

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Юдичева И.Н.

Оренбургский государственный университет

Пожары в учреждениях здравоохранения имеют свои особенности. Чаще всего, особенно в стационарах с круглосуточным пребыванием людей, пожар развивается главным образом по оборудованию и сгораемым материалам, находящимся внутри помещений. Из конструкций зданий могут гореть лишь деревянные полы и оконные переплеты, двери, а также некоторые чердачные конструкции. Распространившиеся по коридорам огонь и дым могут отрезать пути эвакуации больных. Если коридоры не отделены от лестничных клеток, происходит быстрое задымление коридоров вышележащих этажей, по этим же путям распространяется и огонь. [1]

В некоторых зданиях больниц коридоры соединяют несколько лестничных клеток. При пожаре в таких зданиях может создаваться обстановка, когда все лестничные клетки окажутся задымленными.

Быстрому распространению огня также способствует развитая система вентиляции, наличие легковоспламеняющихся предметов, веществ в аптеках и лабораториях. Так на отдельных пожарах в зданиях больниц максимальная скорость распространения огня достигает 2..3 м/мин. Быстро (4..5 м/мин.) распространяется пожар по сгораемым конструкциям коридоров и галерей. Так же часто движение огненного потока происходит по сгораемым перегородкам и мебели со скоростью от половины до полутора минут. При такой скорости пожар, возникший в помещении больницы, распространяется на все отделение, чего вполне достаточно для заполнения едким дымом верхних этажей зданий. Степень опасности для больных, оказавшихся в зоне задымления, главным образом зависит от места пожара. [7]

Опасность для персонала и пациентов усугубляется тем, что в отделении могут находиться нетранспортабельные больные, которые не могут самостоятельно передвигаться, а также с затруднениями при передвижении – люди, использующие при ходьбе костыли, перемещающиеся в инвалидных креслах и креслах-каталках и так далее. Велика вероятность возникновения паники и приступов психомоторного возбуждения, что значительно увеличивает время эвакуации.

Чтобы предотвратить и ликвидировать чрезвычайную ситуацию, необходимо знать все меры безопасности, в том числе обеспечить своевременную и быструю эвакуацию людей.

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей заключается в определении вероятности эвакуации людей из здания. [2]

Вероятность эвакуации людей из здания определяется на основе сопоставления значения фактического времени эвакуации людей и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами. [6]

По сценарию в трехэтажном кирпичном лечебном корпусе возник пожар. Об этом известила сирена пожарной сигнализации. Возгорание произошло в автоклавном кабинете первого этажа, в результате чего эвакуация через основной выход стала невозможной вследствие задымления лестничной клетки. Люди, находящиеся в лечебном корпусе, вынуждены эвакуироваться через второй запасной выход, находящийся в противоположной половине здания (с левого торца). На момент пожара в здании находилось 248 человек, из них 189 пациентов и 59 сотрудников.

Определим, за какое время эвакуировались 6 человек из палаты № 18, находящейся на третьем этаже, если всего на этаже в это время было 85 человек. Двери палаты выходят в коридор, где происходит слияние с пациентами и персоналом. Образовавшийся поток людей спускается по лестничной клетке до площадки второго этажа, при этом происходит слияние потока эвакуирующихся с потоком пациентов и персонала второго этажа. После слияния потоков люди спускаются до лестничной клетки третьего отделения (первый этаж), персонал и пациенты которого эвакуируются по тому же лестничному маршу. Далее эвакуационный путь лежит через тамбур к выходу непосредственно на улицу через дверной проем шириной 1,4 м.

При прогнозировании чрезвычайной ситуации в медицинской организации в данном расчете учитывается время задержки начала эвакуации при типе системы оповещения W2 (использование записанных заранее типовых фраз и информационных табло), составляющей 5 минут, так как психиатрические больницы относятся к учреждениям, где значительное число посетителей может нуждаться в помощи, а также разделение пациентов и персонала по группам мобильности (M1 и M2), от которых зависит средняя площадь горизонтальной проекции людей.

Критическая продолжительность пожара ($\tau_{п.к.}$, мин) определяется по формуле:

$$\tau_{п.к.} = \sqrt[3]{\frac{W_{пом} \cdot c \cdot (t_{кр} - t_{н})}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot v^2}} \quad (1)$$

где $W_{пом}$ – объем воздуха в рассматриваемом здании или помещении, м³;

c – удельная изобарная теплоемкость газа, кДж/кг·град;

$t_{кр}$ – критическая для человека температура, равная 70 °С;

$t_{н}$ – начальная температура воздуха, °С;

φ – коэффициент, характеризующий потери тепла на нагрев конструкций и окружающих предметов, принимается в среднем равным 0,5;

Q – теплота сгорания веществ, кДж/кг, (приложение Г);

n – весовая скорость горения, кг/м²·мин (приложение Г);

v – линейная скорость распространения огня по поверхности горючих веществ, м/мин.

По снижению концентрации кислорода ($\tau_{п.к.}^{O_2}$, мин) в воздухе помещения критическую продолжительность пожара определяют по формуле:

$$\tau_{п.к.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{пом}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} \cdot v^2}}, \quad (2)$$

где W_{O_2} – расход кислорода на сгорание 1 кг горючих веществ, м²/кг.

Критические продолжительности пожара по потере видимости и по каждому из газообразных токсичных продуктов горения больше, чем вышеперечисленные предыдущие, поэтому в расчет не принимаются.

Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное: [5]

$$\tau_{п.к.} = \min \{ \tau_{п.к.}; \tau_{п.к.}^{O_2} \}. \quad (3)$$

Допустимую продолжительность эвакуации ($\tau_{доп}$, мин) определяют по формуле:

$$\tau_{доп} = m \cdot \tau_{п.к.}, \quad (4)$$

где m – коэффициент безопасности, зависящий от степени противопожарной защиты здания, его назначения и свойств горючих веществ, образующихся в производстве или являющихся предметом обстановки помещений или их отделки.

Значение коэффициента m рекомендуется устанавливать в зависимости от степени надежности средств противопожарной защиты рассматриваемого здания. В зданиях при наличии средств автоматического тушения и оповещения о пожаре $m = 2,0$.

Допустимая продолжительность эвакуации в результате расчета составила 5,58 минут, следовательно, за данный промежуток времени из лечебного корпуса необходимо успеть эвакуировать всех пациентов и сотрудников во избежание их гибели.

Расчетное время эвакуации людей t_p из помещений и зданий устанавливают по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей непосредственно наружу или в безопасную зону.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяют на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной l_i и шириной δ_i . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п. При определении расчетного времени эвакуации учитывается пропускная способность всех имеющихся в помещениях, на этажах и в здании эвакуационных выходов.

Расчетное время эвакуации людей (t_p , мин) следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i по формуле:

$$t_p = t_{н.э.} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (6)$$

где $t_{н.э.}$ – время задержки начала эвакуации, мин;

t_1 – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

t_2, t_3, \dots, t_i – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути (t_1 , мин) определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (7)$$

где l_1 – длина первого участка пути, м;

v_1 – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин (в зависимости от плотности D).

Плотность однородного людского потока ($D_1, м^2/м^2$) на первом участке пути определяется по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1}, \quad (8)$$

где N_1 – число людей на первом участке, чел;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, $м^2$, принимаемая равной 0,125 для персонала и 0,2 для пациентов;

δ_1 – ширина первого участка пути, м.

Скорость v_1 движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которая определяется для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_{i-1}}, \quad (9)$$

где δ_i, δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м;

q_i, q_{i-1} – интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Интенсивность движения людского потока на первом участке пути $q = q_{i-1}$ определяют по значению D_1 , установленному по формуле (8).

Если значение q_i , определяемое по формуле (9), меньше или равно q_{max} , то время движения по участку пути (t_i , мин) равно:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (10)$$

Если значение q_i , определенное по формуле (9), больше q_{\max} , то ширину δ_i данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие:

$$q_i \leq q_{\max}. \quad (11)$$

При невозможности выполнения условия (11) интенсивность и скорость движения людского потока по участку i определяют при значении $D = 0,9$ и более. При этом следует учитывать время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления.

Время задержки ($t_{\text{зад}}^i$, мин) движения на участке i из-за образовавшегося скопления людей на границе с последующим участком ($i+1$) определяется:

$$t_{\text{зад}}^i = N \cdot f \cdot \left(\frac{1}{q_D \cdot \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_i \cdot \delta_i} \right), \quad (12)$$

где N – количество людей, чел;

f – площадь горизонтальной проекции человека, м^2 ;

δ_{i+1} – ширина участка, м, при вхождении на который образовалось скопление людей;

q_i – интенсивность движения на участке i , м/мин;

δ_i – ширина предшествующего участка i , м.

Время существования скопления $t_{\text{СК}}$ на участке i определяется:

$$t_{\text{СК}} = \frac{N \cdot f}{q_D \cdot \delta_{i+1}}, \quad (13)$$

При слиянии в начале участка i двух и более людских потоков (рисунок 1) интенсивность движения (q_i , м/мин) определяется по формуле:

$$q_i = \frac{\sum q_{i+1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (15)$$

где q_{i-1} – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка i , м/мин;

δ_{i-1} – ширина участков пути слияния, м;

δ_i – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Интенсивность движения (q_D , м/мин) в дверном проеме шириной менее 1,6 м определяется по формуле:

$$q_D = 2,5 + 3,75 \cdot \delta, \quad (16)$$

где δ – ширина дверного проема, м.

Время движения через проем (t_d , мин) определяется как частное деления количества людей в потоке на пропускную способность проема [3]:

$$t_d = \frac{N \cdot f}{q \cdot \delta} \quad (17)$$

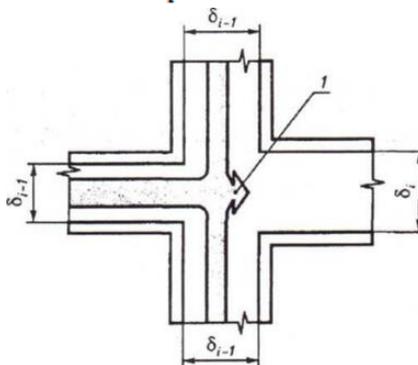


Рисунок 1 – Слияние людских потоков

Таким образом, по результатам расчета, максимальное время движения составляет 9,16 минут, то есть фактическое время эвакуации из здания превышает время допустимой продолжительности эвакуации.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости принятия мер по снижению фактического времени эвакуации людей из здания.

Для расчетов принималось, что в рассматриваемом здании имеется система автоматической пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре II типа. В данной системе оповещения и управления эвакуацией людей используются записанные заранее типовые фразы и информационные табло. Основной минус: через нее нет возможности управлять эвакуацией или изменять сообщение. Согласно справочным данным, приведенным в ГОСТ 12.1.004-91, время задержки начала эвакуации при данном типе оповещения составит 5,00 минут.

При замене существующей системы оповещения II типа на систему оповещения и управления эвакуацией людей I типа, время задержки начала эвакуации в лечебном корпусе составит не более трех минут. Данная система характеризуется тем, что оповещение и управление эвакуацией осуществляется оператором. Как правило, управление такой системой происходит с центрального блока и есть возможность транслировать более точную информацию об эвакуации, в ней реализована возможность переключения между зонами. Однако, маломобильные группы населения и в этом случае не успевают эвакуироваться из здания вследствие проектных особенностей здания.

Если по проекту невозможно обеспечить эвакуацию маломобильных групп населения за необходимое время, то для их спасения на путях эвакуации

следует предусматривать пожаробезопасную зону, из которой они могут эвакуироваться более продолжительное время или находиться в ней до прибытия спасательных подразделений.

Площадь пожаробезопасной зоны должна быть рассчитана на всех пациентов, оставшихся на этаже, исходя из удельной площади, приходящейся на одного спасаемого, при условии возможности его маневрирования, м²/чел.:

- инвалид в кресле-коляске – 2,40;
- инвалид в кресле-коляске с сопровождающим – 2,65;
- инвалид, перемещающийся самостоятельно – 0,75;
- инвалид, перемещающийся с сопровождающим – 1,00.

В состав пожаробезопасной зоны может включаться площадь примыкающей лоджии или балкона, отделенных противопожарными преградами от остальных помещений этажа.

Пожаробезопасные зоны следует предусматривать вблизи вертикальных коммуникаций или проектировать их как единый узел с выходом на незадымляемую лестничную клетку типа Н1 или в помещение для пандуса с аналогичными ограждающими конструкциями.

Пожаробезопасная зона должна быть отделена от других помещений и примыкающих коридоров противопожарными преградами, имеющими пределы огнестойкости: стены – REI 90, перекрытия – REI 60, двери и окна – первого типа.

Конструкции противопожарных зон должны быть класса КО (непожароопасные), а материалы отделки и покрытий должны соответствовать требованиям 6.25 СНиП 21-01. Двери в пожаробезопасную зону должны быть противопожарными samozакрывающимися с уплотнениями в притворах.

Пожаробезопасная зона должна быть незадымляемой. При пожаре в ней должно создаваться избыточное давление 20 Па при одной открытой двери эвакуационного выхода. [4]

Не допускается предусматривать пути эвакуации по открытым металлическим наружным лестницам.

Безопасность медицинских учреждений так же должна быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защитой. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Этот комплекс включает мероприятия профилактического характера и устройство систем пожарной защиты (системы пожаротушения, сигнализации и оповещения).

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на:

- организационные мероприятия, которые предусматривают правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж служащих, организацию добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности, обучение руководителей структурных подразделений и ответственных лиц за пожарную безопасность по программе пожарно-технического минимума с

проверкой знаний с занесением в протокол и выдачей удостоверений не реже одного раза в три года и т.д.;

– технические мероприятия – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования;

– мероприятия режимного характера – это запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и т.д.

– эксплуатационными мероприятиями являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания оборудования.

К организационным мероприятиям относят содержание противопожарных разрывов между зданиями, не допущением в них стоянок автотранспорта, складирования материалов, оборудования; недопущение применения для отопления помещений нестандартных (самодельных) нагревательных приборов; проверки чердаков, балконов, подвалов и приямков, технических этажей и помещений, вентиляционных камер, лифтовых холлов с целью уборки от сгораемого мусора, старой мебели, хозяйственного инвентаря, закрытием на замки дверей чердаков, подвалов, технических этажей.

Список литературы

1. Дутов, В. И. Психофизиологические и гигиенические аспекты деятельности человека при пожаре / В. И. Дутов, И. Г. Чурсин. – Москва : СЦЕМП «Защита», 1993. – 202 с.

2. Ефремов, И. В. Расчет времени эвакуации : методические указания к дипломному проектированию / И. В. Ефремов, В. А. Грузинцева, Е. А. Колобова. – Оренбург : Изд-во ГОУ ОГУ, 2006. – 30 с.

3. Жилин, А. Н. Эвакуация и виды обеспечения эвакуируемого населения : методические указания к практическим занятиям / А. Н. Жилин, Н. Н. Денисова, Л. Г. Проскура. – Оренбург : Изд-во ГОУ ОГУ, 2003. – 14 с.

4. Планирование мероприятий гражданской обороны и предупреждения чрезвычайных ситуаций на объекте здравоохранения : учеб. пособие / Ю. И. Погодин, Ш. Л. Меараго, В. А. Конищев, Л. Н. Козлов, Г. Ф. Цибулин; Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования. – Санкт-Петербург : СПМАПО, 2002. – 212 с.

5. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд.: в 2 т. / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук [и др.]. – Москва : Химия, 1990. – 496 с.

6. Предтеченский, В. М. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков : учеб. пособие для вузов / В. М. Предтеченский, А. И. Милинский; Московский инженерно-строительный институт им. В. В. Куйбышева. – Москва : Стройиздат, 1989. – 375 с.

7. Эвакуация и поведение людей при пожарах : учеб. пособие / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин, А. П. Парфененко, И. С. Кудрин, Р. Н. Истратов,

И. Р. Белосхов. – Москва : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 262 с.3 Таубкин, И. С. Судебная экспертиза техногенных взрывов / И. С. Таубкин. – М.: Изд-во «Юрлитинформ», 2009. – 592 с.