ТАЙНЫ СРЕДНЕВЕКОВЫХ СОБОРОВ

© Ф. Х. Даудова

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Готические соборы Европы – творения средневековых зодчих, которые хранят давние тайны. Как с помощью примитивных инструментов их построили такими высокими? Какими принципами руководствовались их строители? Могут ли современные технологии раскрыть все то, благодаря чему эти колоссы до сих пор не обрушились?

Ключевые слова: Кёльнский собор, архитектура, археология, дизайн.

Разгадать эти тайны можно лишь одним способом, разобрав эти величественные средневековые сооружения на части. Тщательное изучение их стен, подземелий и фундамента откроет нам удивительные инженерно-технические секреты из арсенала мастеров средневековья.

Город Кёльн в Германии располагается на обоих берегах Рейна. Именно здесь находится самое знаменитое здание средневековья – Кёльнский собор. Таинственное сооружение, дошедшее до нас из глубины веков.

750 лет назад жители города вознамерились построить собор, самый высокий собор в мире. В двадцать раз выше деревянных город-

ских построек. Размеры этого собора поражают современных специалистов, пытающихся разгадать его секреты.

Самое удивительное в этом здании то, что в те времена кому-то хватило смелости замахнуться на проект таких масштабов. Это нечто невероятное!

Кёльнский собор, как показали замеры, весит 120 тысяч тонн. Стекол в его стенах достаточно для 30-этажного небоскреба. Потолок держится на огромных каменных ребрах. Они же поддерживают крышу весом 600 тонн. Вздвигаясь на высоту почти 160 метров, две изящные башни когда-то делали это сооружение самым высоким в мире.

Рис. 1. Кёльнский собор

Как же в те годы построили это чудо?

Историкам на удивление мало известно о первоначальном периоде строительства Кёльнского собора. Записей почти не сохранилось.

Архитектор Дак Притчет полон готовности раскрыть секреты средневекового сооружения. Для этого Дак пытается применить цифровой лазерный сканер. Это устройство поможет ему взглянуть на собор в совершенно ином свете. Это потрясающая вещь, сканер генерирует до миллиона размерных точек в секунду, и что еще удобно – угол поворота 360 градусов. Он в состоянии определить глубину подземелий, размер колонн, и все с точностью. Мы собираем все эти данные и создаем трехмерную карту собора. Сегодня Дак добавит к информации важные детали, он направляется на центральный балкон. Если удастся просканировать подземные уровни собора – это будет шагом вперед. Лазерное сканирование можно применять для самых разных целей, я его использую, чтобы разобраться с архитектурой, понять, как это здание было построено. Сканер посылает невидимый глазу лазерный луч на 187 метров. Наткнувшись на дороге на какое-либо препятствие, луч возвращается. А сканер обрабатывает полученную информацию и выдает удивительно подробные изображения,

которые Дак может изучить под любым углом. «Я получил порядка 660 изображений, а к концу недели их будет на 20 больше». Дак работает с колоссальным объемом информации, и ему уже открывается общий замысел людей, построивших это невероятное здание.

Высокие башни собора видны издали, шпили собраны так, чтобы противостоять напору ветра. А под ними каменные стены, поддерживающие огромный вес башен. Другое дело церковь за ними, за внешними стенами находятся изящные каменные арки. Это похоже на вид изнутри современного небоскреба. Но ведь это творение рук средневековых зодчих, живших здесь 700 лет назад. Как жителям Кёльна пришло в голову, что строительство такого высокого здания вообще возможно.

За 300 км отсюда на севере Франции другая команда изучает еще более древний собор Амьен. Амьенский собор предтеча собора в Кёльне. Его шпили возвышаются над городом почти 800 лет. Это самый высокий достроенный собор во Франции.

Гийом Карол использует лазерные технологии, чтобы понять, как был построен этот собор. «Вообще-то я здесь родился и о истории собора знаю не понаслышке». Гийом верит, что со временем воссоздаст давно утерян-

Рис. 2. Амьенский собор

ные чертежи Амьенского собора. В настоящее время нет ни одного чертежа данного собора. В 13 веке не принято было хранить чертежи и никакие подобные документы. Вот поэтому мы и пытаемся с помощью этого прибора провести точные замеры здания и таким образом воссоздать точные чертежи строения.

Строительство собора началось в 1220 году. Это один из нескольких расположенных рядом с Парижем соборов, создатели которого устремлялись помыслами в небеса. Они стремились выстроить самый высокий и вместительный собор. В средние века города Франции соперничали между собой, чей собор будет считаться самым главным. Лазерное сканирование показало, что высота центральной арки 43 метра, а колонны на удивление тонкие. На экране прибора можно рассмотреть детали фрагментов собора, например, увидеть колонны в поперечнике. По тем временам столь высокие и стройные колонны должны были быть слишком хрупкими, чтобы поддерживать огромное здание. Как же средневековые архитекторы решили проблему, которая ставила в тупик строителей Древнего Рима. Все дело в форме арок. В классической римской арке камни наверху оказывают давление на колонну. Если здание высокое, арку начинает распиравать, и потолок обрушивается. А французские архитекторы поняли: если сделать арку стрельчатой, то давление пойдет вниз на прочное основание колонны, то есть колонны выдержат большой вес. Арку можно сделать выше, а все здание крупнее. Амьенский собор со стрельчатыми арками подсказал жителям Кёльна истинное решение.

Что же побуждало немцев стремиться в высоту? Ответ на этот вопрос таится в сердце Кёльнского собора, внутри ракии из золота. Некоторые полагают, что в них хранятся мощи трех волхвов. Петер Фюссиних служит главным архитектором Кёльнского собора. «Обратите внимание, откуда падает свет». В подчинении Петера находятся свыше 70 сотрудников собора. Каждый год собор посещают шесть миллионов туристов. Но Петер уверен, что в средние века главной ее достопримечательностью была усыпальница. Рака была одной из причин строительства Кёльнского собора.

«Дело не в том, что ее украшает, дело в том, что у нее находится внутри. Я имею в виду мощи волхвов. Эта святая реликвия была доставлена в Кёльн в 1164 году, и вслед за ней в город хлынули толпы паломников. То есть старая церковь вскоре перестала вмещать посетителей, вот и было решено построить собор». Эта святая рака вдохновила горожан построить собор таких впечатлительных размеров, что на протяжении жизни одного поколения закончить его было никак нельзя.

«Это здание не перестает удивлять наших с вами современников. Это один из первых проектов, над которым работали несколько поколений. Стройка переходила из поколения в поколение, но бросить строительство никому и в голову не приходило».

Эти люди верили, что с проблемами строительства справятся их дети и внуки. Как построить собор, вмещающий одновременно 20 тысяч верующих, со стенами из хрупкого стекла? Этот средневековый небоскреб называется Кёльнский собор. Он занимает площадь 8 тысяч квадратных метров, как строители сумели дать свет в это огромное сооружение за сотни лет до открытия электричества. Ответ кроется в самой конструкции здания. Мощные колонны из камня удерживают от обрушения башни. А внутреннее помещение собора просторное и воздушное. Стекла здесь столько, что им можно покрыть футбольное поле. Верхняя секция стен почти полностью сделана из стекла толщиной в несколько миллиметров. А сверху нависает массивная крыша из свинца. Как в те далекие годы удалось соорудить окна такими большими и при этом такими прочными?

В средние века человек еще не владел искусством создания стекол огромных размеров. Ульрики Бринкман изучила приемы, позволившие строителям собора раздвинуть границы возможного. Кельнский собор. Мастерская по созданию витражей. Средневековые стеклоделы делили каждый витраж на фрагменты, небольшие фрагменты крепились друг к другу с помощью свинца.

«Стекло в средние века выдували сами стеклодувы. Они применяли стеклянную трубку, поэтому размеры фрагментов витража, приготовленных к покраске, были ограничены».

Реставратор Петер Беккенкоф открывает нам мастерство, с которым изготовлены фрагменты витражей, осторожно снимая с них вековую грязь.

«Стекло требует осторожного обращения. Реставратору нужно чувствовать стекло. А это достигается только опытом. Темные отложения на фрагментах убирать совсем не сложно».

Фрагменты темные даже после очистки, но на свету они заиграют.

«Строители тогда умели работать со светом. И знали, как он проходит, скажем, через стекло, не искажая изображения. Эти знания теперь утрачены».

Изысканные детали витражей не были видны находящимся в соборе верующим. Однако их цвета и тематика создают впечатление причастности к божественному.

«Я думаю, что в средние века входившие сюда теряли дар речи. Через окна било солнце и освещало внутреннее убранство собора. Это и сейчас впечатляет. А ведь тогда люди жили в небольших и плохо освещенных домах».

Однако высота окон создает серьезную проблему. Стрельчатые арки позволяют строить более высокие соборы с окнами во всю стену. Но чем выше строение, тем больше вероятность обрушения. Несущие стены или контрфорсы принимают на себя часть давления, однако загораживают свет и выдаются в боковые пределы. Инженеры средних веков обнаружили, что, если колонны с опорными балками установить снаружи здания, получатся так называемые арочные контрфорсы. Теперь они могли делать высоченные окна от пола до потолка, впускающие свет божий. Наружные арочные контрфорсы не дают стенам и крыше упасть. А что же не дает рухнуть потолку внутри собора? Ведь он словно парит в воздухе.

Кёльнский собор. Мастерская по работе с камнем. Вольфганг Купер – один из двадцати работающих в соборе каменщиков. Он знает, что работа с известняком требует предельной точности. «Эта ножовка, которую я одолжил, очень легко режет известняк». Каменщики напоминают врачей, которые заботятся о почти 800-летнем пациенте. Сейчас Вольфганг делает точную копию блока, который называют

балдахином. «Это называется крестоцвет, надо вырезать пустоты и убрать все лишнее, чтобы остались листья. Это очень тонкая работа». Увы, оригинал уже не подлежит восстановлению. Его повредили во время второй мировой войны. Передняя часть вообще отсутствует. Осталась только задняя. На создание копии у Вольфганга уйдет целых полтора года. «Трудно заниматься так долго одной деталью. Быть все время сосредоточенным, со временем начинаешь отвлекаться и допускать мелкие ошибки. Мы ведь не роботы, а люди». Старинный собор до сих пор радует глаз благодаря мастерству далеких предшественников Вольфганга.

Потолок держится не из-за толстых стен, а благодаря стрельчатым аркам, которые напоминают реберный каркас. Между арками проложен тонкий слой кирпича, который образует потолок, или нервюрный свод. Встроенные колонны передают вес сооружения основанию. То есть потолку поддержка не нужна, он сам себя поддерживает. Сводчатый потолок несет чудовищную нагрузку. Окажись пара камней не на месте, и все обрушится.

Опасности подобного строительства прекрасно видны на примере Амьенского собора. Эксперт Гийом Карон исследует повреждение нервюрного свода собора. «Здесь на потолке появилась трещина. Измерить ее мы можем при помощи лазера. И вот у нас результаты. Ширина образовавшейся трещины 5 сантиметров. В главном нефе собора образовались и другие трещины». Гийом не может сказать, что вызывает это образование трещин. Но специалисты полагают, что средневековые строители допустили ошибку. Арочные контрфорсы расположены слишком высоко, крыша находится в напряжении, стены деформируются и разрывают контрфорсы. Увеличивается ли район повреждений? По результатам замеров, которые были проведены 4 года назад, трещины не увеличились, и это радует.

Потолок Кёльского собора в Германии выглядит целым. Но так ли это на самом деле?

Крыша собора. Дак Притчет поднимается под крышу собора, чтобы просканировать нервюрный свод вблизи. «Сейчас мы находимся над самой старой частью собора, то есть на холме. Поступим мы вот как. Я буду

перемещать сканер по всему открытому пространству, а результаты замеров сравню с замерами, сделанными с земли недавно. И так мы увидим, все ли с собором в порядке». Дак надеется, что при помощи сканера увидит собор так, как никто и никогда его не видел. «Потрясающее изображение. Мы ясно видим собор во всех деталях, как на ладони». Законченное трехмерное изображение показывает все до мелких деталей. На экране показана та часть собора, где мы сейчас находимся. Интересно то, что нервюрный свод словно тонкая мембрана и все элементы конструкции поддерживаются стрельчатыми арками. Здесь у нас колонны, которые переносят вес на фундамент, а вот арочные контрфорсы, которые немного давят вовнутрь. С точки зрения архитектуры все элементы здания находятся в гармонии друг с другом.

Но сканер обнаружил новую загадку.

Как древние мастера построили нервюрный потолок на высоте свыше 40 метров так, чтобы он не обрушился?

Исследователи считают, что вначале были построены деревянные леса до самого верха стрельчатых арок. А наверху с удивительной точностью были уложены каменные блоки, так что центральный элемент встал точно на место. Затем пустоты между арками заполнили легкими кирпичами и покрыли их цементом. Наконец деревянные леса были разобраны в надежде, что потолок выдержит.

Кёльнские строители создали этот удивительный небоскреб за сотни лет до наших технологий. Как же этот огромный собор выдержал столетия ветров, дождей и стихийных бедствий?

Кёльнский собор пережил долгие столетия. Этот каменный колос находится в сейсмически активном регионе Европы. Только за последние 300 лет здесь произошло более 120 землетрясений, разрушивших более поздние построения. Как же это понимать? Как это таинственное сооружение выдержало столько стихийных бедствий?

Клаус Ге Хинсон – сейсмолог Кёльнского университета, вместе с коллегами он поднимается на крышу Кёльнского собора, чтобы снять данные о том, как ведет себя собор во

время землетрясения. «Наблюдения мы начали в 2008 году и с тех пор регулярно приходим сюда и снимаем показания приборов. Самые обыкновенные датчики движения, которые улавливают самые малейшие колебания всего сооружения». Приборы помогают Клаусу понять, что произойдет при малейших подземных толчках. «За последние 20-30 тысяч лет в этом районе произошло несколько землетрясений силой от 6 до 8 баллов. Геологически это всего лишь мгновения, и такое землетрясение может повториться в любой момент – сегодня или через неделю». Сильное землетрясение может привести к обрушению потолочного свода. Однако приборы показывают, что башням землетрясения нипочем. При сильном землетрясении башни начинают качаться из стороны в сторону несколько минут так, что мы можем записать это движение. Это удивительное открытие, как строители собора смогли возвести башни, которые не рушатся при толчках, а только раскачиваются из стороны в сторону. Несмотря на изящество колонн, общий вес здания должен быть колоссальным. Вес Кёльнского собора распределяется по скрытым в основании подземным элементам. 120 тысяч тонн камня уложены в массивные колонны, стабилизаторы, которые уходят далеко под землю. Под землей камня лежит столько же, сколько и над землей. Баланс выверен с идеальной точностью. Строители собора защитили свое детище массивным основанием. Но ведь в средние века землетрясения считались божьей карой, спасением от которой была только молитва. Означает ли это, что строители собора понимали, что имеют дело с природной стихией?

Основание собора. Археолог Рут Шнитешберг намерена знать, что они знали о почве, где собирались строить. Для этого она спускается к археологическому раскопу, расположенному под собором. К изумлению специалистов, выяснилось, что колонна уходит под землю на 16 метров. Еще более удивительным оказалось еще одно открытие – вода. 10.47 до уровня грунтовых вод.

Под основанием собора располагаются грунтовые воды. Для чего строителям было опасаться затопления?

Рут полагает, что из-за еще большей опасности, из-за песка. Город Кёльн и сам собор стоят на песке и гравии. Строители опасались, что собор уйдет под землю в песок, и поэтому решили опустить фундамент как можно глубже для того, чтобы минимизировать риск. А это было все равно что копать на пляже. Как им это удалось? Если строители пытались вырыть котлован за один раз, его стены непременно рушились бы. Поэтому они уходили вглубь понемногу, подпирая стены досками. И оставались над уровнем грунтовых вод. После этого из вулканического камня и цемента были сооружены массивные столбы высотой с пятиэтажный дом. Они-то и стали теми подпорками, что поддерживают 120 тысяч тонн камня вплоть до наших дней. Археологам удалось обнаружить самые старые следы этой строительной площадки. Археологи продолжают исследование этого удивительного подземного мира.

А наверху ждет еще одна загадка. Это сводчатый потолок, который скрывает нечто удивительное. Что же это может быть?

Кёльнский собор – несомненное чудо архитектуры средних веков. Его изящные формы хранят множество тайн и загадок. Собор не так прост, как кажется. В верхней части этого колосса находится загадочное сооружение. Речь идет об огромной конструкции балок из кованого железа, на которой держится крыша весом 600 тонн. До строительства Эйфелевой башни это было самое совершенное сооружение во всем мире. Но что это металлическое чудо делает в средневековом соборе? Сохранившиеся хроники говорят нам, что в 1530 году строительство собора застопорилось, возобновили его только 300 лет спустя. Возникает вопрос: а откуда в 19 веке было известно, как закончить строительство собора? Главный архитектор Петер Фьюсиних знает, откуда. Ответ кроется в рисунке двух башен 13 века, который был утерян, а потом спустя 600 лет найден. Архитекторам собора в 19 веке повезло найти старые рисунки собора, что позволило им достроить фасад здания и наконец претворить в жизнь мечту своих предков. Рисунок, который называли планом F, похож на современные строительные чертежи, только без разметов и

пометок. План F создавался не как чертеж, а как рисунок для знати, которые финансировали строительство.

Как с задачей справились строители позапрошлого века?

Реставратор Софи Хепнер работает в группе экспертов, исследующих завершение строительства Кёльнского собора. «Работу реставратора по камню можно сравнить с работой врача. Строители в средние века работали с камнем горной породы трахит, а камень в арочных контрфорсах 19 века – это мягкий известняк, который уже начал разрушаться. Даже камень разрушается.

Почему при достройке был использован мягкий известняк?

Дело в том, что строителям негде было взять нужный по параметрам материал. Когда они приступили к работе, здесь была только задняя часть стенки, недостроенная южная башня, и огромная замусоренная стройплощадка между ними. Ради стройматериала средневековые мастера срыли вершину соседней горы, но этот источник камня вскоре иссяк. Так что в 19 веке строителям потребовались тысячи тонн строительного известняка, который свозили из карьеров со всей Германии. А здесь они использовали высочайшие по своему качеству леса, чтобы всего за 38 лет закончить строительство собора. И выходит, что ради завершения строительства пришлось пожертвовать качеством. Легенда утверждает, что с башнями собора что-то не в порядке. Архитектор Дак Притчет собирается воспользоваться сканером для определения высоты башен.

Высота башен вызывает некоторые сомнения: одинаковой ли они высоты, или одна выше?

Северная башня Кёльнского собора и южная почти одинаковые, только южная на 4 см выше северной. Это потрясающе, если принять дату строения сооружения, то приходится поаплодировать строителям. Последний камень в верхушку южной башни заложили в 1880 году, строительство собора заняло 632 года и два месяца.

По цифровому изображению, полученному в результате сканирования собора, видно, что строители 19 века в точности придержи-

вались чертежей, которым было более 600 лет. Если сравниваешь это здание с современными, то просто диву даешься, что все в этом соборе сделано вручную, начиная от блоков и заканчивая самым собором. А ведь это очень важно, здесь нет ничего, что было бы сделано на фабрике, здесь все – рукотворное. Можно только удивляться нашим предкам и смелости их замысла. Кёльнскому собору просто нет равных по части красоты и величия. Кёльнский собор, как и его предшественник в Амьене, – это удивительные сооружения. В наши дни миллионы человек заходят под его неимоверной красоты

своды, чтобы полюбоваться изнутри на первый небоскреб, строительство которого заняло столетия. Кёльнский собор даже сегодня вызывает искреннее восхищение. Его стрельчатые арки произвели в архитектуре революцию. Его внутреннее убранство залито светом, льющимся через огромные витражи. Размеры и сложность Кёльнского собора продолжают поражать воображение. Эти две башни – это символ города, притягивающий миллионы туристов к средневековому чуду. Потрясающее здание – его высота, несущие опоры, внешний облик – все это завораживает!

ЛИТЕРАТУРА

1. История искусств. Древний мир и Средневековье: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. М. Ванюшкина, С. А. Тихомиров, И. И. Куракина, Л. В. Дмитриева. 2-е изд. Москва: Юрайт, 2020. 538 с. (Профессиональное образование). ISBN 978-5-534-13459-9. Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/459156> (дата обращения: 19.05.2020).
2. Витрувий. Десять книг об архитектуре / Витрувий; переводчик Ф. А. Петровский. Москва: Юрайт, 2020. 318 с. (Антология мысли). ISBN 978-5-534-06677-7. Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/455354> (дата обращения: 19.05.2020).
3. Ванюшкина, Л. М. История искусств. Возрождение и Новое время: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. М. Ванюшкина, С. А. Тихомиров, И. И. Куракина. Москва: Юрайт, 2020. 484 с. (Профессиональное образование). ISBN 978-5-534-13474-2. Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/459171> (дата обращения: 19.05.2020).
4. ЭБС urait.ru.
5. <https://zen.yandex.ru/media/id/>

SECRETS OF MEDIEVAL CATHEDRALS

© F. H. Daudova

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The Gothic cathedrals of Europe are the creations of medieval architects who keep ancient secrets. How did they build them so high with primitive tools? What principles guided their builders? Can modern technology reveal all the things that have kept these colossi from collapsing?

Keywords: Cologne Cathedral, architecture, archeology, design.

REFERENCES

1. *Vanyushkina, L. M., Tikhomirov, S. A., Kurakina, I. I. and Dmitrieva, L. V.* (2020) *Istoriya iskusstv. Drevnii mir i Srednevekov'e: uchebnik i praktikum dlya srednego professional'nogo obrazovaniya* [Art history. The ancient world and the Middle Ages: a textbook and a workshop for secondary vocational education]. 2nd ed. Publishing house Yurayt, Moscow, 538 p. (Professional education). ISBN 978-5-534-13459-9. EBU Yurait [site], available at: <https://urait.ru/bcode/459156> (accessed: 05/19/2020).
2. Vitruvius, *Ten Books on Architecture* (2020) Vitruvius, translated by F. A. Petrovsky. Publishing house Yurayt, Moscow, 318 p. (Anthology of thought). ISBN 978-5-534-06677-7. Text: electronic // EBU Yurait [site], available at: <https://urait.ru/bcode/455354> (accessed: 05/19/2020).
3. *Vanyushkina, L. M., Tikhomirov, S. A. and Kurakina, I. I.* (2020) *Istoriya iskusstv. Vozrozhdenie i Novoe vremya: uchebnik i praktikum dlya srednego professional'nogo obrazovaniya* [Art History. The Renaissance and the New Time: a textbook and a workshop for secondary vocational education] Yurayt Publishing House. Moscow, 484 p. (Professional education). ISBN 978-5-534-13474-2. EBU Yurait [site], available at: <https://urait.ru/bcode/459171> (accessed date: 05/19/2020).
4. Available at: EBU [http: urait. ru](http://urait.ru).
5. Available at: [https://zen. yandex. ru/media/id/](https://zen.yandex.ru/media/id/)