

СПОСОБ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА ОХЛАЖДЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ И ОРОШЕНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

**А.А. Таранцев, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;**

П.Н. Марухин;

Н.Ю. Пивоваров;

А.В. Матвеев, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлена математическая модель подачи огнетушащей жидкости на охлаждение огнепреградителей дыхательной аппаратуры резервуаров с нефтепродуктами.

Ключевые слова: сухой огнепреградитель, огнестойкость, резервуар

METHOD OF FIRE EXTINGUISHING LIQUID SUPPLY FOR COOLING OF RESPIRATORY ARMATURE OF AND IRRIGATION OIL PRODUCTS TANKS

A.A. Tarantsev; P.N. Maruchin; N.Yu. Pivovarov; A.V. Matveev.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

There are presented mathematical models of fire extinguishing liquid supply for cooling of respiratory armature of and irrigation oil products tanks.

Keywords: fire resistance device, fire resistance, tank

Ограничение распространения пожара является одним из важнейших направлений обеспечения пожарной безопасности [1]. Особо актуально это направление для резервуарных парков с нефтепродуктами, а крупные пожары на таких объектах относятся к наиболее сложным, требующим для их тушения привлечения большого количества сил и средств пожарной охраны в течение длительного времени (личного состава, техники, огнетушащих веществ) [2].

По статистике [3] 24 % пожаров резервуаров с нефтепродуктами переходят в групповые, то есть с распространением огня на группу из двух и более резервуаров (рис. 1).



Рис. 1. Групповые пожары в резервуарных парках

В Рекомендациях по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории [4], предложены сценарии возникновения и развития аварии с переходом в пожар резервуара с нефтепродуктом, основанные на анализе пожаров и аварий, произошедших у нас в стране и за рубежом, а также материалов научных исследований развития пожара в резервуарных парках.

Развитие пожара при хранении нефти и нефтепродуктов можно разделить на следующие уровни:

- первый – возникновение и развитие пожара в пределах одного резервуара без влияния на смежные;
- второй – распространение пожара с одного резервуара на резервуарную группу;
- третий – развитие пожара с возможным разрушением смежных резервуаров, зданий и сооружений на территории предприятия и за его пределами, а также поражение опасными факторами пожара персонала предприятия и населения близлежащих районов.

При этом переход пожара с первого уровня на второй уровень может быть вызван вскипанием или выбросом нефтепродукта в горящем резервуаре, разрушением (в результате взрыва) горящего резервуара с возникновением горячей гидродинамической волны или стабилизацией горения на дыхательных клапанах с последующим проникновением пламени через огнепреграждающие устройства в негорящий резервуар.

Проникновение пламени через огнепреграждающие устройства может произойти при нагреве негорящего резервуара в результате лучистого теплообмена, выходе нефтепродукта через дыхательные устройства и его воспламенении с последующей стабилизацией горения на дыхательной арматуре.

Наиболее целесообразным способом предотвратить проскок пламени через дыхательную арматуру резервуаров с нефтепродуктами представляется охлаждение теплообменного элемента сухого огнепреградителя централизованными системами охлаждения резервуара [5].

Рассмотрим три варианта гидравлических схем орошения дыхательной арматуры резервуара (рис. 2, табл.)

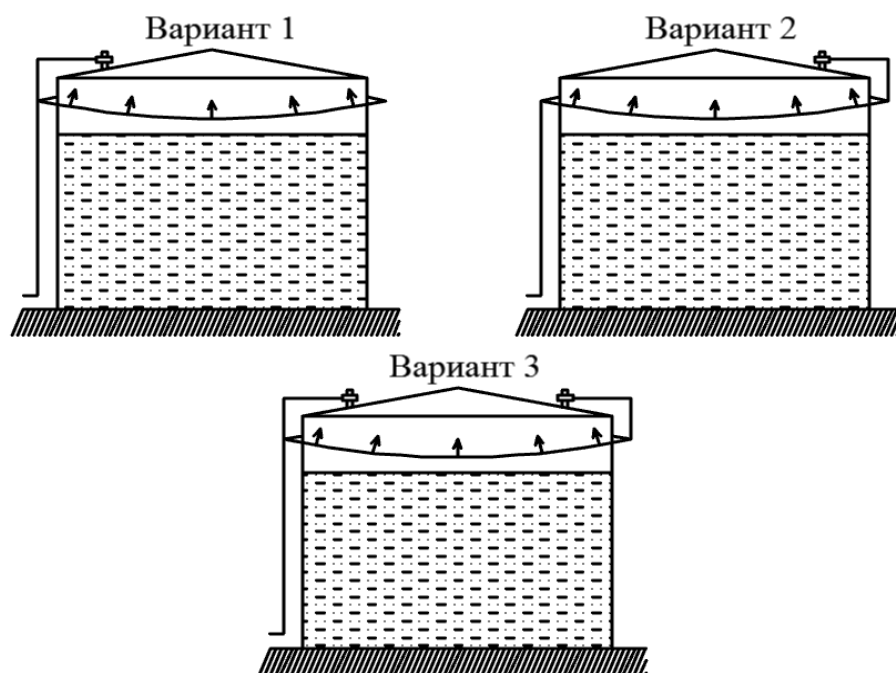


Рис. 2. Варианты систем противопожарной защиты резервуара

Таблица. Исходные данные для моделирования гидравлического расчета системы противопожарной защиты резервуара

Вариант	Гидравлическая схема	Уравнения гидравлического баланса
1		$P_H - P_0 = A_{H0} Q_0^2 + \rho g H_1;$ $P_0 = A_{0A} Q_A^2 + \rho g (H_2 - H_1);$ $P_0 - P_1 = A_{01} q_{01}^2;$ $P_1 - P_2 = A_{12} q_{12}^2;$ $P_2 - P_3 = A_{23} q_{23}^2;$ \dots $P_{n-1} - P_n = A_{n-1,n} q_{n-1,n}^2;$ $P_{n+1} - P_n = A_{n+1,n} q_{n+1,n}^2;$ $P_0 - P_N = A_{0N} q_{0N}^2;$ $P_N - P_{N-1} = A_{N,N-1} q_{N,N-1}^2;$ $P_{N-1} - P_{N-2} = A_{N-1,N-2} q_{N-1,N-2}^2;$ $P_{N-2} - P_{N-3} = A_{N-2,N-3} q_{N-2,N-3}^2;$ $P_H = P_{H0} - A_H Q_0^2;$ $P_1 = A_1 (q_{01} - q_{12})^2;$ $P_2 = A_2 (q_{12} - q_{23})^2;$ $P_3 = A_3 (q_{23} - q_{34})^2;$ \dots $P_n = A_n (q_{n-1,n} + q_{n+1,n})^2;$ \dots $P_N = A_N (q_{0N} - q_{N,N-1})^2;$ $P_{N-1} = A_{N-1} (q_{N,N-1} - q_{N-1,N-2})^2;$ $P_{N-2} = A_{N-2} (q_{N-1,N-2} - q_{N-2,N-3})^2;$ \dots $Q_0 = q_{01} + q_{0N};$ $Q_i = q_{i-1} - q_i, i=1, \dots, n+1;$ $Q_j = q_j - q_{j-1}, j=N, \dots, n+1.$
2		$P_H - P_0 = A_{H0} Q_0^2 + \rho g H_1;$ $P_0 - P_1 = A_{01} q_{01}^2;$ $P_1 - P_2 = A_{12} q_{12}^2;$ $P_2 - P_3 = A_{23} q_{23}^2;$ \dots $P_{n-1} - P_n = A_{n-1,n} q_{n-1,n}^2;$ $P_{n+1} - P_n = A_{n+1,n} q_{n+1,n}^2;$ $P_0 - P_N = A_{0N} q_{0N}^2;$ $P_N - P_{N-1} = A_{N,N-1} q_{N,N-1}^2;$ $P_{N-1} - P_{N-2} = A_{N-1,N-2} q_{N-1,N-2}^2;$ $P_H = P_{H0} - A_H Q_0^2;$ $P_1 = A_1 (q_{01} - q_{12})^2;$ $P_2 = A_2 (q_{12} - q_{23})^2;$ $P_3 = A_3 (q_{23} - q_{34})^2;$ \dots $P_n = A_B Q_B^2 + \rho g (H_2 - H_1);$ \dots $P_N = A_N (q_{0N} - q_{N,N-1})^2;$ $P_{N-1} = A_{N-1} (q_{N,N-1} - q_{N-1,N-2})^2;$ $P_{N-2} = A_{N-2} (q_{N-1,N-2} - q_{N-2,N-3})^2;$ \dots

		$Q_0 = q_{01} + q_{0N};$ $Q_i = q_{i-1} - q_i, \quad i=1, \dots, n+1;$ $Q_j = q_i - q_{i-1}, \quad i=N, \dots, n+1.$
3		$P_H - P_0 = A_{H0} Q_0^2 + \rho g H_1;$ $P_0 = A_{0A} Q_A^2 + \rho g (H_2 - H_1);$ $P_0 - P_1 = A_{01} q_{01}^2;$ $P_1 - P_2 = A_{12} q_{12}^2;$ $P_2 - P_3 = A_{23} q_{23}^2;$ \dots $P_{n-1} - P_n = A_{n-1,n} q_{n-1,n}^2;$ $P_n = A_{n,n+1} (q_n - q_{n+1} - Q_B)^2;$ $P_0 - P_N = A_{0N} q_{0N}^2;$ $P_N - P_{N-1} = A_{N,N-1} q_{N,N-1}^2;$ \dots $P_1 = A_1 (q_{01} - q_{12})^2;$ $P_2 = A_2 (q_{12} - q_{23})^2;$ $P_3 = A_3 (q_{23} - q_{34})^2;$ \dots $P_n = A_B Q_B^2 + \rho g (H_3 - H_1);$ \dots $P_N = A_N (q_{0N} - q_{N,N-1})^2;$ $P_{N-1} = A_{N-1} (q_{N,N-1} - q_{N-1,N-2})^2;$ $P_{N-2} = A_{N-2} (q_{N-1,N-2} - q_{N-2,N-3})^2;$ \dots $Q_0 = q_{01} + q_{0N};$ $Q_i = q_{i-1} - q_i, \quad i=1, \dots, n+1;$ $Q_j = q_i - q_{i-1}, \quad i=N, \dots, n+1.$

Используя полученную математическую модель, можно численными методами [6] решить задачи анализа и синтеза рассмотренных гидравлических схем. В первом случае (анализ) – оценить расходы $\{Q\}$ из оросителей и в огнепреградителе $\{Q_A, Q_B\}$ при известных параметрах трубопроводов и насоса. Во втором случае (синтез) – подобрать гидравлические параметры системы орошения и насоса при нормированных расходах $\{Q, Q_A, Q_B\}$, заданных из условий требуемого уровня противопожарной защиты как резервуара, так и резервуарного парка в целом. Решению указанных перспективных задач планируется посвятить следующие статьи.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Пивоваров Н.Ю., Таранцев А.А. Моделирование систем наружного противопожарного водоснабжения для оценки достаточности водоотдачи при тушении крупных пожаров на предприятиях нефтехимической промышленности // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2013. № 4. С. 80–87.
3. Тушение нефти и нефтепродуктов: пособие / И.Ф. Безродный [и др.]. М.: ВНИИПО, 1996. 216 с.
4. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории. М., 1997.
5. Артамонов В.С., Котов И.Ю., Хорошилов О.А. Огнепреградитель: пат. 2431512 Рос. Федерация; опубл. 20.10.11, Бюл. № 29.
6. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 368 с.

Refrences

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharnoj bezopasnosti: Federalnyj zakon ot 22 iulya 2008 g. 123-fz.
2. Pivovarov N.Yu., Tarantsev A.A. Modelirovanie sistem naruzhnogo protivopozharnogo vodosnabzheniya dlya otsenki dostatochnosti vodootdachi pri tushenii krupnykh pozharov na predpriyatiyakh neftekhimicheskoy promyshlennosti // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2013. № 4. P. 80–87.
3. Tushenie nefi i nefteproduktov: posobie / I.F. Bezrodnyj [i dr.]. M.: VNIPO, 1996. 216 s.
4. Rekomendatsii po obespecheniyu pozharnoj bezopasnosti obektov nefteproduktoobespecheniya, raspolozhennykh na selitebnoj territorii. M., 1997.
5. Artamonov V.S., Kotov I.Yu., Khoroshilov O.A. Ognepregraditel: pat. 2431512 Rf; opybl. 20.10.11, Byul. 29.
6. Ochkov V.F. Mathcad 14 dlya studentov, inzhenerov i konstruktorov. Spb.: Bkhv-Peterburg, 2007. 368 s.