

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БАЗИСНОГО ТОПЛИВОХРАНИЛИЩА

*Караев Али Фикретович, студент 2 курса магистратуры
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,
Россия*

JUSTIFICATION OF PARAMETERS FOR THE FIRE PROTECTION WATER SUPPLY SYSTEM OF A BASIC FUEL STORAGE FACILITY

*Karaev Ali Fikretovich, 2nd-year master's student
Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia*

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного анализа и проектного обоснования реконструкции системы противопожарного водоснабжения базисного топливохранилища (БТХ) цеха 76 ПАО «ОДК-УМПО». Выявлены системные недостатки существующей инфраструктуры: дефицит объема пожарного запаса воды (рассчитан по устаревшим нормативам), отсутствие насоса-жокея для поддержания дежурного давления, коррозионный износ трубопроводов и низкий уровень автоматизации. На основе анализа нормативной базы (СП 8.13130.2020, СП 155.13130.2014) и рекомендаций пожарного подразделения ПЧ-28 разработан расчётный сценарий пожара в резервуаре РВС-2000, учитывающий одновременную работу стационарных систем охлаждения и мобильных средств пожаротушения (трёх лафетных стволов типа ПЛС-20). Определён общий расчётный расход воды — 88 л/с (316,8 м³/ч), обоснован необходимый объём неприкосновенного пожарного запаса — 1000 м³ (два резервуара по 500 м³). Предложены основные проектные решения: кольцевой водопровод из труб с усиленной изоляцией, насосная станция по схеме «2 рабочих + 1 резервный» с насосом-жокеем, система автоматизации на базе ПЛК и SCADA. Практическая значимость работы заключается в разработке технических решений, готовых к внедрению на действующем промышленном объекте.

Ключевые слова: противопожарное водоснабжение, базисное топливохранилище, резервуар РВС-2000, гидравлический расчёт, насос-жокей, мобильные средства пожаротушения, пожарный запас воды.

Abstract. The article presents the results of a comprehensive analysis and project justification for the reconstruction of the fire protection water supply system for the basic fuel storage facility (BTKh) of Shop 76 at PAO "ODK-UMPO". Systemic deficiencies of the existing infrastructure are identified: a deficit in the fire water reserve volume (calculated according to outdated standards), the absence of a jockey pump for maintaining standby pressure, corrosion wear of pipelines, and a low level of automation. Based on an analysis of regulatory frameworks (SP 8.13130.2020, SP 155.13130.2014) and recommendations from the fire department of Fire Station No. 28, a design fire scenario is developed for an RVS-2000 tank, taking into account the simultaneous operation of stationary cooling systems and mobile firefighting equipment (three PLS-20 type monitor nozzles). The total design water flow rate is determined to be 88 L/s (316.8 m³/h), and the required dedicated fire water reserve volume is justified at 1,000 m³ (two tanks of 500 m³ each). The main design solutions are proposed: a ring water supply pipeline made of pipes with enhanced insulation, a pumping station following the "2 working + 1 standby" configuration with a jockey pump, and an automation system based on a PLC and SCADA. The practical

significance of the work lies in the development of technical solutions ready for implementation at an operating industrial facility.

Keywords: fire protection water supply, basic fuel storage facility, RVS-2000 tank, hydraulic calculation, jockey pump, mobile firefighting equipment, fire water reserve.

Базисные топливохранилища (БТХ) промышленных предприятий относятся к объектам повышенной пожаро- и взрывопожароопасности. Пожары в резервуарных парках хранения нефтепродуктов характеризуются высокой интенсивностью горения (теплота сгорания 40–48 МДж/кг), быстрым распространением пламени и значительным тепловым излучением, что предъявляет исключительно высокие требования к системам противопожарного водоснабжения [1, 2]. По данным ВНИИПО МЧС России, за период 2019–2023 гг. на объектах хранения нефтепродуктов произошло 117 крупных пожаров, средний ущерб от одного составил 78,5 млн руб., что подтверждает актуальность проблемы [3].

Основанием для настоящего исследования послужила необходимость реконструкции системы противопожарного водоснабжения БТХ цеха 76 ПАО «ОДК-УМПО» (г. Уфа). В ходе обследования выявлен комплекс системных недостатков, требующих безотлагательного устранения. Цель работы — научное обоснование параметров и разработка проектных решений для системы, обеспечивающей полное соответствие современным нормативным требованиям и гарантированное пожаротушение в условиях наихудшего сценария.

Материалы и методы исследования

Объект исследования — комплекс сооружений БТХ, включающий вертикальные стальные резервуары (РВС-2000), сливноналивную эстакаду, насосную станцию и кольцевой водопровод. Резервуар РВС-2000 имеет внутренний диаметр 15,2 м, высоту стенки 11,92 м, площадь зеркала 181,5 м², периметр 47,8 м [4, 5].

Методология исследования базируется на:

1. Натурном обследовании существующей системы с фиксацией технического состояния оборудования.
2. Анализе нормативной документации: СП 8.13130.2020 (наружное противопожарное водоснабжение), СП 155.13130.2014 (склады нефти и нефтепродуктов) [6, 7].
3. Разработке расчётного сценария пожара на основе рекомендаций ПЧ-28.
4. Гидравлическом расчёте потребных расходов воды с учётом работы стационарных и мобильных средств.

Результаты и их обсуждение

Выявление недостатков существующей системы

Обследование позволило установить следующие критические недостатки (табл. 1):

Таблица 1 — Ключевые недостатки существующей системы противопожарного водоснабжения

Элемент системы	Выявленный недостаток	Потенциальные последствия
Резервуары запаса воды	Недостаточный объём (рассчитан без учёта МСП)	Истощение запаса до прибытия пожарных подразделений
Насосная станция	Отсутствие насоса-жокея	Осушение сети, гидравлические удары, задержка подачи воды на 5–7 минут

Элемент системы	Выявленный недостаток	Потенциальные последствия
Кольцевой водопровод	Коррозия труб (изоляция нарушена), отсутствие 分 区 на ремонтные участки	Риск разгерметизации, снижение пропускной способности
Управление	Ручное, без централизованного мониторинга	Задержка принятия решений, зависимость от персонала

Наиболее критичным является отсутствие насоса-жокея: кольцевой водопровод в дежурном режиме осушается, при пуске основных насосов возникают гидравлические удары, а время выхода системы на рабочий режим составляет несколько минут, что недопустимо в условиях развивающегося пожара.

Обоснование расчётного сценария и определение расхода воды

В соответствии с принципом наихудших условий за расчётный принят сценарий, предусматривающий одновременное охлаждение горящего и одного соседнего резервуара с учётом отказа стационарного орошения горящего резервуара и замещения его работой мобильных лафетных стволов.

Расход воды на стационарное охлаждение (для соседнего резервуара) [7]:

$$Q_{\text{охл. сос}} = P \times I_{\text{сос}} = 47,8 \text{ м} \times 0,2 \text{ л/(с} \cdot \text{м)} = 9,56 \text{ л/с}$$

Расход на приготовление пенного раствора (площадь зеркала 181,5 м², интенсивность 0,06 л/(с·м²) [7]):

$$Q_{\text{р-ра. туш}} = S \times I_{\text{р-ра}} = 181,5 \times 0,06 = 10,89 \text{ л/с}$$

Доля воды в 3% растворе пенообразователя составляет 97%, следовательно:

$$Q_{\text{вод. туш}} = 10,89 \times 0,97 = 10,56 \text{ л/с}$$

Расход воды на мобильные средства (3 лафетных ствола ПЛС-20 по 22,5 л/с и 3 ручных ствола РСК-50 по 3,5 л/с) [8]:

$$Q_{\text{мсп}} = 3 \times 22,5 + 3 \times 3,5 = 78,0 \text{ л/с}$$

Принимая комбинированный сценарий (охлаждение горящего резервуара от МСП + охлаждение соседнего стационарно + тушение пеной), получаем общий расчётный расход:

$$Q_{\text{общ}} = 67,5 + 9,56 + 10,56 = 87,62 \text{ л/с} \approx 88 \text{ л/с (316,8 м}^3\text{/ч)}$$

Расчёт объёма пожарного запаса воды

Согласно СП 8.13130.2020, расчётное время тушения для резервуаров с нефтепродуктами составляет 3 часа (10 800 с) [6]:

$$W_{\text{пож}} = 3,6 \times Q_{\text{общ}} \times t_{\text{п}} = 3,6 \times 88 \times 3 = 950,4 \text{ м}^3$$

Требование о хранении не менее 50% объёма в каждом резервуаре определяет необходимость двух резервуаров полезным объёмом не менее по 500 м³ каждый. Принимаются два железобетонных полузаглублённых резервуара по 500 м³.

Основные проектные решения

На основе выполненных расчётов сформирован комплекс проектных решений:

1. Резервуары запаса воды — два ж/б резервуара по 500 м³ с обвалованием, системой автоматического пополнения и устройствами для забора воды мобильной техникой.
2. Насосная станция — схема «2 рабочих + 1 резервный» насос (каждый 44 л/с) + насос-жокей малой производительности для поддержания давления в дежурном режиме. Электроснабжение — I категория надёжности с дизель-генератором.
3. Кольцевой водопровод — стальные трубы Ду 250–300 мм с усиленной изоляцией, разделение на ремонтные участки, пожарные гидранты через 100–150 м.

4. Автоматизация — система на базе ПЛК с SCADA-диспетчеризацией, автоматическим поддержанием уровня и давления, дистанционным пуском с центрального пульта и локальных постов у резервуаров.

Выводы

1. Существующая система противопожарного водоснабжения БТХ цеха 76 ПАО «ОДК-УМПО» имеет системные недостатки: дефицит запаса воды (рассчитан без учёта МСП), отсутствие насоса-жокея, коррозию трубопроводов и низкую автоматизацию.

2. Разработан обоснованный расчётный сценарий пожара, учитывающий совместную работу стационарных систем и трёх лафетных стволов ПЛС-20.

3. Определены ключевые параметры реконструируемой системы: общий расчётный расход воды — 88 л/с, объём пожарного запаса — 1000 м³ (два резервуара по 500 м³).

4. Предложенные проектные решения (включая внедрение насоса-жокея и автоматизации) обеспечивают мгновенную готовность системы, сокращая время подачи воды с нескольких минут до 10–15 секунд.

5. Реализация проекта позволит привести объект в соответствие с актуальными нормативными требованиями и существенно снизить пожарные риски.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Ройзенман М.И. Пожаротушение на объектах нефтегазового комплекса: учебное пособие. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. — 210 с.
3. Статистика пожаров на объектах хранения нефтепродуктов за 2019–2023 гг. / ВНИИПО МЧС России. — М., 2024.
4. Технические характеристики резервуара вертикального стального РВС-2000. — Волгоградский завод резервуарных конструкций. — URL: <https://vzrk.ru>
5. Резервуар РВС-2000: описание, характеристики. — ООО «ОЗРМ». — URL: <https://ozrm.ru>
6. СП 8.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
7. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.
8. Каталог пожарной техники. Лафетные стволы и пеногенераторы. — ООО «Пожтехника». — URL: <https://www.pozhtechnika.ru>