

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2025. Т. 27. № 4. С. 133–143.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2025; 27 (4): 133–143.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 699.82:624.07:69.07:692.843

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-4-133-143

EDN: SEIURX

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА САЛЕХАРДА

Виктория Олеговна Киселёва, Виктория Александровна Мазур
*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
г. Макеевка, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* В Российской Федерации наблюдается динамика роста количества резервуарных парков, требующих капитального ремонта конструкций открытых площадок. Недостаточная нормативная база по проектированию и устройству подобных конструкций приводит к необходимости применения норм проектирования противофильтрационных экранов полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных отходов, что существенно снижает эффективность проектирования и строительства, не гарантируя достаточной надежности.

На этапе проектирования конструкций открытых площадок необходимо учитывать различные сочетания нагрузок. Анализ существующих отечественных и зарубежных исследований конструктивных решений открытых площадок резервуарных парков выявил недостаточную разработку методов расчета снеговой нагрузки, учитывающих специфику снегоотложения на площадках, особенно в северных регионах Российской Федерации. Отсутствие адекватной оценки данного фактора в сочетании с другими нагрузками (например, розлив нефтепродуктов) может привести к неравномерным деформациям несущего элемента конструкции и потенциально опасным последствиям, включая экологические риски. Это обуславливает актуальность исследования.

Цель. Проверка методики выбора конструктивного решения открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов на примере г. Салехарда, определение толщины несущего элемента и технико-экономическое обоснование выбранной конструкции площадок.

Методы. Применение комплексного подхода, включающего анализ существующих проблем, определение суммарной нагрузки на конструкцию открытых площадок с учетом схем расположения резервуаров в пределах парка, позволило достичь поставленной цели.

Результаты. Представлена методика выбора рациональных конструктивных решений открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов, полученная в процессе исследования. На основании методики определена толщина несущего элемента, ТЭП (трудоемкость и стоимость выполнения) рассматриваемого в работе конструктивного решения открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов с учетом разных схем расположения резервуаров в пределах парка г. Салехарда.

Ключевые слова: резервуар, открытые площадки, резервуарный парк, конструктивное решение, толщина несущего элемента, нагрузки, ТЭП

Для цитирования: Киселёва В.О., Мазур В.А. Реализация методики исследования конструкций несущих элементов открытых площадок резервуарных парков

нефтепродуктов на примере города Салехарда // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 4. С. 133–143. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-4-133-143. EDN: SEIURX

ORIGINAL ARTICLE

METHODOLOGY IMPLEMENTATION OF LOAD-BEARING ELEMENTS OF TANK BATTERIES ON THE EXAMPLE OF SALEKHARD-CITY**Victoria O. Kiseleva, Victoria A. Mazur***Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Donetsk People's Republic, Russia*

Abstract. In the Russian Federation, there is a growing number of tank batteries requiring major repairs to outdoor structures. Insufficient regulatory framework for design and construction of such structures leads to the need to apply standards for the design of anti-filtration screens of landfills for toxic waste disposal, which significantly reduces the efficiency of design and construction, without guaranteeing sufficient reliability.

At the design stage of outdoor structures, it is necessary to take into account various loads. The analysis of Russian and foreign studies of structural solutions for open-air tank batteries shows insufficient development of snow load calculation methods that take into account the specifics of snow deposition at sites, especially in the northern regions of the Russian Federation. The lack of adequate assessment of this factor in combination with other loads (e.g., a spill of petroleum products) can lead to uneven deformation of the load-bearing structural element and potentially dangerous consequences, including environmental risks. This determines the relevance of the study.

Purpose: Verification of the methodology for choosing a constructive solution for open areas of tank batteries in the city of Salekhard, the thickness determination of the bearing element and feasibility study of the chosen site design.

Methodology: The integrated approach, determination of the total load on the construction of open areas, taking into account the layout of reservoirs within the park.

Research findings: The method of choosing rational constructive solutions is proposed for open areas of tank batteries. Based on this method, determined are the thickness of the bearing element, the labor intensity and cost of implementation of the constructive solution of the open areas of tank batteries with regard to different tank layout in Salekhard.

Keywords: tank battery, open area, constructive solution, bearing element thickness, load

For citation: Kiseleva V.O., Mazur V.A. Methodology Implementation of Load-Bearing Elements of Tank Batteries on the Example of Salekhard-City. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (4): 133–143. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-4-133-143. EDN: SEIURX

Резервуарные парки хранения нефтепродуктов представляют собой особо опасные производственные объекты, требующие должной защиты окружающей среды от проникновения нефтепродуктов в грунты, и должны быть спроектированы с учетом максимальных сочетаний нагрузок для обеспечения долговечности и надежности конструкции. В связи с этим необходимо выполнить устройство открытых площадок с обязательным защитным покрытием, несущим элементом и изоляционным слоем.

Однако аварийные ситуации на действующих резервуарных парках нефтепродуктов [1, 2, 3], построенных в период с 1980 по 2000 г., представляют острую проблему сохранения целостности конструкций. Разгерметизация резервуаров и нефтепродуктопроводов часто приводит к нарушению целостности полов открытых площадок и обрушению обвалования (ограждения), вызывая масштабные экологические катастрофы. Примеры таких последствий – утечка дизельного топлива из резервуара в Норильске в мае 2020 г., приведшая к загрязнению нескольких тысяч тонн грунта и рек Амбарной и Далдыкан, а также загрязнение снега и почвы площадью 20 000 м² в Якутии в январе 2010 г. из-за разрыва трубы нефтепровода. Представленные экологические катастрофы непосредственно связаны с разрушением, деформациями или полным отсутствием конструкций открытых площадок (полов каре) и обвалования (ограждения) резервуарных парков.

В процессе исследования было выявлено, что недостаточная изученность в области нагрузок на несущие элементы открытых площадок приводит к деформациям конструкций [4, 5, 6], нарушению целостности изоляционного слоя, что способствует проникновению нефтепродуктов в грунт и формированию застойных зон, содержащих нефтепродукты (включая последствия аварий резервуаров) и дождевую воду. Это существенно усложняет процесс ликвидации техногенных аварий.

В результате выполненных ранее исследований установлено, что при определении значений нагрузок, влияющих на открытые площадки резервуарных парков, помимо аварийных (розлив нефтепродуктов) нагрузок и собственного веса конструкции следует принимать во внимание транспортные и снеговые нагрузки [7].

В работе предлагается методика, направленная на разработку рациональных конструктивных решений несущих элементов открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов, обеспечивающих их надежность при различных нагрузках и минимизирующих риски экологических последствий.

Методика исследования конструкции открытых площадок (рис. 1) включает в себя следующие этапы:

1. Выбор схемы расположения резервуаров в пределах парка (количество и объем резервуаров, расстояние между ними), определение площади открытых площадок и высоты ограждения (обвалования).
2. Разработка конструктивного решения открытых площадок с учетом требований прочности, надежности, пожарной и экологической безопасности.
3. Сбор нагрузок на конструкцию открытых площадок с учетом корректирующего коэффициента снеговой нагрузки.
4. Определение ширины раскрытия трещин и толщины несущего железобетонного элемента.
5. Оценка трудоемкости и стоимости выполнения работ при устройстве конструкции открытых площадок с учетом разной схемы расположения резервуаров в пределах парка.

Согласно методике, в работе определяется суммарная нагрузка, влияющая на конструкцию полов открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов для различных регионов Российской Федерации (рис. 2).

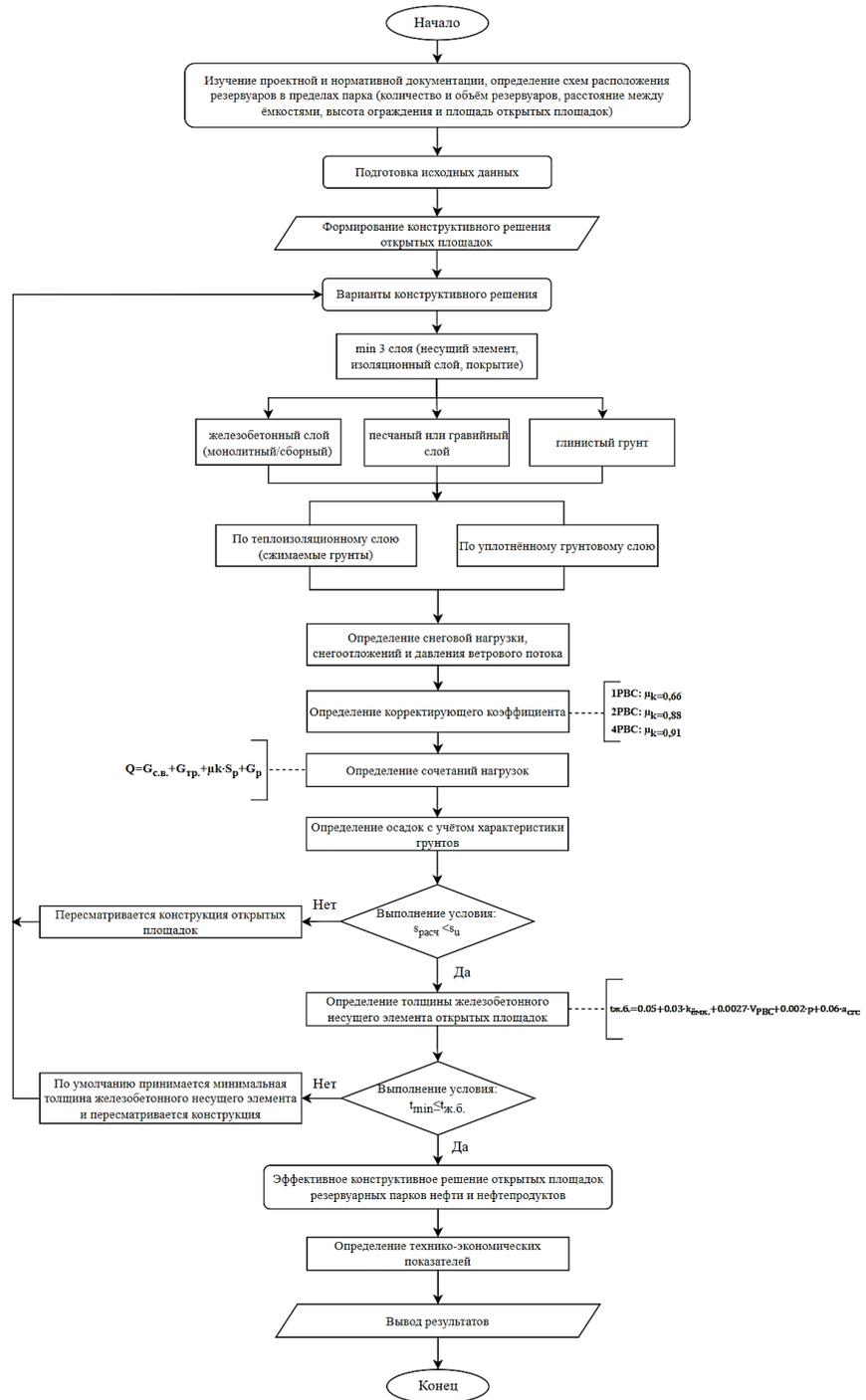


Рис. 1. Методика выбора рациональных конструктивных решений открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов

Fig. 1. Selection of rational constructive solutions for open areas of petroleum products tank batteries

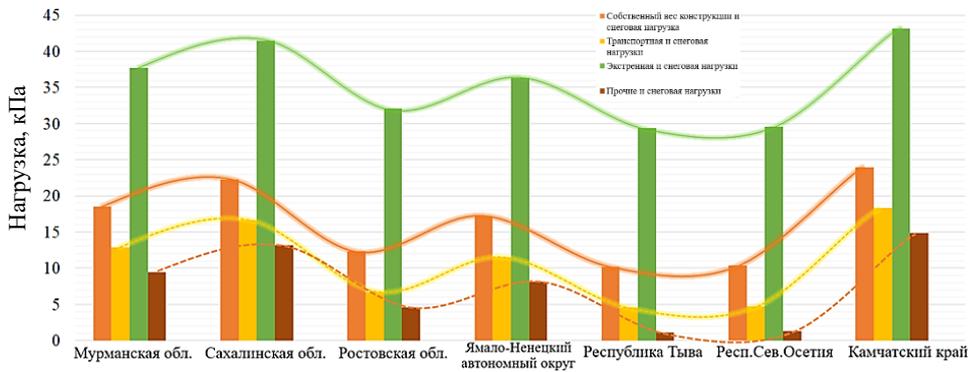


Рис. 2. Диаграмма сочетания нагрузок холодных и теплых регионов Российской Федерации
 Fig. 2. Diagram of combined loads in cold and warm regions of the Russian Federation

Наиболее значимыми сочетаниями нагрузок для конструкций открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов являются аварийные и снеговые. В холодных регионах, при совместном воздействии данных нагрузок с учетом деформации основания грунтов, возможно разрушение конструкции открытых площадок при неверно подобранном конструктивном решении и недостаточной толщине несущего элемента.

Проверка методики выполняется на примере г. Салехарда, находящегося в V снеговом районе¹. Схемы расположения резервуаров в пределах парка принимаются в виде одной (рис. 3, а) и четырех емкостей (рис. 3, б) объемом 30 000 м³.

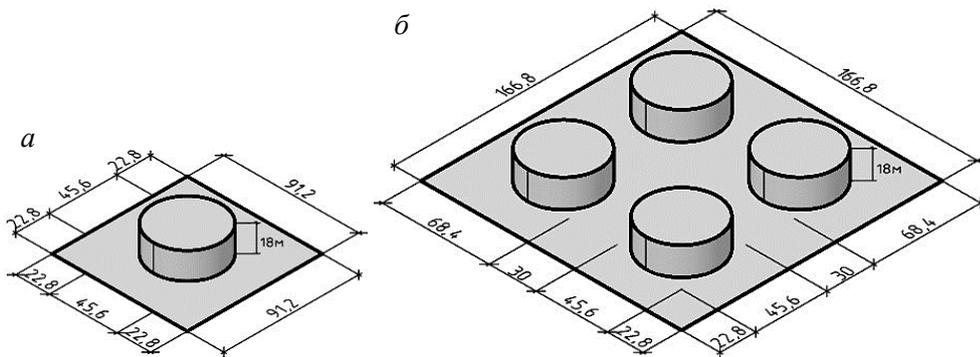


Рис. 3. Схемы расположения резервуаров в пределах парка объемом 30 000 м³:

а – один резервуар; б – четыре резервуара

Fig. 3. Tank battery layouts within the 30 000 m³ area:

а – one tank; б – four tanks

Значения площадей открытых площадок и высот ограждений рассчитаны согласно СП 155.13130.2014² и представлены в табл. 1.

¹ СП 20.133330.2016. Нагрузки и воздействия. Москва: Стандартинформ, 2018. 95 с.

² СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. Москва: МЧС России, 2014. 42 с.

Таблица 1

Значения площади открытых площадок и высоты ограждения резервуарных парков в зависимости от схемы расположения резервуаров в пределах парка

Table 1

Open areas and height of tank battery fencing, depending on their layout

Варианты устройства резервуаров в пределах парка	Площадь открытых площадок, м ²	Высота ограждения, м
1 резервуар РВС-30 000 (1 РВС с $D = 45,6$ м, $h_{ст} = 18$ м)	8317,44	4,69
4 резервуара РВС-30 000 (4 РВС с $D = 45,6$ м, $h_{ст} = 18$ м)	27 822,24	1,51

В процессе исследования для рассматриваемого города получена снеговая нагрузка с корректирующим коэффициентом, равная 2,65 кПа при устройстве одиночного резервуарного парка и 3,63 кПа – для четырех емкостей.

На рис. 4 представлен исходный вариант шестислойного конструктивного решения с принятым грунтовым покрытием, изоляционным слоем в качестве бентонитовых матов и железобетонным несущим элементом, выполненным по утеплителю.



Рис. 4. Конструктивное решение открытой площадки резервуарного парка
Fig. 4. Constructive solution of the open area of the tank battery

Характеристики нагрузки от собственного веса конструкции открытых площадок представлены в табл. 2.

Таблица 2

Нагрузка от собственного веса конструкции открытых площадок на 1 м²

Table 2

Dead load of structure in open areas per 1 m²

Нагрузка	Нормативная нагрузка, кН/м ² (кПа)	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ² (кПа)
Грунтовый слой $t = 0,3 \text{ м}, \rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	4,8	1,3	6,24
Геотекстиль (2 слоя), $\rho = 0,6 \text{ кг/м}^2$	0,012	1,1	0,0132
Бентонитовые маты $\rho = 4,8 \text{ кг/м}^2$	0,047	1,2	0,056
Железобетонный слой $t = 0,3 \text{ м}, \rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	7,5	1,1	8,25
Утеплитель минвата $t = 0,1 \text{ м}, \rho = 220 \text{ кг/м}^3$	0,22	1,2	0,264
Итого	12,58		14,82

Согласно полученным результатам, нагрузка от собственного веса рассматриваемой конструкции составляет 14,82 кПа.

Установлено, что в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016 формула определения нагрузки на конструкцию открытых площадок определяется следующим образом:

$$Q = G_{с.в} + G_{тр} + \mu_k \cdot S_p + G_p \cdot \Psi, \quad (1)$$

где $G_{с.в}$ – нагрузка от собственного веса конструкций открытых площадок, кПа; $G_{тр}$ – транспортная нагрузка, равная 4,4 кПа; μ_k – корректирующий коэффициент снеговой нагрузки; S_p – расчетная снеговая нагрузка, кПа; G_p – нагрузка от разлива нефти и нефтепродуктов, кПа; Ψ – коэффициент сочетаний для временных длительных нагрузок.

Расчетная снеговая нагрузка определяется путем умножения значений снеговой нагрузки, полученной по результатам физического опыта ($S_{сн}$) на коэффициент надежности по нагрузке для перехода с нормативных значений к расчетным (γ_f).

Аварийная нагрузка, зависящая от объемов разлива нефти и нефтепродуктов, определяется для худших условий в зависимости от соотношения полного объема одного резервуара 30 000 м³, количества емкостей в группе, плотности нефти 0,86 г/см³ по отношению к площади открытых площадок, кПа:

$$q_{авар} = G_p \cdot \Psi = \frac{V_{РВС} \cdot n \cdot \rho}{S_{откр.пл}} \Psi, \quad (2)$$

где $V_{РВС}$ – объем резервуара, м³; n – количество резервуаров, шт.; ρ – плотность нефти, кг/м³; $S_{откр.пл}$ – площадь открытой площадки, м².

Подставляя значения в формулу, получим для одного резервуара $q_{\text{авар}} = 32,53$ кПа, для четырех – $q_{\text{авар}} = 38,91$ кПа.

Следовательно, нагрузка, действующая на конструкцию открытых площадок одиночного и группового резервуарного парка для г. Салехарда, имеет вид

$$Q_{\text{РВС}} = 14,82 + 4,4 + 2,65 + 32,53 = 54,4 \text{ кПа};$$

$$Q_{4\text{РВС}} = 14,82 + 4,4 + 3,63 + 38,91 = 61,76 \text{ кПа}.$$

В результате исследований получены графики (рис. 5), позволяющие в зависимости от нагрузки и схем расположения резервуаров в пределах парка определить толщину несущего элемента открытых площадок с учетом допустимой ширины раскрытия трещин.

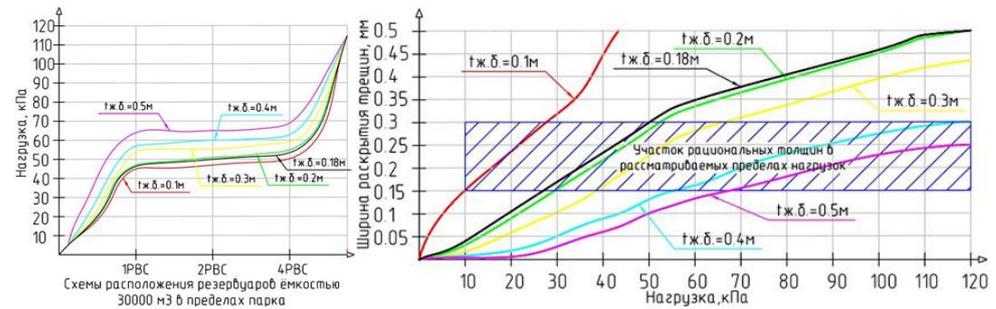


Рис. 5. Определение ширины раскрытия трещин железобетонного несущего элемента открытых площадок для резервуарных парков объемом 30 000 м³

Fig. 5. Determination of crack opening width of reinforced concrete load-bearing element of open areas for tank batteries with 30 000 m³ capacity

Так, по результатам определения ширины раскрытия трещин значение имеет вид для 1 РВС 30000 $a_{\text{срс}} = 0,24$ мм; для 4 РВС 30000 $a_{\text{срс}} = 0,18$ мм.

Оптимальная толщина железобетонного несущего элемента открытых площадок определяется согласно формуле, представленной в работе [8].

Для резервуарных парков объемом 30 000 м³ толщина несущего элемента открытых площадок составляет:

$$t_{\text{ж.б.1РВС}} = 0,05 + 0,03 \cdot 1 + 0,0027 \cdot 30 + 0,002 \cdot 54,4 + 0,06 \cdot 0,24 = 0,28 \text{ м};$$

$$t_{\text{ж.б.4РВС}} = 0,05 + 0,03 \cdot 4 + 0,0027 \cdot 30 + 0,002 \cdot 61,76 + 0,06 \cdot 0,18 = 0,39 \text{ м}.$$

В процессе исследования были получены формулы определения трудоемкости и стоимости выполнения работ по устройству конструкции открытых площадок резервуарных парков [9].

Так, для одиночных резервуарных парков объемом 30 000 м³ трудоемкость и стоимость составляют:

$$T_1 = -6044,44 + 626,35k_{\text{сл}} + 5729t_{\text{сл}} + 172,87V_{\text{РП}} = \\ = -6044,44 + 626,35 \cdot 6 + 5729 \cdot 0,28 + 172,87 \cdot 30 = 4504,08 \text{ чел.-дн.};$$

$$C_1 = -15493,2 + 1350,17k_{\text{сл}} + 19433,5t_{\text{сл}} + 459,67V_{\text{РП}} = \\ = -15493,2 + 1350,17 \cdot 6 + 19433,5 \cdot 0,28 + 459,67 \cdot 30 = 11839,3 \text{ тыс. руб.}$$

Для четырех емкостей в резервуарном парке объемом 30 000 м³ трудоемкость и стоимость имеют вид:

$$T_2 = -10993,2 + 1167,11k_{\text{сл}} + 13232t_{\text{сл}} + 2072,06k_{\text{емк}} + 171,08V_{\text{РП}} =$$

$$= -10993,2 + 1167,11 \cdot 6 + 13232 \cdot 0,39 + 2072,06 \cdot 4 + 171,08 \cdot 30 = 14590,58 \text{ чел.-дн.};$$

$$C_2 = -28214,4 + 2515,85k_{\text{сл}} + 42383,5t_{\text{сл}} + 5572,13k_{\text{емк}} + 454,91V_{\text{РП}} =$$

$$= -28214,4 + 2515,85 \cdot 6 + 42383,5 \cdot 0,39 + 5572,13 \cdot 4 + 454,91 \cdot 30 =$$

$$= 39346,09 \text{ тыс. руб.},$$

где $k_{\text{сл}}$ – количество слоев, шт.; $t_{\text{сл}}$ – толщина несущего элемента открытых площадок, м; $V_{\text{РП}}$ – объем резервуарного парка, тыс. м³; $k_{\text{емк}}$ – количество емкостей в резервуарном парке, шт.

Итоговые значения применения методики для г. Салехарда представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты применения методики для Салехарда

Table 3

Methodology application in Salekhard

Схема расположения резервуаров в пределах парка	Нагрузка Q , кПа	Ширина раскрытия трещин $a_{\text{срс}}$, мм	Толщина несущего элемента $t_{\text{ж.б.}}$, мм	Трудоемкость, чел.-дн.	Стоимость, тыс. руб.
1 РВС 30 000	54,4	0,24	280	4504,08	11 839,3
4 РВС 30 000	61,76	0,18	390	14 590,58	39 346,09

По результатам проведенной работы определены значения толщины несущего элемента и выполнена оценка технико-экономических показателей устройства конструкций открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов для г. Салехарда.

Установлено, что для одиночного резервуарного парка толщина несущего элемента составляет 280 мм, а для четырех емкостей – 390 мм. Трудоемкость и стоимость работ при устройстве открытых площадок группового резервуарного парка, состоящего из четырех емкостей объемом 30 000 м³, практически в 3 раза превышают соответствующие показатели для одиночного резервуарного парка.

Разработанная методика выбора рациональных конструктивных решений открытых площадок резервуарных парков нефтепродуктов позволит проектировщикам и специалистам эксплуатирующих организаций принимать обоснованное конструктивное решение открытых площадок резервуарных парков, минимизируя риски и оптимизируя затраты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Каблов В.Ф., Иощенко Ю.П. Проблема сбора нефти и нефтепродуктов при аварийных разливах // Фундаментальные исследования. 2004. № 6. С. 64–65. EDN: IUMFWH
2. Корнеев В.С., Аксенов С.Г. Анализ возникновения и последствий аварий, происходящих на резервуарных парках // E-Scio. 2023. № 9 (84). С. 234–238. EDN: UTUUMO

3. Бурмакова А.В., Смелов В.В., Захаров А.А. Реализация математической модели прогнозирования последствий аварийного пролива // Труды БГТУ. Серия 3: Физико-математические науки и информатика. 2018. № 1 (206). С. 82–87. EDN: YXBEPD
4. Green P.A., Hight D.W. The failure of two oil-storage tanks caused by differential settlement // Proc. Conference on settlement of structures. London, Pentech Press. 1975. P. 353–360.
5. Bell R.A., Iwakiri J. Settlement comparison used in tank failure study // Proc. ASCE. 1980. V. 106. № GT2. P. 153–169.
6. Иванов Ю.К., Коновалов П.А., Мангушев Р.А., Сотников С.Н. Основания и фундаменты резервуаров. Москва : Стройиздат, 1989. 223 с. ISBN 5-274-00556-X.
7. Киселёва В.О., Мазур В.А. Моделирование работы несущего основания полов каре резервуарных парков на слабых грунтах // Научные труды КубГТУ : электронный сетевой политематический журнал. 2024. № 3. С. 36–45. DOI: 10.26297/2312-9409.2024.3.4. EDN: MRYMKG
8. Мазур В.А., Киселёва В.О. Определение рациональной толщины бетонного основания пола каре резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов на водонасыщенных грунтах // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2023. № 6 (164). С. 11–18. EDN: MSRKVO
9. Мазур В.А., Киселёва В.О. Влияние конструктивных решений полов каре на технико-экономические показатели их устройства с учётом ёмкости резервуарных парков // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2022. № 6 (158). С. 41–48. EDN: ZJEMBT

REFERENCES

1. Kablov V.F., Ishchenko Yu.P. Collection of Oil and Petroleum Products in Case of Emergency Spills. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2004; (6): 64–65. EDN: IUMFWH (In Russian)
2. Korneev V.S., Aksenov S.G. Analysis of Occurrence and Consequences of Accidents at Tank Batteries. *E-Scio*. 2023; 9 (84): 234–238. EDN: UTUUMO (In Russian)
3. Burmakova A.V., Smelov V.V., Zakharov A.A. Implementation of Mathematical Model for Predicting Consequences of Emergency Strait. *Trudy BGTU. Ser. 3: Fiziko-matematicheskie nauki i informatika*. 2018; 1 (206): 82–87. EDN: YXBEPD (In Russian)
4. Green P.A., Hight D.W. The Failure of Two Oil-Storage Tanks Caused by Differential Settlement. In: *Proc. Conf. on Settlement of Structures*. London: Pentech Press, 1975. Pp. 353–360.
5. Bell R.A., Iwakiri J. Settlement Comparison used in Tank Failure Study. *Proc. ASCE*. 1980; 106 (GT2): 153–169.
6. Ivanov Yu.K., Kononov P.A., Mangushev R.A., Sotnikov S.N. Bases and Foundations of Reservoirs. Moscow: Stroyizdat, 1989. 223 p. ISBN 5-274-00556-X. (In Russian)
7. Kiseliova V.O., Mazur V.A. Modeling the Operation of Bearing Base of Floors of Tank Batteries on Loose Soils. *Electronic journal Nauchnye trudy KuBGTU*. 2024; (3): 36–45. DOI: 10.26297/2312-9409.2024.3.4. EDN: MRYMKG (In Russian)
8. Mazur V.A., Kiseliova V.O. Rational Thickness of Floor Concrete Base of Tank Batteries for Storing Oil and Petroleum Products on Water-Saturated Soils. *Vestnik Donbasskoi natsional'noi akademii stroitel'stva i arkhitektury*. 2023; 6 (164): 11–18. EDN: MSRKVO (In Russian)
9. Mazur V.A., Kiseliova V.O. Influence of Square Floor Structures on Technical and Economic Parameters of their Construction Accounting for Tank Battery Capacity. *Vestnik Donbasskoi natsional'noi akademii stroitel'stva i arkhitektury*. 2022; 6 (158): 41–48. EDN: ZJEMBT (In Russian)

Сведения об авторах

Киселёва Виктория Олеговна, ассистент, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2, v.o.kiseliova@donnasa.ru

Мазур Виктория Александровна, канд. техн. наук, доцент, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2, v.a.mazur@donnasa.ru

Authors Details

Victoria O. Kiseliova, Assistant Lecturer, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2, Derzhavin Str., 86123, Makeevka, Donetsk People's Republic, Russia, v.o.kiseliova@donnasa.ru

Victoria A. Mazur, PhD, A/Professor, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2, Derzhavin Str., 86123, Makeevka, Donetsk People's Republic, Russia, v.a.mazur@donnasa.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.04.2025
Одобрена после рецензирования 14.05.2025
Принята к публикации 30.05.2025

Submitted for publication 18.04.2025
Approved after review 14.05.2025
Accepted for publication 30.05.2025