

Тетерин И.М., Хонг Ч.Д.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ
ИЗ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ
КРУПНЫХ ГОРОДОВ ВЬЕТНАМА

Представлены результаты натурных исследований по определению времени проведения спасательных работ различными способами с использованием пожарной спасательной техники и без неё, методика определения временных параметров проведения спасательных работ при пожарах в зданиях повышенной этажности и рекомендации по подготовке гарнизонов пожарной охраны к проведению спасательных работ в зданиях повышенной этажности городов Вьетнама.

По проблеме проведения спасательных работ из зданий повышенной этажности и высотных зданий имеется ряд исследований, которые проводились в России и других странах. Во Вьетнаме таких исследований не было. Поэтому существует настоятельная необходимость в проведении экспериментов по спасанию людей пожарными из этажей жилых зданий, так как физические данные вьетнамцев отличаются от европейцев. Кроме этого, во Вьетнаме контрастные условия погоды, каких нет в Европе. Эксперименты проводились на строящихся зданиях повышенной этажности в г. Ханое и г. Хошимине. В их проведении участвовали отделения на автоцистерновых и автонасосах. На временные параметры эвакуации и спасания людей из зданий повышенной этажности оказывают влияние следующие факторы:

- возраст, физическое развитие и профессиональная подготовка пожарных;
- климатические условия в данном районе;
- вес спасаемых и пожарных;
- вес пожарно-технического вооружения и боевой одежды пожарного;
- работа по спасанию в средствах индивидуальной защиты органов дыхания пожарных;
- высота подъема пожарных по лестничной клетке;
- дальность переноски пожарными спасаемого на руках;
- использование специальных устройств для переноски спасаемых.

Виды спасательных средств, применяемых для выноса, вывода (спуска) человека, следующие:

• *Спасательные работы способом спуска с помощью спасательной вверёвки*

Наиболее доступным, простым в использовании и легким средством спасания отделения на автоцистернах и автонасосах является спасательная ве-

рѳвка. Она имеется на каждом из этих пожарных автомобилей в 2-3 экземплярах. Еѳ длина чаще всего бывает 25 и 50 м, а для зданий повышенной этажности есть еѳ облегченный вариант длиной 60 м.

Спасательные работы с помощью верѳвки длиной 25 м, можно производить с 2, 3, 4 этажей здания, а с помощью веревок длиной 50, 60 м – до 14 этажа.

Определение времени спасания человека с этажа здания через оконный проѳм путѳм спуска на землю с помощью спасательной верѳвки проводилось следующим образом. Двое пожарных в боевой одежде, стоя около окна, вязали из верѳвки "спасательное кресло", которое надевали на спасаемого. Затем поднимали его с пола и через оконной проѳм опускали на уровень земли в положение лѳжа. Весь этот цикл фиксировался секундомером третьим участником эксперимента. Среднее время вязания одинарного спасательного кресла пожарным составляет 90 секунд. Время подъема спасаемого с пола и укладки на подоконник составляло 4-5 секунд, а время спуска с этажа на землю зависело от номера этажа и веса спасаемого. По результатам исследований построены графики, которые показаны на рис. 1 и описаны формулами 1, 2, 3.

Время одного цикла спасания пострадавшего с помощью спасательной верѳвки можно определить по выражению:

$$\tau_{cn} = 25 + \tau_{cn}(N_{\text{эт}}; P_{cn}), \quad (1)$$

где τ_{cn} – время спуска спасаемого данного веса P_{cn} пожарными с помощью верѳвки с определенного этажа $N_{\text{эт}}$, с.

Общее время спасания N_r будет определяться расчетом по формуле:

$$\tau_{cn}^{\text{общ}} = N_r [25 + \tau_{cn}(N_{\text{эт}}; P_{cn}) + \tau_{bcb}], \quad (2)$$

где τ_{bcb} – время, необходимое для снятия спасательной верѳвки со спасаемого, находящегося на земле, и вытягивания на этаже, равное (в среднем) 19 с.

Тогда формула (2) будет иметь вид:

$$\tau_{cn}^{\text{общ}} = [44 + \tau_{cn}(N_{\text{эт}}; P_{cn})] N_r. \quad (3)$$

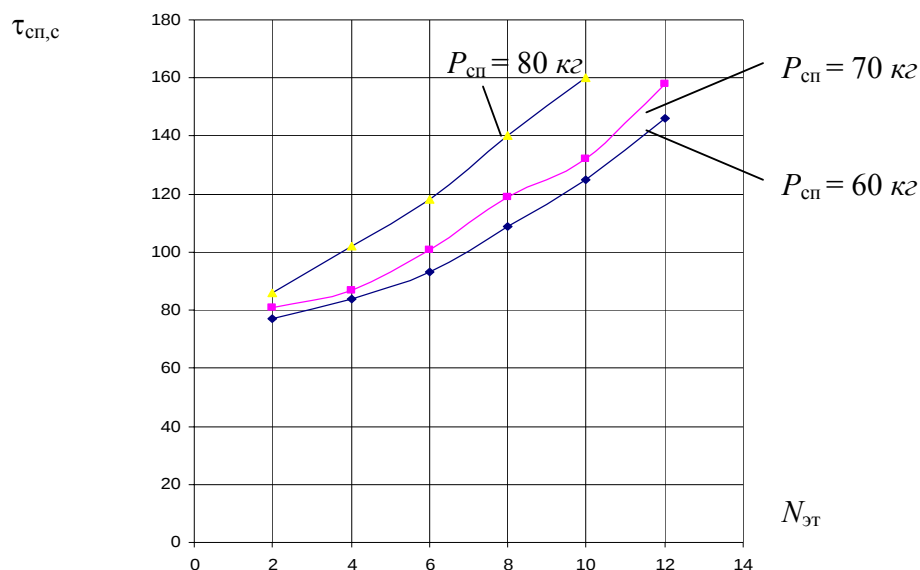


Рис.1. Время спуска спасательной верёвкой одного человека пожарными с этажей здания

• **Спасание людей способом выноса пострадавшего по лестничной клетке**

Проведены эксперименты по спасанию людей способом выноса на руках пожарными по лестничной клетке из этажей здания. Лестничная клетка в процессе этого натурного эксперимента не задымлялась. Полный цикл спасения одного человека двумя пожарными способом выноса на руках стоит из:

- движения пожарных по лестничной клетке и горизонтальному участку пути в коридоре здания к месту спасания;
- отыскание спасаемого;

- движение пожарных со спасаемым в обратном направлении до выхода на первый этаж (вестибюль) здания. Вес спасаемого изменился от 60 кг до 85 кг через каждые пять килограммов. Затем такие же натурные эксперименты проводились пожарными, но способом переноски спасаемых с помощью специально изготовленных компактных раскладных полуносилок. Спасаемый укладывался на них спиной или на живот, а ноги свисали с носилок. Это облегчало перенос спасаемого по лестничной клетке, было более удобно, по сравнению с переносом спасаемого на больших носилках. Результаты проведенных исследований показаны на рис. 2.

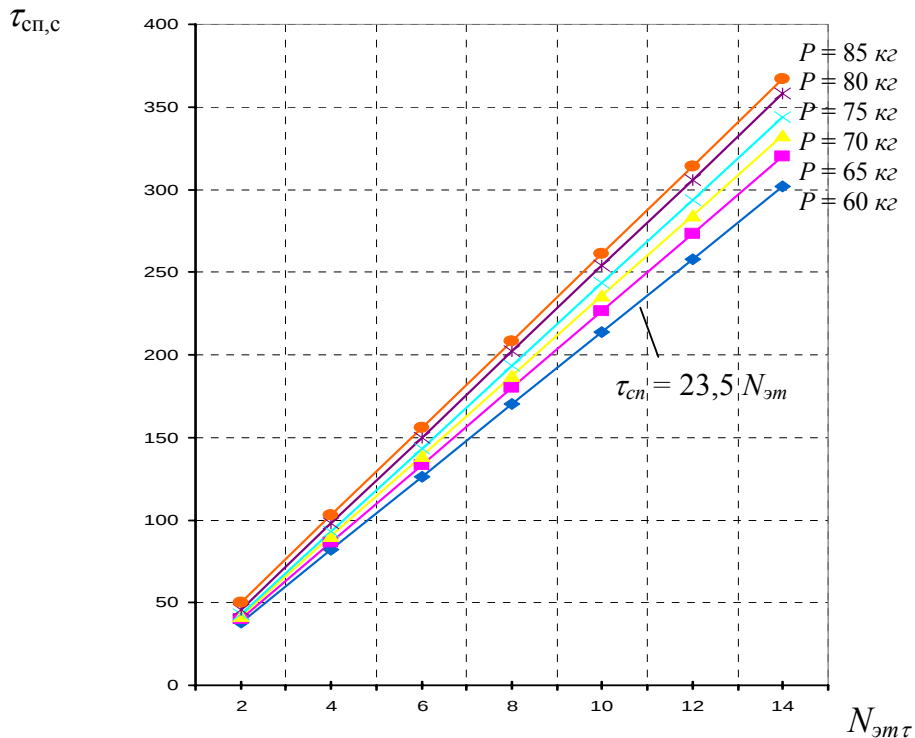


Рис. 2. Изменение времени выноса людей на руках пожарными от веса и этажа

В процессе проведения экспериментов возникла необходимость в задымлении путей эвакуации и определении параметров движения пожарных при их работе в СИЗОД.

При проведении опытов создавалось искусственное задымление с помощью дымовых шашек. Дымообразующая способность дымовой шашки 960 г. Дыма за время её горения (около 8 мин). Количество дымовых шашек понижалось из расчета пожара в квартире жилого дома на площади. Пожарная нагрузка в квартире принималась равной 50 кг/м^2 , а время её горения – один час. Если учесть, что выход по отношению к весу сгораемых материалов составляет 2 %, то можно получить количество дыма, выделяющееся при пожаре в течение одного часа, по формуле [4]

$$P = \frac{S_n M_{нн} K_{вч}}{\tau_{вч} \cdot 100} = \frac{35 \cdot 50 \cdot 2}{1 \cdot 100} = 35 \text{ кг/ч} \quad (4)$$

где P – весовое количество твердых частиц в дыме, кг/ч ;

$M_{нн}$ – масса пожарной нагрузки в квартире на один квадратный метр, кг/м^2 ;

S_n – площадь горения в квартире, m^2 ;

$\tau_{\text{выч}}$ – время выгорания пожарной нагрузки в квартире, ч;

$K_{\text{вч}}$ – процент твердых взвешенных частиц в дыму, %.

Так как время горения одной шашки составляет 8 мин., то за это время выделяется дыма

$$P_{\text{д}} = \frac{P \cdot \tau_{\text{выч}}}{60} = \frac{35 \cdot 8}{60} = 4,67 \text{ кг.} \quad (5)$$

Следовательно, в каждом опыте надо считать 8 шашек, которые в общей сложности будут эквивалентны натуральному задымлению при пожаре в жилом здании.

В опытах задымление проводилось в одной квартире на первом этаже. В течение одной минуты после сгорания шашек дым заполнял лестничную клетку до 14 этажа здания. Наиболее сильное задымление начиналось с шестого этажа, а максимальное задымление наблюдалось на 12-14 этажах. Максимальное задымление этажей и проникновение дыма в квартиры начиналось с шестого-седьмого этажей. Квартиры с хорошей герметизацией дверей не задымлялись. Квартиры, расположенные с подветренной стороны, задымлялись быстрее и сильнее. Распространение дыма на этажи здания происходило через шахту лифта за счет разряжения на первых этажах и подсоса туда дыма. Подпор воздуха, создаваемый в лифтовой шахте с помощью вентиляторов с необходимой производительностью, исключает проникновение дыма в вышележащие этажи. Однако дым может проникать вверх через неплотности в каналах, предназначенных для прокладки трубопроводов, осветительной сети, кабелей телевидения, телефонов и Интернета.

По полученным результатам построен график зависимости времени подъема пожарных по лестничной клетке на этажи здания с включением пожарных в средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и без включения их в СИЗОД (рис. 3).

Для расчета продолжительности эвакуации (спасания) людей с определенного этажа жилого дома способом выноса предполагается следующая формула:

$$\tau_{\text{сн}} = \left(\frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} + \frac{S_4}{V_4} + \tau_{\text{зан}} \right) \frac{2N_{\text{сн}}}{N_{\text{лс}}}, \quad (6)$$

где S_1, S_4 - расстояние от входа в лестничную клетку первого этажа до требуемого этажа (длина пути по лестничной клетке на один этаж составляет 7-8 м) и обратно, м;

S_2, S_3 - расстояние от лестничной клетки до самой удаленной точки на этаже, м;

$\tau_{зан}$ - время отыскания спасаемого в квартире (1-2 мин);

N_{cn} - общее количество людей, подлежащих эвакуации (спасанию), чел;

$N_{лс}$ - общее количество пожарных, которые могут принять участие в эвакуации (спасании), чел;

2 - количество пожарных для выноса одного спасаемого.

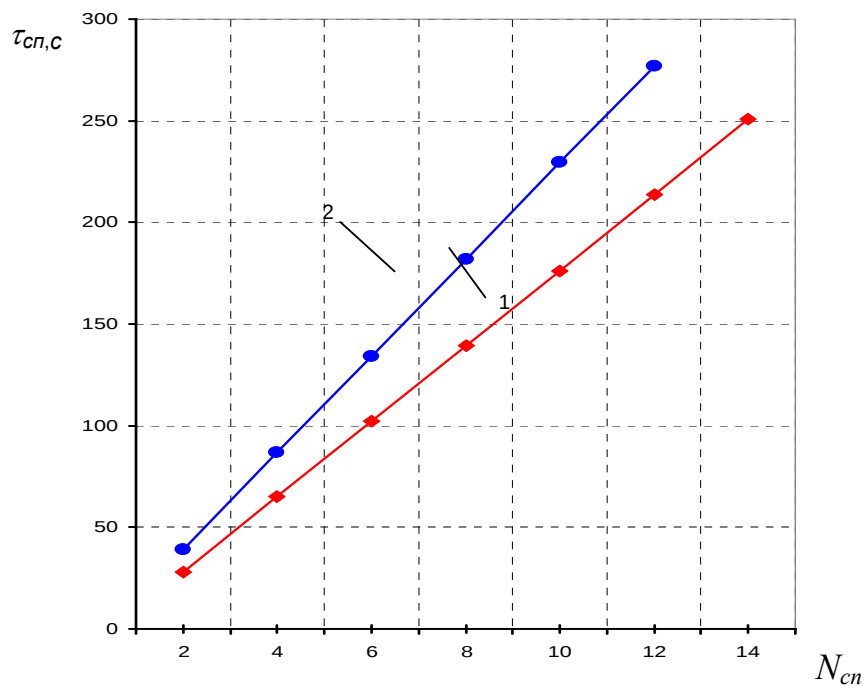


Рис. 3. Изменение времени подъема пожарных по лестничной клетке от этажа здания:
1 - без СИЗОД;
2 - в СИЗОД

Проведены натурные эксперименты по спасанию людей из зданий повышенной этажности и высотных зданий во Вьетнаме звеньями ГДЗС. Их результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

<i>Действия</i>	<i>Этаж</i>	<i>Время, с</i>
Подъем с первого этажа здания звена ГДЗС без включения в противогазы (3 чел.)	10	180
	14	263
	16	378
	20	418
	24	552
	28	682
Подъем с первого этажа здания звена ГДЗС по лестничной клетке с включением в противогазы (3 чел.)	10	276
	14	454
	16	508
	20	776
	24	1100
	28	1657
Спуск на первый этаж звена ГДЗС со спасаемым без включения в противогазы (3 чел.)	28	1750
	24	1447
	20	1200
	16	943
	14	776
	10	549
Спуск на первый этаж звена ГДЗС с группой спасаемых из 8 человек по незадымленной лестничной клетке	28	527
	24	453
	20	368
	16	298
	14	264
	10	189
Спуск на первый этаж звена ГДЗС со спасаемым (70 кг) с включением в противогазы	28	2212
	24	1776
	20	1536
	16	1080
	14	917
	10	612

По этим результатам построены графики (рис. 4).

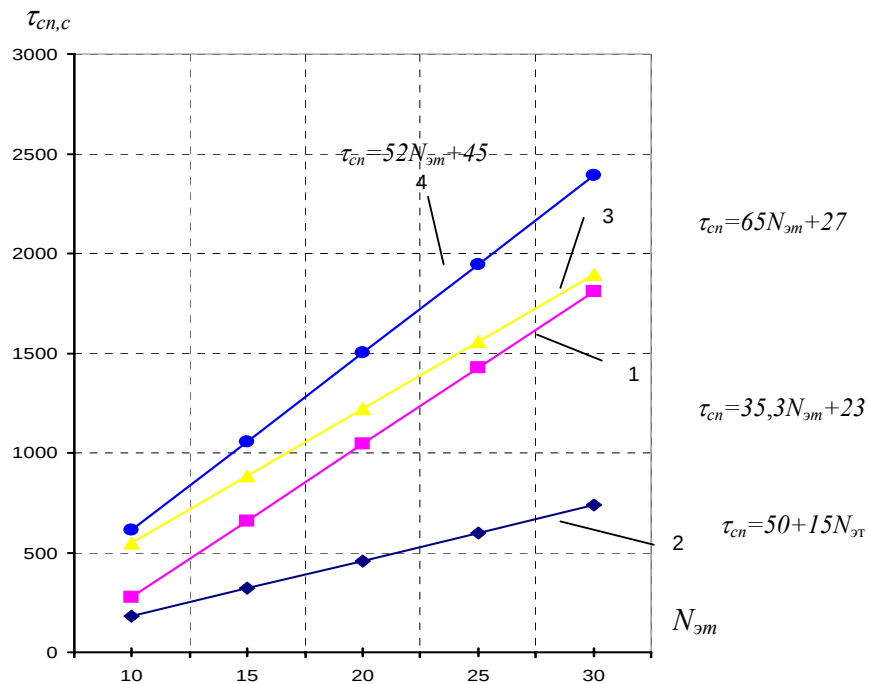


Рис. 4. Изменение времени эвакуации от этажа нахождения людей:
 1 - спуск звеном ГДЗС группы людей по незадымленной лестничной клетке с включением в СИЗОД.
 2 - спуск звеном ГДЗС 1 человека без включения в СИЗОД.
 3 - подъем на этажи здания звена ГДЗС с включением в СИЗОД.
 4 - подъем на этажи здания звена ГДЗС без включения в СИЗОД.

Из табл.1 и рис. 4 видно, что для подъёма на этажи высотных зданий пожарные затрачивают большой отрезок времени. Так, для подъема звена ГДЗС по лестничной клетке без включения в противогазы на 28 этаж требуется почти 11,5 мин., а для их спуска с пострадавшим (спасаемым) необходимо около 30 мин.

Цикл спасания одного человека звеном ГДЗС состоит из времени подъёма звена на нужный этаж ($\tau_{под}^{36}$) и спуска со спасаемым вниз по лестничной клетке ($\tau_{спк}$). Еще некоторое время требуется для отыскания человека в квартире ($\tau_{отк}$).

Общее время цикла спасания одного человека с определенного этажа:

$$\tau^{общ} = \tau_{под}^{36} + \tau_{отк} + \tau_{спк}. \quad (7)$$

Общее время спасания нескольких человек с определенного этажа по лестничной клетке определяется по выражению:

- без включения в противогазы

$$\tau_{cn}^{общ} = \frac{N_{cn}^{чел}}{N_{зб}} [(50 + 15N_{эт}) + (52N_{эт} + 45)], \text{ с}; \quad (8)$$

- с включением в противогазы

$$\tau_{cn}^{общ} = \frac{N_{cn}^{чел}}{N_{зб}} [(35,3N_{эт} + 23) + (65N_{эт} + 27)], \text{ с}, \quad (9)$$

где $N_{cn}^{чел}$ - количество людей, которых надо вывести пожарным по лестничной клетке на первый этаж;

$N_{зб}$ - количество звеньев ГДЗС, имеющих на месте пожара и принимающих участие в спасательных работах.

Параметры спасания людей из здания с помощью спасательного рукава

Спасательные рукава разработаны и выпускаются в различных странах уже продолжительное время. Они могут быть стационарно закреплены на этаже у подоконника, откуда будут спасать людей. В последние годы спасательные рукава могут перевозить на автомобильных коленчатых подъемниках и временно крепиться на вершине колен АКП. При его использовании колена подъемника выдвигают к подоконнику здания, откуда необходимо эвакуировать (спаси) людей. Поскольку спасательный рукав изготовлен из эластичного материала, то он растягивается под действием массы и габаритов человека, спускающегося внутри него. В верхней части спасательный рукав имеет увеличенный диаметр для входа эвакуируемого. В сложенном состоянии спасательный рукав занимает площадь меньше одного квадратного метра.

Преимуществом спасательного рукава перед другими видами спасательных устройств является его высокая пропускная способность: 15-30 чел./мин. Кроме того, он может быть использован для людей любого возраста и комплекции, физического и психологического состояния. Скорость спуска в рукаве человека почти постоянна, а с увеличением этажности здания до 25 этажей изменяется в пределах десяти процентов в сторону увеличения. Эксперименты показали, что средняя скорость спуска человека внутри спасательного рукава составляет 1,23 м/с. В процессе спуска человека внутри рукава возможно уменьшить скорость его движения путем торможения руками, разведя их в виде круга, а также путем пережатия или закручивания рукава снаружи.

Графическое изображение параметров проведения эвакуационных работ по спасательному рукаву приведено на рис. 5 (спасательный рукав может применяться до высоты здания 160 м).

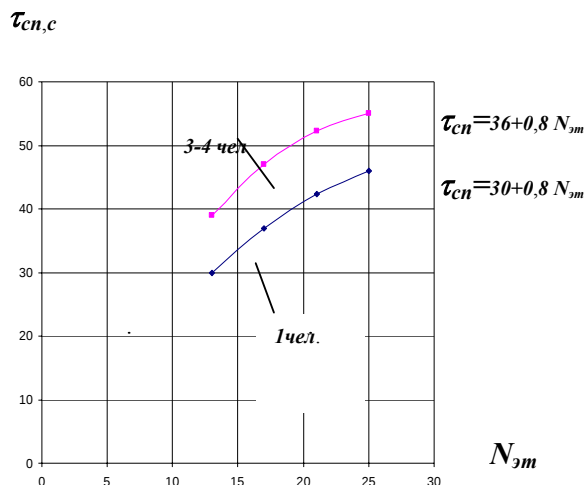


Рис. 6 Изменение времени спуска эвакуируемого по спасательному рукаву от этажа нахождения людей

Полученные результаты натуральных исследований по определению параметров спасательных работ различными способами с использованием пожарной спасательной техники и без нее аппроксимированы математическими формулами, используя которые можно разработать методику определения временных параметров проведения эвакуационно-спасательных работ при пожарах в зданиях повышенной этажности и рекомендации по подготовке гарнизонов пожарной охраны к проведению эвакуационно-спасательных работ и тушению пожаров в ЗПЭ городов Вьетнама.

Литература

1. Рекомендации по устройству систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях. - М.: ВНИПО, 1985. -19 с.
2. Рекомендации об особенностях ведения боевых действий и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров на различных объектах (прил. к письму № 20-3.1-2042) ГУГПС МВД России от 02.06.2000 г.
3. Методы и способы спасания людей на пожарах в высотных зданиях. Обзор описания зарубежных изобретений. -М.: МВД СССР, 1979 – 39 с.
4. Харисов Г.Х., Даниленко А.С. Артемьев Н.С. Спасание людей на пожаре способом выноса на руках и с помощью спасательной верёвки // Матер. конф. "Пожарная безопасность-97". -М.: МИПБ МВД РФ, 1997.

5. Бондарев В.Ф., Бороздин С.А., Лобов Д.А. Проведение спасательных работ с использованием передвижной пожарной техники // Пожаровзрывобезопасность, №2, 2004. - С. 50-53.
6. Грачев В.А., Собурь С.В. Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Справочник. - М.: Академия ГЧС России, 2003. – 261 с.
7. Процкий В.Ю., Ламкин О.Б. Современные средства спасания // Пожарная безопасность в строительстве, №2, 2005. – С. 9-12.