

А. А. ТАРАНЦЕВ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149); заведующий лабораторией Института проблем транспорта им. Н. С. Соломенко РАН (Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 12-я линия ВО, 13; e-mail: info@iptran.ru)

М. Р. СЫТДЫКОВ, канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149, e-mail: maxim0205@mail.ru)

Н. Ю. ПИВОВАРОВ, начальник караула, Главное управление МЧС России по Новосибирской области (Россия, 630099, г. Новосибирск, ул. Октябрьская, 80); адъюнкт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149; e-mail: nikola-pivovarov@mail.ru)

УДК 614.842.62/843.1

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА*

Рассмотрена проблема количественной оценки живучести сетей наружного противопожарного водоснабжения (НППВ), в частности, на предприятиях нефтехимической промышленности, поскольку внутренние (коррозия, броски давления) и внешние (взрывы технологических установок, землетрясения) факторы могут стать причиной повреждения различных участков сетей. Дано определение понятия живучести сетей наружного противопожарного водоснабжения в сравнении с аналогичными формулировками применительно к другим объектам. Обоснованы количественные показатели оценки живучести; приведены конкретные примеры оценки живучести сетей НППВ.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура; нефтехимическая промышленность; взрывопожарная опасность; сети наружного противопожарного водоснабжения; живучесть.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.10.66-73

Введение

Нефтехимическая промышленность (НХП) [1] является важнейшей составляющей экономики как Российской Федерации, так и других стран. На предприятиях НХП (рис. 1) в огромных количествах обрабатываются взрывопожароопасные вещества. Объек-

ты предприятий НХП в большинстве своем имеют категории взрывопожарной опасности [2], связаны между собой системами трубопроводов, а технологический процесс полностью или частично автоматизирован.

Кроме того, особенности предприятий НХП обуславливают их высокую взрывопожарную опасность. Нередки случаи возникновения пожаров, приводящих к взрывам, или взрывов, приводящих к пожарам [3] (рис. 2).



Рис. 1. Вид предприятия НХП в Нижнекамске



Рис. 2. Пожар на предприятии НХП

* Данная работа является логическим дополнением к ранее опубликованной статье [9].

Тушение таких пожаров, имеющих повышенный ранг, требует привлечения значительного количества сил и средств пожарной охраны [4, 5] и больших расходов огнетушащих веществ (в основном воды), намного превышающих расходы, требуемые для тушения пожаров на других объектах [6]. Вода на тушение пожаров забирается, как правило, из сетей наружного противопожарного водоснабжения (НППВ) [7].

Живучесть сетей НППВ

При проектировании и строительстве предприятий НХП оборудуются и сети НППВ с требуемыми параметрами [8]. Однако, как показывает опыт эксплуатации предприятий НХП, они постоянно реконструируются и расширяются с увеличением мощностей, а сети НППВ либо модернизируются с запазданием, либо не модернизируются вообще, а их элементы (трубопроводы, гидранты и др.) подвергаются коррозии и могут выходить из строя по “внутренним” причинам. “Внешними” причинами повреждения сетей НППВ являются проводимые с нарушениями земляные работы, взрывы технологических установок на предприятиях НХП, землетрясения и другие ЧС.

Однако даже при этом кольцевые сети НППВ после отсечения задвижками поврежденных участков могут сохранять возможность обеспечивать водоотдачу при тушении пожаров на предприятиях НХП. Подобное свойство принято называть “живучестью”. В табл. 1 приведены формулировки этого термина применительно к различным объектам.

Применительно к сетям НППВ предложена следующая формулировка: *живучесть сети НППВ — способность сети НППВ обеспечивать водоотдачу (полностью или частично) при повреждении некоторых ее компонентов (трубопроводов, гидрантов и др.) вследствие внутренних (коррозия, броски давления и др.) или внешних (взрывы технологических установок, землетрясения и др.) причин.*

В работе [9] приведены результаты компьютерного моделирования вариантов повреждения кольцевой сети НППВ (рис. 3–5), даны определение ее живучести и количественная оценка коэффициента живучести в виде отношения числа работоспособных пожарных гидрантов (ПГ) к общему числу ПГ, которые необходимо задействовать для тушения данного пожара.

Тем не менее представляется целесообразным уточнить количественные оценки живучести сети НППВ с учетом вероятностей $\{p_i\}$ различных повреждающих ситуаций. Тогда коэффициент живучести ПГ можно выразить через относительное число работоспособных ПГ:

$$K_r = \sum_{i=1}^M p_i K_{ri} = \sum_{i=1}^M p_i \frac{N_i}{N_{oi}}, \quad (1)$$

где M — общее число повреждающих ситуаций;
 K_{ri} — коэффициент живучести ПГ при i -й повреждающей ситуации (при $i = 1$ сеть не повреждена);
 N_i, N_{oi} — число исправных ПГ и общее число ПГ, которые необходимо было бы задействовать

Таблица 1. Формулировки термина “живучесть”

№ п/п	Формулировка	Источник
1	Живучесть корабля — способность корабля вести бой при повреждении противником некоторых его частей	Адмирал С. О. Макаров
2	Живучесть в технике — свойство объекта (устройства, системы, изделия военной техники и др.) противостоять потере работоспособности вследствие дефектов и повреждений, возникающих в процессе эксплуатации в силу внутренних и внешних причин	[10]
3	Живучесть — свойство системы продолжить нормальное функционирование с допустимыми показателями эффективности при непрогнозируемых или преднамеренных воздействиях	[11]
4	Комментарий к термину “надежность” (п. 1.1): термин “живучесть” соответствует международному термину fail-safeconcept	ГОСТ 27.002–2015
5	Живучесть судна — способность противостоять воздействию сил ветра и волн, пожарам и пр., при повреждениях сохранять и восстанавливать (полностью или частично) эксплуатационные и мореходные качества	[12]
6	Живучесть — свойство объекта, состоящее в его способности: – противостоять развитию критических отказов из дефектов и повреждений при установленной системе технического обслуживания и ремонта; – сохранять ограниченную работоспособность при воздействиях, не предусмотренных условиями эксплуатации; – сохранять ограниченную работоспособность при наличии дефектов или повреждений определенного вида, а также при отказе некоторых компонентов	ГОСТ 15.016–2016
7	Живучесть сети электросвязи — свойство сети электросвязи сохранять способность выполнять требуемые функции в условиях, создаваемых воздействиями внешних дестабилизирующих факторов	ГОСТ Р 53111–2008

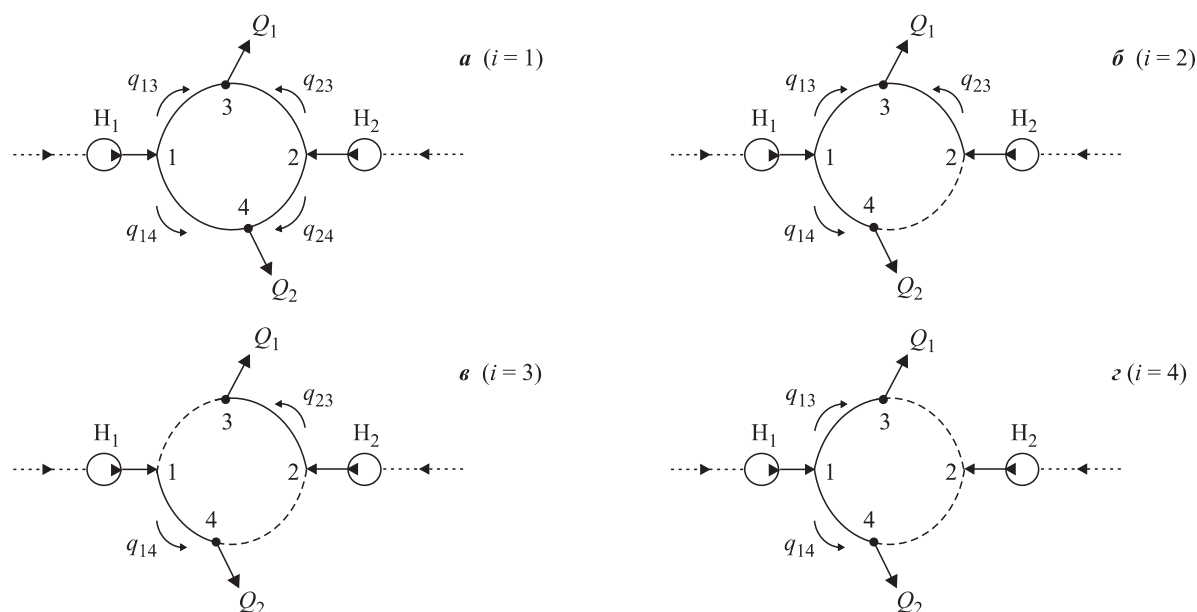


Рис. 3. Кольцевая сеть с двумя ПГ ($N = 2$) по схеме “1 + 1”: *а* — нормальный режим; *б* — повреждение одного трубопровода; *в*, *г* — повреждение двух трубопроводов (поврежденные и блокированные участки показаны пунктиром); $\{q\}$ и $\{Q\}$ — расходы; H_1 и H_2 — насосы; индекс i соответствует i -й повреждающей ситуации

Таблица 2. Результаты моделирования водоотдачи Q (л/с) кольцевой сети НППВ с учетом ее повреждений при двух ($N = 2$) задействованных ПГ, диаметре трубы $d = 150$ мм и напоре H [9] и коэффициенты живучести

Схема	Параметр	Напор H , м вод. ст.								K_{Ti}	K_{Qi}
		10	20	30	40	50	60	70	80		
Рис. 3,а	Q_{H1}	36	52	64	74	82	90	97	114	1	1
Рис. 3,б	Q_{H2}	24	33	40	46	51	57	61	65	1	0,619
	K_{H2}	0,667	0,635	0,625	0,622	0,622	0,633	0,629	0,570		
Рис. 3,в	Q_{H3}	32	45	56	65	71	79	85	91	1	0,860
	K_{H3}	0,889	0,865	0,875	0,878	0,866	0,878	0,876	0,798		
Рис. 3,г	Q_{H4}	26	36	45	53	58	64	69	74	1	0,698
	K_{H4}	0,722	0,692	0,703	0,716	0,707	0,711	0,711	0,649		

Примечание. Здесь и далее Q_{Hi} — водоотдача сети при напоре H и i -й повреждающей ситуации; K_{Hi} — отношение при напоре H водоотдачи поврежденной сети при i -й повреждающей ситуации к водоотдаче неповрежденной сети (очевидно, для неповрежденной сети на рис. 3,а $K_{H1} = 1$).

на тушение пожара при i -й повреждающей ситуации.

При этом следует иметь в виду условие:

$$\sum_{i=1}^M p_i = 1. \quad (2)$$

В табл. 2–4 приведены результаты моделирования, соответствующие схемам на рис. 3–5 и аналогичным схемам из статьи [9], а также коэффициенты $\{K_{Ti}\}$ и $\{K_{Qi}\}$.

В табл. 2–4 представлены также расчетные значения водоотдачи $\{Q\}$ неповрежденных и поврежденных сетей НППВ в соответствии с расчетными примерами работы [9]. Это позволило предложить и другой коэффициент живучести сети НППВ, учитывающий водоотдачу:

$$K_Q = \sum_{i=1}^M p_i K_{Qi}, \quad (3)$$

где K_{Qi} — средний по диапазону напоров $\{H\}$ сети коэффициент живучести при i -й повреждающей ситуации (согласно таблице водоотдачи справочников руководителя тушения пожара, например [6], принят дискретный диапазон напоров $H = 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80$ м вод. ст.).

Величина K_{Qi} , в свою очередь, определяется как среднее отношение водоотдачи поврежденной сети НППВ при i -й повреждающей ситуации к водоотдаче неповрежденной сети:

$$K_{Qi} = \frac{1}{8} (K_{H=10i} + K_{H=20i} + \dots + K_{H=80i}), \quad (4)$$

$$i = 2, \dots, M,$$

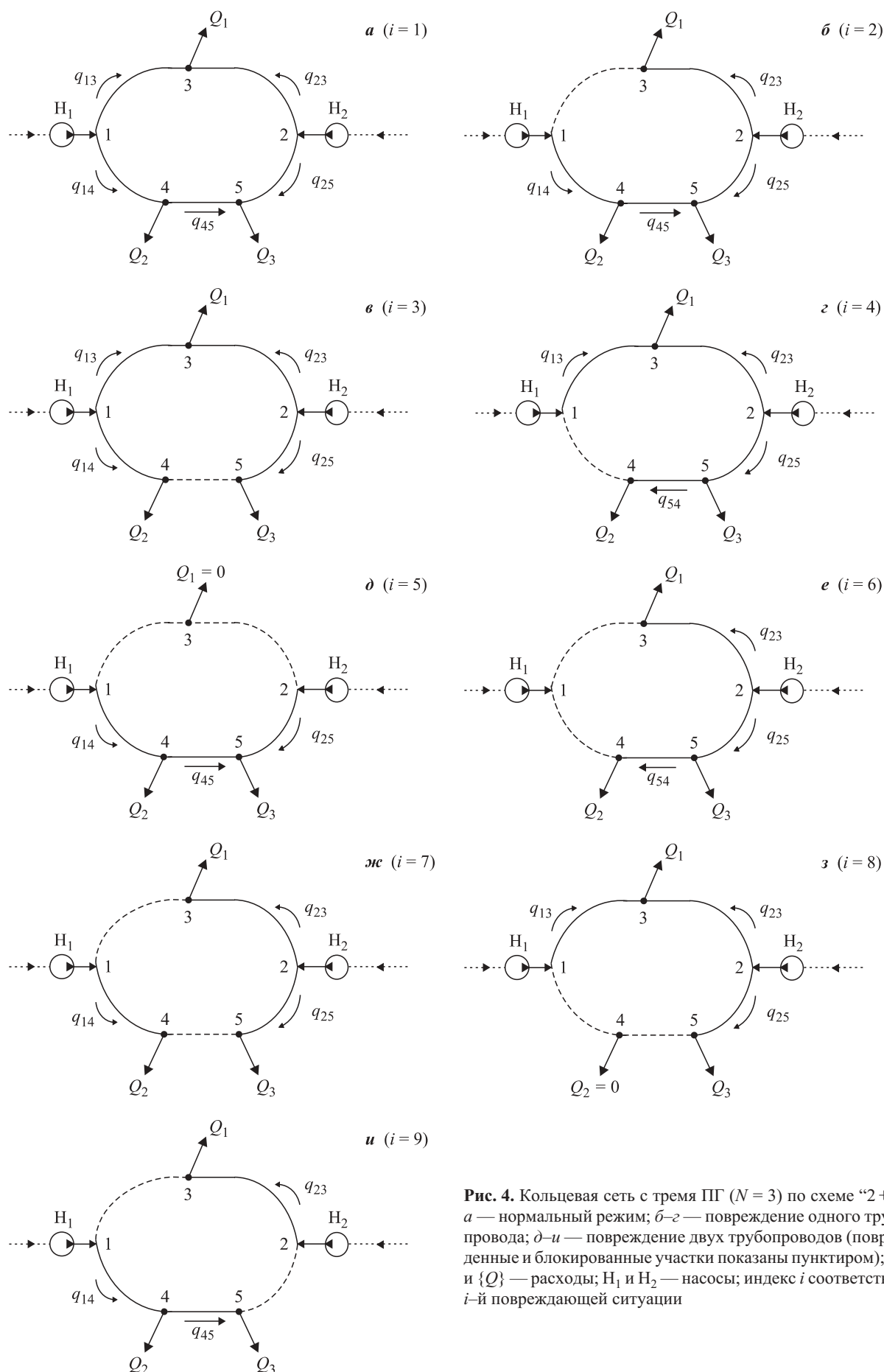


Рис. 4. Кольцевая сеть с тремя ПГ ($N=3$) по схеме "2+1": а — нормальный режим; б-г — повреждение одного трубопровода; д-и — повреждение двух трубопроводов (поврежденные и блокированные участки показаны пунктиром); $\{q\}$ и $\{Q\}$ — расходы; H_1 и H_2 — насосы; индекс i соответствует i -й повреждающей ситуации

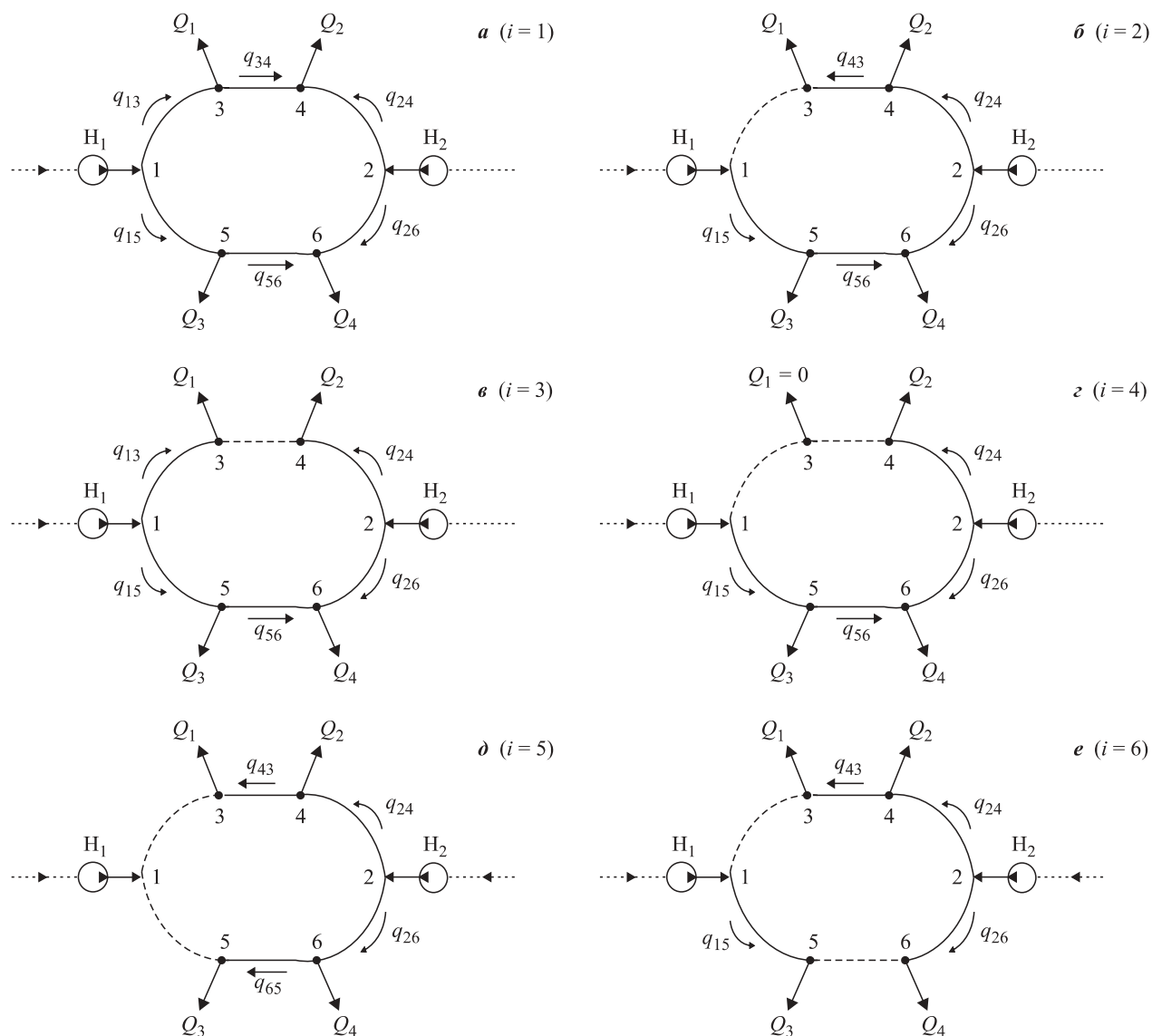


Рис. 5. Кольцевая сеть с четырьмя ПГ ($N = 4$) по схеме “2 + 2”: *a* — нормальный режим; *б, в* — повреждение одного трубопровода; *г-е* — повреждение двух трубопроводов (поврежденные и заблокированные участки показаны пунктиром); $\{q\}$ и $\{Q\}$ — расходы; H_1 и H_2 — насосы; индекс i соответствует i -й повреждающей ситуации

где K_{Hi} — коэффициент, учитывающий отношение водоотдачи сети НППВ при i -й повреждающей ситуации к водоотдаче неповрежденной сети при напоре H (см. рис. 3–5); $K_{Hi} = Q_{Hi}/Q_{H1}$ (индекс “1” в данном случае соответствует неповрежденной сети, см. рис. 3, *a*, 4, *a* и 5, *a*).

Примеры оценки живучести сетей НППВ

В табл. 2–4 в качестве примера приведены численные значения коэффициентов $\{K_{Hi}\}$ и $\{K_{Qi}\}$. Применительно к сети НППВ на рис. 3 (см. табл. 2), когда должны быть задействованы 2 ПГ, число повреждающих ситуаций $M = 4$: при 1-й ситуации (см. рис. 3, *a*) сеть осталась неповрежденной, при 2-й ситуации поврежден один участок сети (см. рис. 3, *б*), при 3-й и 4-й ситуациях повреждены сразу два участка, но все

ПГ работоспособны. Применительно к сети НППВ на рис. 4 (см. табл. 3), когда должны быть задействованы 3 ПГ, число повреждающих ситуаций $M = 9$: при 1-й ситуации (см. рис. 4, *a*) сеть осталась неповрежденной, при ситуациях 2–4 (см. рис. 4, *б–г*) поврежден один участок сети, при ситуациях 5–9 (см. рис. 4, *д–и*) повреждены два участка, причем в ситуациях 5 (см. рис. 4, *д*) и 8 (см. рис. 4, *з*) один ПГ неработоспособен. Применительно к сети НППВ на рис. 5 (см. табл. 4), когда должны быть задействованы 4 ПГ, число повреждающих ситуаций $M = 6$: при 1-й ситуации (см. рис. 5, *a*) сеть осталась неповрежденной, при ситуациях 2 и 3 (см. рис. 5, *б* и 5, *в*) поврежден один участок сети, при ситуациях 4–6 (см. рис. 5, *г–е*) повреждены два участка, причем при ситуации 4 (см. рис. 5, *г*) один ПГ неработоспособен. Разумеется, приведенные ситуации являются

Таблица 3. Результаты моделирования водоотдачи Q (л/с) кольцевой сети НППВ с учетом ее повреждений при трех ($N = 3$) задействованных ПГ, диаметре трубы $d = 150$ мм и напоре H [9] и коэффициенты живучести

Схема	Параметр	Напор H , м вод. ст.								K_{Ti}	K_{Qi}
		10	20	30	40	50	60	70	80		
Рис. 4,а	Q_{H1}	43	61	75	85	96	105	113	121	1	1
Рис. 4,б	Q_{H2}	42	58	71	81	91	100	108	115	1	0,953
	K_{H2}	0,977	0,951	0,947	0,953	0,948	0,952	0,956	0,950		
Рис. 4,в	Q_{H3}	42	60	75	86	96	105	113	121	1	0,999
	K_{H3}	0,978	0,984	1,0	1,012	1,0	1,0	1,0	1,0		
Рис. 4,г	Q_{H4}	37	54	65	74	84	93	100	107	1	0,878
	K_{H4}	0,860	0,885	0,867	0,871	0,875	0,886	0,885	0,884		
Рис. 4,д	Q_{H5}	35	49	61	71	79	86	93	99	0,667	0,820
	K_{H5}	0,814	0,803	0,813	0,835	0,823	0,819	0,823	0,818		
Рис. 4,е	Q_{H6}	19	28	34	40	45	48	52	57	1	0,462
	K_{H6}	0,442	0,459	0,453	0,471	0,469	0,457	0,460	0,471		
Рис. 4,ж	Q_{H7}	40	57	70	81	90	99	106	114	1	0,940
	K_{H7}	0,930	0,934	0,933	0,953	0,938	0,943	0,938	0,942		
Рис. 4,з	Q_{H8}	37	53	65	75	83	92	99	105	0,667	0,871
	K_{H8}	0,860	0,869	0,867	0,882	0,865	0,876	0,876	0,868		
Рис. 4,и	Q_{H9}	34	47	59	67	75	82	89	95	1	0,784
	K_{H9}	0,791	0,770	0,787	0,788	0,781	0,781	0,788	0,785		

Таблица 4. Результаты моделирования водоотдачи Q (л/с) кольцевой сети НППВ с учетом ее повреждений при четырех ($N = 4$) задействованных ПГ, диаметре трубы $d = 150$ мм и напоре H [9] и коэффициенты живучести

Схема	Параметр	Напор H , м вод. ст.								K_{Ti}	K_{Qi}
		10	20	30	40	50	60	70	80		
Рис. 5,а	Q_{H1}	44	62	77	89	100	108	116	123	1	1
Рис. 5,б	Q_{H2}	39	57	70	81	91	100	107	115	1	0,918
	K_{H2}	0,886	0,919	0,909	0,910	0,910	0,926	0,922	0,935		
Рис. 5,в	Q_{H3}	42	61	76	87	98	106	116	124	1	0,987
	K_{H3}	0,955	0,984	0,987	0,978	0,980	0,981	1,00	1,008		
Рис. 5,г	Q_{H4}	39	57	70	80	90	100	107	115	0,75	0,915
	K_{H4}	0,886	0,919	0,909	0,899	0,900	0,926	0,922	0,935		
Рис. 5,д	Q_{H5}	19	28	34	40	44	49	53	57	1	0,451
	K_{H5}	0,432	0,452	0,442	0,449	0,440	0,454	0,457	0,463		
Рис. 5,е	Q_{H6}	40	57	70	81	90	99	107	114	1	0,915
	K_{H6}	0,909	0,919	0,909	0,909	0,900	0,917	0,922	0,927		

условными, но по аналогии становится возможным рассмотреть и большее число задействованных ПГ, и другие параметры трубопроводов, и сценарии вероятных аварий, когда сеть НППВ подвергается большим повреждениям.

Вероятности $\{p_i\}$, входящие в выражение (1) для коэффициента K_T и выражение (3) для коэффициента K_Q , могут быть определены экспертными методами [13] при рассмотрении сценариев вероятных аварий на предприятиях НХП или других исследуемых объектах.

Пусть, например, применительно к сети на рис. 5 оценены вероятности: $p_1 = 0,85$; $p_2 = 0,05$; $p_3 = 0,04$; $p_4 = 0,03$; $p_5 = 0,02$; $p_6 = 0,01$. Основываясь на данных табл. 4, по выражению (1) определяем величину коэффициента живучести кольцевой сети НППВ K_T :

$$K_T = 0,85 \cdot 1 + 0,05 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 + 0,03 \cdot 0,75 + 0,02 \cdot 1 + 0,01 \cdot 1 = 0,9925.$$

Аналогично по выражению (3) находим:

$$K_Q = 0,85 \cdot 1 + 0,05 \cdot 0,918 + 0,04 \cdot 0,987 + 0,03 \cdot 0,915 + 0,02 \cdot 0,451 + 0,01 \cdot 0,915 = 0,9810.$$

Как видим, коэффициент живучести K_Q , учитывающий водоотдачу сети НППВ, является более строгим, чем коэффициент живучести K_P , учитывающий только работоспособность ПГ.

Выводы

Таким образом, в настоящей работе сформулировано понятие живучести применительно к сети НППВ, которая может быть повреждена в результа-

те внутренних или внешних причин, в частности аварийных ситуаций (взрывов) на предприятиях НХП. Приведены выражения для количественной оценки живучести сетей в виде коэффициентов, учитывающих как относительное число работоспособных ПГ, так и относительную водоотдачу сети НППВ с учетом повреждений. В дальнейшем планируется рассмотреть вопросы живучести транспортной инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мастепанов А. М.* Топливо-энергетический комплекс России на рубеже веков: состояние, проблемы и перспективы развития : в 2 т. — М. : Энергия, 2009. — Т. 1. — 530 с.; Т. 2. — 472 с.
2. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с изм. № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 15.09.2018).
3. *Бесчастнов М. В.* Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. — М. : Химия, 1991. — 432 с.
4. Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ : приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542610435> (дата обращения: 15.09.2018).
5. *Шароварников А. Ф., Молчанов В. П., Воевода С. С., Шароварников С. А.* Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. — М. : Изд. дом “Калан”, 2002. — 448 с.
6. *Повзик Я. С.* Справочник руководителя тушения пожара. — М. : ЗАО “Спецтехника”, 2004. — 361 с.
7. СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности (с изм. № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071151> (дата обращения: 10.09.2018).
8. Рекомендации по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах. Сер. 09. Вып. 35. — М. : ЗАО “Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности”, 2013. — 56 с.
9. *Таранцев А. А., Пивоваров Н. Ю.* Анализ водоотдачи кольцевой сети наружного противопожарного водопровода с учетом повреждений трубопроводов // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 6. — С. 66–78. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.06.66-78.
10. Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. Т. 1. Методология, организация, терминология / Под общ. ред. А. И. Рембезы. — М. : Машиностроение, 1986. — 224 с.
11. Надежность технических систем : справочник / Под ред. И. А. Ушакова. — М. : Радио и связь, 1985. — 608 с.
12. Новый энциклопедический словарь. — М. : БРЭ, 2003. — 671 с.
13. *Гуцыкова С. В.* Метод экспертных оценок. Теория и практика. — М. : Институт психологии РАН, 2011. — 170 с.

Материал поступил в редакцию 20 сентября 2018 г.

Для цитирования: *Таранцев А. А., Сытдыков М. Р., Пивоваров Н. Ю.* К вопросу об оценке живучести сетей наружного противопожарного водопровода // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 10. — С. 66–73. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.10.66-73.

English

TO THE QUESTION OF THE ASSESSMENT OF THE SURVIVABILITY OF NETWORKS EXTERNAL FIRE FIGHTING

A. A. TARANTSEV, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Fire and Rescue Works, Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation); Head of Laboratory, Solomenko's Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences (12-ya Line Vasilyevskogo Ostrova, 13, Saint Petersburg, 199178, Russian Federation; e-mail: info@ipttran.ru)

M. R. SYTDYKOV, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fire, Rescue Equipment and Automotive Industry, Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation; e-mail: maxim0205@mail.ru)

N. Yu. PIVOVAROV, Head of Guard, Main Directorate of Emercom of Russia in Novosibirsk Region (Oktyabrskaya St., 80, Novosibirsk, 630099, Russian Federation); Adjunct, Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation; e-mail: nikola-pivovarov@mail.ru)

ABSTRACT

The problem of quantitative assessment of survivability of networks of the fire-fighting water supply at the enterprises of petrochemical industry as internal (corrosion, pressure throws) and external (explosions of technological installations, earthquakes) can lead to damage of various sites of networks is considered. The definition of the concept of survivability of external fire water supply networks in comparison with similar formulations in relation to other objects is given. Quantitative indicators of survivability assessment are substantiated, examples are given.

Keywords: transport infrastructure; petrochemical industry; explosion danger; network of external fire-prevention water supply; vitality.

For citation: Tarantsev A. A., Sytdykov M. R., Pivovarov N. Yu. To the question of the assessment of the survivability of networks external fire fighting. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 10, pp. 66–73 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.10.66-73.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу



Д. Г. Пронин, Д. А. Корольченко

ДЕЛЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ : учебное пособие.

— М. : Издательство "ПОЖНАУКА".

В учебном пособии изложены базовые основы, действующие требования и современные представления о целях, задачах и способах ограничения распространения пожара по зданиям и сооружениям путем их разделения на пожарные отсеки.

Пособие предназначено для студентов Московского государственного строительного университета. Оно может быть использовано также другими образовательными учреждениями и практическими работниками, занимающимися вопросами обеспечения пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 6; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: info@fire-smi.ru