

## ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ПЕТРОПАВЛОВСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 1971 ГОДА В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОЖИДАЕМОГО В Г. ПЕТРОПАВЛОВСКЕ- КАМЧАТСКОМ СИЛЬНЕЙШЕГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

*Константинова Т.Г.<sup>1</sup>, Делемень И.Ф.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, lrg334@kscnet.ru

<sup>2</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, delemen@kscnet.ru

### Введение

Построенные несколько веков назад деревянные дома и ныне удивляют своей необычной красотой и долговечностью. Самым старым деревянным домом в Европе признан дом центральной Швейцарии, его строительство датируется 1170 годом. До сих пор радует глаз девятиглавая церковь в деревне Бережная Дуброва на реке Онега в Архангельской области, построенная в 1678 г. В 1714 г. была построена Преображенская церковь, которая находится в Государственном историко-архитектурном и этнографическом музее-заповеднике "Кижы". Сохранившиеся строения подтверждают достаточно большой срок службы дерева. Деревянные дома обладают повышенной устойчивостью при землетрясениях благодаря подвижности соединений и прочности самой древесины и не разрушаются и при 9 балльных землетрясениях.

### Строительство города Петропавловска-Камчатского

В 1739 г. на берегу Авачинской бухты началась постройка домов участникам Второй Камчатской экспедиции, возглавляемой В. Берингом. К осени 1740 г. построены дома для офицеров, три казармы, склады и церковь. Новое селение Беринг назвал Петропавловской гаванью [1]. В начале XIX века город был с домами в одну улицу от Култучного озера до песчаной косы (рис. 1). В 1852 году в нем уже насчитывалось 116 деревянных домов, среди них было здание, в котором находилась канцелярия губернатора (рис. 2). Оно сохранилось до настоящего времени как памятник городской архитектуры. Дома строили уже вдоль двух улиц (ныне Ленинская и Советская). В 1923 г. насчитывалось 217 домов, построенных на перешейке между Никольской, Сигнальной и Петровской сопками [2].



Рис. 1. Петропавловск - главная улица (снимок XIX века)



Рис. 2. Здание губернской канцелярии в Петропавловске-Камчатском (снимок 1912 г.)

Фотографии представлены фондом фотографий Камчатского краевого объединенного музея.

Итак, до 1950-х годов все дома в городе были деревянными. Одно- и двухэтажные рубленые дома строили преимущественно из круглого леса. Использовался кедр, завезённый из Приморья. В связи с нехваткой жилья для проживания рабочих (особенно завозимых на сезонные работы) строили бараки. В микрорайоне 4 километра было построено 18 деревянных барачков с печным отоплением и "удобствами" на улице. В 1954 г. были заложены первые дома на улице Зеркальной. Часть этих домов

сохранились до сих пор. Одно из первых каменных (мелкоблочных) зданий города было построено в 1950 г. на улице Ленинская, 40 (гостиница "Восток"). С этого времени стала преобладать застройка города каменными зданиями. Тем не менее, основной фонд составляли деревянные дома. Дальнейшее развитие строительства в городе привело к застройке территорий, неблагоприятных в инженерно-геологическом отношении. Так осенью 1954 года на грунтах, обладающих тиксотропными свойствами, началось строительство главного корпуса областной больницы. В дальнейшем стали формироваться несколько микрорайонов в северной части города, но промежутки между ними, а также межквартальные проезды до сих пор заняты деревянными зданиями постройки 1950-1960 годов.

Таким образом, деревянные дома строились непрерывно на протяжении всей истории развития города Петропавловска- Камчатского. В последние годы одним из направлений в градостроительном развитии краевого центра стало малоэтажное строительство с использованием деревянных конструктивных элементов. Поэтому сейчас воздействие сильных сейсмических событий на деревянные постройки вызывает особый интерес.

### **Результаты макросейсмического обследования повреждений деревянных зданий при 7-балльном землетрясении 1971 г.**

К 1971 г. 80 % застроенной территории г. Петропавловска-Камчатского составляли деревянные строения. После землетрясения 24.11.1971 г. было обследовано 1104 каркасно-засыпных, 255 рубленых и 35 зданий из бруса. При этом землетрясении степени повреждения всех типов зданий распределились от 0 до 3 [3].

Какие факторы в первую очередь повлияли на повреждения деревянных домов при 7-балльном землетрясении?

#### ***Каркасно-засыпные дома***

42% обследованных каркасно-засыпных деревянных домов в г. Петропавловске- Камчатском в результате 7-балльного землетрясения не имели видимых повреждений (степени повреждения их  $d=0$ ). Повреждения 1 степени получили 47% домов. Повреждения 2 и 3 степени имели 11% домов. Наиболее серьезные повреждения этих домов: трещины и вывалы кирпичей из печи, разрушение и падение печных труб, сдвиг и перекос перегородок, трещины в стыках стен и потолка, по стенам и потолку, проседание пола. На улице Панфилова, в доме 5 произошло смещение здания по фундаменту до 15 см. На улице Суворова, 22 в фундаменте образовались трещины шириной до 1-2 см. В доме на улице Камчатская, 4, построенном в 1935 г., покосились стены и перегородки, просела печь и покосилась в южную сторону под углом  $10^0$ , пол около печи провалился на 15 см. В одноэтажном доме барачного типа на улице Рябиковская, 43, построенном в 1950 г., образовались сквозные трещины в местах примыкания капитальных стен к перекрытию.

Различаются ли повреждения в каркасно-засыпных домах, построенных на схожих грунтах, но в разные годы? В доме новой постройки появились слабые трещины на потолке, на стенах, косые трещины на перегородках, трещины в местах примыкания стены к потолку. Во втором доме, построенном в 1946 г., перекосилась печь, провалился пол, обнаружена большая щель между стеной и перекрытием, под подоконником обвалилась стена. Дом пришел в аварийное состояние из-за того, что прогнили многие деревянные конструкции.

#### ***Здания, построенные из рубленого леса***

Из обследованных рубленых строений 82% получили повреждения 1 - 2 степени. В 30% из них отсутствуют видимые повреждения или встречаются едва заметные трещины в углах примыкания перегородок к потолку. Немногим более половины домов имеют трещины в штукатурке потолков и стен, слабые трещины по штукатурке печей. В 18% обследованных домов повреждены перегородки, частично разрушены печи и дымовые трубы. Степени повреждения их 2 - 3. К примеру, в рубленном двухэтажном доме на улице Радиосвязи, 2, 1930 года постройки, произошел большой перекос стены под окнами, а также были отмечены большие осадки фундамента и просадка пола. В старых одноэтажных домах на улице Кутузова, 1, 12 и 18 просели полы, перекошились стены, прогнулись потолки, образовались трещины над окнами, над дверными проемами, в стыке перегородок со стенами и потолком, а также большие трещины в кладке печи.

Таким образом, на повреждения строений, построенных из рубленого леса, при сильном землетрясении влияет, в основном, их ветхость и грунты, послужившие основаниями фундаментов домов.

### **Здания, построенные из бруса**

На карте сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского 1974 г. все обследованные двухэтажные деревянные здания из бруса расположены в 8 -10 балльных зонах. На основании макросейсмического обследования землетрясения 1971 г. установлено, что у 6% обследованных домов видимые повреждения отсутствуют ( $d=0$ ). Основная часть домов (69%) получила повреждения 1 степени, в них образовались трещины в штукатурке стен, потолков и печей. Половина этих домов была построена в 9- балльных зонах. Время постройки обследованных зданий 1910 - 1956 гг., возможен и более поздний срок (в обследованных карточках не всегда указаны даты постройки). Здания, построенные в 1904 – 1917 гг., получили такие же повреждения, как и дома более поздней постройки. 25% обследованных домов имели повреждения 2 степени. Из них все дома, кроме одного, оказалась в 10 – балльной зоне. В этих домах образовались трещины в штукатурке стен и потолков, трещины в перегородках, над окнами, над дверьми, трещины в кладке печей, иногда разрушались дымовые трубы. В данном случае можно утверждать, что на повреждаемость зданий, построенных из бруса, повлияли неблагоприятные инженерно-геологические условия. Связи повреждений домов из бруса с длительностью их эксплуатации не установлено. Необходимо отметить, что здания начала XX века, расположенные в историческом центре города, построенные из кедра, и при своевременных ремонтных работах показали высокий уровень сохранности. Они и при землетрясении, при столь длительном сроке эксплуатации, не испытали значительных повреждений. Вместе с тем, здания барачного типа, а также дома-временки значительно повреждены из-за того, что строились из некачественных стройматериалов.

Для сопоставления повреждений деревянных и каменных зданий составлена таблица. Она наглядно показывает, что деревянные дома в г. Петропавловске-Камчатском при землетрясении 1971 года оказались наиболее устойчивыми по отношению к сейсмическим колебаниям в сравнении с каменными.

Таблица. Зависимость степени повреждения зданий от типа постройки

Тип зданий	Степень повреждения зданий			
	0	1	2	3
	% выражение обследованных зданий с заданной степенью повреждения			
Каркасно-засыпные	42	47	10	1
Рубленые дома	29	53	17	1
Дома из бруса	6	69	25	-
Каменная застройка	5	27	49	19

### **Современное состояние деревянных домов в г. Петропавловске-Камчатском**

Многие из деревянных зданий, испытавших землетрясение 1971 г., эксплуатируются до сих пор. Авторы сопоставили их современное состояние с тем, что было отмечено при обследовании последствий землетрясения.



Рис. 3. Фундамент дома

В 2009 году нами, совместно с архитектором И.В. Шатило, было выполнено обследование нескольких из сохранившихся к настоящему времени двухэтажных домов из бруса. Приводим краткие описания состояния некоторых из этих зданий при проведенном обследовании.

В доме на Туристическом проезде, 5 при землетрясении 1971 г. образовались тонкие трещины по штукатурке потолка и стен, трещины в стыках стен и потолка. В 2009 г. в фундаменте обнаружены обрушения толстого слоя замазки и повреждения фундамента при хорошем качестве цемента (рис. 3). В квартирах имеются глубокие трещины в штукатурке потолка (рис. 4), по стенам и в стыке стен и потолка (рис. 5). На первом этаже несущая стена на стыке потолка и стены выдвинулась наружу на 1-2 см. Деформирован пол, он стал выпуклым в центре и опущенным на 10-15 см у стен. Здание находится в аварийном состоянии.



Рис. 4. Трещины в штукатурке потолка



Рис. 5. Трещины в стыке стен и потолка

Дом на улице Зеркальная, 52 построен в 1954 г. на склоне сопки Мишенная. Под частью дома расположен цокольный этаж. После землетрясения 1971 года в квартирах этого дома обнаружены тонкие трещины в штукатурке потолка и стен. В стыке печи и стены ширина трещин доходила до 1 см. При обследовании 2009 года в цокольном этаже этого здания повреждений не было обнаружено, так как за год до этого был произведен ремонт.

В квартире первого этажа до сих пор видны широкие и глубокие трещины в штукатурке стен с отколом штукатурки. В угловой комнате торцовая стена просела на 1-2 см и выдвинулась наружу, причиной этого, скорее всего, явился прогнувшийся брус, расположенный под окном. Пол в этой комнате наклонился в сторону торцовой стены. Во всех квартирах обнаружены глубокие трещины в штукатурке стен, в стыке стен и потолка (рис. 6). Состояние здания близко к аварийному.

Дом на улице Ключевская, 23 (рис. 7) построен в 1940 г. После землетрясения 1971 г. были обнаружены единичные трещины в штукатурке стен, перегородок, в угловых стыках стен. При обследовании 2009 г. установлено, что фундамент треснул в нескольких местах (рис. 8). В квартире первого этажа обнаружены трещины вдоль стен, в стыке стен и потолка, над обоями и под обоями (рис. 9). На кухне продольная стена просела, по-видимому, из-за гнили бруса. И во многих других квартирах брус гниет. На лестничной площадке частично обвалилась штукатурка.

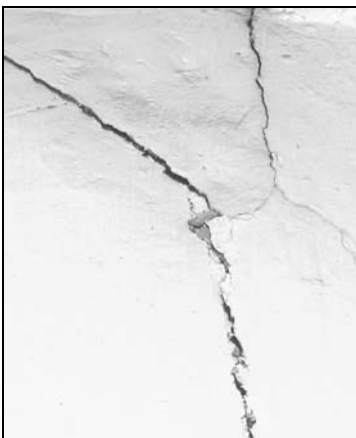


Рис. 6. Трещины в штукатурке стены, в стыке стен и потолка

Здание на улице Ключевская, 45 было построено в 1952 году (рис.7). После землетрясения 1971 года в штукатурке стен и потолков появились глубокие трещины. При обследовании 2009 года замечено, что происходит неоднородная осадка здания. Она обусловлена наличием деформаций сдвига над вытянутой вкрест здания линейной зоной суффозионного выноса тонкозернистой фракции супесчано-щебенистых грунтов, служащих грунтовым основанием здания. На поверхности она представлена цепочками неглубоких понижений в рельефе земной поверхности, в которых после ливней и снеготаяния долгое

время сохраняются лужи. В фундаменте с обеих сторон здания над зоной имеются трещины (рис.8). Пол в тамбуре первого подъезда наклонился в сторону центральной части дома. Во всех квартирах потолок и стены в глубоких трещинах, наблюдаются также трещины в стыках стен (рис. 9). Примечательно, что в период осенних ливней 2009 г. на продолжении этой зоны произошла просадка и размыв дорожной насыпи на шоссе по улице Ключевской.



Рис. 7. Дом на улице Ключевская, 23



Рис 8. Широкая трещина в фундаменте



Рис. 9. Трещины над и под обоями

#### Выводы

Анализ повреждений зданий в г. Петропавловске-Камчатском при 7-балльном землетрясении 1971 г. показал, что деревянные дома обладают наибольшей устойчивостью к сейсмическим колебаниям. Большинство обследованных деревянных домов не получили значительных конструктивных повреждений.

Во многих случаях повышенная степень повреждения определена ветхостью зданий. Кроме того, дома, построенные на рыхлых пылеватых супесях лагунного происхождения, получили наибольшие повреждения ( $d=2 - 3$ ). Кстати, деревянные дома, возведенные на подобных грунтах в поселке Корф при Олюторском землетрясении 2006 г., имели повреждения степени 3 и 3.5 [4]

При градостроительном развитии города Петропавловска-Камчатского следует ориентироваться на малоэтажную жилую застройку территории города зданиями с использованием деревянных конструкций, что может обеспечить наибольший уровень сейсмической безопасности.

#### Список литературы

1. Сгибнев А. Исторический очерк главнейших событий в Камчатке с 1650 по 1857 гг. Морской сборник . 1869., № 7., С. 16.
2. Витер И. В. Хроника строительства г. Петропавловска (1740-1923). Петропавловск-Камчатский, 1997. 112 с.
3. Константинова Т. Г. Зависимость степени повреждения зданий от положения УГВ и мощности рыхлых отложений в Петропавловске-Камчатском при землетрясении 24(25) ноября 1971 г. – В кн.: Сейсмическое микрорайонирование. Кишинев, «Штиинца», 1979. С. 278-285.
4. Константинова Т.Г. Макросейсмическое обследование последствий Олюторского землетрясения (20)21 апреля 2006 года. В сборнике «Олюторское землетрясение (20)21 апреля 2006 г. Корякское нагорье. Первые результаты исследований». КФ ГС РАН. 2007. С.54-125.