

УДК 614.84

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ ИЗ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

**В. В. КОПЫТКОВ, А. В. ШНЫПАРКОВ, А. З. СКОРОХОД,  
А. Н. САЛЕНКО**

*Государственное учреждение образования «Гомельский  
инженерный институт» МЧС Республики Беларусь*

### **Введение**

Эвакуация людей, в том числе имеющих физические ограничения, через объятые пламенем и задымленные продуктами горения лестничные клетки представляет собой определенную проблему. Даже людям, не имеющим нарушений функций организма, для эвакуации необходима отличная физическая подготовка. Это связано с тем, что для выхода из здания требуется порой пройти по лестничной клетке свыше 150 м в людском потоке высокой плотности. В таких условиях большинство людей испытывает сильную усталость и проявляет паническое настроение уже через небольшой промежуток времени [1].

В некоторых случаях наблюдаются проблемы с количеством и качеством автолестниц, способных эвакуировать людей из зданий выше девятого этажа. Поэтому спасти людей из горящего здания традиционными путями, как правило, уже не представляется возможным.

В настоящее время в пожарных аварийно-спасательных частях Беларуси в комплектацию пожарных автомобилей входят спасательные веревки длиной по тридцать и пятьдесят метров. У каждого спасателя имеется пожарный пояс с карабином. Для экстренной эвакуации людей при наличии такой комплектации спасателю необходимо обладать хорошей физической формой. Эвакуация человека при помощи двойной спасательной петли требует наличия в горящем здании горизонтальной площадки как минимум в 2 м<sup>2</sup> [2]. При этом спуск пострадавшего происходит без пропуска спасательной веревки через поясной карабин спасателя. Кроме того, двойная спасательная петля давит на шею и позвоночный отдел спасаемого (рис. 1), что может привести к травмам различной тяжести. Это становится особенно актуальным при спасении пожилых людей. Зачастую при спуске вниз из высотных зданий на большие расстояния огонь может подойти вплотную к спасателю и тогда шансы спастись самому становятся равными нулю.

Имеющиеся в подразделениях «слип-эвакуаторы» созданы на основе полиамидных канатов, которые разрушаются при соприкосновении с открытым пламенем [3] и предназначены для людей с определенным уровнем физической и психологической подготовки.

**Целью работы** является разработка эффективного, нетравмоопасного и недорогого устройства для спасения людей с низкой физической подготовкой из объятых пламенем здания.

### **Основная часть**

Проанализировав имеющееся спасательное оборудование и ситуацию по спасению людей с мест ЧС, нами предложено оригинальное спасательное устройство. Основными компонентами данного устройства является полиамидный канат 5 и негорю-

чий трос, выполненный из пружинной стали в виде пружины с низким коэффициентом упругости 4 (рис. 2). Устройство простое в применении, не требует приложения большой физической силы и работает следующим образом: поясной ремень 8 с лентой 7 фиксируют на теле спасаемого. Затем с помощью крюка 1 (или любого другого фиксирующего устройства) конец крепежного троса 2 крепят к трубе отопления, громоздкому предмету (ножка кровати). Непосредственно к крюку крепятся канат и трос. Место крепления определяют из условия горючести каната, т. е. крепление должно осуществляться на внешней стороне здания. Отличительной характеристикой предлагаемого устройства является возможность совместного использования стального троса и каната, так как к канату можно прикрепить десантер 6, что позволит в случае паники спасающегося зафиксировать его положение. Использование металлического троса, выполненного в виде пружины, позволяет даже в случае выпадения спасающегося из оконного проема без десантера предотвратить резкое ускорение, которое могло бы привести к серьезным травмам. Кроме того, металлический трос не изменяет своей несущей способности даже при кратковременном нахождении в открытом пламени. При этом скорость спуска можно регулировать десантером 6. Кроме того, десантер 6 может быть использован в качестве рукоятки, за которую пользователь может держаться в процессе спуска.



Рис. 1. Эвакуация человека с помощью двойной спасательной петли

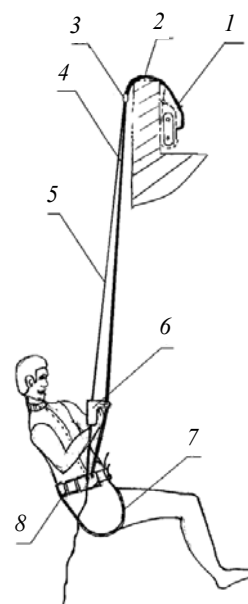


Рис. 2. Внешний вид страховочного устройства и место крепления на поясничном отделе

Поясной ремень 8 с лентой 7 надежно фиксируется на теле пользователя, распределяя нагрузку. Крепление троса в виде петли в два раза снижает удельную нагрузку на трос, увеличивая надежность. Наличие дополнительного тормозного механизма упрощает регулирование скорости спуска и обеспечивает удобство, так как его корпус можно использовать как рукоятку. Спиннинговая катушка по сравнению с традиционной (используемой в прототипе) позволяет ускорить разматывание, исключая возможность запутывания троса.

В связи с тем что различные производители указывают для канатов и тросов одних и тех же диаметров значения усилия при разрыве в широком интервале, значения их прочностных характеристик нами было установлено экспериментально.

На рис. 3 представлена зависимость усилия как функции перемещения для полиамидного каната диаметром 8 мм. Данная зависимость в автоматическом режиме была построена на разрывной машине Р-5. Как видно из рис. 3, значения усилия при растяжении монотонно увеличиваются, вплоть до разрыва. Небольшие скачки кривой при усилиях 800, 1150 и 1500 Н свидетельствуют о разрыве отдельных полиамидных нитей.



Рис. 3. Зависимость «Усилие (Н) – перемещение (мм)» для полиамидного каната.  
Скорость перемещения захвата – 400 мм/мин

Поскольку скорость перемещения захвата разрывной машины была максимальной и равнялась 400 мм/мин, то моделирование динамической нагрузки не представляется возможным. Для таких случаев согласно паспортным данным рекомендуется принимать коэффициент запаса прочности  $k$  равным 6 [4]. Результаты испытаний для остальных материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1

#### Результаты испытаний

Материал	Диаметр каната, мм	Разрывное усилие, Н	Удельная масса материала, $m_d$ , кг/м
Полиамидный канат	8	1680	0,040
	10	2120	0,062
Стальной канат	8	3705	0,250
	10	5610	0,310
Кевларовый канат	8	2943	0,048
	10	4316	0,070
Канат комбинированный типа «АЛЬБАТРОС»	8	1000	0,075
	10	1800	0,115

В Республике Беларусь максимальная длина пути эвакуации составляет 60 м. Для определения массы спасательного устройства на такой путь эвакуации и максимальную массу спасаемого используются нижеприведенные формулы.

Масса спасательного устройства

$$m = m_d L, \quad (1)$$

где  $m$  – масса спасательного устройства, кг;  $m_d$  – удельная масса материала, кг/м. Принимаем согласно данным табл. 1;  $L$  – длина пути эвакуации, м.

Усилие на разрыв

$$F = g(mk + m_t), \quad (2)$$

где  $F$  – усилие на разрыв, Н;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

В табл. 2 представлены результаты расчетов при длине пути эвакуации 60 м.

Таблица 2

Результаты расчетов

Материал каната	Диаметр каната, мм	Масса устройства, кг	Максимальная масса при $L = 60$ м спасаемого, кг	Усилие в канате при $m_t = 150$ кг, Н
Полиамид	8	2,40	156,8	1612,8
	10	3,72	193,7	1690,5
Сталь	8	15,00	287,6	2354,0
	10	18,60	460,3	2566,3
Кевлар	8	2,88	282,7	1641,0
	10	4,20	414,8	1718,7
Комбинированный типа «Альбатрос»	8	4,5	425,2	1736,3
	10	6,9	446,7	1877,2

Анализ табл. 2 свидетельствует, что каждый из приведенных материалов способен выдержать спуск человека массой 150 кг из верхних этажей любых высотных зданий Беларуси.

**Заключение**

Проведенные расчеты показывают, что предлагаемое нами устройство, выполненное из одного полиамидного каната и стального троса минимальным из исследуемых диаметров, способно эвакуировать на 40 м человека общей массой 444,4 кг, а суммарная масса такого спасательного устройства составляет всего 17,4 кг.

Отличительной характеристикой предлагаемого устройства является возможность совместного использования полиамидного каната и металлического троса в виде пружины, что не только позволяет предотвратить резкое ускорение, но и плавно снижать скорость при спуске из горящего проема.

**Литература**

1. Безопасность спасательных работ : учебник. – Новогорск : АГЗ МЧС РФ, 2005. – Кн. 1. – 129 с.
2. Григоренко, Д. Н. Аварийно-спасательная подготовка / Д. Н. Григоренко, С. Н. Ведерко, А. И. Грищенко ; под ред. Э. Р. Бариева. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 168 с.
3. Сборник руководящих документов по организации деятельности пожарных аварийно-спасательных подразделений МЧС Республики Беларусь. – Минск : УП «РИФТУР», 2004. – 208 с.
4. Машина разрывная модели Р-5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М. : ЗИП, 1980.

Получено 20.03.2014 г.