

*А.В. Васильченко, к.т.н., доцент, НУГЗУ,  
Н.Н. Стец, УМЧС Украины в Кировоградской области*

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЖАРОУБЕЖИЩ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ**

(представлено д-ром техн. наук Алексеевым О.П.)

В результате анализа вместимости и времени заполнения пожароубежищ высотных зданий выявлена их концептуальная несостоятельность. Предложена система ступенчатой эвакуации из высотных зданий на основе использования технических средств спасения и пожаробезопасных зон, оборудованных в технических этажах.

**Ключевые слова:** пожаробезопасная зона, пожароубежище, техническое средство спасения, время эвакуации.

**Постановка проблемы.** Для высотных зданий характерны быстрое развитие пожара по вертикали и большая сложность обеспечения эвакуации и спасательных работ. Продукты горения заполняют эвакуационные выходы, лифтовые шахты, лестничные клетки. Скорость распространения дыма и ядовитых газов по вертикали может достигать нескольких десятков метров в минуту. Очень быстро здание оказывается полностью задымленным, что создает угрозу жизни, находящихся в нем людей и затрудняет их эвакуацию.

Для высотных зданий характерно пребывание в них большого количества людей, эвакуация которых должна быть своевременной и беспрепятственной. Однако, практика показывает, что при эвакуации из высотного здания часто складывается ситуация, когда оба эти требования не выполняются: из-за скопления большого количества людей в лестничных клетках [1].

Анализ проектных решений и расчет процесса эвакуации людей из высотных зданий [2] обнаруживает, что:

– при эвакуации по лестничным клеткам в результате скопления людей, выходящих с этажей и спускающихся по лестнице, образуются потоки такой величины, что пропускной способности лестниц оказывается недостаточно для обеспечения беспрепятственного движения. В таком случае возможно возникновение давки – продолжительное скопление людей высокой плотности (7-8 чел/м<sup>2</sup>);

– в связи с повышенной плотностью потока и, вследствие этого, низкой скоростью движения время эвакуации людей увеличивается и может составлять в небоскребах 1 час и более;

– пожарные подразделения не в состоянии помочь эвакуации людей с верхних этажей.

Перечисленные факторы снижают эффективность эвакуационных мероприятий при пожаре и повышают вероятность воздействия на людей первичных и вторичных опасных факторов пожара (ОФП).

Таким образом, спасение людей при пожарах в высотных зданиях на этажах недоступных штатным средствам спасения пожарных подразделений является важной проблемой, требующей решения.

**Анализ последних достижений и публикаций.** В [3, 4] предложено решить вопрос эвакуации за счёт создания пожаробезопасных зон, в которых люди могли бы находиться до окончания пожара, либо до спасения их пожарными подразделениями.

Например согласно [ru.wikipedia.org], в небоскребе Бурдж-Халифа высотой 828 м (162 этажа) для защиты людей при пожаре через каждые 25 этажей оборудованы особые помещения – пожароубежища, защищенные от огня и имеющие автономную систему кондиционирования. Считается, что люди не сумевшие спуститься вниз смогут в них переждать бедствие.

Подобные требования выдвигаются и нормативным документом "ДБН В.2.2-24:2009. Проектирование высотных жилых и общественных зданий". В нем для укрытия и спасения людей, не успевших воспользоваться основными путями эвакуации из-за их блокирования или по другим причинам, при пожарах в высотных зданиях рекомендуется проектировать пожаробезопасные зоны, расположенные по высоте через каждые 15...25 этажей (45...75 м). Эти пожаробезопасные зоны должны быть оснащены независимой системой вентиляции, средствами связи, средствами оказания медицинской помощи, коллективными и индивидуальными средствами спасения.

Разница между терминами "пожаробезопасная зона" и "пожароубежище" заключается в том, что пожаробезопасная зона – помещение или пространство, где люди могут определенное время находиться в безопасности от ОФП. Пожароубежище, безусловно относясь к пожаробезопасным зонам, имеет концептуальную особенность: его рекомендуют устраивать в небоскребах – это специальное помещение, назначение которого обеспечить *длительное* укрытие от пожара для людей, не имеющих возможности воспользоваться основными путями эвакуации. Причинами, которые обуславливают использование пожароубежищ могут быть:

- блокирование основных путей эвакуации;
- малая мобильность некоторых групп людей;
- психологические факторы.

В этом смысле было бы интересно конкретизировать требования к пожароубежищам и проанализировать их способность к выполнению возложенных на них функций.

Однако единого мнения специалистов по поводу эффективно-

сти таких пожароубежищ в настоящее время нет, поскольку остаётся открытым вопрос о том, пойдут ли в них люди при пожаре, будет ли там фактически (а не формально) обеспечена пожарная безопасность. Кроме того, не принимаются во внимание возможности минимально комфортного пребывания в них людей, в течение несколько часов.

**Постановка задачи и ее решение.** В связи с тем, что в литературе кроме общих требований к пожароубежищам отсутствуют даже приблизительные расчеты эффективности их использования, задачей данной работы является оценка возможностей пожароубежищ в высотных зданиях по обеспечению спасения и эвакуации людей при пожарах на основе выдвинутой концепции их применения. Для этого необходимо оценить способность пожароубежищ вмещать расчетное количество людей и обеспечивать их безопасность в течение длительного времени; сравнить расчетное время заполнения пожароубежища с временем достижения критических значений ОФП.

В высотных зданиях логично устраивать пожароубежища в промежуточных технических этажах, которые служат как бы границами пожарных отсеков. Понятие "пожарный отсек" для высотных зданий практически стало условным из-за того, что все перекрытия и выходы на незадымляемые лестничные клетки с этажей являются противопожарными, а пределы огнестойкости перекрытий всех этажей по потере несущей способности одинаковы. Действительно, бессмысленно обеспечивать повышенную огнестойкость конструкций пожароубежища, если остальные конструкции здания потеряют стойкость. Поэтому, одним из расчетных параметров конструкций пожароубежищ должен быть предел огнестойкости по потере теплоизолирующей способности.

Вместимость пожароубежища должна быть обусловлена:

– максимальным количеством людей, способных добраться до него с промежуточных этажей;

– наличием внутри него относительного комфорта и безопасности.

Поскольку отсутствуют точные данные о параметрах высотного здания и технических средствах спасения, можно делать только оценочные расчеты.

Учитывая наиболее опасные сценарии развития пожарной ситуации при блокировании путей эвакуации [5], можно предположить, что заполнение пожароубежищ будет происходить, в основном, с вышележащих этажей и, возможно, с нескольких нижележащих этажей. Причем, можно допустить, что общее количество этажей в этом случае будет равно высоте пожарного отсека, т.е. расстоянию по высоте между пожароубежищами. Если предположить, что площадь этажа  $S = 2500...5000 \text{ м}^2$ , норма площади  $N = 10...20 \text{ м}^2/\text{чел}$ , а высота пожарного отсека  $H = 25 \text{ эт.}$ , то максимальное заполнение пожаро-

убежища  $V$  можно ожидать

$$V = \frac{S \cdot H}{N} \approx (3000 \dots 6000) \text{ чел.} \quad (1)$$

Время заполнения пожароубежища, оценочно определяемое как время спуска по лестницам на высоту пожарного отсека со скоростью людского потока 1...2 мин/этаж, может составлять (в зависимости от назначения высотного здания, мест расположения пожароубежищ и состояния входов в них, количества людей на этажах и состояния основных коммуникаций) от 20 до 40 мин [2]. При этом достижение критических значений ОФП (по задымлению и токсичным продуктам горения) в лестничной клетке при негативном сценарии может происходить за 4...15 мин [1, 6].

Таким образом, необходимое время эвакуации по лестничной клетке в пожароубежища меньше расчетного, поэтому спасение людей в них является проблематичным.

Для обеспечения относительного комфорта и безопасности людей в пожароубежище необходимо оборудовать его местами для сидения, системой воздухообмена, укомплектовать средствами первой медицинской помощи, устройствами коллективного и индивидуального спасения, устройствами защиты органов дыхания и т.д. Пожароубежище должно быть отделено от остальных помещений противопожарными перекрытиями и перегородками, входами через тамбур-шлюзы с противопожарными дверями.

Если принять норму площади для пожароубежищ как для противорадиационных укрытий согласно [7]  $p = 0,6 \text{ м}^2/\text{чел}$ , то расчетная площадь пожароубежища для пожарного отсека  $S_{ПУ}$  без учета площади лестничных клеток, инженерного оборудования, лифтовых шахт и холлов составит

$$S_{ПУ} = p \cdot V \approx (1800 \dots 3600) \text{ м}^2. \quad (2)$$

Эта площадь сравнима с общей площадью этажа. Т.е. оценочная формула (2) показывает, что для организации пожароубежища в объеме технического этажа вряд ли хватит места, и потребуются дополнительный этаж.

Из вышеизложенного видно, что, если следовать начальной концепции, то:

– время заполнения пожароубежища превышает время достижения критических значений ОФП;

– для организации пожароубежища с требуемыми условиями комфортности необходимо выделять отдельно целый этаж, не со-

вместимый с техническим этажом;

– такие пожароубежища, помимо того, что должны находиться в состоянии постоянной готовности, что требует больших расходов, занимают большой объем здания, снижая эффективность использования его площадей.

**Выводы.** Таким образом, оценка возможности использования пожароубежища показывает, что кроме экономической неэффективности оно не соответствует своему концептуальному назначению. Действительно, для того, чтобы расчетное время заполнения пожароубежища не превысило необходимого, пожароубежища должны располагаться по высоте примерно через каждые 5 этажей. Однако, и в этом случае, несмотря на меньший требуемый объем помещения, пожароубежище не обеспечит достаточный уровень безопасности, т.к. не гарантируется свободное перемещение к нему по лестничной клетке.

Выдвинутая концепция назначения пожароубежища не выдерживает критики и является неработоспособной. Пожароубежища в том виде, в котором они задуманы, в случае необходимости их использования не обеспечат безопасности людей.

Взамен можно предложить систему безопасности высотных зданий, в которой:

1. Каждый этаж высотного здания разделяется на противопожарные участки противопожарными перегородками с противопожарными дверями.

2. Внутри каждого противопожарного участка размещается расчетное количество индивидуальных тросовых технических средств спасения.

3. Фасад высотного здания оборудуется приспособлениями для удобства использования технических средств спасения при пожаре.

4. Технические этажи располагаются по высоте через 10...15 этажей и оборудуются как пожаробезопасные транзитные зоны для ступенчатой эвакуации [7]:

– перекрытия технических этажей оборудуются повышенной теплозащитой, а выходы в лестничные клетки – тамбур-шлюзами с противопожарными дверями;

– по периметру технических этажей предусматриваются балконы, на которые люди могут эвакуироваться с вышележащих этажей с помощью технических средств спасения;

– на технических этажах в разных концах необходимо размещать не менее двух устройств коллективного спасения (специальные лифты или рукавные устройства), защищенных от ОФП, на случай невозможности эвакуации по лестничным клеткам;

– коллективные средства спасения должны связывать технические этажи друг с другом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Холщевников В.В. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин, И.Р. Белосохов, Р.Н. Истратов и др. // Пожаровзрывобезопасность. – Том 20. – № 3. – 2011. – С. 41-51.

2. Холщевников В.В. Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин // Жилищное строительство. – № 8. – 2008. – С. 2-4.

3. МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве.

4. Мешалкин Е.А. Пожарная безопасность высотных зданий: проблемы и некоторые решения / Е.А. Мешалкин, В.Г. Баралейчук // Стройпрофиль. – №5(67). – 2008. – С. 15-20.

5. Васильченко О.В. Визначення часу евакуації людей з верхніх поверхів висотних будівель за допомогою індивідуальних технічних засобів / О.В. Васильченко, М.М. Стець // Сб. науч. трудов УГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.20. – Харьков: Фолио, 2006. – С. 33-36.

6. Васильченко А.В. Расчет фактического времени спасения людей из высотного здания с помощью технических средств / А.В.Васильченко, Н.Н.Стец // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Вып. 25. – Харьков: УГЗУ, 2009. – С. 34-37.

7. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони.  
nuczu.edu.ua

О.В. Васильченко, М.М. Стець

### **Аналіз ефективності пожежосховищ висотних будівель**

В результаті аналізу часу заповнення та вмісту пожежосховищ висотних будівель визначено їх концептуальну неспроможність. Запропоновано систему ступінчатої евакуації з висотних будівель на основі використання технічних засобів рятування та пожежобезпечних зон, обладнаних в технічних поверхах.

**Ключові слова:** пожежобезпечна зона, пожежосховище, технічний засіб рятування, час евакуації.

A.V. Vasilchenko, N.N. Stets

### **The analysis of efficiency of fire refuges of high-rise buildings**

As a result of the analysis of capacity and filling time of fire refuges of high-rise buildings their conceptual inconsistency is revealed. The system of step evacuation from high-rise buildings on the basis of a use of rescue devices and the fireproof zones equipped in technical floors is offered.

**Keywords:** fireproof zone, fire refuge, rescue devices, evacuation time.