

УДК 699.82

В. А. МАЗУР, А. В. КРУПЕНЧЕНКО, В. О. КИСЕЛЁВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ ЗОНЫ ХРАНЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРНЫХ
ПАРКАХ НА ВЫБОР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РЕШЕНИЯ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА**

Аннотация. Статья посвящена выбору методов устройства гидроизоляции пола и обвалования каре резервуарных парков нефтепродуктов. Рассмотрены существующие методы устройства защитного слоя пола и ограждения каре резервуаров. Выявлено влияние компоновки зоны хранения резервуарных парков на трудоемкость и материалоемкость проектных решений по устройству защитного слоя пола и ограждения каре. Анализ нормативных источников и научно-технической литературы показал необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по устройству защитного барьера пола каре и ограждения. Установлено, что при проектировании защитной изоляции полов каре и ограждения резервуаров используются рекомендации по изоляции полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных отходов. Сделаны выводы о необходимости дальнейших исследований, которые бы позволили усовершенствовать методику выбора рационального метода устройства защитного барьера с учетом особенностей компоновки каре резервуарных парков.

Ключевые слова: наземный резервуар, компоновка зоны хранения нефтепродуктов, каре резервуарного парка, ограждающая стена, обвалование, пол каре, устройство изоляции, защитный барьер.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Строительство и эксплуатация резервуарных парков регламентируются законами, нормами и правилами как при проектировании и возведении самих резервуаров [1], так и для обеспечения в процессе эксплуатации пожарной безопасности и предотвращения загрязнения окружающей среды [2]. В отличие от четких требований к проектированию и устройству банок-танкеров, практические, научно обоснованные рекомендации по устройству полов и ограждения каре резервуаров отсутствуют. На сложность выбора рационального метода устройства защитного изоляционного барьера, помимо многообразия конструктивно-технологических решений по их устройству, также влияют отличия в проектных решениях как по компоновке резервуарных парков, так и непосредственно самих зон хранения нефтепродуктов. Кроме того, резервуарные парки с одинаковым объемом хранения могут компоноваться разными по ёмкости банками-танками, что приводит к изменению площадей хранения и размеров ограждения (стен или обвалования), а значит и к изменению технико-экономических показателей выбранного решения.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В процессе изучения существующей нормативной базы по возведению резервуарных парков выяснено, что процесс проектирования конструкций полов и ограждения каре резервуарных парков с учетом необходимости устройства защитного барьера освещен крайне мало [1–3], а его устройство рекомендуется выполнять аналогично изоляции полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных отходов [4]. Предлагаемые конструктивно-технологические решения предполагают длительное хранение отходов, что делает необходимым выполнение слоев конструкций большой толщины (слои толщиной 500 мм и более в зависимости от принятого конструктивного решения). Эксплуатация резервуарных парков предполагает кратковременный розлив нефтепродуктов и нефти на территории зоны хранения с последующим устранением разлива.

© В. А. Мазур, А. В. Крупенченко, В. О. Киселёва, 2019

Целью работы является определение влияния компоновки зоны хранения в резервуарных парках на выбор конструктивно-технологического решения устройства защитного барьера

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ



Рисунок 1 – Пример схемы генплана нефтебазы.



Рисунок 2 – Зоны хранения нефтепродуктов с разной компоновкой.

Резервуарный парк – это группа резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при надземных резервуарах [4]. Резервуарные парки или отдельные резервуары связаны коммуникациями с основными технологическими зонами нефтебазы или завода по переработке нефти и расположены в пониженных местах территории для проведения сливо-наливных процессов самотеком (рис. 1). Площадка, на которой располагаются танки-емкости (резервуары), называется каре.

Зона хранения нефтепродуктов может быть абсолютно разной: при одинаковой ёмкости резервуарного парка нефть может храниться как в одном, так и в нескольких танках-емкостях (рис. 2).

Устройство защитного барьера пола каре резервуаров относится к сложным комплексным технологическим процессам, так как любое конструктивное решение состоит из 4–5 слоев в зависимости от принятых материалов (рис. 3). По уплотненному грунту выполняется основание, по которому выполняется

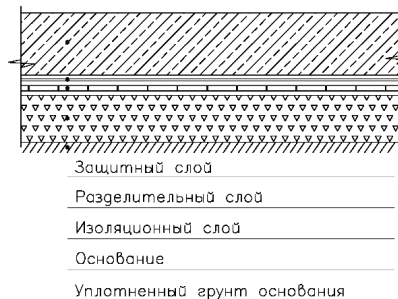


Рисунок 3 – Конструкция пола каре резервуарного парка.

изоляционный слой (защитный барьер), затем устраивают разделительный слой (при необходимости) и защитный слой.

Основным слоем, определяющим состав всей конструкции пола, является изоляционный слой (защитный барьер). В практике строительства используют следующие варианты его устройства:

- грунтовой (так называемый «глиняный замок»), выполненный из одного или двух слоев мягкой глины толщиной 50..80 см;
- бетонный, выполненный из монолитного бетона толщиной 10...15 см, или из сборных железобетонных плит толщиной 15 см с последующим торкретированием поверхности;
- асфальтобетонный одно- или двухслойный толщиной 10...15 см;
- прокладной, выполненный из пленки ПИД или геомембраны;
- мастичный из полимерно-битумных мастик, жидкого стекла или резины.

Грунтовой защитный барьер укладывается непосредственно на уплотненное основание. Перед устройством защитного барьера из монолитного бетона, сборных железобетонных плит или прокладной изоляции выполняется песчаное основание толщиной 10...30 см. Устройство мастичной изоляции требует выполнения жесткого основания из монолитного бетона или железобетонных плит.

Проектирование и выполнение защитного слоя, регламентированное СП [3], предполагает его толщину не менее 50 см при устройстве грунтовых, прокладных и мастичных изоляционных слоев. При выполнении бетонных и асфальтобетонных барьеров устройство защитного слоя не предполагается. Но также отсутствуют рекомендации по устройству деформационных швов для монолитных барьеров и рекомендации по конструктивному решению деформационных швов и швов между железобетонными плитами с учетом температурного и атмосферного воздействия.

В качестве защитного слоя чаще всего выполняют песчаную засыпку с послойным уплотнением и последующей укладкой тротуарной плитки (рис. 4) или растительного слоя (рис. 5) (или без таковых), устройство монолитного бетонного покрытия (рис. 6).

Ограждение каре резервуарного парка может выполняться из монолитного или сборного железобетона (рис. 5) или устройством земляного обвалования (рис. 6).



Рисунок 4 – Ограждающий слой пола каре из тротуарной плитки.



Рисунок 5 – Устройство монолитного железобетонного ограждения каре.



Рисунок 6 – Устройство земляного защитного слоя и обвалования.

Площадь и высота ограждения каре зависят от емкости самого резервуара и их количества на площадке [1] и определяются расчетами. Нормами строго предписывается расположение танков-емкостей по числу рядов, расстояния между стенками резервуаров и расстояния от стенок до подошвы ограждения [2].

Для сравнения параметров зоны хранения в работе выполнены расчеты площади и высоты ограждения резервуарного парка емкостью 4 000 м³. Рассмотрены два варианта компоновки зоны хранения:

- использование одного резервуара РВС-4000 емкостью 4 000 м³,
- использование четырех резервуаров РВС-1000 емкостью 1 000 м³.

Диаметр одного большого стандартного резервуара РВС-4000 с емкостью 4 000 м³ равен 19 м (рис. 7).

Высота обвалования равна:

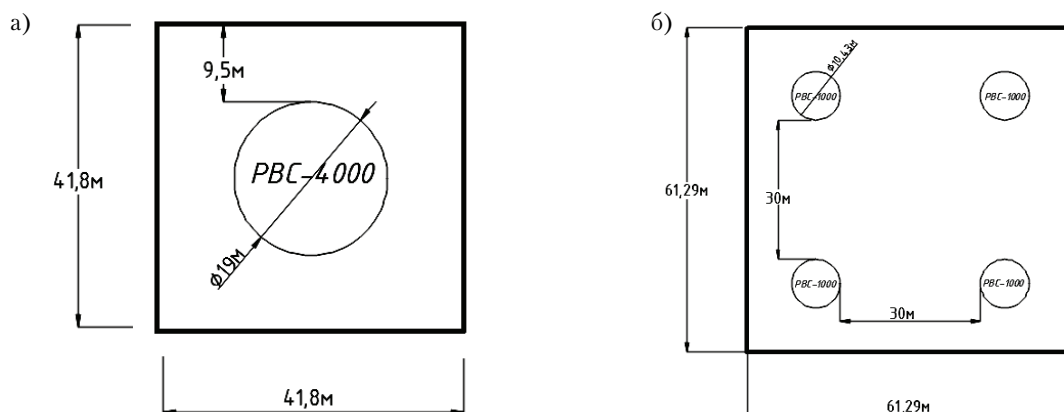


Рисунок 7 – Определение параметров зоны хранения для резервуаров PBC-4000 и PBC-1000.

$$h = \frac{V \cdot h}{a^2 - \frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (1)$$

где a – длина и ширина площади внутри обвалования, м,

$$a = 2x + D = 2 \cdot 9,5 + 19 = 38 \text{ м}, \quad (2)$$

где x – расстояние от стенки резервуара до подошвы ограждения, м,

$$x = D / 2 = 19 / 2 = 9,5 \text{ м}. \quad (3)$$

Высота ограждения равна:

$$h = \frac{4000}{38^2 - \frac{3,14 \cdot 19^2}{4}} = 3,45 \text{ м}.$$

Нормами регламентируется, что высота ограждения зоны хранения нефтепродуктов должна быть на 0,2 м выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости, но не менее 0,8 м для резервуаров номинальным объемом до 10 000 м³ и 1,5 м для резервуаров объемом 10 000 м³ и более [2].

Следовательно, проектная высота ограждения будет равна:

$$h_{np} = h + 0,2 = 3,45 + 0,2 = 3,65 \text{ м}.$$

Аналогично выполняем расчет для четырех резервуаров PBC-1000 (рис. 7б).

Определим высоту обвалования для группы резервуаров с мазутом.

Расстояние от стенки резервуара до подошвы ограждения:

$$x = D / 2 = 10,43 / 2 = 5,22 \text{ м}.$$

Длина и ширина площади внутри обвалования

$$a = b = 2x + 2D + y = 2 \cdot 5,22 + 2 \cdot 10,43 + 30 = 61,29 \text{ м}.$$

Высота обвалования равна:

$$h = \frac{1000}{61,29 \cdot 61,29 - \frac{3,14 \cdot 10,43^2}{4} \cdot (4-1)} = 0,29 \text{ м}.$$

Проектная высота обвалования:

$$h_{np} = h + 0,2 = 0,29 + 0,2 = 0,49 \text{ м}.$$

Принимаем высоту ограждения каре резервуаров 0,8 м.

Анализ полученных данных (таблица) показал, что изменение компоновки зоны хранения в резервуарных парках существенно влияет на объемы выполняемых работ по устройству изоляционного слоя

пола и ограждения каре резервуаров. Применение одного более ёмкого резервуара сокращает трудоемкость и материалоемкость любого конструктивного решения по устройству пола каре почти в 2 раза, но увеличивает трудоемкость и материалоемкость по устройству ограждения каре более чем в 3 раза. Также вариант с танком-емкостью 4 000 м³ с высотой ограждения 3,65 м исключает использование земляного обвалования.

Таблица – Сравнение полученных данных при разных компоновках резервуаров

Вариант	Площадь каре, м ²	Высота ограждения, м	Площадь ограждения	Площадь изоляции, м ²
Вариант 1 Резервуар РВС-4000	1 747,24	3,65	610,28	2 357,52
Вариант 2 4 резервуара РВС-1000	3 757,69	0,8	196,13	3 953,82

Также при выборе конструктивно-технологического решения по устройству изоляции каре резервуаров необходимо учитывать доступность материалов, транспортные расходы, возможность максимальной механизации процессов.

ВЫВОДЫ

В работе выявлено влияние компоновки зоны хранения резервуарных парков на трудоемкость и материалоемкость проектных решений по устройству защитного слоя пола и ограждения каре. Анализ нормативных источников и научно-технической литературы показал необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по устройству защитного барьера пола каре и ограждения. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, которые бы позволили усовершенствовать методику выбора рационального метода устройства защитного барьера с учетом особенностей компоновки каре резервуарных парков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности [Текст]. – Введ. 2004-01-01 / ФГБУ «ВНИИПО» МЧС России. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2004. – 78 с.
2. ГОСТ Р 53324-2009 Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности [Текст]. – Введен впервые; введ. 2009-02-08 / ФГБУ «ВНИИПО» МЧС России. – М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
3. СП 127.13330.2017 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию СНиП 2.01.28-85 [Текст]. – Введ. 2018-05-15 / АО «ЦНС». – М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2017. – 30 с.
4. Грознов, Г. А. Строительство нефтебаз и автозаправочных станций [Текст] / Г. А. Грознов. – М.: Недра, 1980. – 77 с.
5. Рекомендации по проектированию и строительству противодиффузионных устройств из полимерных рулонных материалов [Текст] / ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», СПб НИИ АКХ им. К. Д. Памфилова. – СПб.: НИИ АКХ им. К. Д. Памфилова, 1999. – 40 с.

Получено 31.10.2019

В. О. МАЗУР, Г. В. КРУПЕНЧЕНКО, В. О. КИСЕЛЬОВА
ВПЛИВ КОМПОНУВАННЯ ЗОНИ ЗБЕРІГАННЯ В РЕЗЕРВУАРНИХ ПАРКАХ
НА ВИБІР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ
УЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНОГО БАР'ЄРУ
ДОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена вибору методів улаштування гідроізоляції підлоги і обвалування каре резервуарних парків нафтопродуктів. Розглянуто існуючі методи улаштування захисного шару підлоги та огороження каре резервуарів. Виявлено вплив компоновання зони зберігання резервуарних парків на трудомісткість і матеріаломісткість проектних рішень з улаштування захисного шару підлоги і огорожі каре. Аналіз нормативних джерел та науково-технічної літератури показав необхідність розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо влаштування захисного бар'єру підлоги каре та огороження. Встановлено, що при проектуванні захисної ізоляції підлоги каре і огороження резервуарів використовуються рекомендації щодо ізоляції полігонів по знешкодженню і похованню токсичних відходів. Зроблено висновки про необхідність подальших досліджень, які б дозволили удосконалити

методику вибору раціонального методу улаштування захисного бар'єру з урахуванням особливостей компонування каре резервуарних парків.

Ключові слова: наземний резервуар, компонування зони зберігання нафтопродуктів, каре резервуарного парку, огорожувальна стіна, обвалування, підлога каре, улаштування ізоляції, захисний бар'єр.

VICTORIA MAZUR, ANNA KRUPENCHENKO, VICTORIYA KISELYOVA
THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE STORAGE AREA IN TANK
FARMS ON THE CHOICE OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
FOR THE PROTECTIVE BARRIER DEVICE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the selection of methods for waterproofing the floor and boning to the square of oil product tank farms. Existing methods of constructing a protective layer of the floor and fencing of the tank are considered. The influence of the layout of the storage area of tank farms on the complexity and material consumption of design solutions for the installation of a protective layer of the floor and fencing of the caret is revealed. The analysis of normative sources and scientific and technical literature showed the need to develop scientifically based recommendations on the construction of a protective barrier for the caret floor and the fence. It has been established that when designing the protective insulation of the caret floors and tank fencing, recommendations on the isolation of landfills for the disposal and disposal of toxic waste are used. Conclusions are drawn on the need for further studies that would improve the methodology for choosing a rational method for constructing a protective barrier, taking into account the specific layout of the caret of tank farms.

Key words: ground tank, arrangement of oil products storage area, tank farm square, enclosing wall, embankment, floor square, insulation device, protective barrier.

Мазур Вікторія Александрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень по улаштуванню та капітальному ремонту огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

Крупенченко Анна Вікторівна – асистент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: технологія та організація робіт при реконструкції будівель і споруд.

Кисельова Вікторія Олегівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: конструктивно-технологічні рішення по улаштуванню ізоляції та захисних бар'єрів будівель і споруд.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень по улаштуванню та капітальному ремонту огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

Крупенченко Ганна Вікторівна – асистент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: реконструкція промислових та цивільних споруд.

Кисельова Вікторія Олегівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: конструктивно-технологічні рішення по улаштуванню ізоляції та захисних бар'єрів.

Mazur Victoria – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the arrangement and overhaul of building envelopes of buildings and structures.

Krupenchenko Anna – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings.

Kiselyova Victoriya – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: structural and technological solutions for insulation and protective barriers of buildings and structures.