

Н.М. Хьонг, А.Н. Денисов
(Институт пожарной безопасности МОБ Вьетнама, e-mail: minhkhuong1977@mail.ru;
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
e-mail: dan_aleks@mail.ru)

О РАСЧЁТЕ СИЛ И СРЕДСТВ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Аннотация. Разработана методика построения номограммы для расчета сил и средств тушения пожаров в резервуаре на начальном этапе. Приведены номограммы определения предельного расстояния позиции ствольщика при подаче воды на защиту резервуаров.

Ключевые слова: номограмма, пожар в резервуаре, пожарный ствол, охлаждение стенки, методика.

N.M. Khuong, A.N. Denisov

ABOUT CALCULATION OF FORCES AND MEANS OF FIRE DIVISIONS AT THE INITIAL STAGE OF SUPPRESSION OF FIRES ON OBJECTS OF OIL REFINING

Abstract. An methodic for constructing a nomogram for calculation of forces and means of suppression of fires in the reservoir at the initial stage. We present a nomogram to determine the maximum distance position stvolschika when the water supply to protect the tanks.

Key words: algorithm, alignment charts, a fire in the tank, a fire trunk, cooling of a wall of the tank, a technique.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 26 мая 2010 г.

Ущерб от пожара в резервуарном парке во многом определяется тем, насколько быстро удастся его локализовать и не допустить его дальнейшего распространения. Так как первоочередной задачей пожарных подразделений при тушении пожаров в резервуаре вертикальном стальном (РВС) является охлаждение горящего и соседних с ним резервуаров, то существует достаточно большое многообразие вариантов размещения пожарных лафетных стволов (ПЛС) или ручных стволов (РС) и ограниченный набор оперативных задач для них [1, 2, 3]. Не все они равноценны, поэтому из этого многообразия необходимо выбрать вариант охлаждения, не допускающий превышения температурой резервуара такого значения, при котором сухая стена теряет свою прочность (для горящего резервуара), или достижения ею температуры самовоспламенения нефтепродукта (для негорящего резервуара).

Успешное тушение пожаров в резервуарах и резервуарных парках, ликвидация связанных с ними аварий в решающей степени зависят от согласованности действий органов (гарнизонов) пожарной охраны и инженерно-

технических служб объектов, которая достигается не только в ходе выполнения оперативно-тактических действий при пожаре, но и при разработке планов ликвидации пожаров. В действительности при пожаре в резервуаре через 3-5 мин "омывания" пламенем свободного борта резервуара он теряет свою несущую способность, т.е. появляются визуально определяемые деформации из-за прогрева конструкции [2]. Если своевременно на охлаждение стенок горящего резервуара не подается вода с требуемой интенсивностью, то через 20-25 мин от начала пожара стенка металлического резервуара (выше уровня горячей жидкости) деформируется (свертывается) до такой степени, что образуются "карманы" и горящая жидкость может переливаться в обвалование [4, 5, 6].

Поэтому задачей ствольщиков при охлаждении стенки резервуара является подача водяных стволов для охлаждения горящего и соседних с ним резервуаров, защиты дыхательной и другой арматуры соседних резервуаров с интенсивностью на каждом метре стенки резервуара не менее требуемой (рис. 1).

Однако, как показывает практика тушения пожаров в резервуарах, на состояние стенок горящего резервуара влияние оказывает не только величина интенсивности подачи воды на охлаждение, но и типы стволов, которые используются для охлаждения. При тушении пожаров в резервуарах с темными нефтепродуктами или в обваловании личный состав, работающий с пожарными стволами, располагается за обвалованием и, следовательно, ему сложно обеспечить требуемую интенсивность подачи воды на охлаждение горящего резервуара [4, 5]. При этом для повышения эффективности охлаждения стенки резервуара необходимо правильное размещение позиций ствольщиков с учётом радиуса струи воды (компактной и раздробленной) из пожарного ствола.



Рис. 1. Обобщенный алгоритм ведения оперативно-тактических действий при тушении пожара в резервуаре

Требуемая интенсивность ($J_в^{охл.г}$) подачи воды на охлаждение одного погонного метра стенки (по окружности) горящего резервуара (от передвижной пожарной техники) равна 0,8 л/с м. А требуемая интенсивность ($J_в^{охл.сос}$) подачи воды на охлаждение одного погонного метра стенки соседнего резервуара (от передвижной пожарной техники) равна 0,3 л/с м [2, 3].

Требуемое количество стволов для охлаждения стального вертикального резервуара передвижной пожарной техникой:

$$N_{ств}^{охл.г} = \frac{P \cdot J_в^{охл.г}}{q_{ств}} = \frac{\pi \cdot D_{рез} \cdot J_в^{охл.г}}{q_{ств}}, \quad (1)$$

где P – периметр по окружности горящего (соседнего) резервуара, м; D – диаметр горящего или соседнего резервуара, м; $q_{ств}$ – расход воды от ствола, л/с.

Требуемый расход воды для охлаждения стенки горящего резервуара:

$$Q_в^{охл.г} = q_{ств} \cdot n_{ств}, \quad л/с. \quad (2)$$

Общий запас воды для охлаждения стенки горящего резервуара в течение $n_ч$ часов:

$$W_в^{охл.г} = Q_в^{охл.г} \cdot n_ч \cdot 3600, \quad м^3. \quad (3)$$

Требуемое количество отделений для охлаждения стенки горящего резервуара:

$$N_{отд} = \frac{N_{ств}^{охл.г}}{n_{ств.отд}}. \quad (4)$$

где $n_{ств.отд}$ – количество стволов, которое способно подать отделение на пожарном автомобиле.

Методика построения номограммы. Для построения координатной сетки квадрантов необходимо обозначить оси: объема воды ($W_в$), размеченной с шагом 350 м³, расхода воды ($Q_в$) – с шагом 50 л/с, интенсивности подачи воды на охлаждение ($J_в^{охл.г}$) – с шагом 0,25 л/с·м, предельного расстояния позиции ствольщика ($L_{пред}$) – с шагом 10 м, количества отделений, необходимых для обеспечения подачи воды на охлаждение, ($N_{отд}$) – с шагом 2 отд., количество пожарных стволов ($n_{ств.}$) – с шагом 2 ед. и типа насадка пожарного ствола ($d_{нас.}$) (рис. 2, 3).

Для того, чтобы построить основные линии для I квадранта, необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие время подачи лафетных пожарных стволов, под следующими углами: 28° – 1 час; 47° – 2 часа; 56° – 3 часа.

Для II квадранта необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие тип резервуара, под следующими углами: 58° – РВС-3000 (1); 53° – РВС-5000 (2); 42° – РВС-10000 (3); 37° – РВС-15000 (4); 33° – РВС-20000 (5); 28° – РВС-30000 (6).

Для III квадранта:

- при использовании компактной струи необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие тип резервуара, под следующими углами:

58° – РВС-3000 (1); 57° – РВС-5000 (2); 55° – РВС-10000 (3); 54° – РВС-15000 (4); 53° – РВС-20000 (5); 52° – РВС-30000 (6).

- при использовании раздробленной струи, необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие тип резервуара, под следующими углами: 68,5° – РВС-3000 (1); 68° – РВС-5000 (2); 67,5° – РВС-10000 (3); 67° – РВС-15000 (4); 66,5° – РВС-20000 (5); 66° – РВС-30000 (6).

Для IV квадранта необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие виды пожарного ствола, под следующими углами: 36° – ПЛС ($d_{нас} = 25, 28, 32$ мм); 54° – РС-70 ($d_{нас} = 19$ мм).

Для V и VI квадрантов необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие виды пожарного ствола, под следующими углами: 43° – ПЛС ($d_{нас} = 32$ мм); 51° – ПЛС ($d_{нас} = 28$ мм); 57° – ПЛС ($d_{нас} = 25$ мм), 71° – РС-70 ($d_{нас} = 19$ мм).

Для VII квадранта:

- при использовании компактной струи необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие виды пожарного ствола, под следующими углами: 38° – ПЛС ($d_{нас} = 32$ мм); 40° – ПЛС ($d_{нас} = 28$ мм); 49° – ПЛС ($d_{нас} = 25$ мм).

- при использовании раздробленной струи необходимо из нулевой точки провести лучи, обозначающие виды пожарного ствола, под следующими углами: 43° – ПЛС ($d_{нас} = 32$ мм); 45° – ПЛС ($d_{нас} = 28$ мм); 47° – ПЛС ($d_{нас} = 25$ мм); 52° – РС ($d_{нас} = 19$ мм).

Методика расчёта. Предположим, что горит бензин в РВС-5000. Нормативная интенсивность подачи воды на охлаждение стенки горящего резервуара $J_6^{охл.г} = 0,8$ л/с·м. Для охлаждения стенки резервуара используются пожарные лафетные стволы [2].

Необходимо определить требуемое количество сил и средств на охлаждение горящего резервуара, расход воды и предельное расстояние позиции ствольщика относительно борта резервуара, а также объем воды, необходимый для его охлаждения в течение 1 часа, 2 часов, 3 часов и т.д.

Расчёт требуемого количества пожарных стволов для охлаждения горящего стального вертикального резервуара (по номограмме). По номограмме определяем требуемое количество сил и средств на охлаждение резервуара и предельное расстояние от позиции пожарного ствола относительно оси симметрии резервуара с обвалованием (последовательность расчёта показана на номограмме стрелками и цифрами) (рис. 2, 3).

Пути 1-1, 1-2, 1-3 позволяют определить необходимое количество пожарных стволов. По шкале $N_{ств}$ необходимо не менее 3,5 пожарных стволов (округлим до 4).

Пути 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5: можно определить требуемый расход воды – 58 л/с·м.

Пути 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 1-7 позволяют определить необходимый объём воды для охлаждения горящего резервуара в течение 2 часов. По шкале W_6 – 415 м³.

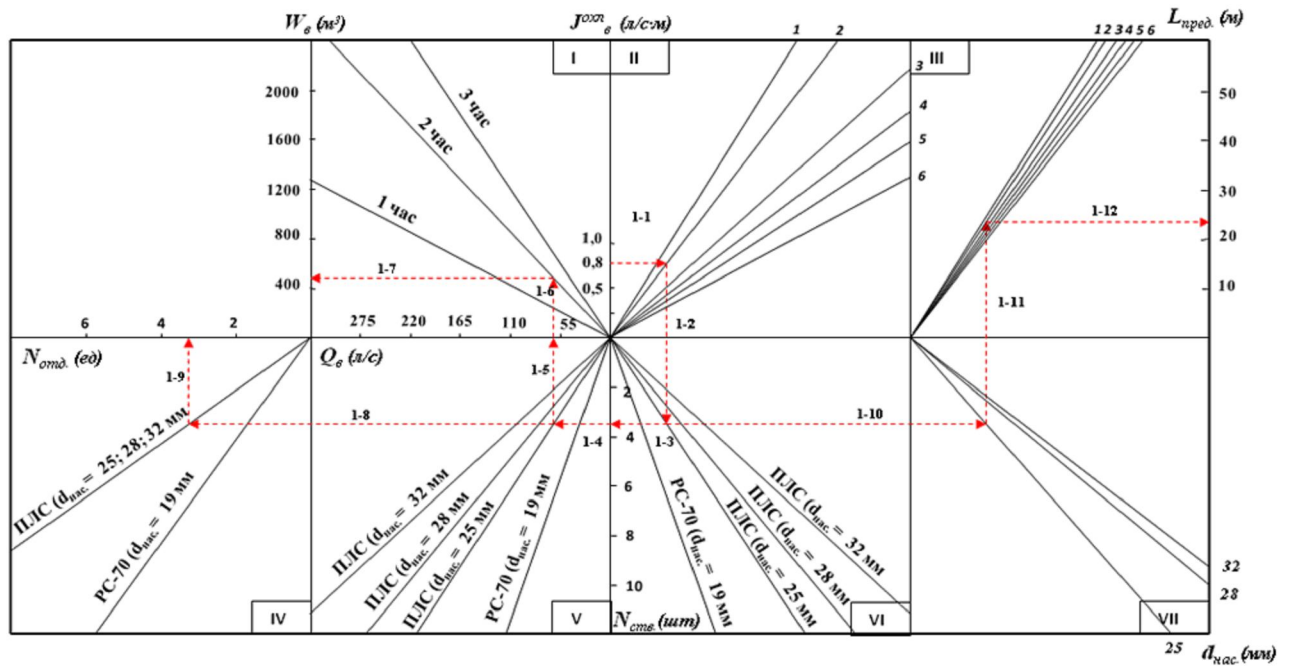


Рис. 2. Номограмма расчёта сил и средств для тушения пожара в резервуаре на начальном этапе (компактная струя):

- 1 - PVC-3000 ($D_{рез.} = 19 \text{ м}$); 2 – PVC-5000 ($D_{рез.} = 23 \text{ м}$); 3 – PVC-10000 ($D_{рез.} = 34 \text{ м}$);
 4 – PVC-15000 ($D_{рез.} = 40 \text{ м}$); 5 – PVC-20000 ($D_{рез.} = 46 \text{ м}$); 6 – PVC-30000 ($D_{рез.} = 56,5 \text{ м}$).

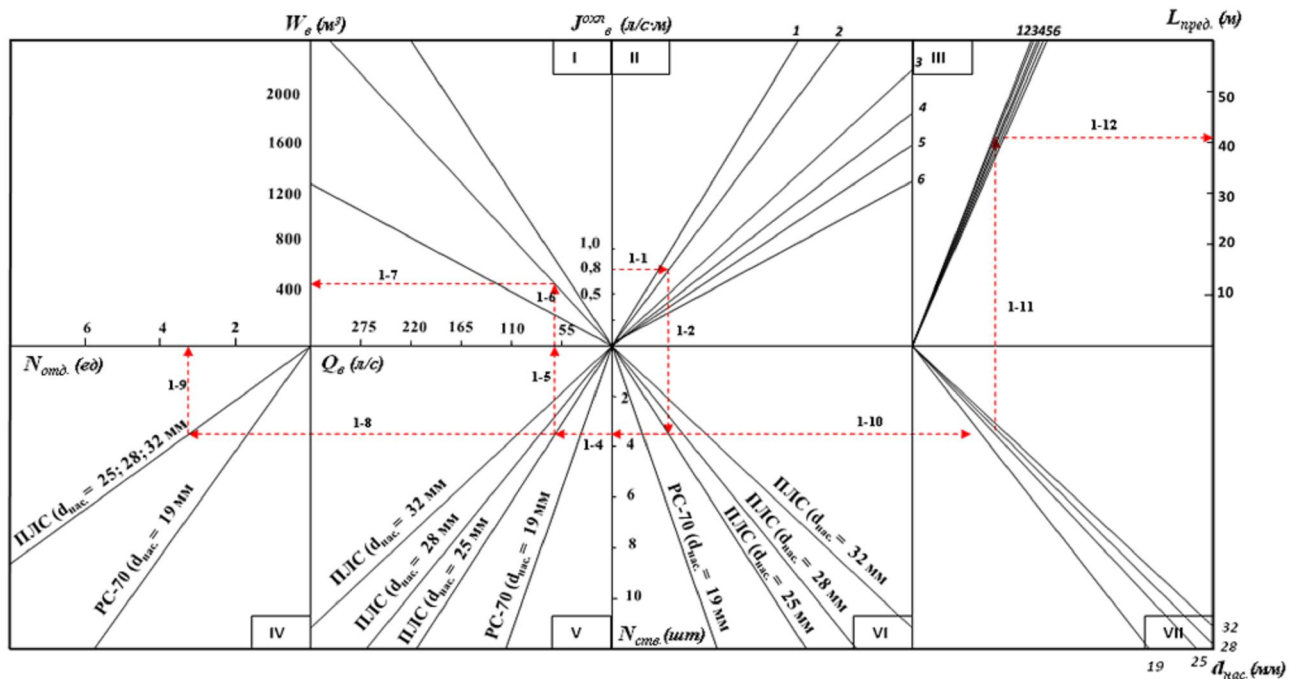


Рис. 3. Номограмма расчёта сил и средств для тушения пожара в резервуаре на начальном этапе (распылённая струя):

- 1 - PVC-3000 ($D_{рез.} = 19 \text{ м}$); 2 – PVC-5000 ($D_{рез.} = 23 \text{ м}$); 3 – PVC-10000 ($D_{рез.} = 34 \text{ м}$);
 4 – PVC-15000 ($D_{рез.} = 40 \text{ м}$); 5 – PVC-20000 ($D_{рез.} = 46 \text{ м}$); 6 – PVC-30000 ($D_{рез.} = 56,5 \text{ м}$).

Пути 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-8, 1-9 - количество отделений, необходимых для обеспечения подачи воды на охлаждение. По шкале $N_{отд.}$ – не менее 3,5 ед. (округляем до 4).

Пути 1-1, 1-2, 1-10, 1-11, 1-12 – позволяют определить предельное расстояние от позиции ствольщика до стенки (оси симметрии) резервуара с обвалованием ($L_{пред}$) – 23,3 м.

Расчёт требуемого количества пожарных стволов для охлаждения горящего стального вертикального резервуара (аналитический). Определяем требуемое количество пожарных лафетных стволов для охлаждения горящего стального вертикального резервуара по формуле (1):

$$N_{ств}^{охл.г} = \frac{P_г \cdot J_г^{охл.г}}{q_{ств}} = \frac{72 \cdot 0,8}{16,7} = \frac{57,6}{16,7} = 3,45 \approx 4 \text{ ПЛС } (d_{нас.} = 25 \text{ мм}).$$

Определяем требуемый расход воды для охлаждения стенки горящего резервуара по формуле (2):

$$Q_г^{охл.г} = q_{ств} \cdot n_{ств} = 16,7 \cdot 4 = 66,8 \text{ л/с}.$$

Определяем общий запас воды для охлаждения стенки горящего резервуара в течение 2 часов по формуле (3):

$$Q_г^{охл.г} = Q_г^{охл.г} \cdot 2 \cdot 3600 = 66,8 \cdot 2 \cdot 3600 = 480,96 \text{ м}^3.$$

Определяем требуемое количество отделений для охлаждения горящего резервуара по формуле (4):

$$N_{отд} = \frac{N_{ств}}{n_{ств.отд}} = \frac{4}{1} = 4.$$

Заключение. Сравнение результатов расчётов (аналитических и по номограмме) показывает хорошую сходимость. Поэтому номограммы для расчёта сил и средств при охлаждении горящего и соседних с ним резервуаров с нефтепродуктами, позволяют без проведения математических расчётов определить требуемое количество пожарных стволов, отделений на охлаждение, расход воды, а также дают возможность определить предельное расстояние при размещении позиций ствольщиков при охлаждении (защите) резервуара, что до настоящего времени не рассчитывалось.

Литература

1. **Акимов В.А., Владимиров В.А., Исмаков В.И.** Катастрофы и безопасность. М.: Деловой экспресс, 2006. 392 с.
2. **Руководство** по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках / ГУГПС МВД России. М.: ВНИИПО, 1999.
3. **СНиП 2.11.03.93.** Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. М.: Издательский дом "Калан", 2003.
4. **Перспективы** применения новых огнезащитных устройств на объектах нефтеперерабатывающей промышленности / Брушлинский Н.Н., Усманов М.Х., Шакиров Ф. и др. // Пожаровзрывобезопасность. 2004. № 3. С. 53-60.
5. **Волков О.М.** Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. М.: Недра, 1984. 152 с.
6. **Повзик Я.С.** Пожарная тактика. М.: ЗАО "Спецтехника", 1999. 411 с.