

Портнова София Эдуардовна, студент,
Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II
Portnova Sofia Eduardovna, student,
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВМЕСТИМОСТИ РЕЗЕРВУАРНОГО
ПАРКА НЕФТЕБАЗЫ
DETERMINATION OF THE STORAGE CAPACITY
OF AN OIL DEPOT TANK FARM**

Аннотация. Рассмотрена методика определения вместимости резервуарного парка нефтебазы. На примере железнодорожной распределительной нефтебазы рассчитан полезный объём парка для заданной номенклатуры нефтепродуктов, выбраны типы и количество резервуаров, определены уточнённый максимальный объём заполнения и категория нефтебазы. Показаны расчёт вместимости по графику поступления и отгрузки продукта и подбор резервуара для отдельного нефтепродукта.

Abstract. A procedure for determining the storage capacity of an oil depot tank farm is considered. Using a railway distribution depot as an example, the useful volume of the tank farm for a given range of petroleum products was calculated, the types and number of tanks were selected, and the refined maximum filling volume and the depot category were determined. The calculation of capacity from the product receipt-and-shipment schedule and the selection of a tank for an individual product are shown.

Ключевые слова: Нефтебаза, резервуарный парк, полезный объём, вертикальный стальной резервуар, категория нефтебазы, грузооборот.

Keywords: Oil depot, tank farm, useful volume, vertical steel tank, depot category, throughput.

Нефтебаза – комплекс сооружений и установок, предназначенных для приёма, хранения и отпуска нефти и нефтепродуктов потребителям. Нефтебазы классифицируют по функциональному назначению (перевалочные, распределительные и смешанные), по транспортным связям (железнодорожные, водные, трубопроводные и глубинные), по номенклатуре хранимых продуктов (светлые легковоспламеняющиеся и тёмные горючие), а также по величине годового грузооборота и суммарной вместимости резервуарного парка. Правильное определение вместимости парка обеспечивает бесперебойное снабжение потребителей при минимальных капитальных затратах, поэтому является ключевой задачей проектирования нефтебазы [3, 7].

Тип резервуара выбирают по ГОСТ 31385-2016 в зависимости от свойств продукта. Для продуктов с температурой вспышки не выше 55 °С и давлением насыщенных паров от 26,6 до 93,3 кПа (нефть, бензины, дизельное топливо общего назначения) применяют резервуары со стационарной крышей и понтоном (РВСП) или с плавающей крышей; для продуктов с температурой вспышки выше 55 °С и давлением паров менее 26,6 кПа (мазуты, масла, гудроны) – резервуары со стационарной крышей без понтона (РВС). Такой выбор снижает потери от испарения и обеспечивает пожарную безопасность [1, 2].

Полезный объём резервуарного парка по каждому продукту определяется исходя из среднемесячной потребности, продолжительности транспортного цикла, коэффициентов неравномерности подачи и потребления, а также нормы страхового запаса:



$$V_i = \frac{Q_i \cdot T_{ц} \cdot K_{нц} \cdot K_{нп} \cdot \left(1 + \frac{\Delta V_{ст}}{100}\right)}{30} \quad (1)$$

где $Q_i = M_{мес}/\rho$ – среднемесячный объём продукта; $M_{мес} = M_{год}/12$ – месячная потребность; $T_{ц}$ – длительность транспортного цикла; $K_{нц}$ и $K_{нп}$ – коэффициенты неравномерности подачи цистерн и потребления; $\Delta V_{ст}$ – норма страхового запаса. По полученному полезному объёму подбирают тип и число резервуаров, после чего уточняют максимальный объём заполнения через геометрический объём резервуара

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4} \quad (2)$$

и коэффициент использования ёмкости $K_{и}$:

$$V_{уточн} = V \cdot K_{и} \cdot n \quad (3)$$

где n – число резервуаров (с учётом резервного). Суммарная вместимость всех резервуаров определяет категорию нефтебазы согласно таблице 1: при общем объёме 100 000 м³ и более склад относится к I категории [1, 5].

Таблица 1

Категории нефтебаз

Категория	Макс. объём резервуара, м ³	Общая вместимость, м ³
I	–	≥ 100000
II	–	$20000 \leq V < 100000$
IIIa	≤ 5000	$10000 \leq V < 20000$
IIIб	≤ 2000	$2000 \leq V < 10000$
IIIв	≤ 700	< 2000

Расчёт выполнен для проектируемой железнодорожной распределительной нефтебазы г. Санкт-Петербурга, снабжающей нефтепродуктами промышленный район (16 наименований – автобензины, дизельные топлива, мазут, нефть и масла) при доле промышленного потребления 65 % и норме страхового запаса 30 %. При расстоянии до потребителя 650 км транспортный цикл принят $T_{ц} = 10$ сут, коэффициенты $K_{нц} = 1,2$, $K_{нп} = 1,2$ для топлив и 1,8 для масел. Для каждого продукта рассчитан полезный объём, подобраны резервуары типов РВС и РВСП и определён уточнённый максимальный объём заполнения; фрагмент результатов приведён в таблице 2. В сумме резервуарный парк включил 38 резервуаров общим объёмом 122 111 м³, что соответствует I категории нефтебазы.

Таблица 2

Результаты подбора резервуаров (фрагмент)

Нефтепродукт	Полезный объём, м ³	Тип резервуара	Кол-во
Автобензин АИ-80	4891,35	РВСП-5000	1
Автобензин АИ-92	5542,11	РВСП-5000	2
Автобензин АИ-95	5241,60	РВСП-5000	2
Автобензин АИ-98	3957,58	РВСП-5000	1
Дизельное топливо ДЛ	3295,95	РВС-5000	1
Топочный мазут 100	1835,77	РВС-3000	1
Нефть	20922,03	РВСП-10000	3
Масло моторное М-10В2С	449,60	РВС-1000	1



При подборе резервуаров учитывались технико-экономические показатели типовых РВС и РВСП – диаметр, высота стенки и удельный расход стали на 1 м³ полезного объёма, – а также коэффициент использования ёмкости, зависящий от конструкции резервуара: 0,85–0,88 для резервуаров без понтона и 0,81–0,84 для понтонных. Для каждого продукта дополнительно предусматривался резервный резервуар того же объёма, входящий в общий учёт вместимости парка: он обеспечивает непрерывность приёма и отпуска продукта при выводе рабочего резервуара в ремонт или на зачистку, что особенно важно для распределительной нефтебазы с большой номенклатурой продуктов [3, 5].

Во втором варианте вместимость парка определялась по графику месячного поступления и реализации продуктов при годовом грузообороте 300 000 т. Проектный объём парка в процентах от грузооборота найден как разность максимального и минимального суммарных месячных остатков:

$$V_p = \Delta V_{max} - \Delta V_{min} = 2,1 - (-15,9) = 18 \% \quad (4)$$

что соответствует массе $M_{нб} = V_p \cdot G_{нб} / 100 = 54\,000$ т. По массовой доле каждого продукта ($M_{нп} = M_p \cdot PR / 100$) и его плотности ($V_{нп} = M_{нп} / \rho$) определены объёмы хранения и подобраны резервуары; парк составил 42 резервуара общим объёмом 126 351 м³ – также I категория.

Для отдельного продукта (бензин АИ-93) вместимость определена по графику поступления и отгрузки. При максимальном и минимальном суммарных остатках 27 % и –10 % и страховом запасе 10 % проектный объём составил

$$V = \frac{Q_{год}}{100} \cdot (\Delta V_{max} - \Delta V_{min} + \Delta V_{cm}) = 5640 \text{ м}^3 \quad (5)$$

По этому значению выбран резервуар РВСП-10000, а необходимый геометрический объём с учётом коэффициента использования ёмкости $K_{и} = 0,84$ составил $V_{геом} = V / K_{и} = 6714,29$ м³.

Определение категории нефтебазы имеет практическое значение: от неё зависят требования пожарной безопасности – минимальные расстояния между резервуарами и до соседних объектов, вместимость обвалования, оснащение системами пожаротушения и охлаждения стенок. Для рассмотренной нефтебазы I категории эти требования наиболее строгие, что необходимо учитывать при разработке генерального плана резервуарного парка и размещении вспомогательных сооружений [2].

Таким образом, на примерах распределительной нефтебазы определены полезный и уточнённый максимальный объёмы резервуарного парка, выбраны типы и количество резервуаров и установлена категория нефтебазы (в обоих вариантах – I категория), а также выполнен подбор резервуара для отдельного нефтепродукта. Изложенная методика применима при проектировании резервуарных парков нефтебаз различного назначения и грузооборота.

Список литературы:

1. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2016.
2. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. – Москва, 2014.
3. Коршак А. А. Нефтебазы и АЗС: учебное пособие / А. А. Коршак, Г. Е. Коробков, Е. М. Муфтахов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. – 416 с.
4. Коршак А. А. Проектирование и эксплуатация газонепфтепроводов: учебник для вузов / А. А. Коршак, А. М. Нечваль. – Санкт-Петербург: Недра, 2008. – 488 с.
5. Тугунов П. И. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебное пособие для вузов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. – 658 с.



6. ВНТП 5-95. Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз).

7. Едигаров С. Г. Проектирование и эксплуатация нефтебаз / С. Г. Едигаров, В. М. Михайлов, А. Д. Прохоров, В. А. Юфин. – Москва: Недра, 1982. – 280 с.

