

ПОРТУГАЛЬСКАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ СИСТЕМА ПОМБАЛИНО ИЛИ ЧЕМУ НАУЧИЛИ РУИНЫ

Морайш Антонио Жозе,

доктор архитектуры, профессор, инженер,
заведующий кафедрой технологий факультета архитектуры.
Лиссабонский университет.
Лиссабон. Португалия, e-mail: ajmorais@iol.pt, ajmorais@fa.ulisboa.pt;

Морайш Светлана Юрьевна,

архитектор, научный сотрудник Центра исследований архитектуры,
урбанизма и проектирования факультета архитектуры.
Лиссабонский университет (CIAUD FA Ulisboa).
Лиссабон. Португалия, e-mail: lanamorais@iol.pt

Тарасова Ирина Викторовна,

кандидат архитектуры, доцент, декан факультета архитектуры.
Уральский государственный архитектурно-художественный университет.
Екатеринбург, Россия, e-mail: tarasova@usaaa.ru

УДК 72.01
ББК 38.57

Аннотация

В статье представлены основные особенности португальской конструктивной системы Помбалино. Конструктивная система, названная в честь ее основателя Маркиза де Помбала, является примером первых осознанных антисейсмических мер, примененных в архитектуре и строительстве. Она была сформирована на основе глубокого научного анализа последствий землетрясения в Лиссабоне 1755 г. и заслуживает внимания и детального изучения.

На основе организованной Помбалом аналитической работы по изучению последствий землетрясения в Лиссабоне в 1755 г. определены необходимые и достаточные условия сохранения устойчивости архитектурного объекта. В статье описаны основные конструктивные элементы системы Помбалино. Кроме этого, представлено типовое здание Помбалино, определена специфика работы этой конструктивной системы при решении сейсмозащитных задач в городском планировании.

Ключевые слова:

конструктивная система, Помбалино, реконструкция Лиссабона, устойчивость архитектурного объекта

Введение

При проведении реставрационных работ в исторической застройке городов нередко уделяется внимание только внешнему, декоративному аспекту старых зданий. Как правило, сохраняются и реставрируются старые фасады при полной утрате структуры и оригинальных конструкций зданий, хотя именно старые конструктивные системы представляют для нас истинную историческую и практическую ценность. Кроме этого, исторические здания зачастую оказываются вырванными из своего исторического урбанистического контекста, а чудом уцелевшие «со-

кровища» сиротливо ютятся рядом с железобетонными современными архитектурными «монстрами». В связи с этим представляется важным необходимость «разработать ряд критериев для восстановления старинных зданий более сознательным образом. Мы должны возвращать историческим постройкам не только внешний облик, но и сохранять оригинальные конструктивные системы и решать проблемы их совместимости с новыми современными потребностями и функциями» [1].

Сохранение исторического архитектурного наследия актуально и необходимо в настоящее время. Но как сохранять старые здания, претерпевшие зачастую на протяжении десятилетий и столетий различные перестройки, какой этап жизни здания мы должны «заморозить», оставить для наших потомков? Что является наследием, а чем мы можем пренебречь? Необходимо ли хранить музейную неприкосновенность или адаптировать архитектурный объект к современным условиям, что также является нормой сохранения исторического архитектурного наследия? С течением времени старинные здания подвергаются различным изменениям и перестройкам, вследствие которых меняется и нередко существенно сокращается их структурная прочность.

Изучение португальского опыта реконструкции Лиссабона после землетрясения 1755 г. позволит не только открыть любопытное конструктивное решение архитектурных объектов, но и поможет прочувствовать «важность сохранения старых конструктивных систем, которые также представляют большую ценность для изучения исторического развития строительных технологий и бесценного опыта предков» [2]. Вопрос рассмотрения этой темы на примере мало известной для российского архитектурного сообщества португальской конструктивной системы «Помбалино» представляется более чем актуальным. Новые знания об этой специфической и не характерной для России конструктивной системе позволят обогатить и расширить представления о возможностях конструктивных систем в архитектуре, истории их появления, а в дальнейшем позволит включить эти знания в сферу архитектурного образования.

Кроме этого, практическое применение принципов подобной конструктивной системы в российской проектной практике, вероятно, возможно при проектировании и строительстве в сейсмически опасных районах. В Европейской части России высокой сейсмичностью характеризуется Северный Кавказ, в Сибири – Алтай, Саяны, Байкал и Забайкалье, на Дальнем Востоке – Курило-Камчатский регион и остров Сахалин. Менее активны в сейсмическом отношении Верхояно-Колымский регион, районы Приамурья, Приморья, Корякии и Чукотки, хотя и здесь возникают достаточно сильные землетрясения. Относительно невысокая сейсмичность наблюдается на равнинах Восточно-Европейской, Скифской, Западно-Сибирской и Сибирской платформ [3].

Тема Помбалино исследовалась разными авторами. В конце XIX и начале XX в. Кростовао Айрес (Cristovão Ayres) изучал деятельность военных инженеров королевства по восстановлению столицы после Лиссабонского землетрясения. Ученые Государственной научной инженерной лаборатории строительства (LNEC) Рафаэла Кардозо, Марио Лопес, Рита Бенто (Cardoso, Lopes, Bento) в 2000-х гг. рассматривали особенности системы Помбалино с точки зрения мер по безопасности населения в условиях природных катастроф. Елена Сантош (Helena Santos) изучала градостроительные аспекты архитектуры Помбалино. В ее работах представлено большое количество фотоматериалов из архивов и библиотек о прошлом и современном состоянии исторического центра Лиссабона. Профессор Антонио Морайш почти два десятка лет посвятил изучению и защите наследия конструктивной системы Помбалино. Во время бума перестройки исторического центра Лиссабона вместе с группой единомышленников, архитекторов, инженеров, историков, социологов он защищал оригинальную систему Помбала от варварской перестройки и практического уничтожения.

Методика

В статье использованы методы анализа, обобщения и систематизации научной информации из португальских и англоязычных источников. Эта информация рассмотрена как синтез многообразных аспектов изучаемого феномена, в частности таких, как исторический, гуманитарный, технологический, градостроительный и архитектурный. На основе изучения португальского опыта реконструкции Лиссабона сделаны обобщающие выводы.

Основная часть

Масштаб, значимость, революционность и актуальность конструктивной системы Помбалино – результат анализа исторической ситуации, когда произошла лиссабонская трагедия 1755 года и ее ужасающие последствия. Материальные потери и количество человеческих жертв привели к необходимости понимания феномена землетрясения и разработки мер для обеспечения безопасного проживания в сейсмоопасных зонах.

К 1755 году Лиссабон был городом с типичной средневековой планировкой и населением около 250 000 жителей (примерно десятая часть населения Португалии). На протяжении веков органичное развитие города было обусловлено его расположением в устье реки.



Рис. 1. Лиссабон до землетрясения 1755 г. Рисунки XVIII в. Matthaus Seutter, S. Coes Mag. George Aug. Vindel.; MATEUS, João Mascarenhas – Baixa Pombalina: 250 anos em imagens, Lisboa, Câmara Municipal de Lisboa, 2004

Мягкий климат, плодородная земля, высокие берега, облегчающие оборону со стороны реки, и между ними низменность («Байша»), не требующая особых затрат на устройство широкого порта и идеально подходящая для укрытия судов. Город развивался, главным образом, вдоль береговой линии р. Тежу. В период Великих географических открытий, в XV – первой половине XVI в., произошло увеличение населения. Оно было вызвано притоком людей в город, связанным с развивающейся торговлей, судостроением, возможностью заработков, в том числе в качестве членов команд для заморских путешествий [4].

Удобный выход в океан, близость с Азией, Африкой превратили Лиссабон в торговый центр, куда свозились товары, золото из колоний, специи из Азии, рабы из Африки. Несмотря на растущее население, город развивался без плана, в соответствии с потребностями момента, формируясь под влиянием топографии местности, которая с ее несколькими холмами не способствовала регулярности плана города. На равнине, в низине, которая простиралась между холмом Мавританского замка (на востоке) и холмом Сан-Франциско (на западе), была расположена центральная часть города «Байша», что в буквальном переводе означает «низменность». С увеличением численности населения Лиссабона многие здания перестраивались. Увеличение этажности строений способствовало ухудшению безопасности, чистоты и комфорта улиц [1]. В XVII в. во времена правления короля Жуана IV были предприняты меры по расширению общественного пространства главных улиц города для более удобного передвижения конных экипажей. Пришлось снести несколько десятков домов. Тем не менее санитарная ситуация в городе была скверной из-за отсутствия канализации и других мер по очистке улиц [5].

Кроме церквей, дворцов и монастырей, заполнивших город, следует отметить еще одну значительную постройку – акведук «Свободные воды» (рис. 2), построенный между 1732 и 1749 гг., (проект Мануэля Майа, Кустодио Виейра и Карлоса Мардела). Он остался нетронутым после землетрясения, его величественную элегантность можно оценить и сегодня.

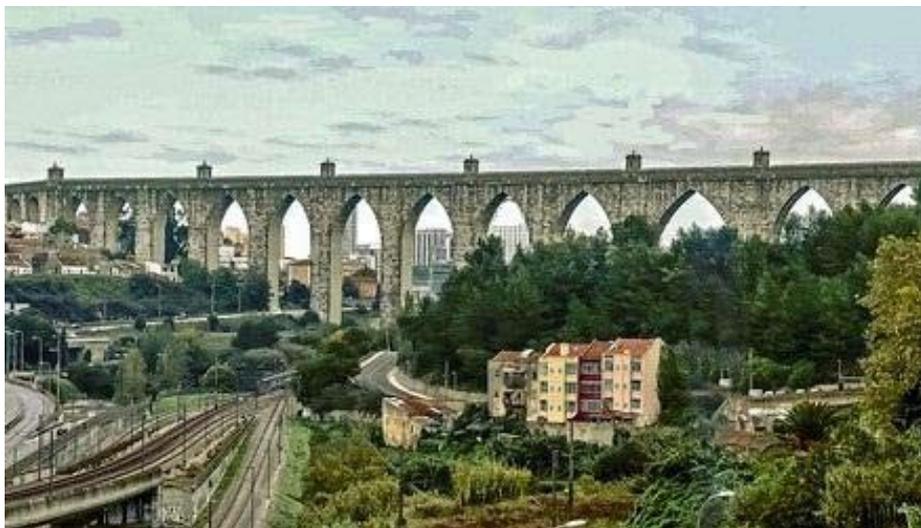


Рис. 2. Акведук «Свободные воды». Фото С. Морайш, 2016

Богатство Лиссабона привлекало Ватикан. Католическая церковь имела безграничное влияние на преимущественно безграмотное, запуганное инквизицией население.

Утром 1 ноября 1755 г., в день большого католического праздника дня всех Святых жители зажгли свечи в домах и собрались в церквях на праздничные службы. В 9 часов утра произошло одно из самых разрушительных в истории землетрясение (рис. 3).



Рис. 3. Землетрясение в Лиссабоне в 1755 г. El Castillo del San Fernando. Noticias da la isla. Источник: <https://soentrenos.blogs.sapo.pt/fujam-terramoto-em-lisboa-44662> Fужам-terramoto em Lisboa.

День лиссабонского землетрясения – один из тех роковых дней, которые изменили мир. Закончилась фаза деизма эпохи Просвещения, когда философы того времени считали Бога Великим архитектором Мира[6]. Великие умы того времени мучились вопросом: как Бог мог допустить гибель такого количества людей, как грешников, так и праведников?

Вольтер писал:

Злосчастный Лиссабон! Преступней был ужели,
Чем Лондон и Париж, что в негах закоsnели?
Но Лиссабона нет, – и веселимся мы [7]

Большое влияние оказала португальская трагедия и на формирование философских взглядов И. Канта, который также первым выдвинул первую, хотя и ошибочную, концепцию причин землетрясений в результате обрушения земляных подземных пустот [1, 8].

Лиссабонское землетрясение 1755 г., сопровождавшееся цунами и пожаром, разрушило город. Погибло около 80 тыс. человек, множество исторических памятников и сокровищ культуры мирового значения оказались утраченными навсегда: ценности архитектуры и искусства, сотни картин великих художников, уникальные документы, в том числе отчеты о Великих географических открытиях, богатейшие архивы Португальского королевства, библиотеки, собрания древних рукописей. Португалии был нанесен гигантский ущерб.

Аналитические этапы изучения последствий землетрясения

Премьер-министр Португалии Себастьян Жозе Карвалью-и-Мелу, граф де Оэйраш, маркиз де Помбал организовал невообразимые по масштабам и эффективности восстановительные работы, чем практически спас свою страну (рис. 4).



Рис. 4. Премьер-министр Португалии маркиз де Помбал. Фото Ordem dos Engenheiros, Lisboa.

На вопрос растерянного, подавленного государя, который чудом остался в живых: «Что нам делать сейчас?», – королевский министр маркиз де Помбал ответил: "Мы похороним мертвых и позаботимся о живых" [9]. Он стал фактическим правителем бедствующей страны. Первым делом он организовал патрули, жестко пресекающие мародерство, мобилизовал войска на борьбу с пожарами. Инженер Мануэль Майя и архитектор Еуженио Сантош были назначены для разработки нового плана Лиссабона с совершенно новой концепцией защиты от стихии. Но для разработки конструктивной концепции, позволяющей защитить здания и людей, необходимо было понять, от чего нужно защищаться, осознать феномен, явление землетрясения, механизм разрушения зданий и сооружений.

В церковных приходах очевидцам трагедии были розданы опросные листы с вопросами: Сколько минут длились толчки? Сколько толчков было? Какие разрушения вы видели в результате

землетрясения? Как вели себя животные? Что случилось с колодцами? Такое исследование проводилось впервые, поэтому Помбал стал практически родоначальником науки сейсмологии.

Наиболее разрушенная центральная часть Лиссабона была оцеплена военными на два года и стала исследовательской лабораторией для архитекторов и инженеров. Действия Помбала вызывали возмущение населения. Людей не допускали к развалинам своих собственных домов. Кроме этого, представители церкви внушали растерянному и подавленному народу, что трагедия произошла по «воле Бога, наказавшего Лиссабон за грехи» [10]. Помбал же провозгласил, что это природное явление, с которым человек может и обязан справиться. За жесткие непопулярные меры его называли еретиком, диктатором и убийцей.

Помбал с группой единомышленников закрыл город, чтобы **учиться у руин**.

Анализ и систематизация информации о последствиях катастрофы позволили сформулировать следующие главные вопросы, которые начинались со слова «почему».

- А. Почему большинство зданий рухнуло полностью?
- Б. Почему некоторые сохранили стены, рухнули только перекрытия и крыши?
- В. Почему остались здания, которые совсем не разрушились?

Таким образом, анализ последствий землетрясения, проходил в два этапа. Первый этап – проведение опроса жителей и работа на завалах. Второй этап – формулирование вопросов об определении степени сохранности архитектурных объектов. Вопросы позволили выстроить дальнейший ход изучения конструктивных особенностей зданий и сооружений, которые не разрушились во время землетрясения.

Первое условие сохранения устойчивости архитектурного объекта – толщина стен

Стены монастыря Кармо устояли, но под его кровлей было погребено больше 3000 человек. Его руины специально сохранили в наизидание потомкам (рис. 5). Стены Оперного театра тоже устояли после землетрясения (рис. 6).



Рис. 5. Стены монастыря Кармо. Waldomingues. Freefoto. Источник: https://cdn.pixabay.com/photo/2016/01/14/13/43/carmo-convent-1139970_1280



Рис. 6. Стены Оперного театра. Opera house. Источник: CMLisbo. Museu de Lisboa, pintura Migue l Tibério Pedegache 1757

К каким выводам пришли архитекторы и инженеры под руководством Помбала, изучая руины? Почему Акведук «Aguas Livres» не рухнул? Почему монастырь Иеронимов почти не пострадал? Они нашли ответ. Потому что «большинство зданий, полностью разрушенных, были из

каменной или керамической (кирпичной) кладки. Эти кладочные материалы обладают хрупким и непластичным поведением, практически без способности выдерживать растягивающие напряжения, следовательно, с плохим динамическим поведением, очень восприимчивым к действию землетрясения» [11].

Выстояли самые толстые стены. Значит, толщина стен влияет на их устойчивость! Толщина дает вес, и это реальное преднапряжение, как в современных предварительно напряженных бетонных конструкциях. Горизонтальные нагрузки от землетрясения, или кровля, в зависимости от ее формы, передают на стены силу, которая приводит к двум потенциальным движениям: к вращению и появлению момента, либо к сдвигу (рис. 7). Одним из решений для предотвращения вращения является приложение дополнительной вертикальной нагрузки, которая добавляется к силе, приходящей с кровли, и в сумме дает меньший угол наклона. Результат – эффект вертикализации силы. Сила не выходит за пределы материи стены и стабильность сохраняется. Как заставить эту вертикальную силу появиться? Мы же не можем до бесконечности увеличивать толщину стен. В готических сооружениях для этого использовали статуи или башенки на опорах. Это не что иное, как закамуфлированный трюк для увеличения веса, т. е. вертикализации усилий, направить усилия внутри материала стен, таким образом погасить момент, сохранить статику конструкции. Но если не прибегать к весу статуи, вертикальная сила должна тогда исходить из веса самой стены, где толщина должна быть больше (порядка метра). [12]

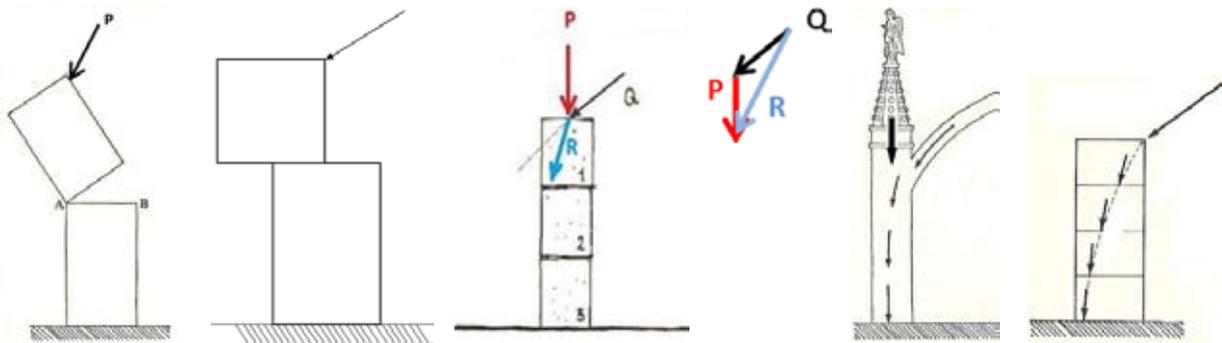


Рис. 7. Два потенциальных движения: 1) вращение и появление момента; 2) сдвиг

Следует отметить, что человечество еще не знало понятия напряженности (только в 1822 г. Коши изобрел концепцию напряжения) и только в 1826 г. Навье дал нам закон Гука. В 1755 г. инженеры еще не имели представления о природе усилий, возникающих в материалах конструкций, и возможности произвести соответствующие расчеты. Но благодаря кропотливой работе архитекторов, инженеров, военных и рабочих, привлеченных к сбору материалов на руинах Лиссабона, статистической систематизации научных данных, а также изучению последствий землетрясений в других странах, в частности Греции, Турции, Италии, были определены проблемы поведения структуры материала и меры для их решения [2, 13]. Была создана комплексная конструктивная система, которая, как минимум, на столетие опередила инженерную мысль своего времени и до сих пор отвечает современным антисейсмическим требованиям. Это был великий научный и практический труд. Сначала была разработана система. Инженеры построили модель здания и приказали военным маршировать и трясти это здание с целью имитации сейсмических сил, чтобы убедиться в том, что новая структура может противостоять землетрясению.

Второе условие сохранения устойчивости архитектурного объекта – синхронность движения стен здания

Наблюдая за руинами, архитекторы и инженеры обнаружили, что некоторые стены фасадов не разрушались, потому что толщина стены была достаточна для высоты и ширины здания, но крыша и полы этажей рухнули (рис. 5, 6). Почему? Проблемы были связаны с асинхронными движениями стен фасадов, параллельных друг другу. Если бы стены двигались синхронно в одном направлении, кровля осталась бы на месте. Если стены «расходятся», кровля (или перекрытия) падает вниз. Если тяжелые метровые стены «сходятся», то они неминуемо раздробят тонкие перекрытия. Необходимо было придумать жесткий элемент, который обеспечил бы синхронное движение двух фасадных стен, но не был бы раздроблен или разорван тяжелыми стенами. Таким элементом стали «стопорные стены» – жесткие диафрагмы, «сшивающие» фасадные стены между собой и таким образом не дающие стенам двигаться асинхронно, а также поддерживающие перекрытия. Эти диафрагмы были включены в общую деревянную замкнутую «клетку». Стены фасада содержали в себе вертикальные деревянные фермы, прибитые к вертикальным поперечным фермам диафрагмам.

Третье условие сохранения устойчивости архитектурного объекта – регулярность и повторяемость формообразующих элементов

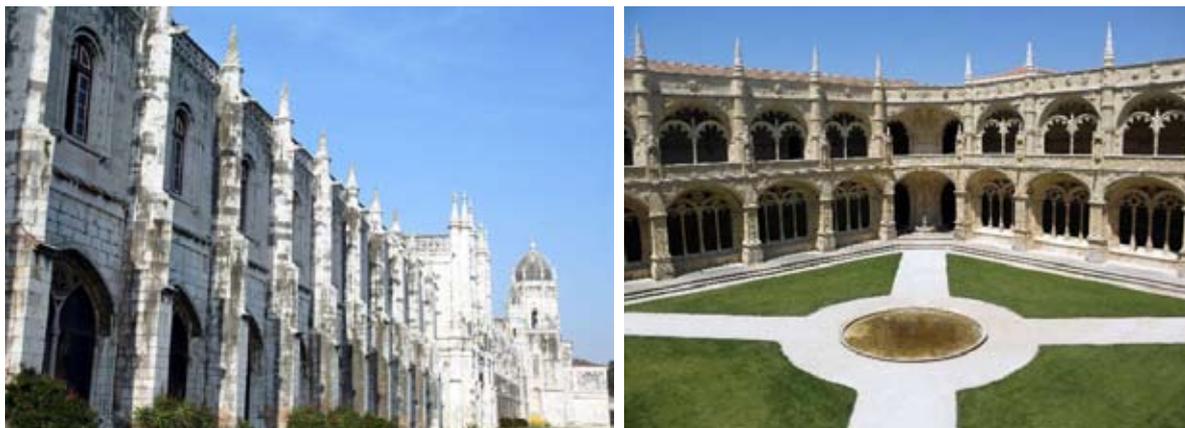


Рис. 8. Современный вид Монастыря Иеронимов. Фото С. Морайш, 2011

Здесь, в монастыре Иеронимов (рис. 8), увидев симметричные арки, равные пролеты, повторяющиеся несущие элементы, регулярные симметричные планы, инженеры-исследователи команды Помбала осознали важность регулярности, однородности и симметрии в управлении потоков сейсмических воздействий.

Четвертое условие сохранения устойчивости архитектурного объекта – трехмерность, «эффект коробки»

«В кладочных зданиях стены расположены в двух ортогональных направлениях в плане здания. Только те, которые имеют ориентацию, параллельную действию землетрясения, обладают устойчивой способностью сопротивления этому действию. Таким образом, двухмерная конструкция не устойчива по отношению к горизонтальным сейсмическим усилиям. Кладочное здание должно состоять из стен в соответствии с двумя ортогональными направлениями, образуя трехмерную структуру с совместным глобальным функционированием, основанную на

последовательных связях и взаимозависимых от ее составляющих элементов, создающих так называемый «эффект коробки». Хорошая связь между различными составными элементами кладочной структуры создает условия для эффективного перемещения сейсмических нагрузок на фундамент, но этого недостаточно (глобальное поведение). Необходимо, чтобы каждый член индивидуально обеспечивал прохождение нагрузки на фундамент без ущерба для себя (локальное поведение)» [11].

Помбал изучал не только руины Лиссабона, но и строительный опыт средиземноморских стран, часто подвергавшихся землетрясениям – Италии, Греции, Турции. Инженеры, посланные им для обобщения этого опыта, увидели, что «слабая, практически без связующих масс и из неравномерных камней или кирпичей, кладка, но «армированная» деревянными элементами, не подвергается тотальному разрушению при землетрясениях. Этот опыт был также использован в новой конструктивной системе» [13].

Помбал не просто скопировал эту систему, а улучшил и органично встроил в свою, совершенно новую сложную систему смешанной кладки с встроенной трехмерной деревянной структурной прошивкой (клеткой) Гайола (Gaiola). Этот элемент обеспечил трехмерность системы при ее «глобальном» поведении и «локальное» поведение, своеобразный «рассеиватель энергии».

В то время как деревянные элементы средиземноморских построек были нерегулярными, базовый элемент поперечной вертикальной решетки Помбала – это правильная квадратная рама, укрепленная внутри диагоналями, так называемый «крест Святого Андрея» X-образной формы – еще одно новшество в системе Помбалино [12] (рис. 9, 10).

Метод деревянной «арматуры» здания, конечно, связан с существующим опытом судостроения, в то время исключительно из дерева.

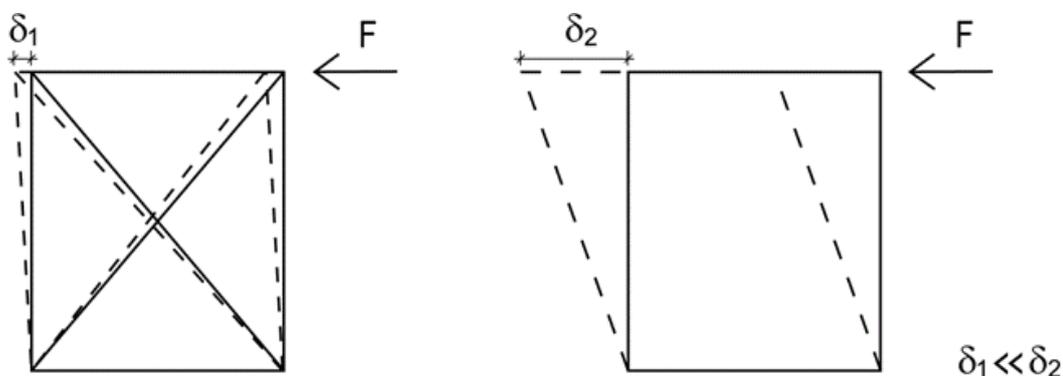


Рис. 9. Схема поведения прямоугольной и крестообразной конструкции при горизонтальных нагрузках. Источник: Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area. HEaRT 2015. Helena Cruz, José Saporiti Machado, Alfredo Campos Costa, Paulo Xavier Candeias, Nicola Ruggieri, José Manuel Catarino



Рис. 10. Решетки Помбала. Фото А. Морайш, 2007 [12]

Пространства между деревянными брусками заполнены кусками камня, плитки и кирпичей, скрепленными раствором глины. Эти материалы были не чем иным, как обломками разрушенных зданий в результате землетрясения. Такое неоднородное заполнение деревянной клетки работает как РАССЕЙВАТЕЛЬ сейсмической энергии – еще одно мощное новшество, созданное архитекторами маркиза Помбала [12].

Во время землетрясения решетка колеблется от одной стороны до другой, что говорит о циклическом характере землетрясения. При этом во время колебаний образуется много трещин, которые рассеивают, гасят энергию толчков. При движении в одном направлении решетка деформирует и «затягивает» раствор, который открывает трещины. При движении в противоположном направлении щель меняет направление движения, и трение материала рассеивает сейсмическую энергию. Деревянные фермы при циклическом деформировании также выделяют сейсмическую энергию.

Пятое условие сохранения устойчивости архитектурного объекта – укрепление слабых грунтов сваями

Так называемый «нижний» Лиссабон был полностью разрушен, но возвышенные районы города, такие как Алфама, не подверглись такому тотальному разрушению, несмотря на одинаковые характеристики построек. Эта часть Лиссабона была построена на плотных скальных грунтах. Для укрепления устойчивости не только стен, но и фундаментов на слабых неустойчивых песчано-глиняных грунтах нижней части Лиссабона инженеры Помбала внедрили в свою систему – свайные фундаменты.



Рис. 11. Свайные фундаменты Santos. Источник: <https://www.scribd.com/doc/127060861/Tese-de-mestrado-Analise-do-sistema-Constructivo-Pombalino-e-Recuperacao-de-um-Edificio-pdf>

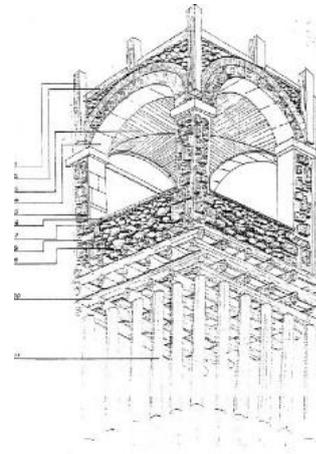


Рис. 12. Арки первых этажей и сваи фундаментов (Silva, 2007)

Типовое здание «Помбалино»

Структурные детали зданий Помбалино представлены на рисунках 13,14. Каменная кладка наружных стен (толщина от 0,80 до 1,0 м) выполнена из нерегулярных блоков из известкового камня и известкового раствора с очень низкой прочностной способностью. Для заполнения «клетки» использовался каменный щебень, извлеченный из разрушенных землетрясением зданий, или глиняные кирпичи, аналогичные кирпичам, используемым в подвалах первого этажа. Во внутренних стенах можно найти оба типа кладки.



Рис. 13. При реконструкции зданий Помбалино открывается структура деревянной прошивки и крестообразных деревянных элементов. Фото С. Морайш. 2010

Наружные каменные кладочные стены очень массивные с регулярной деревянной крестообразной структурой внутри. Во внутренние стены кладки, которые являются важными конструктивными элементами (диафрагмами), тоже заключена деревянная крестообразная структура – «гайола». Крыши изготовлены из деревянных ферм с деревянной обрешеткой, на которой крепится керамическая черепица.



Рис. 14. Структурные детали здания «Помбалино». Рисунок адаптирован из Mascarenhas [11]

Перекрытия между этажами и полы состоят из деревянных балок, связанных между собой поперечными стяжками и покрытые досками. Устойчивость перекрытий обеспечивают стенные поперечные стопорные диафрагмы, которые обеспечивают жесткую связь между фасадными стенами, препятствующую их расхождению и схождению при сейсмических воздействиях. Конструкции первого этажа представляют собой стены из кладки, поддерживающие систему сводов, выполненных из блоков керамической (кирпичной) кладки и каменных арок. Фундаменты усилены деревянными сваями.

Градостроительные аспекты системы «Помбалино»

Мануэль да Майя, главный инженер королевства, совместно с Эуженио Сантошем и Карлосом Марделем разработал план восстановления Лиссабона. Разрешение на начало восстановительных работ по этому плану было подписано королём Д. Хосе 12 мая 1758 г. Мануэль да Майя первоначально изучил пять способов возможного обновления Лиссабона. «Первый предлагал

восстановить его прежнее состояние, второй путь – возведение зданий на прежних высотах, но расширить улицы, третий путь – строить здания не более двух этажей, но узкие улицы расширить, четвертый путь – пока оставить разрушенный Лиссабон, и возвести новый, на другом месте начиная – от Алькантара до Педрус и дать владельцам разрушенных домов построить новые, по собственному усмотрению, и, наконец, пятый путь – расчистить город от руин, сформировать новые улицы с новой разумной шириной, удобной и безопасной и с ограничением по высоте зданий...» [5].

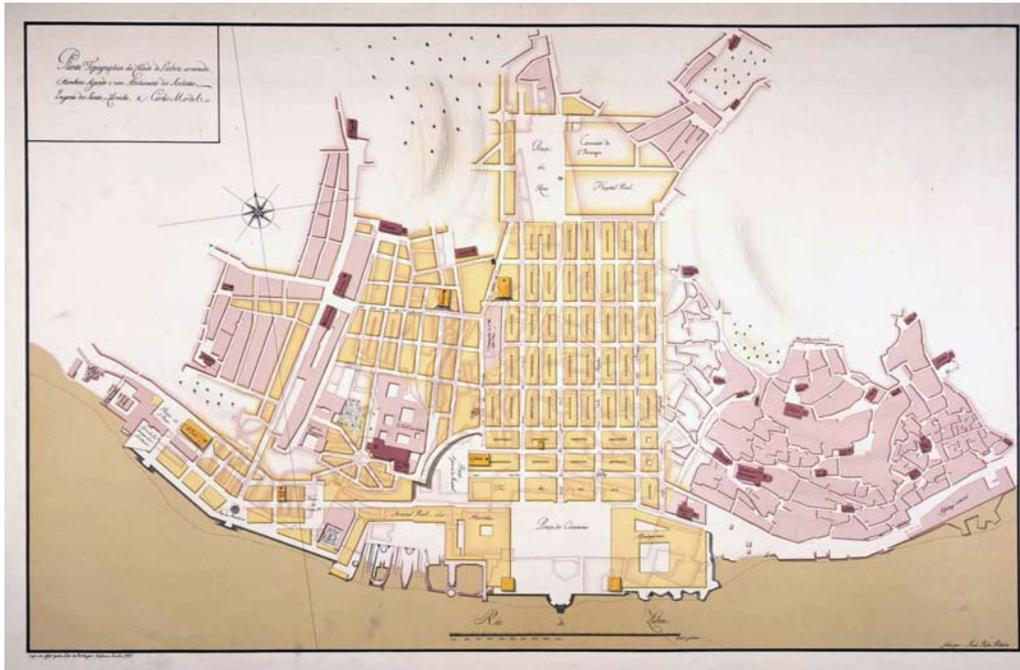
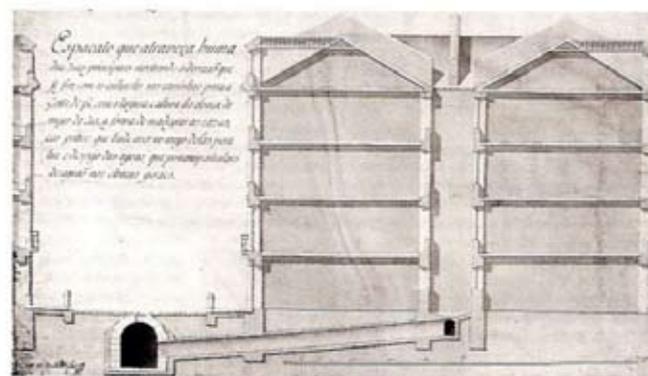


Рис. 15. Новый план Лиссабона. Автор инж. Еуженио Сантош. Источник: Appleton, João – Reabilitação de Edifícios Antigos, Patologias e Tecnologias de intervenção, 1ª Edição, Edições Orion, 2003

План был основан на идее конструктивной стандартизации, достигнутой типовыми блоками зданий, вставленными в регулярную ортогональную сетку улиц, и модульностью типологии зданий и их фасадов, которые варьировались по иерархии в зависимости от важности улиц и вида деятельности владельцев. Были также внесены существенные улучшения с точки зрения гигиены и безопасности, такие как канализационная сеть и сбор мусора, бытовые поставки водных и пожарных гидрантов, расширение улиц для проезда конных экипажей и организация защищенных широких тротуаров для пешеходов.



III-52 Sistema de drenagem dos saquões.

Рис. 16. Разрез улицы системы «Помбалино». Рисунок инж. Еуженио Сантоша. Устройство пешеходных тротуаров и улиц для конных экипажей с устройством подземной канализации и дренажных каналов. Источник: Beatriz Piccolotto



Рис. 17. Аэрофотосъемка Лиссабона. Источник: Google map, 2015

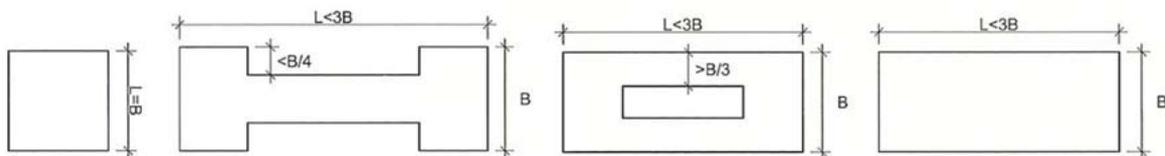


Рис. 18. Рекомендуемые пропорции блоков («квартейрао») зданий с точки зрения сейсмической прочности. Более узкие – жилые, более широкие – административные. Источник: Mascarenhas [11]

На аэрофотосъемке Лиссабонского центра с высоты птичьего полета (рис. 17) можно увидеть регулярные блоки зданий, построенные по планировочной системе Помбала. Каждое здание (секция блока), принадлежащее к данному блоку, аналогично зданиям (секциям) того же блока, и каждый блок аналогичен другим блокам. На рис. 19 представлен оригинальный проект типового фасада (чертеж архитектора Еуженио Сантоша). Первоначально функции этих зданий были коммерческие на первом этаже и жилые на верхних этажах. Каждое здание имело один или два входа на жилые этажи. Фасады зданий были одинаковыми, жестко связанными между собой. Общая стена между зданиями служила также диафрагмой жесткости. Фасад блока зданий выглядит целостно, как единый. Со временем здания стали отличаться друг от друга, потому что собственники производили косметические ремонтные работы, украшали фасады на свой вкус, отделявали фасады керамической плиткой или штукатуркой с последующей покраской, вокруг проемов появлялись лепные украшения. При этом общая геометрия зданий оставалась неизменной, как и блочная застройка кварталов. Блоки зданий Помбалино получили название «Квартейрао» (рис. 17, 18).

Правильная геометрия зданий, повторяемость одинаковых элементов фасадов (рис. 19, 20) позволяет отличать здания Помбалино от других зданий из кладки. Согласно первоначальной концепции, размеры и горизонтальные интервалы проемов одинаковы для всех зданий Помбалино [11]. Передние фасады характерны выровненными по вертикали и горизонтали, равными по ширине и высоте оконными и дверными проемами. Для типичного здания Помбалино на первых этажах все проемы – это двери. На втором этаже проемы – это либо только двери с балконами, либо только окна, в зависимости от важности улицы. На следующих этажах проемы – только окна. На верхнем этаже проемы включены в структуру крыши и могут быть окнами или маленькими дверями [11]. Количество проемов варьируется от трех до шести, в зависимости от размеров здания.

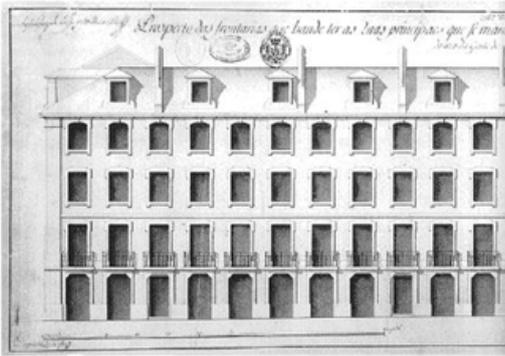


Рис. 19. Типовой фасад предложенный Eugenio Santos. Фото Е. Сантош, 2000



Рис. 20. Здания «Помбалино» в структуре улиц Лиссабона. Источник: Lisbon Google Map, 2015

На рис. 20 улица Помбалино, слева здание банка, претерпевшее реконструкцию без сохранения оригинально деревянной структуры (сохранены только фасады), справа здание Помбалино, уже освобожденное от жильцов и коммерческих заведений, но еще без структурных и декоративных реставрационных работ. С течением времени многие здания подверглись разной степени перестройки. К некоторым пристроены дополнительные этажи. Как правило, структура нижних этажей не изменилась, но верхние связи утрачены, что привело к нарушению структуры «гайолы» и изменению облика здания в структуре городской застройки, а также к частичной потере устойчивости к землетрясению [14].



Рис. 21. Здание Помбалино, нуждающееся в реставрации, претерпевшее мелкие перестройки, но с сохранившейся первоначальной структурой. Фото С. Морайш



Рис. 22. Здание Помбалино на этапе реставрации. Структура здания полностью разрушена, сохранён только фасад, к которому будет пристроена железобетонная конструкция нового здания. Фото С. Морайш

На рис. 23 фасады и интерьеры здания Министерства финансов в Лиссабоне на улице Comercio. Это очень хороший пример реконструкции исторического здания Помбалино с сохранением оригинальной конструктивной структуры и органичной адаптацией здания к современным условиям. Фасады восстановлены в первоначальном виде, а в интерьерах использованы современные отделочные материалы, но при этом деревянные перекрытия, деревянные лестницы и деревянная крестообразная «гайола Помбалина» стен сохранены или восстановлены. Эта проектная работа курировалась факультетом архитектуры Лиссабонского университета и доказала возможность реставрации не только фасадов, но и первоначальной деревянной структуры типичного здания Помбалино, несмотря на существующие скептические мнения о том, что система Помбалино утратила актуальность и что деревянная структура нежизнеспособна.



Рис. 23. Фасад и интерьер здания Министерства финансов в Лиссабоне на улице Comercio. Фото С. Морайш, 2010

Некоторые искусствоведы критикуют строгую архитектуру Нового Лиссабона Помбала, ссылаясь на то, что время дона Жозе 1 – это эпоха барокко, рококо и стиля мануэлино и, возможно, если бы план разработал светский архитектор, а не военный инженер, столица была бы более изысканной [5]. Но необходимость быстрого, экономичного и безопасного восстановления города, возможность поставить «на поток» производство строительных элементов, строгость, аскетизм были вынужденной мерой после трагедии.

Выводы

Изучение последствий землетрясения в Лиссабоне в 1755 г. на примере сохранившихся архитектурных объектов позволило выявить пять основных условий сохранения устойчивости зданий: толщина стен; синхронность движения стен здания; регулярность и повторяемость формообразующих элементов; трёхмерность, «эффект коробки»; укрепление слабых грунтов сваями.

Конструктивная система Помбалино не потеряла своей актуальности как на уровне объёмной архитектуры зданий и сооружений при проектировании отдельных объектов, так и при планировании городов и разработке объёмно-планировочной структуры градостроительных образований.

Как показывает опыт Помбала, который перед лицом масштабной проблемы искал ответы на свои вопросы не только в Португалии, но и в других странах, архитекторы и градостроители должны понимать свою ответственность в том, что архитектурные памятники принадлежат всему человечеству, имеют большую значимость. Рассмотрение городской застройки как единого организма помогает решать задачи его эффективного функционирования. Реконструкция Лиссабона в XVIII веке – пример комплексного подхода, когда важны не только архитектура зданий и сооружений, их структура как отдельно стоящих архитектурных объектов, но и градостроительные аспекты, планировочные особенности при создании комфортной и безопасной среды проживания.

Библиография:

1. Магеллан Сепульведа, К.А. Мануэль да Майа и Португальские военные инженеры после землетрясения 1755 года. – Лиссабон: Национальная печать, 1910. Т.1.
2. 13-я Всемирная конференция по сейсмостойким технологиям. Ванкувер, 1–6 августа 2004 г. Документ № 918 Сейсмическая устойчивость старой португальской конструктивной системы Помбалино. Кардозо, Марио Лопес, Рита Бенто.

3. География. Сейсмичность в России [Электронный ресурс] – URL: <https://geographyofrussia.com/sejsmichnost-rossii>
4. Диас, Ф.М.А. Спасение жертв лиссабонского землетрясения (1755). – Лиссабон: Университет Католика, 2016.
5. Сантош, М.Е. «Байша» Помбалино, прошлое и будущее. Изд-во Горизонт, 2000.
6. Буено, Б.П.С. Лиссабон Помбала: насколько иллюминистский? Университет архитектуры и урбанизма Сан-Паулу. Бразилия.
7. Матюшкин, И.В. Вольтер Философские сочинения Пер. с фран. / Ин-т философии. – М.: Наука, 1996. – 560 с. (Памятники философской мысли).
8. Филиппов, М. М.. Иммануил Кант. Его жизнь и философская деятельность // Aegitas, 9 августа 2015 г. – Биография и автобиография.
9. Marinagra. [Электронный ресурс] – URL: <https://marinagra.livejournal.com/80071.html>.
10. Коэльо, Б.Д. Землетрясение 1755 года. Катастрофа, которая повлияла на мировоззрение больше, чем крушение Титаника. // Газета “Г” 05/02/2018.
11. Маскареньяш. «Байша» Помбалина. Некоторые технические инновации. 2-е изд. Lisbon: ENCORE, LNEC, 1994.
12. Морайш, А.Ж. Система Помбалино. Структурная характеристика и сейсмическое поведение. ARTiTEXTOS. – 2006. – №º03.
13. Круш, Е., Машадо Ж., Коста А. Исторические деревянные постройки средиземноморья, устойчивые к землетрясению, HEaRT 2015.
14. Апельтон, Ж. Реабилитация старых зданий, патологии и технологии реконструкции. – Orion, 2003.

Статья поступила в редакцию 30.07.2018

Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция – На тех же условиях») 4.0 Всемирная.



PORTUGUESE STRUCTURAL SYSTEM POMBALINO OR LEARNING FROM RUINS

Morais, Antonio J.,

Doctor of Architecture, Professor, Engineer,
Head of the Department of Technologies, Faculty of Architecture
University of Lisbon
Lisbon, Portugal, e-mail: ajmorais@iol.pt, ajmorais@fa.ulisboa.pt

Morais, Svetlana Yu.,

Architect,
Researcher at the Research Centre for Architecture, Urbanism and Design
Faculty of Architecture.
University of Lisbon (CIAUD FA Ulisboa).
Lisbon, Portugal, e-mail: lanamorais@iol.pt

Tarasova, Irina V.

PhD. (Architecture), Associate Professor,
Dean of the Department of Architecture.
Ural State University of Architecture and Art.
Ekaterinburg, Russia, e-mail: tarasova@usaaa.ru

Abstract

This paper presents the main features of the Portuguese constructive system Pombalino. The constructive system, named after its founder, Marquis de Pombal, is an example of the first conscious anti-seismic measures applied in architecture and construction. It was formed on the basis of a deep scientific analysis of the consequences of the earthquake in Lisbon in 1755 and deserves attention and detailed study.

Based on Pombal's analytical work on the effects of the earthquake in Lisbon in 1755, necessary and sufficient conditions for preserving the stability of the architectural object have been determined. The main structural elements of the Pombalino system are described in the article. In addition, a typical Pombalino building is represented, the specifics of the work of this constructive system in solving seismic protection problems in urban planning are determined.

Keywords:

constructive system; Pombalino; Lisbon reconstruction; stability of an architectural object

References:

1. Cristóvão Aires de Magalhães Sepúlveda. (1910) Manuel Da Maia and The Portuguese Military Engineers in the Earthquake of 1755. Lisbon: Imp. National. 1 v.
2. Rafaela CARDOSO, Mário LOPES, Rita BENTO. 13th World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver, B.C., Canada August 1-6, 2004. Paper No. 918 Earthquake Resistant Structures of Portuguese Old 'Pombalino' Buildings.
3. Geography. Seismicity in Russia. Available from: <https://geographyofrussia.com/sejsmichnost-rossii>. (in Russian)

4. Dias, Ferreira Maria Amélia. (2016) *The Help to The Victims of The Lisbon Earthquake (1755)*. Portuguese Catholic University.
5. Santos, Maria Helena. R. (2000) *Lisbon Downtown of Pombal, Past and Future*. Livros Horizonte.
6. Beatriz Piccolotto Siqueira Bueno. *POMBALIN LISBON: How much is ILUMINIST?* University of Architecture and Urbanism of São Paulo. Brazil.
7. Matyushkin, I.V. (1996) *Voltaire Philosophical writings*. Institute of Philosophy. Moscow: Nauka. (in Russian)
8. Filippov, M.M. (2015) *Immanuel Kant. His life and philosophical works*. Aegitas, Aug 9. Biography & Autobiography. (in Russian)
9. Marinagra. Available from: <https://marinagra.livejournal.com/80071.html>.
10. Beatriz Dias Coelho. *Sismo de 1755. A catástrofe que teve mais impacto do que o naufrágio do Titanic*. Jornal “I” 05/02/2018.
11. Mascarenhas, J. (1994) “Pombaline Downtown, Some Technical Innovations”. 2nd ENCORE, LNEC, Lisbon.
12. António Jose Morais. (2006) *Pombalino System: Structural Characterization and Seismic Behavior*. ARTiTEXTOS nº03.
13. *Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area*. HEaRT 2015 Helena Cruz, José Saporiti Machado, Alfredo Campos Costa, Paulo Xavier Candeias, Nicola Ruggieri, José Manuel Catarino.
14. Appleton, João. (2003) *Rehabilitation of Old Buildings, Pathologies and Intervention Technologies*. 1st Edition, Orion Editions.