планово-предупредительным обслуживанием, которое охватывает визуальные и инструментальные осмотры, регламентные операции, а также сервисное сопровождение всего установленного и внутрирезервуарного оборудования. Плановые проверки с регулировкой режимов работы проводятся минимум раз в полугодие. Когда стенные листы, стальное днище и сопряжённые узлы ремонтируются совместно, их техническое состояние определяется по данным измерений и осмотров – списывать или разрушать материальные запасы при этом не требуется [11].

Регламентное обслуживание выполняется с периодичностью не реже одного раза в два года. Капитальный ремонт предполагает перекачку продукта из резервуара как обязательный предварительный шаг – без этого к основным работам не приступают: емкость освобождается от остатка жидкости, производится дегазация, вертикальный стальной резервуар проверяется на наличие внутренней и наружной коррозии, контролируется состояние установленной стальной арматуры, качество сварных швов, проводится испытание и, при необходимости, замена линейного вспомогательного оборудования [32].

Особо необходимо акцентировать внимание **2**а детальном контроле стальной конструкции при монтаже и окраске кромок в зоне стыка «моринг», поскольку этот участок является наиболее нагружённым фрагментом рассматриваемого инженерного объекта.

Для гарантирования безопасного функционирования резервуара требуется выполнить комплекс работ, включающий: корректировку устойчивости вертикального стального резервуара при повышении допустимого температурного режима, замену повреждённых элементов металлоконструкций, восстановление несущей способности вертикального стального резервуара и его испытание на прочностные характеристики [24].

Все перечисленные операции должны осуществляться с применением передовых технических решений. Недопустимо пренебрегать нормами промышленной и технической безопасности при эксплуатации оборудования.

«При 2 обслуживании резервуаров наиболее часто встречаются следующие дефекты и повреждения:

- 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 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 или сварных швах; доходящие до наружного металла;
- шарового шарнира, шаровой опоры и торцевой крышки;
- трещины в стенках по сварным соединениям и наружному металлу (особенно в нижних поясах); трещины 21 стенках резервуаров чаще всего образуются в зонах вертикальных сварных соединений – как с выходом на основной металл, 43 и без него – а также в местах стыков и при сварке вдоль стыкового

шва. Загрязнения скапливаются в районе закольцовывания вблизи силовых узлов, там, где демонтируются масляные трубки и выводятся их остатки, а кроме того – в местах осаждения продуктов металлических систем;

- подрезы в объемных сварных швах округлой конфигурации (преимущественно возникают на стенках из рулонных заготовок);
- отслаивание основного металла с переходом на зоны сварных швов; 2
- непровары, подрезы, поры, шлаковые включения и другие дефекты сварных соединений;
- негерметичность (вызывающая отпотины) в сварных, клёпаных соединениях и основном металле стенки, днища, кровли и понтона;
- изменения геометрической формы верхних поясов стенки резервуара (местные выпучины, вмятины, горизонтальные гофры) и кровли резервуара повышенного давления;
- коррозионные повреждения днища, стенки, понтона, кровли и ее несущих элементов;
- значительные деформации и разрушения отдельных несущих конструктивных элементов покрытия резервуара;
- отрыв центральной стойки от днища резервуара;
- отделение от стенки 112 зуара опорных кронштейнов понтона;
- погружение понтона с возникновением износа направляющих стоек, труб и трущихся узлов кронштейнов понтона;
- деформация, зависание и ухудшение исходных эксплуатационных свойств прокладок понтонов и уплотнительных прокладок затворов; 4

- срез фиксирующих болтов и изнашивание вертикальных стенок анкерного узла у резервуаров с повышенными рабочими давлениями;
- износ и смещение днища по всей площади резервуара, возникающие при усадке железобетонного фундамента;
- равномерная и неравномерная осадки песчаного основания, приводящие к наклону фундамента в сторону дополнительных нагрузок на основание, в том числе в зонах установки основных подводящих и отводящих трубопроводных патрубков;
- местный износ (в основном, замытие внутрь) стенки РВС в местах врезки трубопроводов при усадке фундамента РВС;
- подрезы и деформации в нижней части стального воротника патрубков при усадке основания и фундамента РВС и отклонения стенки;
- деформирование стоек лестницы при перегрузке связи шахтной лестницы со стенкой РВС (из-за стальных сваренных уголков) при усадке основания и фундамента РВС или шахтной лестницы;
- разрушение антикоррозийного покрытия» 21 4

«Коррозионные повреждения характерны прежде всего для установок из малоуглеродистых и низколегированных сталей, эксплуатируемых без защитной изоляции, а также при наличии покрытий типа РД 26-10-87 на основе алюминия и цинка. Металл разрушается при этом в нескольких формах» 15].

Сплошная коррозия захватывает всю поверхность конструктивных элементов – поясов резервуара, 2 стов обшивки и аналогичных деталей – либо отдельные их части. Скорость потери толщины металла, надо сказать, существенно зависит от условий эксплуатации: «в 2 атмосферных условиях она составляет порядка 25–100 мкм/год, в наземных – около 5–75 мкм/год, в водной среде – 50–250 мкм/год. Речь идёт о сталях, алюминии, цинке и 1

алюминиевых покрытиях, оказавшихся в агрессивных средах с недостаточной коррозионной стойкостью» 13].

Внутри непрерывного коррозионного разрушения разграничивают два случая. При равномерной коррозии металл истончается с приблизительно одинаковой скоростью по всей площади поверхности [31]. Неравномерная сплошная коррозия ведёт себя принципиально иначе: скорость процесса на разных участках одной и той же поверхности заметно расходится, что (и это действительно осложняет работу инженера) существенно затрудняет прогнозирование дальнейшего развития дефекта [18].

Локальная коррозия сосредоточена на ограниченных зонах металла или участках сварного шва. Разрушение здесь не распределяется по всей площади, а концентрируется в отдельных точках – и это, отметим, нередко делает её опаснее сплошных форм, поскольку обнаружить очаги повреждения значительно сложнее [23].

Гальваническая (контактная) коррозия возникает 2м, где в одной проводящей среде оказываются замкнутыми в электрическую цепь два и более несходных по природе металла, отличающихся значениями электродных потенциалов. Металл с более отрицательным потенциалом фактически играет роль анодной зоны и разрушается ускоренно, тогда как продукты его окисления откладываются на поверхности более пассивного, «благородного» материала [16].

На этом различии потенциалов основан принцип электрохимической защиты стальных конструкций: сталь экранируют покрытиями из металлов-жертв — чаще всего цинка, алюминия или олова [23].

Термин «коррозионная 2язва» употребляется для обозначения локализованного очага разрушения, ограниченного по площади и имеющего форму одиночного глубокого углубления, напоминающего вмятину или раковину. Подобный тип повреждения преимущественно наблюдается у малоуглеродистых, углеродистых и низколегированных сталей, работающих в жидких средах или при непосредственном соприкосновении с грунтом [29].

После зачистки поражённого места стальной щёткой очертания углубления становятся отчётливо заметны [34].

Образующиеся при язвенной коррозии одиночные либо сгруппированные очаги разрушения, как правило, имеют близкие порядок глубины и поперечного размера – от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Процесс почти всегда сопровождается формированием мощных отложений ржавчины и других продуктов превращения металла, которые могут покрывать как всю поверхность, так и значительную зону вокруг наиболее развитых очагов (особенно у незащищённых конструкций в грунте). Кислородная форма такого разрушения развивается в глубь металла и связана с присутствием свободного кислорода в жидкой или паровой фазе. На внутренней поверхности в этих условиях образуются бугорки и пятна бурой ржавчины, под которыми обычно располагается слой чёрных окислов [9].

Точечная, или питтинговая, коррозия **2** проявляется в форме изолированных углублений малого диаметра (обычно до 1–2 мм), но большой глубины, значительно превышающей поперечный размер дефекта. При скоростях до 0,5 мм/год такие очаги со временем превращаются в сквозные свищи. Возникновение питтинга связывают с локальными нарушениями химической однородности или разрушением пассивирующей плёнки, в том числе под отдельными каплями влаги. Особенно уязвимы нержавеющие стали и алюминиевые сплавы, тогда как углеродистые и низколегированные стали, работающие в среде нефтепродуктов и подтоварной воды, обычно **2** ему мало восприимчивы. При этом профессиональная традиция разграничивает термины «питтинговая» и «язвенная» коррозия, не считая их синонимами [16].

Ножевая коррозия имеет принципиально иную природу. Развивается она избирательно – в неоднородном металле сварного соединения под действием механических напряжений, вытягиваясь вдоль линии шва. Локализуется, как правило, в зоне сплавления шва с основным металлом при **2**

воздействии агрессивных сред, в частности подтоварной воды. Внешне это выглядит как глубокая выемка с рваным, **2** ровным контуром, хотя в угловых швах разрушение порой распространяется и через центральную часть усиливающего валика. В резервуарах особую угрозу представляет поражение внутреннего углового шва в месте соединения стенки с днищем: именно здесь наиболее вероятно зарождение трещин и их последующее развитие [19].

Щелевая коррозия развивается в изолированных и плохо проветриваемых фрагментах сооружения – в узких промежутках, замкнутых полостях и конструктивных «карманах». Её инициируют зоны соприкосновения двух металлических элементов или участки неплотного прилегания металла к неметаллической детали; при этом необходимым фоновым фактором остаётся доступ кислорода из воздуха. Применительно к резервуарам речь идёт прежде всего о наружной поверхности стенки и внутренних участках односторонних нахлёсточных сварных швов под кровлей. При контакте с нефтью и подтоварной водой этот механизм почти не работает – кислород просто не поступает в зону реакции. Стоит, пожалуй, оговориться: щелевую коррозию нередко путают с ножевой, хотя это принципиально разные явления [17].

Нитевидная коррозия проявляется тем, что зоны разрушения не образуют сплошной очаг, а расходятся узкими переплетающимися дорожками, скрытыми главным образом под неметаллическими защитными слоями. Такой рисунок повреждений особенно часто наблюдается на элементах днища резервуаров, покрытых плотным и достаточно толстым парафиновым слоем. Отдельные коррозионные «нити» **2** бычно имеют поперечный размер порядка 5–15 мм [20].

Межкристаллитное разрушение проявляется в тех случаях, когда растворение идёт преимущественно вдоль границ зёрен и значительно опережает коррозию их внутреннего объёма. Наибольший риск наблюдается у наклёпанного металла, а также у элементов, длительно находящихся под

растягивающими нагрузками, близкими к пределу текучести, в агрессивных средах с высоким содержанием растворённых компонентов. В результате материал теряет вязкость, становится хрупким, и в его объёме начинают формироваться микротрещины.

Визуально выявить этот вид повреждения удаётся, увы, лишь когда трещины уже вышли на поверхность. Между тем вихретоковый и магнитопорошковый методы неразрушающего контроля позволяют зафиксировать процесс значительно раньше. Правда, на практике к ним прибегают далеко не всегда своевременно.

Что касается морфологии разрушения, картина здесь довольно характерная. Микротрещины на начальном этапе следуют строго по границам кристаллитов, тогда как более крупные трещины приобретают транскристаллитный характер (то есть пересекают зёрна насквозь). Показателен и сам излом: он хрупкий, без каких-либо следов пластической деформации в зоне трещины. Конструктивный элемент при этом сохраняет геометрию вплоть до момента окончательного разрушения – и именно это делает данный вид коррозии особенно опасным с диагностической точки зрения [15].

Наибольшую склонность к межкристаллитной коррозии обнаруживают нержавеющие стали и упрочнённые алюминиевые сплавы – особенно в районе сварных швов. Трещины при этом виде повреждений распределяются по поверхности довольно равномерно, охватывая обширные зоны. Зарождаются они в пределах одного очага практически одновременно и во множестве точек сразу, причём вовсе не обязательно там, где конструкция даёт концентрацию напряжений. Выявить межкристаллитное разрушение надёжнее всего позволяет металлографический анализ. Наиболее уязвимы перед ним хромоникелевые аустенитные стали и алюминиевые сплавы [21].

Коррозионное растрескивание – его принято называть коррозией под напряжением – развивается тогда, когда статические растягивающие напряжения действуют совместно с агрессивной средой. Сжимающие

напряжения этот механизм не запускают, и в этом принципиальное отличие от большинства других форм коррозионного поражения. Внешне процесс выражается в появлении одной или нескольких трещин, приуроченных к зонам максимальных рабочих и остаточных напряжений [15]. 2

«Углеродистые и низколегированные стали – как рядовых марок, так и повышенной прочности (до ~600 МПа) – подвержены коррозионному растрескиванию в горячих щелочных и нитратных растворах, в газовых смесях типа $\text{CO-CO}_2\text{-H}_2\text{-H}_2\text{O}$, а также в средах с аммиаком или сероводородом. Процесс запускается лишь при превышении некоего порогового уровня растягивающих напряжений, и чем прочнее металл, тем ниже этот порог. У стали ВСт3 он составляет около 0,5 предела текучести, у 09Г2С – порядка 0,3, а у марок 14Г2АФ и 09Г2ФБ опускается до 0,05–0,1 предела текучести. Ниже этих значений растрескивание, как правило, не развивается. При подозрении на данный вид повреждений прибегают к металлографическим исследованиям» [15].

Эрозионное разрушение проявляется как постепенное стачивание металла в зонах, на которые приходится наибольшее ударное действие входящего потока рабочей среды, - напротив подводных патрубков, около выходных штуцеров и на сходных по условиям обтекания участках. При наличии в потоке твёрдых частиц процесс ускоряется заметно. Внешне повреждения выглядят как углубления и раковины, напоминающие коррозионные язвы, - однако отличить их всё же можно: продуктов коррозии при эрозии либо нет вовсе, либо их количество явно несопоставимо с масштабом разрушения. Правда, в отдельных случаях граница между двумя видами повреждений оказывается размытой. Эрозионные дефекты наиболее характерны для сосудов, работающих под давлением в условиях нефтедобычи, и в меньшей мере свойственны резервуарным конструкциям [33].

Разновидности дефектов сварных соединений [15]. 2

«Трещина в сварном соединении представляет собой локальный разрыв металла, образующийся в зоне шва или в области термического влияния. Продольные трещины развиваются вдоль оси шва, поперечные ориентированы перпендикулярно ей» [15]. У разветвлённой трещины основного разрыва расходятся дополнительные ответвления в разные стороны [15].

Непровар, то есть отсутствие сплавления, возникает, когда кромки основного металла или поверхности ранее наплавленных валиков не достигают необходимого проплавления, и в шве не формируется непрерывный металлургический контакт. Различают непровар в зазоре между кромками, на границе металла шва с основным металлом и, при многослойной наплавке, между соседними валиками. Наиболее критичен дефект в корне шва: он снижает усталостную долговечность и усиливает склонность к хрупкому разрушению. Вместе с тем для ряда строительных конструкций нормативы допускают так называемый конструктивный непровар, заранее учитываемый в проекте при преимущественно статическом характере нагружения [15].

«Наплыв на сварном соединении образуется при натекании расплавленного металла шва на основной металл или на ранее выполненный валик без их фактического сплавления. Опасность этого места состоит в том, что оно служит концентратором напряжений и нередко маскирует зоны коррозионного повреждения, подреза или шлаковых включений» [15].

«Подрез зоны сплавления представляет собой продольное углубление в основном металле – там, где шов переходит в основной материал» [14]. «Уменьшается эффективное сечение элемента, возникает локальная зона повышенных остаточных напряжений, а при определённых условиях это способно запустить ножевую коррозию. Примерно по той же схеме работает вогнутость корня шва: углубление на тыльной стороне одностороннего шва действует как концентратор напряжений – механизм, в общем-то, аналогичный» [1].

«Свищ – воронкообразное углубление в металле шва, выходящее на поверхность; сквозным он становится далеко не всегда. Формируется такой дефект, надо сказать, преимущественно в точках обрыва сварочной дуги» **1** [15].

«Пора сварного шва – округлая полость внутри металла шва, заполненная газом» **1** 8]. Когда поры выстраиваются в линию в пределах одного шва, говорят о цепочке пор [15]. Шлаковое включение (вне зависимости от его конфигурации) – это остатки флюса или обмазки электрода, вплавленные в металл шва. Встречается оно, как правило, совместно с непроваром, подрезом или несплавлением кромок, а в отдельных случаях достигает размеров, при которых прочность соединения оказывается под реальной угрозой [15].

«Расслоение основного металла вблизи шва проявляется как трещины, лежащие в плоскости листа либо отклонённые от неё на небольшой угол – в том направлении, в котором шёл прокат» **1**].

Смещение сваренных кромок – нарушение, выражающееся в разной высоте **2** прягаемых кромок вследствие неудовлетворительной сборки перед сваркой [14]. При значительном смещении по отношению к толщине элементов такой дефект становится опасным, так как уменьшает рабочее сечение шва и приводит к тому, что вместо чистого растяжения или сжатия соединение частично работает на изгиб [40].

«Угловатость кромок сварного соединения возникает при угловом смещении листовых элементов, соединённых встык. Причины чаще всего связаны с неточной сборкой до начала сварки или с отступлениями от технологического режима – особенно при двусторонней либо многослойной сварке» **1** 3]. Надо сказать, второй случай на практике встречается заметно чаще, чем это принято признавать.

Что касается неправильного сопряжения сварного шва, речь идёт о резком, не сглаженном переходе от поверхности шва к основному металлу. **3** Подобная геометрия провоцирует концентрацию напряжений и нередко

соседствует с непроваром или несплавлением кромок [14]. Впрочем, каждый из этих дефектов способен развиваться и самостоятельно.

Выводы по разделу

В процессе проведенного анализа, было выявлено, что наиболее часто используемыми устройствами для хранения являются стальные резервуары различной плотности, разделяемые по горизонтали для жидких и газообразных сред, по вертикали для жидкостей и по вертикали для газов, сферические (контейнеры) для жидких газов. 2 Плановое техническое «обслуживание резервуаров проводится не реже одного раза 52 года. 52 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.

При монтаже и окраске кромок в зоне стыка «моринг» стальная конструкция нуждается в особенно внимательном осмотре – именно здесь сосредоточена максимальная нагрузка на всю систему. После завершения ремонтных операций первым делом обращаются к внешнему осмотру сварных соединений: проверяют очертания шва, его размеры, состояние поверхности. На этом этапе выявляют трещины, пористость, подрезы, включения шлака, незаполненные кратеры. Фактически именно визуальный контроль задаёт исходный уровень оценки качества выполненных работ. При его проведении руководствуются Правилами технической эксплуатации резервуаров, специализированными регламентами по ремонту и требованиями СНиП 3.03.01-87.

Сквозные дефекты на сварных соединениях днища, окрайки и уторного шва обнаруживаются вакуумными методами контроля – иные способы в этом 2

случае, надо сказать, дают значительно меньшую достоверность. Всё выявленное при осмотре подлежит обязательному устранению.

Рассмотренный раздел даёт представление о резервуарном парке и его назначении. Выяснено, какое ёмкостное оборудование получило наибольшее распространение (речь идёт о стальных резервуарах различной вместимости), а также по каким требованиям ведётся проектирование резервуарных парков [14].

2 Вопросы безопасной эксплуатации резервуаров для хранения нефти

2.1 Основные требования, предъявляемые к эксплуатации, хранению, перевозке

Резервуары для хранения встречаются на технологических площадках самых разных производств – нефтехимия, пищевая промышленность и многое другое. Среди всего этого многообразия отдельного рассмотрения требуют ёмкости, рассчитанные на легковоспламеняющиеся или взрывоопасные вещества. Когда такое оборудование производится, эксплуатируется или обслуживается с отступлением от установленных требований, риски действительно становятся весьма серьёзными [35].

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 охватывает вертикальные цилиндрические стальные резервуары, предназначенные для хранения нефти, нефтепродуктов и ряда других жидких веществ. Под действие стандарта подпадают ёмкости для минеральных удобрений, нефтесодержащих сточных вод и пищевых жидкостей (последние — при условии соблюдения санитарных требований). Документ регулирует весь технический цикл: от проектирования и изготовления до монтажа и проведения испытаний. 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.

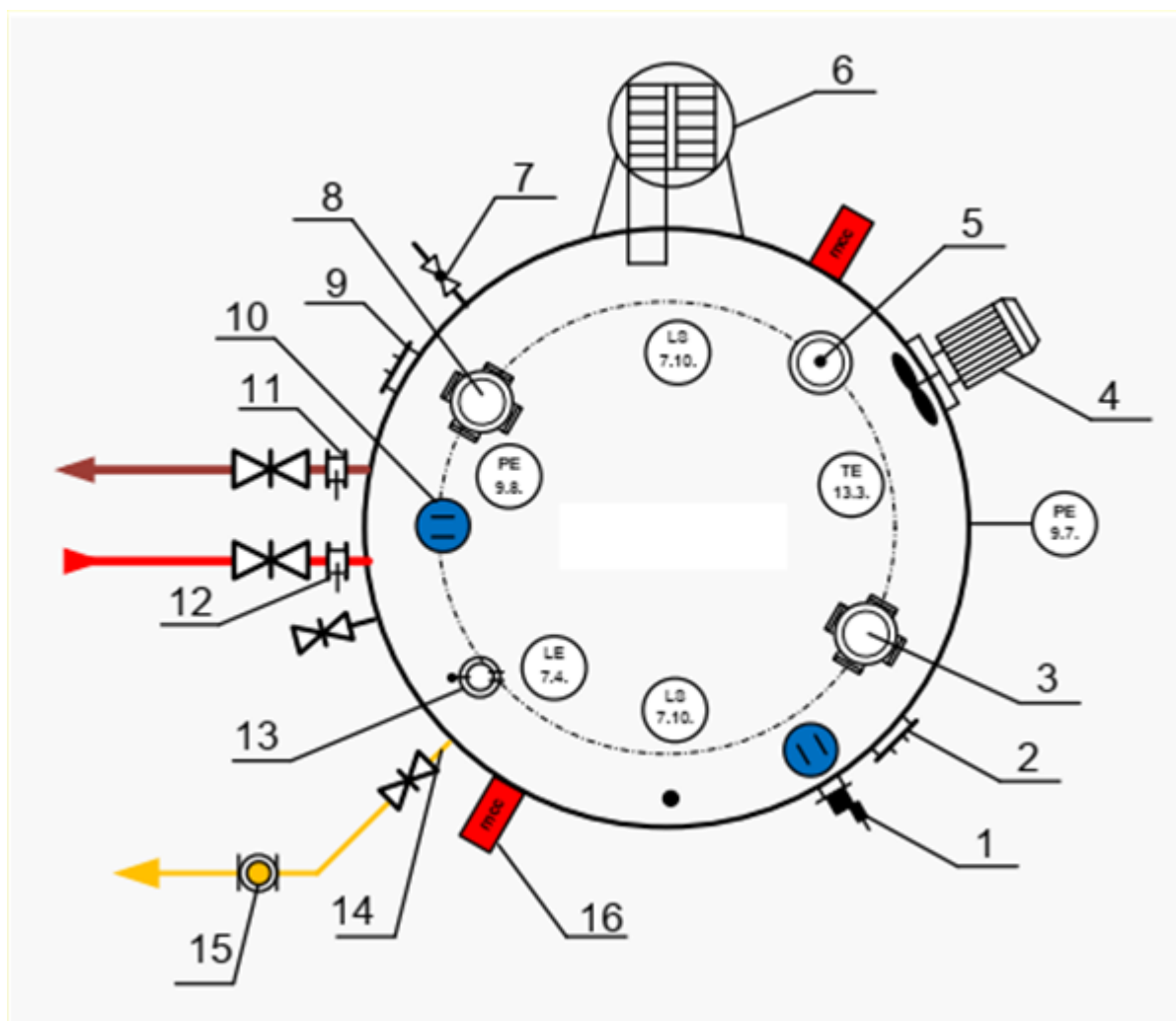
Стандарты API (Американского института нефти) разрабатываются Американским институтом нефти и принимаются многими странами в процессе разработки собственных стандартов и приложений. Американская организация отвечает за установление требований к добыче, хранению,

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» [13].



Перечень элементов: 1. Пробоотборник 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 прямоточный; 16. Пенная камера ПК

Рисунок 1 – Схема расположения оборудования **29**

«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 резервуарных парков охватывает весь комплекс работ, связанных с приёмом, хранением и сдачей нефти, а также с испытанием и вводом резервуара в эксплуатацию, его техническим обслуживанием и ремонтом [56]

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



Рисунок 2 - Работы в процессе эксплуатации резервуаров [45]

Для поддержания работоспособности нефтебазового хозяйства и отдельных нефтебаз в период между капитальными ремонтами требуется своевременное и качественное выполнение операций [29] техническому обслуживанию и текущему ремонту. [52]

Работы по техническому обслуживанию и ремонту [52] резервуаров для нефти и других сооружений резервуарного парка выполняются с [25]

привлечением персонала и техники насосных станций, автозаправочных станций и нефтебаз. 25

Комплекс работ по техническому обслуживанию нефтебазы охватывает периодические осмотры, планирование и выполнение регламентных операций по обслуживанию самой нефтебазы, резервуарного и иного технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем, трубопроводов и установок пожаротушения нефтебазы.

Техническое обслуживание проводят на основании эксплуатационной документации изготовителя, отраслевых методических материалов и инструкций по эксплуатации резервуаров, оборудования, приборов и систем, составленных с учётом специфики конкретной организации или её филиалов 56 29 [55].

Контрольное обследование и осмотры резервуаров для хранения нефти и объектов нефтебазы выполняются в соответствии с графиком, приведённым на рисунке 3. Инструкции, утверждённые главным инженером филиала, вместе с отметками о выполнении работ по устранению выявленных дефектов вносятся в журнал осмотра и обслуживания резервуаров – без исключений.

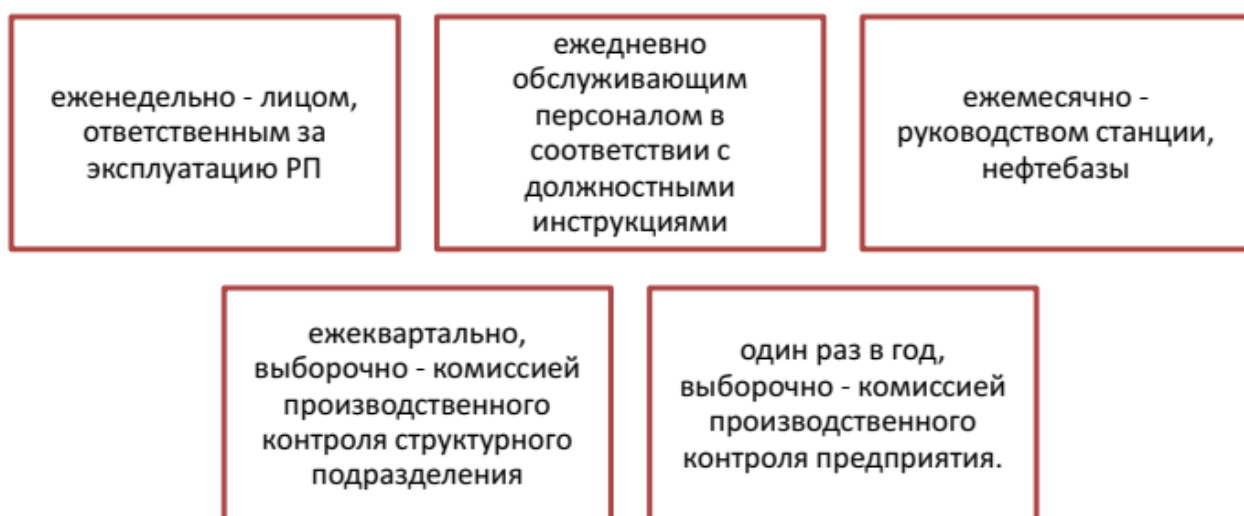


Рисунок 3 - График осмотра резервуаров и РП

По результатам комиссионного осмотра резервуарного парка (РП) оформляется акт, в который заносятся все выявленные недостатки 56

Для сохранения требуемого уровня технических и эксплуатационных параметров плановое обслуживание следует выполнять, не освобождая резервуар от продукта.

На основании данных, полученных при осмотре нефтебазы комиссиями производственного контроля различных уровней, а также начальниками станций, АЗС, нефтебаз и автозаправочных станций, при необходимости организуется выполнение текущих ремонтов как на всей нефтебазе, так и на отдельных резервуарах и в корпоративных филиалах.

Организация технического обслуживания и текущего ремонта 52 нефтебазы, резервуаров, а также размещённого на их территории оборудования входит в круг задач назначенного должностного лица, ответственного за данное направление работ, - всё это закреплено в его должностной инструкции [60].

При обследовании РВС особого внимания заслуживают элементы, представленные 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 резервуарах с жёсткой кровлей величина избыточного давления должна удерживаться в установленных пределах – это одно из базовых

условий нормальной эксплуатации. У ёмкостей с большим сроком службы рабочее давление, а также предельные значения давления и вакуума нередко оказываются ниже проектных. Насколько именно – устанавливается по итогам диагностики технического состояния резервуара [56].

Верхнюю поверхность понтона осматривают визуально, используя световой люк в его наивысшей точке. Смотрят прежде всего на настил и открытые отсеки: следы нефти или масляных загрязнений там указывают на нарушения, которые требуют внимания.

С верхней кольцевой площадки контролируют состояние плавающей крыши. Проверяют высотное положение и горизонтальность, убеждаются, что в центральной зоне нет нефти и не скопился снег. Зимой перечень проверяемых элементов расширяется – дополнительно оценивают защитный кожух, кольцевое уплотнение и арматуру дренажной системы, в том числе правильность их расположения.

При обслуживании резервуаров с плавающей крышей проверяют несколько групп параметров. Оценивается состояние телескопической лестницы и глубина погружения крыши. Отдельного внимания требуют межстенные пространства и отсеки между корпусом резервуара и понтоном – туда нередко проникает нефть, что само по себе уже сигнал о неисправности. Кроме того, контролируется работоспособность запорной арматуры вместе с элементами её привода, а системы ливневого водоотвода проверяются в обязательном порядке [51].

Каждому отсеку (ящику) плавающей крыши для удобства эксплуатации присваивается индивидуальный номер, наносимый несмываемой краской. Нумерацию начинают с отсека, расположенного над зонами ввода и распределения продукта, и ведут последовательно по часовой стрелке.

Появление нефти в дренажных линиях, колодцах, приемках или диспетчерских колодцах – а тем более выход её на поверхность обвалования или на территорию резервуарного парка **20** ужит прямым основанием для опорожнения резервуара с целью поиска и устранения неисправности.

Промедление здесь действительно опасно: чем позже начата диагностика, тем сложнее установить источник утечки.

Текущий ремонт проводится планоно, без предварительной очистки резервуара, в сроки, отражённые на рисунке 5.

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

Надёжность работы вертикального стального резервуара определяется тем, насколько полно в процессе эксплуатации отслеживаются деформации его основания [44]. Осадку фундамента контролируют по изменениям положения нижней кромки корпуса: по наружному контуру выполняют регулярное нивелирование и по каждому циклу измерений оформляют акт. В начальный, наиболее напряжённый для конструкции период – примерно первые четыре года – абсолютные отметки нижней кромки (или верха нижнего пояса) фиксируют не реже раза в год, обычно не менее чем в восьми точках через 6 м; после стабилизации допускается переход к пятилетнему интервалу наблюдений [38]. Измерительные точки, как правило, привязывают

к вертикальным швам нижнего пояса **27** длине листа около 6 м, что упрощает схему наблюдений [13]. До начала геодезических работ проверяют исправность приборов и регулярно контролируют реперы, а также отметки на запорной арматуре, лестницах и собственно на корпусе, чтобы получить сопоставимые данные об осадке. Параллельно с нивелировкой нижней кромки определяют осадку фундаментов маршевой лестницы и опор запорной арматуры приёмного трубопровода [39]. При достижении основанием предельно допустимых осадок комиссия принимает решение о выводе резервуара из эксплуатации.

На коммерческих нефтебазах и у отдельно расположенных резервуаров хранения нефти средства молниезащиты должны отвечать действующим требованиям НТД – это позволяет исключить прямые удары молнии, воздействие статического электричества, электромагнитной индукции и занос высокого потенциала [7]. Надо сказать, что пренебрежение этим условием на практике встречается, хотя и редко.

Систему молниезащиты вводят в работу до начала заполнения резервуара нефтью.

Резервуарные парки с суммарной вместимостью группы резервуаров свыше 100 000 м³ подлежат оснащению индивидуальными молниеотводами для каждой такой группы [7].

Для предотвращения прямого ударного воздействия молнии применяют искусственные заземляющие устройства. Заземляющий проводник прокладывают в грунте по контуру основания резервуара с шагом не более 50 м, при этом корпус резервуара подключают к этому контуру.

На резервуарах с понтонами и плавающими крышами обязательно устанавливают не менее двух гибких стальных перемычек между понтоном (ПК) и стенкой корпуса, **20** самым ограничивая возможность возникновения электростатической индукции [45]. При отсутствии таких соединителей накопление заряда в условиях интенсивной эксплуатации действительно переходит в разряд опасных факторов, и это не формальное допущение.

Появление высокого потенциала на металлических трубопроводах и арматуре, как надземных, так и подземных, предотвращают путём непосредственного присоединения их к заземляющему электроду в месте ввода в резервуар. Сигнальные цепи и линии питания допускается подводить только в кабелях с металлической бронёй или оболочкой длиной не менее 500 см, а также в кабелях, уложенных в металлические трубы или короба.

Молниеотводы выполняют из стального проката любой стандартной марки: задают поперечное сечение не менее 100 мм² и длину не короче 200 мм. Для коррозионную защиту обеспечивают оцинковкой, лужением либо нанесением лакокрасочных покрытий, выбирая конкретный вариант с учётом реальных условий работы устройства. Тросовые и стержневые элементы выполняются из стали сечением от 35 мм² при той же минимальной длине; допускается стальной многожильный канат диаметром около 7 мм [42].

Соединения молниеотвода с токоотводом и токоотвода с заземляющим проводником выполняют сваркой или болтовыми соединениями. Переходное сопротивление контактов не превышает 0,05 Ом. Требование, надо сказать, весьма жёсткое: его нарушение фактически обесценивает всю систему защиты. Правда, на практике именно этот параметр чаще всего остаётся без должного контроля.

При стержневых и тросовых молниеотводах каждый токоотвод подключают к отдельному искусственному заземлителю. В состав заземлителя входят минимум три вертикальных электрода длиной 5 м и один горизонтальный; вертикальные элементы располагают на расстоянии не менее 5 м друг от друга.

Системы молниезащиты требуют регулярного контроля. Периодичность обслуживания определяется в рамках планово-предупредительного ремонта, причём при обнаружении механических повреждений или износа отдельных элементов проводится текущий либо капитальный ремонт – в зависимости от характера и масштаба выявленных

дефектов. Не реже одного раза в год, ⁵²ед началом грозового сезона, проводят комплексную проверку системы молниезащиты.

В ходе такой проверки оценивают целостность и коррозионную стойкость молниеотвода, видимых участков токоотводов и их соединений, а также измеряют сопротивление растеканию тока промышленной частоты независимого заземлителя молниеотвода. Полученное значение не должно быть более чем в 5 раз выше ⁵²ультата, зафиксированного при приемо-сдаточных испытаниях. При превышении этого порога заземляющее устройство подлежит модернизации и ремонту (при необходимости).

По итогам осмотра определяют перечень ремонтных операций, которые нужно выполнить до наступления грозового периода. Небольшие восстановительные работы на элементах молниезащиты допускается выполнять и в грозовое время, однако капитальные ремонты разрешены только в период отсутствия грозовой активности [7].

Все данные о проверках, диагностике и ремонте систем молниезащиты и заземляющих устройств подлежат обязательной регистрации в журнале эксплуатации молниезащитных и антистатических установок.

Специалисты, выполняющие контрольные мероприятия по молниезащите, составляют акты или отчеты о проведённых проверках с фиксацией всех выявленных дефектов [7].

В завершение раздела можно отметить, что был рассмотрен и проанализирован комплекс операций по техническому обслуживанию и текущему ремонту ⁵²икальных стальных резервуаров.

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

С ростом нефтяной отрасли остро встал вопрос о хранении крупных объёмов сырья и продуктов его переработки. Именно отсюда берёт начало строительство промышленных хранилищ — процесс, который со временем

вылился в разветвлённую систему хранения нефтепродуктов, включая резервуарные парки [1].

Распределение нефтяных цистерн и нефтепродуктов.

Рассмотрим некоторые основные типы размещения резервуаров: 110

«По виду хранимого продукта:

- для хранения нефти и светлых нефтепродуктов (бензин, керосин, газولين);
- для хранения темных нефтепродуктов (мазут, битум, масло);
- для хранения нефтесодержащих вод (ляльных, балластных и промывочных вод)» 1. 33

«По площади с уровнем земли:

- надземные (установленные на колоннах или на колоннах над землей, которые опираются на железобетонный фундамент под землей);
- на земле (стоят на земле, не уплотняясь, а основание имеет усиленную конструкцию, которая действует как платформа);
- углубленный (корпус слегка утоплен в землю);
- подземные (полностью погруженные под землю, с проложенными по периметру инженерными коммуникациями, монтажными линиями и т.п.);
- под водой (используется технология хранения на водяной подушке)» 1. 33

«По конструкции:

- РВС (Раковина вертикальная стальная с неподвижным днищем без понтона);
- РВСП (вертикальный стальной резервуар со стационарной крышей и понтоном) - устанавливается для уменьшения притока воды к разливам нефти и располагается между фундаментом и хранимым материалом (рисунок 6); 1

- РВСПК (вертикальный стальной резервуар с плавающей крышей)
- не имеют стационарной крыши, а роль крыши выполняет диск из стального сердечника, плавающий на поверхности воды (рисунок 6)» 1.

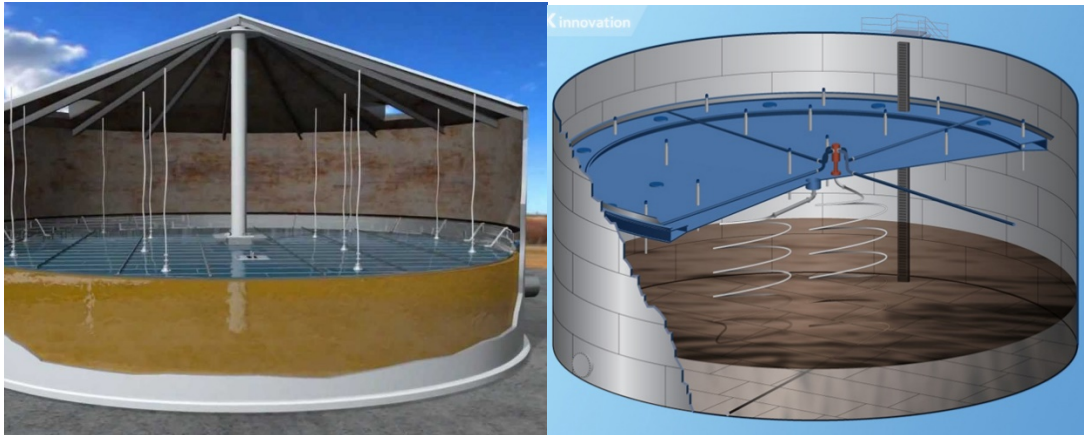


Рисунок 6 - Резервуары РВСП (слева) и РВСПК (справа)

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. 33



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.

С целью защитить хранимые продукты от воздействия внешней среды и снизить потери от испарения используют резервуары различных конструктивных исполнений: с конической или сферической крышей, с плавающей крышей либо с внутренним понтоном. Применение понтонов особенно важно при работе с легкоиспаряющимися продуктами, такими как нефтепродукты или легкие спирты, так как это уменьшает испарение и объем газовых выбросов. Типовой промышленный резервуар включает основание, цилиндрический корпус, наружные и внутренние лестницы, ограждения и площадки обслуживания, дыхательную и предохранительную арматуру, трубопроводы с противопожарной защитой, приборы контроля и измерения, системы подогрева и теплоизоляции, устройства защиты от огня, воды и молнии, внутренние распределительные и отводящие устройства, а также оборудование для разрушения отложений, сбора и безопасного отвода подтоварной воды [1].

Материал стенок и днища резервуара должен обеспечивать герметичность и стойкость к коррозионному воздействию продукта, исключая разрушение конструкции вследствие химического влияния среды. В большинстве случаев для изготовления металлических резервуаров применяют листовую углеродистую или низколегированную сталь, которая отличается хорошей свариваемостью, достаточной пластичностью и технологичностью при формовке и сборке [3].

При выборе материала для корпуса резервуара приходится рассматривать несколько принципиально разных решений. Железобетонные конструкции выдерживают значительные нагрузки и вполне пригодны для

хранения особо агрессивных или химически чувствительных веществ. С металлическими резервуарами ситуация несколько иная: они хорошо распределяют нагрузку по всему объёму и удобны именно тогда, когда речь идёт о больших количествах продукта. Важно отметить, что неметаллические материалы – стеклопластик, различные композиты – занимают свою нишу прежде всего благодаря химической инертности и относительной простоте в обслуживании, хотя область их применения всё же уже, чем у двух предыдущих вариантов. В первых двух случаях резервуары, как правило, имеют внутреннюю футеровку, тогда как неметаллические конструкции чаще эксплуатируются без футеровки. Прямоугольные стальные емкости встречаются реже; их обычно применяют для хранения темных нефтепродуктов (например, мазута) объемом до 2000 м³. Полимерные резервуары (нефтеналивные баки) обладают вместимостью от 1 до 500 м³, не требуют значительных капитальных затрат, быстро монтируются и демонстрируют высокую стойкость к коррозии [26].

Ключевой характеристикой материалов, используемых при изготовлении резервуаров, является обеспечиваемая ими герметичность, которая тесно связана с плотностью и физико-химическими свойствами хранимого продукта. Корректный выбор материала позволяет предотвратить проникновение продукта через микропоры и дефекты структуры стенок и днища, тем самым исключая утечки и связанные с ними потери и риски [27].

Общее представление о том, чем конструктивно отличаются резервуары перечисленных типов, дают иллюстрации из открытых источников – они приведены на рисунках 8–10.



Рисунок 8 - Резервуар: железобетонный



Рисунок 9 - Резервуар: прямоугольный



Рисунок 10 - Резервуар: эластичный

Корпусная обшивка выступает главным несущим элементом конструкции резервуара для хранения нефтепродуктов. Цилиндрическая оболочка устанавливается на вертикальное основание и при необходимости оснащается дополнительными узлами и системами: технологическими площадками, переходами, наружными и внутренними лестницами, а также комплексом средств автоматизации и контроля.

В современных условиях наибольшее распространение получили вертикальные стальные резервуары (ВСЛ) цилиндрического очертания, отличающиеся вариантами конструктивной жесткости и типом оболочки [4] (см. рисунок 11). Такие емкости проектируются для размещения значительных объемов продукта, обычно в пределах от 100 до 120 тыс. м³.

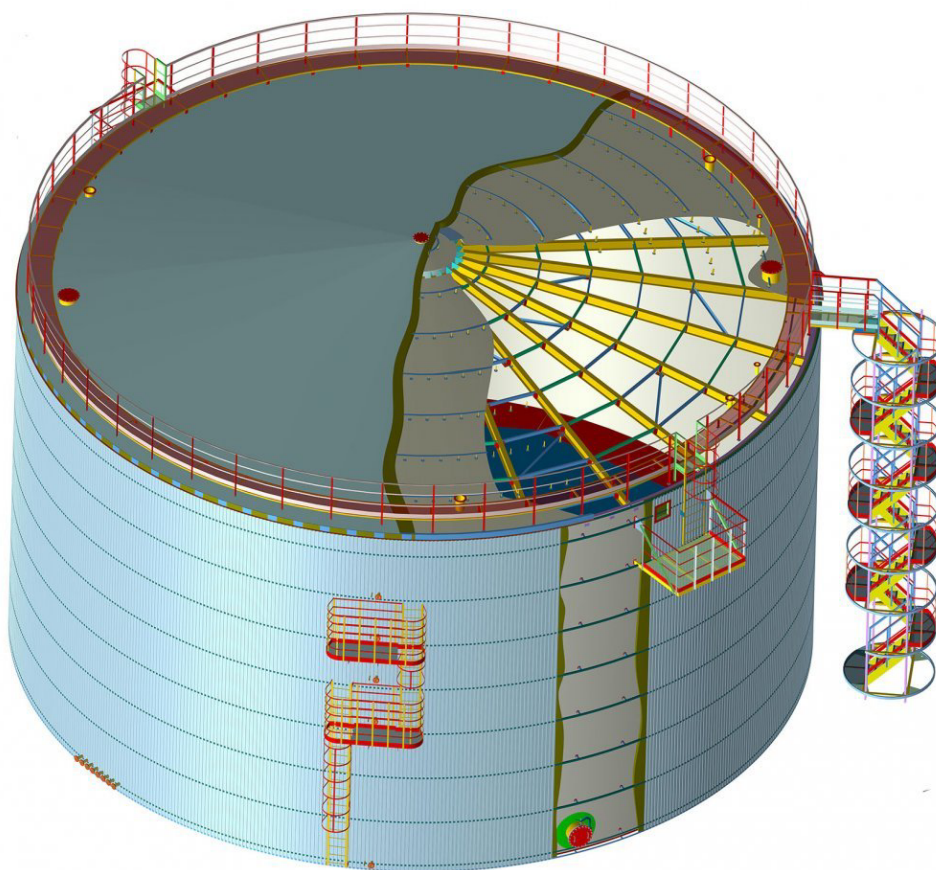


Рисунок 11 - Вертикальный стальной резервуар типа PBC 33

Важным является и то, что «корпуса резервуаров могут выполняться в нескольких вариантах геометрии:

- цилиндрические – конструкция с оптимальной металлоемкостью, несложная в изготовлении и сборке;
- сферические – требуют опирания на кольцевой фундамент;
- каплевидные, бескаркасные – формируются из гибких, эластичных материалов» 1.

Следует подчеркнуть, что два последних варианта на практике используются ограниченно и носят в основном опытный характер.

Кроме того, существует группа горизонтальных емкостей для нефтепродуктов (авто- и ж/д цистерны), которые при установке на фундамент могут рассматриваться как резервуары типа РГС (см. рисунок 12). Такие горизонтальные резервуары рассчитаны на хранение объемов от 3 до 100 м³ [4].

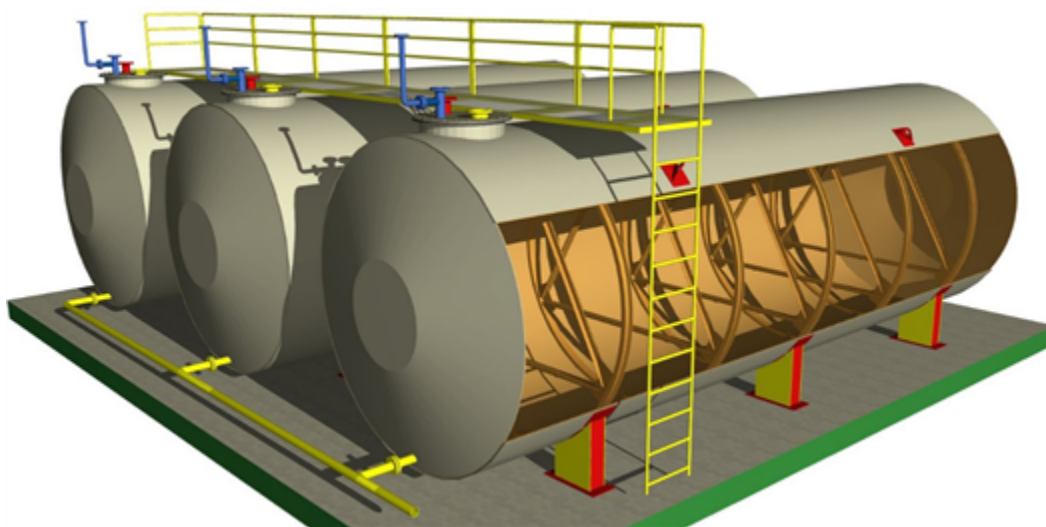


Рисунок 12 - Горизонтальный стальной резервуар типа РГС

«В 33 подательстве РФ предусмотрены два национальных стандарта, которые регулируют вопросы, связанные с рассматриваемой темой: 1

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

При работе с нефтепродуктами одно из ключевых условий 20 полное исключение горючих материалов из конструкции оборудования, задействованного в производстве и хранении. Требование это закреплено в технической документации на соответствующее оборудование. Комплексы противопожарной защиты резервуарных парков включают совокупность информационных и сигнальных узлов, служащих для оценки состояния системы, и требуют повышенного внимания со стороны эксплуатирующего персонала и всех заинтересованных пользователей [4].

Резервуар в типовом исполнении оснащается дыхательной арматурой – для поддержания допустимого перепада давлений – и рядом контрольно-защитных устройств: уровнемерами (показывающими и сигнализирующими), датчиками температуры, элементами автоматического пожаротушения, наружной теплоизоляцией 22 ежными средствами. Особенно это актуально при работе с особо опасными или чувствительными продуктами. Если перечисленные меры игнорируются или обслуживание ведётся с нарушениями, возникают предпосылки к авариям и тяжёлым травмам персонала [1].

Резервуарное хозяйство по своей природе сопряжено с реальными рисками – утечками и разливами нефти, возгоранием ёмкостей, серьёзными экологическими и техногенными последствиями. Отметим, что одними организационными мерами здесь не обойтись. Именно поэтому уже на стадии проектирования в состав резервуара закладывается комплекс базовых и дополнительных систем мониторинга и защиты – как для предотвращения инцидентов, так и для ограничения ущерба при возможных авариях [2] (рисунок 13). 121

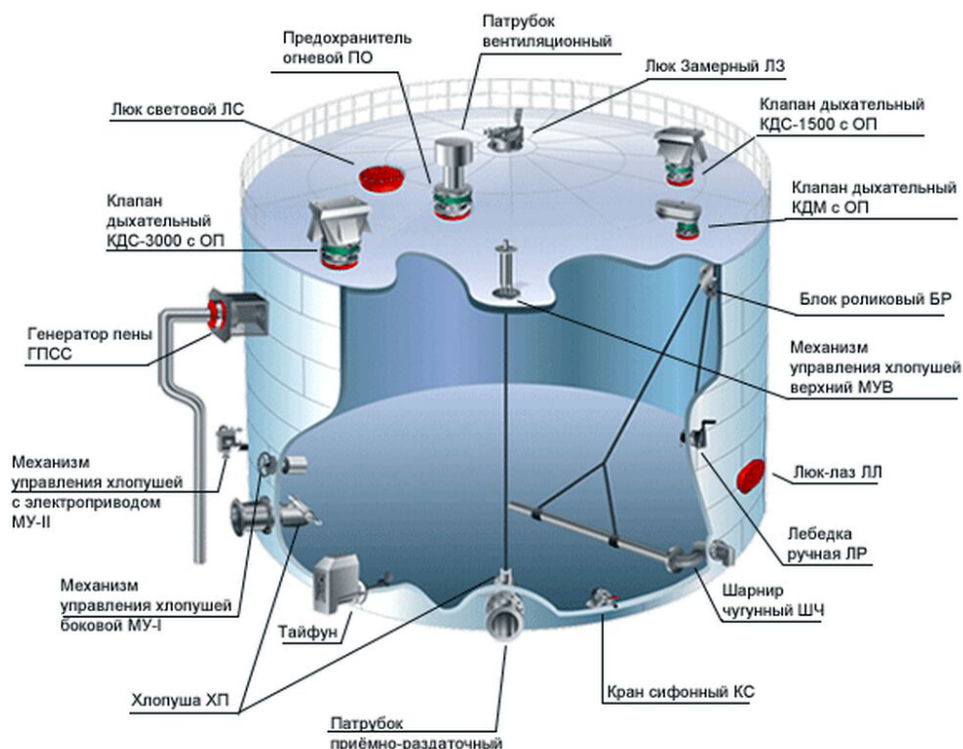


Рисунок 13 - Обобщенные средства технического контроля и эксплуатации резервуара типа РВС 121

«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 оборудование» 1.

Технические характеристики резервуаров – состав оборудования, трубопроводная обвязка, условия эксплуатации и допустимые варианты комплектации – отражены в паспортах и руководствах по эксплуатации, которые завод-изготовитель передаёт вместе с поставляемыми ёмкостями [61].

Техническое обслуживание резервуаров для хранения нефтепродуктов.

Резервуарный парк нефтепродуктов является базовым элементом топливно-энергетического комплекса, обеспечивая процессы хранения, перемещения и распределения горючего. Поддержание требуемого уровня надежности, промышленной безопасности и стабильной работы возможно лишь при систематическом сервисном обслуживании, включающем широкий комплекс диагностических мероприятий, очистку, ремонтные операции и непрерывный мониторинг состояния оборудования [36].

Корректная эксплуатация и регламентное обслуживание емкостей позволяют минимизировать вероятность аварий, продлить ресурс резервуаров и обеспечить соблюдение экологических и отраслевых требований. К основным задачам данного процесса относятся:

- снижение коррозионного износа — уменьшение потерь металла в условиях агрессивных сред;
- предупреждение утечек — исключение разливов нефти и негативного влияния на экосистему;
- очистка внутренних объемов — удаление механических примесей, влаги и отложений, ухудшающих условия хранения продукта;
- оценка изменения несущей способности — обнаружение трещин, деформаций, усталостных и иных механических повреждений.

Обеспечение регуляторного соответствия — организация планового обслуживания в рамках действующих требований и корпоративных регламентов [59].

Процедура обслуживания включает ряд основных стадий, которые выбираются с учетом интенсивности использования резервуара, его конструктивного исполнения и характеристик хранимых нефтепродуктов.

Визуальный осмотр и диагностика. «Начальным шагом служит наружное и **1** утреннее обследование емкости на наличие следов коррозии, повреждений и нарушений герметичности. Применяются следующие методы:

- осмотр поверхностей стенок и сварных соединений; **21**

- ультразвуковое измерение остаточной толщины металла;
- контроль качества сварных швов и фланцевых стыков;
- выявление утечек с использованием специальных газоанализаторов и детекторов» [15].

Очистка и дегазация. В процессе эксплуатации в резервуарах накапливаются шлам, вода и продукты разложения топлива, которые необходимо удалять для сохранения качества нефтепродуктов и увеличения срока службы оборудования. Применяются следующие способы:

- механическая очистка – извлечение осадка вручную или с использованием скребков, щеток и аналогичных устройств;
- гидродинамическая промывка – обработка внутренних поверхностей струями жидкости под высоким давлением;
- химическая промывка – использование реагентов, растворяющих загрязнения и нейтрализующих агрессивные компоненты;
- дегазация – удаление паров и газов нефтепродуктов перед началом ремонтных операций для исключения риска взрыва и пожара [2].

Проверка герметичности и антикоррозионная защита. «После завершения очистки резервуар испытывается на плотность, что выполняется методами гидравлических либо пневматических испытаний. Далее реализуются мероприятия по защите от коррозионного разрушения:

- нанесение защитных покрытий – применение специальных лакокрасочных материалов, стойких к действию нефтепродуктов;
- катодная защита – монтаж жертвенных или принудительно поляризуемых анодов для снижения электрохимической коррозии;
- дозирование ингибиторов – введение в хранимое топливо химических добавок, [21] для торможения коррозионных процессов в металле» [1].

Текущий и капитальный ремонт. «При обнаружении дефектов выполняются ремонтные мероприятия различного масштаба: [1]

- текущий ремонт – локальное устранение небольших повреждений, в том числе восстановление отдельных сварных швов, замена уплотнений, ликвидация незначительных протечек;

- капитальный ремонт – комплексные работы, включающие замену сильно изношенных элементов, частичную или полную реконструкцию корпуса и обновление технологического оборудования» [47].

«Частота проведения регламентных операций определяется конструктивным типом резервуара, условиями эксплуатации и предписаниями стандартов и норм. Обычно рекомендуются следующие интервалы:

- визуальный контроль – один раз в месяц;

- удаление отложений – минимум раз в 2–3 года;

- испытание на герметичность – один раз в 5 лет;

- капитальный ремонт – в среднем через 10–15 лет службы» 21

Периодические проверки резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов, во многом решают вопрос о том, как долго и надёжно эти конструкции будут эксплуатироваться. Когда диагностические процедуры, очистные работы, ремонтные мероприятия и средства защитного воздействия применяются в совокупности (а не по отдельности, от случая к случаю), удаётся одновременно продлить расчётный ресурс ёмкостей, снизить вероятность аварийных ситуаций и сократить негативное воздействие на окружающую среду. 52 до сказать, что разрозненные мероприятия такого эффекта не дают – важна именно совокупность. Что касается надёжной работы складов ГСМ, то здесь основу составляют два условия: следование установленным регламентам и применение современного контрольно-измерительного оборудования (причём одно без другого практически теряет смысл).

Выводы по разделу

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.

Для поддержания работоспособности резервуара выполняют регламентный комплекс техобслуживания, включающий периодические осмотры, плановые операции и всестороннюю проверку всего установленного и внутреннего оснащения, а также самого корпуса. Не реже одного раза в полгода организуют плановые ревизии и регулировку элементов резервуара. При совместном ремонте стальных оболочек, днищ и сопряжённых узлов их пригодность оценивают по результатам инструментальных измерений и визуальных обследований, без списания и утилизации материальных запасов.

Чтобы резервуар работал в безопасном режиме, выполняется ряд мероприятий. Устойчивость вертикального стального резервуара корректируется с учётом повышенных допустимых температур, повреждённые участки металлоконструкций заменяются на новые. Несущая способность при этом восстанавливается, после чего резервуар проходит испытания на прочность.

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

3.1 Эксплуатация резервуаров для хранения нефти на примере конкретного объекта защиты

В центре настоящего исследования находится обеспечение безопасных условий работы стальных вертикальных резервуаров РВ-5000 для хранения нефтепродуктов (см. рисунок 14).

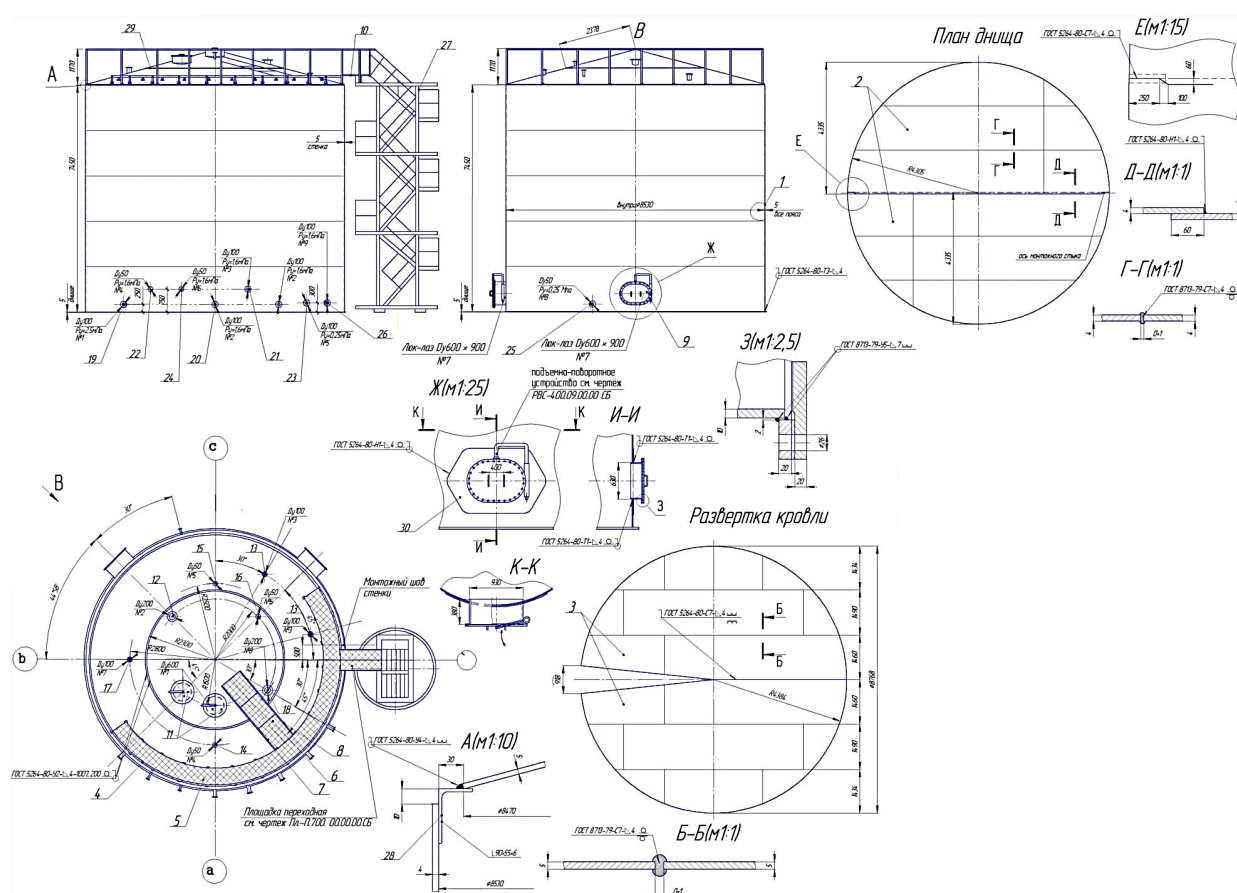


Рисунок 14 – Чертеж вертикального стального резервуара РВ-5000

Оборудование РВС (комплект устройств резервуаров обеспечивает их корректное функционирование и эксплуатационную безопасность): 6

1) Замерный люк служит для определения высоты налива нефтепродукта и слоя подтоварной воды внутри емкости, а также для отбора проб с применением пробоотборного устройства.

2) Дыхательные клапаны – аппараты, стабилизирующие заданные параметры давления в газовой полости резервуара. Конструкция рассчитана на рабочее избыточное давление до 2 кПа и разрежение до 0,25 кПа.

3) Гидравлические предохранительные клапаны монтируют параллельно дыхательным, выше огневого предохранителя; они обеспечивают выравнивание давления в резервуаре при неисправности дыхательного клапана или при недостаточности его пропускной способности для быстрого отвода паров или подсоса воздуха. Расчетные значения: избыточное давление 2,5 кПа и вакуум 0,33 кПа.

4) Огневые предохранители предотвращают воспламенение и возможный взрыв паров нефти в резервуаре при заносе пламени или искр через дыхательный либо предохранительный клапан.

5) Уровнемеры (измерители уровня жидкости) применяются для непрерывного контроля степени заполнения и опорожнения резервуара.

6) Пробоотборник – герметичное полуавтоматическое устройство, предназначенное для получения усреднённых проб нефтепродуктов из вертикальных резервуаров с целью оценки качественных показателей и определения их плотности.

7) Пеносливные камеры применяются для подачи пены внутрь резервуара при тушении пожара горящего нефтепродукта.

8) Сифонный кран используется для удаления из резервуара отстоявшегося слоя подтоварной воды.

9) Хлопушка служит для автоматического прекращения вытекания нефтепродукта из резервуара при аварийных повреждениях трубопроводных линий либо отказе запорной арматуры.

6

10) Люки-лазы размещают в нижнем поясе стенки резервуара; через них обеспечивается доступ персонала внутрь емкости при выполнении ремонтных и обследовательских работ.

Основные причины разрушения резервуаров и планово-предупредительный ремонт.

Вертикальные стальные резервуары со временем подвергаются износу, что снижает общую надежность их несущих элементов. Деграция конструкций вызывается как внешними воздействиями (атмосферные нагрузки, климатические факторы, коррозионное влияние подтоварной воды на метал днища РВС), так и нарушениями технологической дисциплины на стадиях изготовления, монтажа либо эксплуатации оборудования.

Суммарный перечень основных факторов, приводящих к разрушению резервуаров, представлен на рисунке 15.

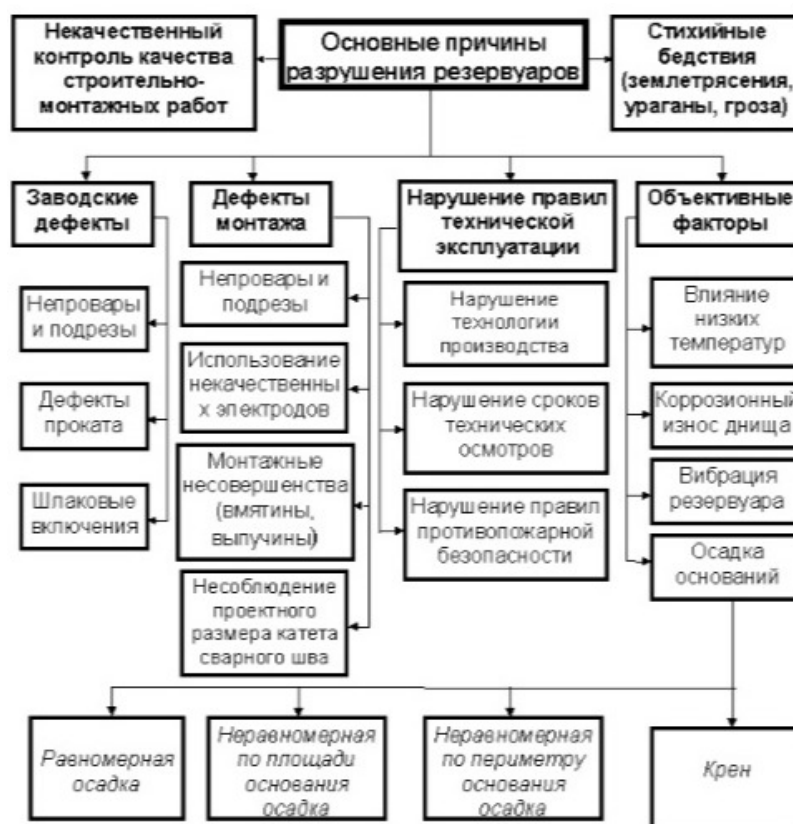


Рисунок 15 - Основные причины разрушения резервуаров. 6

«Планово-предупредительный ремонт резервуаров для нефтепродуктов и других жидкостей предусматривает своевременное проведение:

- технического диагностирования резервуара;
- текущего ремонта резервуара;
- капитального ремонта резервуара» [13].

Следовательно, РВС подлежат периодическим обследованиям их технического состояния; на основании полученных данных формируют дефектную ведомость, устанавливают необходимый объем и методы ремонтных работ, а также разрабатывают график поэтапного кратковременного вывода резервуаров из эксплуатации.

Техническое диагностирование – это процедура, позволяющая установить степень износа конструктивных элементов резервуара. Различают два его варианта: полное и частичное. [24]

«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;
- отмостки;
- 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; [1]

- освобождение от хранимого нефтепродукта;
- зачистка и дегазация резервуара;
- 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.

В период эксплуатации резервуаров рационально организовывать плановые мероприятия по техническому диагностированию, включающие как выборочные, так и комплексные обследования в соответствии с заранее разработанным графиком. 6 Внеочередное полное диагностирование проводится в двух случаях: когда выявленные дефекты требуют вывода резервуара в ремонт, а также 12. Кроме того, как на него воздействовали экстремальные нагрузки – катастрофические природные явления или террористические акты [50].

Максимально допустимые интервалы между плановыми диагностическими проверками установлены пунктом 8 Руководства. Что касается дальнейшей эксплуатации резервуара по истечении проектного ресурса, срок его возможной надёжной работы определяется либо через экспертизу промышленной безопасности (она опирается на данные технического диагностирования), либо в рамках проектной документации, подготовленной для капитального ремонта или реконструкции резервуарного парка. В комплекс мер по поддержанию безопасной эксплуатации могут включать уменьшение максимально допустимого уровня заполнения или

выполнение ремонтных операций, направленных на восстановление несущей способности отдельных конструктивных элементов [1].

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

- «стоцентный 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);
- 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 организации контроля за герметичностью днища в конструкцию резервуара могут закладываться следующие инженерные решения:

- в зоне основания резервуара 11 есообразно предусматривать системы обнаружения утечек на базе гибких мембран;
- использовать схемы с двойным днищем;
- применять варианты днища, конструкция которых обеспечивает доступ к оценке его технического состояния и проверке герметичности;
- могут использоваться иные типы днищ, конструктивно позволяющие выполнять мониторинг герметичности» 11 }].

Эксплуатацию резервуара считают недопустимой, если хотя бы один конструктивный элемент достиг предельного состояния, установленного в соответствии с требованиями Федерального закона от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» 11

(далее – Федеральный закон N 384-ФЗ), с учетом норм 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 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). 11

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

- «дренирование подтоварной воды;
- депарафинизация трубопроводов системы подслойно-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 11

сброса (для резервуаров, обеспечивающих прием аварийного сброса нефти, нефтепродукта);

- отключение системы автоматики и телемеханики резервуара (кроме системы пожаротушения);
- зачистка резервуара;
- утверждение главным инженером организации, осуществляющей эксплуатацию резервуара, акта о готовности резервуара к проведению технического диагностирования» 11

3.2 Анализ 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 40 разрушающий 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. 11

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»

Продолжение таблицы 1

Закупка средствами ЭХЗ защитного потенциала в процессе эксплуатации на резервуаре и технологических трубопроводах		350 000	февраль 2026 г.	Главный инженер, отдел закупок технического оснащения в ООО «Транснефть - Дальний Восток»
---	--	---------	--------------------	--

– Структура расходов группируется по следующим основным элементам:

- выплаты персоналу за выполненную работу;
- затраты, связанные с потреблением материальных ресурсов;
- начисления во внебюджетные фонды социального характера;
- начисленная амортизация основных средств и нематериальных активов; 52
- затраты, отнесенные к категории прочих.

Общие расходы на материальные 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. 6
Материалы общестроительные	412 000

Подъем и перевозка грузов на емным транспортом	93 500
Покупка изделий	108 000
Материалы для антикоррозийной обработки	173 400

Подставим значения из таблицы в формулу:

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

Затраты организации на вознаграждение персонала представляют собой совокупность начислений по принятой системе оплаты труда: по тарифным ставкам и окладам, по сдельным расценкам либо в форме заранее оговорённой части выручки от реализации продукции, работ **52** услуг. К этому ядру добавляются суммы, отражающие результативность и профессиональный уровень сотрудников, - премии по итогам работы и надбавки, связанные с квалификацией и степенью освоения профессии. Дополнительно в расходы включаются выплаты, компенсирующие и стимулирующие работу в особых режимах: в ночное время, при сменной организации производства, при совмещении должностей, а также при выполнении обязанностей в выходные и нерабочие праздничные дни. **52**

Вознаграждение работника с учетом всех предусмотренных доплат формируется из следующих частей:

- оплата по установленной тарифной ставке;
- надбавка за классность в размере 25%;
- премиальное вознаграждение – 40%;
- районная надбавка (повышающий коэффициент) – 70%.

Расчет расходов на оплату труда

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

где,

$T_{\text{ч.т}}$ – часовая тарифная ставка; **6**

Тн.в - норма времени на проведение мероприятия;

ti,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 **6**

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
электросварщик	2 чел.	6	89	575	25	222,6
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
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

Совокупный объем выплат персоналу по фонду заработной платы составляет 1 032 300 руб.

Взносы на социальное обеспечение рассчитываются как сумма единого социального налога, определяемая в доле от затрат на оплату труда по ставкам, установленным действующим законодательством, и в данном случае принимаются равными 30% от величины расходов на заработную плату. 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:

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

Величину амортизационных расходов рассчитывают на базе остаточной стоимости объектов основных средств и нематериальных активов, 52 месяца утверждённые в установленном порядке нормы начисления амортизации, при этом для активной части 6 ндов используется режим ускоренного списания.

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

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

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

Иная группа расходов охватывает широкий круг выплат и платежей. К ним, помимо прочего, относятся обязательные налоговые и неналоговые изъятия, включая земельный налог, различные экономические платежи, взносы в социальные внебюджетные фонды, плату за пользование недрами и аналогичные обязательства, установленные нормами права. Сюда же относится обслуживание заемного капитала, то есть проценты, перечисляемые банку за предоставленный кредит.

Дополнительно в эту категорию включаются издержки, связанные с выполнением гарантийных обязательств по ремонту и обслуживанию, затраты на служебные поездки работников, а также расходы, возникающие при профессиональной подготовке и переподготовке персонала, наряду с другими аналогичными статьями.

Для рассматриваемого проекта совокупный объем таких прочих затрат принят равным 165 000 руб. На базе всех ранее произведенных расчетов по отдельным элементам себестоимости формируется итоговая величина затрат, необходимых для реализации рассматриваемого организационно-технического мероприятия. Сводная оценка расходов на его осуществление представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Затраты на проведение организационно-технического мероприятия 6

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: **52**

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

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.

$$\text{Эг} = \text{П} - \text{З} = 32\,846\,600 - 3\,920\,549 = 28\,926\,051 \text{ руб.}$$

Оценка экономической эффективности мероприятия

$$\text{Э} = \text{П} / \text{З} \quad (3)$$

где

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

З – затраты на реализацию мероприятий, руб.

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

Определим чистый экономический эффект:

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

где

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

Зт – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения. **32**

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

Рассчитаем чистый дисконтированный доход ЧДД по следующей формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum (\text{Э}_t - \text{З}_t + \text{А}_t) * (1/(1+E)) \quad (5)$$

где

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

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

А_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= (48 \text{Э}_t - 32 \text{З}_t) * (1/(1+E)) = - 3\,920\,549 / (1 + 0,1) + 1\,250\,000 / (1 + 0,1) + 1\,250\,000 / (1 + 0,1)^2 + 1\,250\,000 / (1 + 0,1)^3 = - 3\,546\,135 + 1\,136\,363 \\ &+ 1\,136\,363 + 1\,136\,363 = 999\,317 \text{ рублей} \end{aligned}$$

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 48

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 анализ 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

В процессе проведенного теоретического анализа, было выявлено, что наиболее часто используемыми устройствами для хранения являются стальные резервуары различной плотности, разделяемые по горизонтали для жидких и газообразных сред, по вертикали для жидкостей и по вертикали для газов, сферические (контейнеры) для жидких газов. 2 Плановое техническое «обслуживание резервуаров проводится не реже одного раза 52 года. 52 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.

При выполнении монтажа и окраски кромок в зоне стыка «моринг» требуется особенно тщательно обследовать стальной каркас, поскольку именно этот узел воспринимает наибольшие нагрузки в конструкции. При сдаче восстановленных участков в эксплуатацию первым этапом служит визуальный контроль: через него устанавливают, не нарушена ли заданная геометрия, укладываются ли фактические размеры в предусмотренные допуски и нет ли на поверхности швов характерных повреждений – трещин, пор, подрезов, шлаковых включений, незаполнённых кратеров. Границы допустимых отклонений по каждому из указанных признаков задаются Правилами технической эксплуатации резервуаров, действующими нормативами по ремонту и требованиями СНиП 3.03.01-87. Сквозные 2 нарушения сплошности в швах днища, на окрайках и в уторных соединениях фиксируют вакуумными методами контроля – иные способы здесь, надо сказать, менее надёжны. Все выявленные несоответствия устраняются в обязательном порядке.

Проведённый разбор раздела позволил не только уточнить, как в инженерной практике понимается термин «резервуарный парк», но и через его функции показать, для чего он создаётся. Каркас подобных комплексов образуют стальные емкости разного объёма, на которые фактически опирается вся система хранения. Параллельно были проанализированы нормативные и конструкторские регламенты, определяющие подходы к проектированию резервуарных парков.

В ходе прикладного исследования установлено, что резервуары для нефтепродуктов занимают узловое место в топливно-энергетической инфраструктуре, обеспечивая непрерывность процессов хранения, перемещения и отпуска топлива потребителям. Для сохранения требуемого уровня надежности, промышленной безопасности и эксплуатационной устойчивости необходима регулярная техническая поддержка их состояния, охватывающая широкий комплекс диагностических, очистных, ремонтных и контролирующих операций.

Сохранение работоспособности резервуара обеспечивается через организованную систему планового обслуживания, в которую включают осмотры, строго регламентируемые технологические процедуры и целенаправленный уход за всем оборудованием – как внутренним, так и наружным, вплоть до несущей оболочки резервуара. Регулярные проверки и операции по настройке узлов резервуаров следует осуществлять с периодичностью не реже одного раза в шесть месяцев. Если одновременно выполняется ремонт стальных стенок, днищ и сопряженных с ними деталей, их пригодность определяют по результатам измерений и визуального обследования, без разборки конструкций и списания материальных ресурсов.

Для гарантии безопасного функционирования резервуара требуется реализовать следующий комплекс работ: корректировку устойчивости вертикального стального резервуара при повышении предельно допустимой температуры, замену поврежденных фрагментов металлоконструкций,

восстановление его несущей способности и проведение испытаний вертикального стального резервуара на прочностные характеристики [12].

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.