

ISSN 1681-6560



**СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
БЕЗОПАСНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ**

06 2012

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПОЖАР — НЕИЗБЕЖНЫЙ СПУТНИК ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Ю. В. КРИВЦОВ, д-р техн. наук, проф.
(НЭБ ПБС ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, Москва)
А. К. МИКЕЕВ, д-р экон. наук, проф.
(НПО «Ассоциация КрилаК», Москва)

В статье раскрыты: механизм влияния землетрясения на возникновение и распространение пожаров, особенность тушения пожаров в зоне разрушений и обстановка после землетрясения.

Ключевые слова: землетрясение, пожар, причины пожара, возникновение пожара, распространение пожара, тушение пожара.



1. Введение

Опасность пожаров от землетрясений подтверждено многочисленными катастрофами такого рода во многих странах мира. Землетрясение в Японии, происшедшее в 2011 году (магнитудой 8,91), стало пятым самым мощным стихийным бедствием в мире с 1900 года. На первом месте — катастрофа 1960 года в Чили (магнитуда 9,5), за ней следуют землетрясения в проливе Принца Вильгельма на Аляске (1964, магнитуда 9,2), у берегов Западной Суматры в Индонезии (2004, магнитуда 9,1) и на Камчатке (магнитуда 9,0).

Происшедшее в Японии землетрясение вызвало большое количество пожаров. В частности, в Токио зафиксированы 14 крупных пожаров на промышленных предприятиях и в жилых зданиях, на АЭС «Онагава» в префектуре Мияги, на нефтехимическом терминале в г.Сендай, на нефтеперерабатывающем заводе в префектуре Чиба, металлургическом комбинате в префектуре Тиба. Многочисленные пожары возникли в г. Кисэзума в префектуре Мияги. В первый день, после происшедшего землетрясения, было зарегистрировано 80 пожаров.

Землетрясение происшедшее 7 декабря 1988 года в Армении (Спитакское), является одним из крупнейших в мире. Колебание почвы в эпицентре вблизи г.Спитака достигало 10 баллов. В зоне активного землетрясения оказалось 13 городов, 23 района, 370 сельских населенных пунктов.

Одним из усугубляющих факторов землетрясения является то, что разрушение зданий и сооружений влечет за собой вторую стадию бедствия: возникновение многочисленных очагов пожаров, которые в случае непринятия своевременных мер достигают крупных размеров. Это в первую очередь относится к жилым домам, другим зданиям, не имеющим высокую степень огнестойкости.

При землетрясении в Армении было зарегистрировано 173 очага пожаров (данные только по трем городам (Спитак, Ленинакан, Кировокан, причем 140 из них — в залах).

2. Механизм влияния землетрясения на возникновение и распространение пожаров

Спитакское землетрясение отличалось рядом существенных сейсмических особенностей. Кроме основного толчка силой 10 баллов, примерно через 4 минуты произошел другой толчок силой около 8 баллов. Причина разрушений и повреждений зданий во всех случаях была практически одна: потеря вертикальной устойчивости в результате одновременного воздействия вертикальной и горизонтальной сейсмической нагрузки, причем вертикальная составляющая превалировала над горизонтальной.

Характер застройки города (особенности города) определяет виды разрушений зданий и сооружений, а также механизм распространения пожара при землетрясении (рис.1).

3. Основные причины пожаров, возникающих в результате землетрясения, и факторы, влияющие на пожарную обстановку

Количество очагов горения, образующихся в результате землетрясений, величина случайная. Однако в целом пожары, возникающие по различным причинам, являются неизбежным следствием землетрясения. Этот вывод подтверждается данными, полученными по результатам Спитакского землетрясения.

Установив взаимосвязь между причинами пожаров и источниками зажигания, можно сделать вывод, что появление очагов горения при землетрясении следует ожидать в местах концентрации пожароопасных элементов. В г.Ленинакане пожар возник на нефтебазе в результате обрушения нефтеналивной эстакады. Кроме того, пожары имели место в зданиях текстильного комбината, чулочной фабрики, политехническом и педагогическом институтах, ЦУМе, двух школах, а также во многих жилых домах. В г.Спитаке пожары возникли, на двух швейных фабриках, в городской больнице, в трёх детских садах, техникуме, двух школах и в жилом секторе. В г.Кировакане пожар произошел на химическом комбинате.

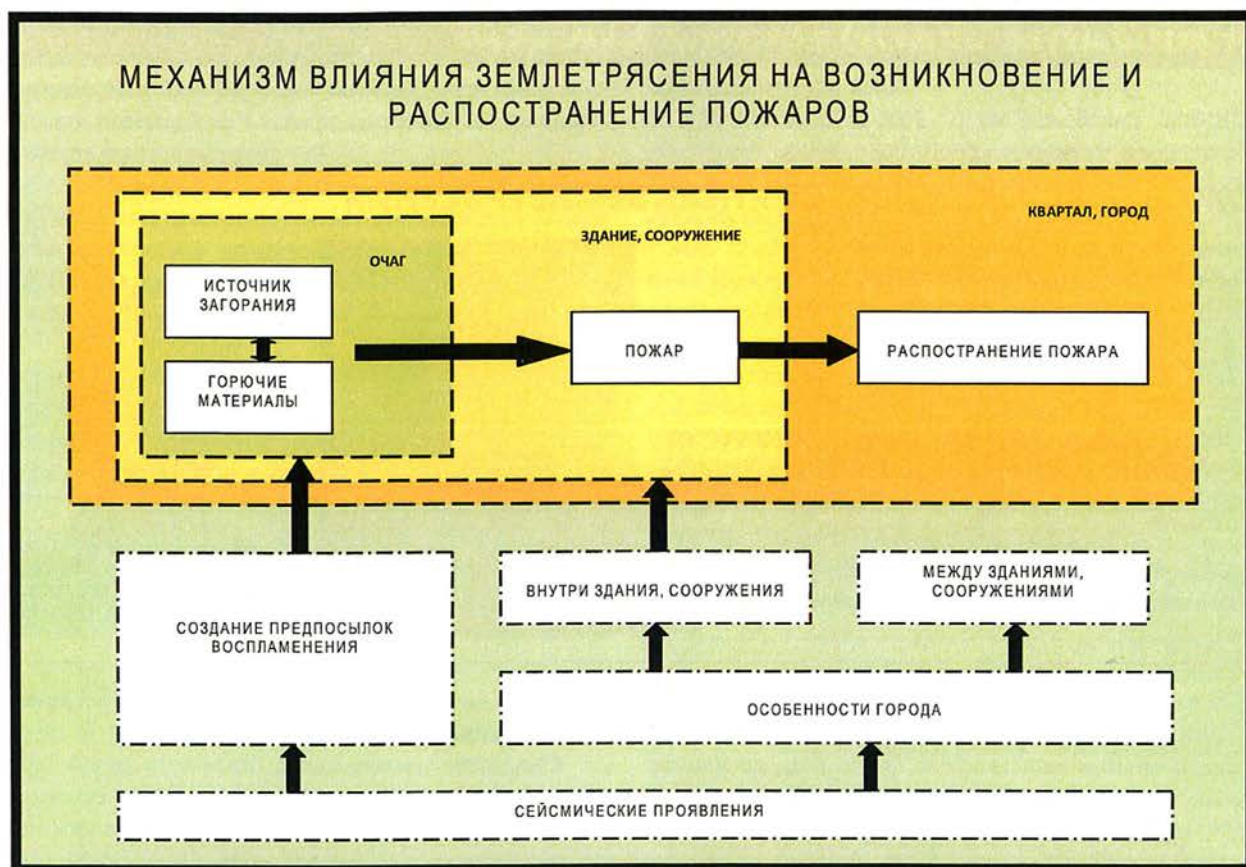


Рис.1.

Из приведенных примеров видно, что спектр объектов пожара является обширным, и практически ни одно здание в городской застройке не может быть «застраховано» от пожара при землетрясении.

На количество пожаров, возникающих при землетрясении, особенно в жилой застройке, существенное влияние оказывает время года и суток. По оценкам японских специалистов, холодное время года (зима) представляется более опасным, чем теплое (весна). Землетрясение днем считается более опасным, чем утром и ночью, а наиболее неблагоприятным с этой точки зрения временем суток является вечер.

Вероятность возникновения очагов горения в разрушенных зданиях жилой застройки пропорциональна этажности зданий. Это подтверждается данными анализа по гг. Ленинакану, Кировокану и Спитаку.

Увеличение числа пожаров с ростом этажности здания, очевидно, объясняется тем, что на площадь здания (в плане) приходится большее количество квартир. А так как каждая квартира имеет примерно одинаковый набор потенциально опасных пожароопасных элементов, то, следовательно, увеличиваются вероятность возникновения и число пожаров.

Следует отметить также зависимость плотности пожаров от степени разрушения городов при землетрясении. В менее разрушенном Кировокане плотность пожаров составила примерно один пожар на 1 км² застройки города, а в наиболее разрушенных Ленинакане и Спитаке, соответственно, 3 и 4, то есть плотность пожаров пропорциональна степени разрушения города (рис.2, 3)

Зависимости, представленные на рис.2, 3, могут быть использованы для укрупненного прогноза начальной пожарной обстановки в городах при землетрясении. Однако следует иметь в виду, что в них не учтены важные факторы: этажность зданий, степень их огнестойкости, плотность застройки, время суток и года. Поэтому прогнозный расчет количества очагов горения по приведенным графикам (рис.2, 3) может носить только оценочный характер. Для более детальных расчетов необходимы дополнительные исследования.

4. Особенности тушения пожаров в зоне разрушений

Как уже отмечалось, из 173 пожаров, явившихся следствием землетрясения в городах Ленинакан, Кировокан, Спитак, 140 возникли в завалах.

Для пожаров в завалах характерны следующие особенности:

- горение пожарной нагрузки происходит во внутренних полостях, расположенных в толще обломков строительных конструкций;
- продолжительность пожаров может быть от нескольких часов до нескольких суток, причем в зависимости от характера и размеров завалов относительно короткие периоды пламенного горения пожарной нагрузки (1,5-2,0 ч) чередуются с длительными периодами тления (до 10 суток и более);
- среднеобъемная температура в толще завалов составляет от 300-400 °С;
- высота факела пламени над поверхностью зава-

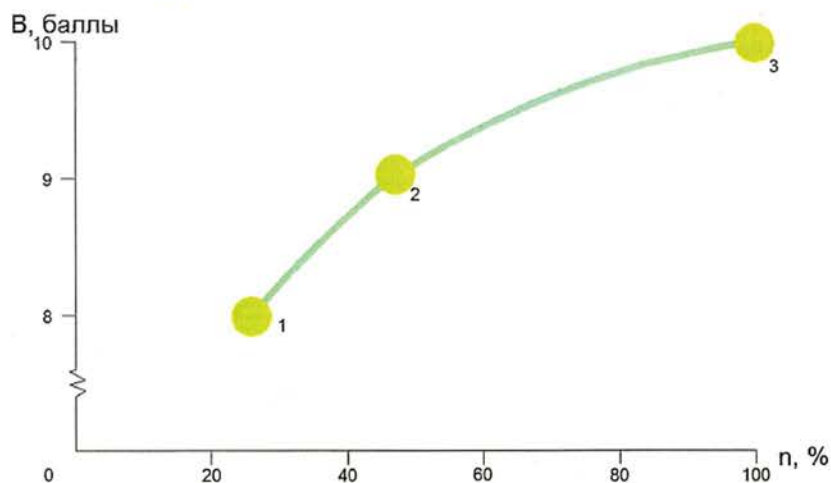


Рис.2. Зависимость степени разрушения городов (Кировакан, Ленинакан, Спитак) п от силы землетрясения В:
1 - Кировакан;
2 - Ленинакан;
3 - Спитак.

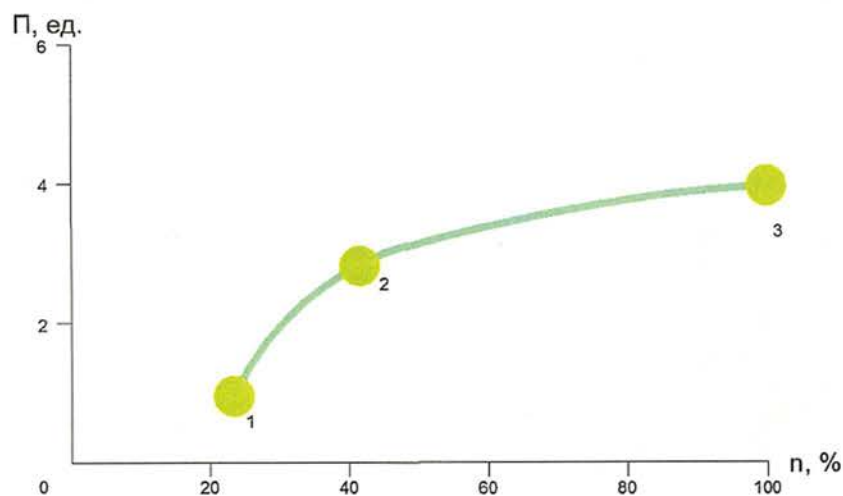


Рис.3. Зависимость количества очагов горения, приходящихся на 1 км² застройки города, П от степени разрушения города п:
1 - Кировакан;
2 - Ленинакан;
3 - Спитак.

ла в период активного горения пожарной нагрузки равна 3-5 м, а наибольшее количество газообразных продуктов горения выделяется при тлении. При этом высота подъема продуктов горения над завалом достигает 10-12 м.

Опыт тушения подразделениями пожарной охраны пожаров в а также результаты экспериментальных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Использование для тушения пожаров в завалах воды в завалах виде распыленных струй и воздушно-механической пены малоэффективно. Низкая эффективность действия распыленных струй воды объясняется тем, что большая часть воды затрачивается на орошение поверхности обломков строительных конструкций и не достигает непосредственно очага горения или тления.

Наличие в толще завалов значительных по объему

полостей («воздушных карманов») с практически неограниченным запасом кислорода воздуха, необходимого для горения, обуславливает бесперспективность тушения способом изоляции с применением воздушно-механических и быстротвердеющих пен.

2. Более эффективно тушение очага горения компактными струями воды. Однако следует иметь в виду, что продолжительность подачи воды на тушение и ее удельный расход резко возрастают с увеличением высоты завала (табл.1).

При высоте завала более 7 м тушение глубинных очагов горения компактными струями воды практически становится невозможным.

Резкое увеличение интенсивности подачи воды при тушении пожаров в завалах высотой более 3 м вызывает необходимость сочетания работ по подаче воды в толщу завалов и разборке вышележащих слоев обломков конструкций. При таком способе действий оптимальная по расходу интенсивность подачи воды составляет 0,5 л.м⁻².с⁻¹

Подачу воды для тушения очагов горения в толще завалов целесообразно производить с поверхности завалов в трещины («поры») между обломками конструкций, используя для этих целей ручные пожарные стволы. Можно подавать воду непосредственно из пожарных рукавов.

Существенно и то, что вследствие пористой структуры конструкции не всегда однозначно можно определить место нахождения очага горения по интенсивности дымоудаления. В этом случае, как показал опыт работы, может быть успешно использован ручной тепловизор. В г.Ленинакане применялся отечественный тепловизор разработанный ВНИИПО МВД СССР.

При правильно выбранном способе тушения пожаров в завалах и обеспечении подачи достаточного количества воды среднее время на тушение одного завала (до ликви-

Таблица 1.

Зависимость удельного расхода и интенсивности подачи воды на тушение пожаров от высоты завала

Высота завала, м	Интенсивность подачи воды, л/м ² с ⁻¹	Удельный расход воды, л/м ² с ⁻¹
2-3	0,3-0,6	300-400
4-5	0,8-1,0	600-800
600-800	1,4-1,8	300-1000

Таблица 2.

Ожидаемые значения концентрации продуктов горения при различных состояниях атмосферы

Состояния атмосферы	Плотность застройки, %	Концентрация продуктов горения	
		Оксид углерода, Мл/л ¹	Диоксид углерода, % (об.)
Инверсия	≤ 20	0,2	0,2
	> 20	2,5	0,8
Конвекция	≤ 20	0,007	0,003
	> 20	0,024	0,09
Изотермия	≤ 20	0,005	0,002
	> 20	0,25	0,08

дации пламенного горения над кромкой завала) составляет 20-30 мин. Способ ликвидации пламенного горения в завалах, или «временная локализация пожара» меняется, прежде всего, потому, что в начальный период не было достаточного количества сил и средств противопожарной службы. Кроме того, очень часто вызов пожарных подразделений осуществлялся по заявлениям пострадавших жителей или должностных лиц, находившихся в глубоком стрессе. В этой ситуации любой отказ от помощи мог привести к негативным явлениям.

Однако в большей степени такая тактика действий объяснялась необходимостью решить на первом этапе две главные задачи:

- предотвратить развитие в разрушенных городах многочисленных очагов горения в крупномасштабные пожары и тем самым более благоприятные условия для ведения спасательных работ;

- обеспечить снижение опасного для жизни и здоровья людей уровня концентрации оксида углерода.

Из опыта второй мировой войны известно (результаты ряда экспериментальных работ это также подтверждают), что в городах при плотности застройки более 20% отдельные пожары, как правило, перерастают в сплошные. При этом высокая смертность (гибель) людей является следствием воздействия таких опасных факторов, как интенсивное теплоизлучение, высокая температура, значительная концентрация продуктов горения (прежде углерода) в зоне пожаров. Причем, последний из указанных факторов в наибольшей степени проявляется при пожарах в завалах, где велика вероятность неполного сгорания горючих материалов.

Ожидаемые значения концентрации продуктов горения при различных состояниях атмосферы приведены в табл.2.

При расчете принималась во внимание ситуация, при которой могло происходить свободное развитие пожара, то есть без активного воздействия пожарной охраны.

Как следует из приведенных данных, у людей, находящихся даже вблизи горящих завалов, особенно с подветренной стороны, уже через 6-10 часов может наблюдаться сильная степень поражения оксидом углерода, приводя-

щего к коматозному состоянию и летальному исходу. Люди, находящиеся непосредственно в завалах, могут получить тяжелое отравление значительно раньше.

Что касается воздействия такого опасного фактора, как теплоизлучение открытого пламени, то его следует принимать во внимание, прежде всего, при пожарах в завалах зданий IV-V степени огнестойкости, а также промышленных зданий с наличием горючих жидкостей, полимеров, резинотехнических изделий и т.п. Гибель людей, попавших в завалы, может наступить через 10-40 мин, от ожогов и перегрева организма.

Таким образом, оценка пожарной обстановки после землетрясения показывает, что существует опасность непрерывного увеличения числа зданий, охваченных пламенем, и образования участков сплошных пожаров.

Развитие пожаров приводит к повышению концентраций продуктов горения до опасных уровней, особенно в завалах, вследствие чего время допустимого пребывания людей под обломками сокращается, по крайней мере, в 3-5 раз. Отсюда следует вывод, что на начальном этапе спасательных работ основной задачей противопожарного обеспечения является ликвидация или локализация очагов пожаров на тех участках, где они могут развиваться в сплошные пожары.

На основе проведенного анализа происшедших землетрясений в нашей и зарубежных странах разработан Свод правил СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», в котором устанавливаются специальные требования к строительным конструкциям со средствами огнезащиты, автоматическим установкам пожарной сигнализации и пожаротушения, системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, предназначенных для применения в зданиях, строениях и сооружениях, возводимых в сейсмических районах.

Литература

1. Микеев А.К., Копылов Н.П., Концевой Г.М., Черенькин В.А., Нестеренко Г.Г., Жарков В.Г., Кирьев А.М. Опыт работы противопожарной службы при ликвидации последствий землетрясения в Армянской ССР: (отчет). ВНИИПО МВД СССР. 1989. 115 с.

Материалы хранятся в НЭБ ПБС ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко по адресу: Москва, 2-я Институтская ул., 2. Тел.: (495) 709-33-11. E-mail: stop-fire@mail.ru.