

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ И ПРОЧНОСТИ СОЗДАВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

С древних времен человек умел создавать. Он создавал орудия труда, а с их помощью - инструменты, предметы первой необходимости, украшения и многое другое. Однако для древних людей первоочередной задачей было создание наиболее эффективных жилья и одежды.

Какой должна быть эффективная одежда?

Эффективная одежда должна быть легкой, чтобы не сковывать движений при беге и охоте, и прочной, чтобы не порваться во время охоты. Она должна хорошо сохранять тепло человеческого тела зимой и препятствовать проникновению жидкости.

Каким должен быть эффективный дом?

Прежде всего, прочный и тёплый! Что это значит? Прочный означает, что дом устоит и при порывах ветра, и при небольших землетрясениях. Тёплый - что дом сохранит тепло, которое в нем вырабатывается.

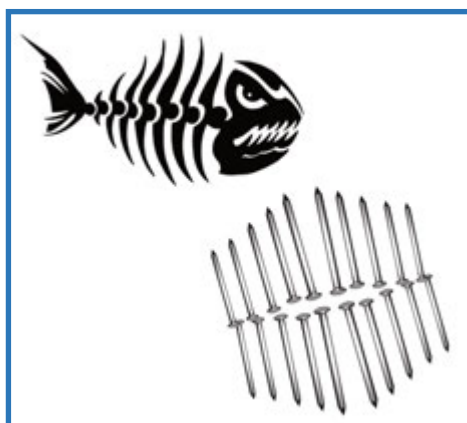
Каким образом эти проблемы решались в древности и как решаются в современном мире?

Понятно, что первыми жилищами человека были пещеры, затем человек освоил изготовление шалашей и землянок. Но эти виды жилища обладали серьезными недостатками. Самый большой минус шалашей в их прочности, вернее, в ее отсутствии. Любой сильный дождь или порыв ветра могли серьезно повредить или уничтожить конструкцию. Землянки ветра не боялись, но становились особенно опасны при наводнениях. К тому же им свойственна влажная атмосфера, не очень комфортная для жизни. Можно было, конечно, прогреть землянку огнем, но оставалось непонятным, куда выводить дым.



Важно, что при строительстве и первого, и второго объектов первобытные люди не особо заботились об укреплении конструктивных материалов. Например, шалаш строился из остова, а затем покрывался травой или опавшими ветками, чаще всего хвойных деревьев, то же относится и к землянке.

Сосем другой подход применялся для изготовления одежды. Ее необходимо было кроить и сшивать. Вероятно, для этого использовались первые иглы, которые могли добыть (или создать) первобытные люди. И скорее всего, в качестве иглы выступали кости рыбы и маленькие кости животных.

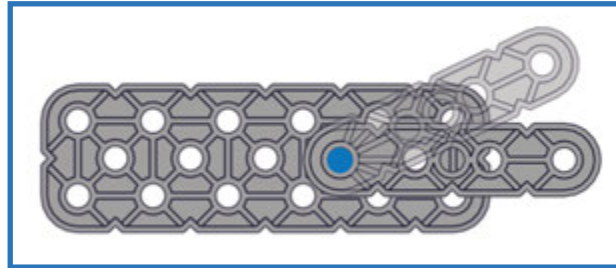


Обратите внимание на любопытный факт: косточки рыбы по форме очень напоминают современные гвозди.

Важным технологическим прорывом на пути создания эффективного жилища стало строительство избы с использованием крепежных элементов. В избах для прочности, во-первых, использовалась кладка в паз (рисунок А), а, во-вторых, крепежные элементы - костыли (рисунок Б).



Принципы, которые позволяют осуществить надежное крепление при помощи костылей, гвоздей и штифтов, будут разобраны нами позже - при изучении темы «Клин». Сейчас же отметим, что просто научиться осуществлять соединения двух элементов между собой недостаточно. Вы можете убедиться в этом, соединив две пластины при помощи одного штифта. Кажется бы, задача выполнена: один элемент прикреплен к другому элементу. Однако такое соединение не является жестким. Обратите внимание на то, что одна пластина свободно совершает вращательные движения относительно другой!



Что означает «жесткость»?

Жесткость - это способность объекта сопротивляться деформации.

Вспомним, что большую часть своего существования человечество пользовалось простыми инструментами, например каменным ножом. Это объясняется тем, что люди долгое время просто не могли изобрести надежную технологию для изготовления составных объектов. Эту технологию можно считать прорывной, ведь создавать составные элементы возможно только в том случае, если есть способ осуществлять прочные и надежные соединения нескольких элементов.

Что означает «прочные»?

Это значит, что силы, с которыми элементы созданного объекта взаимодействуют друг с другом, значительно превышают силы, с которыми объекту придется столкнуться в процессе его эксплуатации. То есть **прочность - это способность объекта сопротивляться разрушению**. Например, одежда при беге может цепляться за деревья, кустарник и прочие препятствия, вследствие чего существует вероятность, что она порвется. Следовательно, одежда должна выдерживать подобные нагрузки. Что уж говорить о топоре или копье первобытного человека?

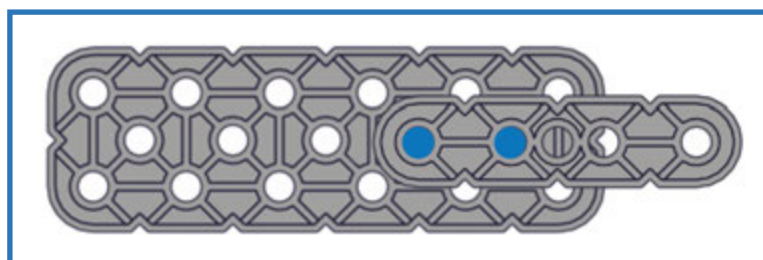
Обратите внимание на то, как наконечник копья крепится к древку. Для крепления используется сыромятная кожа, которая фиксирует наконечник так, чтобы исключить его вращательные движения относительно древка. Из рисунка видно, что сыромятина удерживает наконечник в нескольких местах.

Так же обстоит дело и с топором. Мы видим, что каменное лезвие находится внутри топорщица, при этом, чтобы исключить вращательные движения, лезвие крепится еще и веревкой.



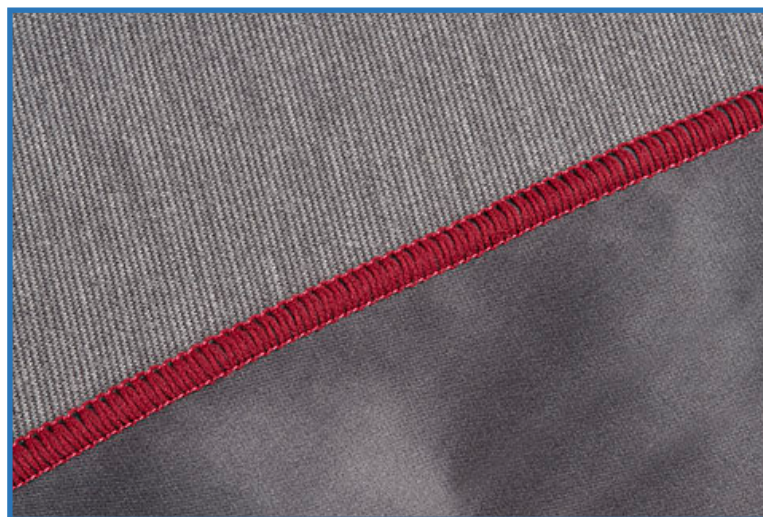


Таким образом, для того чтобы исключить вращательное движение двух элементов конструкции относительно друг друга, они должны быть соединены более чем в двух местах. В этом легко можно убедиться, воспользовавшись двумя штифтами при соединении двух балок.



Обратите внимание, что теперь вращательное движение элементов относительно друг друга можно осуществить только в случае разрыва соединения.

Но что делать, если крепежный элемент сам по себе является недостаточно прочным, например нить? Все просто! Необходимо соединять элементы как можно чаще, по-возможности по всей поверхности соприкосновения, как, например, происходит при склеивании, или сшивании.



В современном мире проблемы создания прочных и жестких конструкций по-прежнему являются актуальными.

Долгое время казалось, что, наращивая прочность конструкций и увеличивая количество крепежных элементов, можно строить города и любые небоскребы. Поэтому в какой-то момент дерево в качестве основного строительного материала сменил камень - крепкий, труднодеформируемый материал. Благодаря его свойствам стало возможным строить долговечные 2-3 этажные здания с арками и сводами, которые

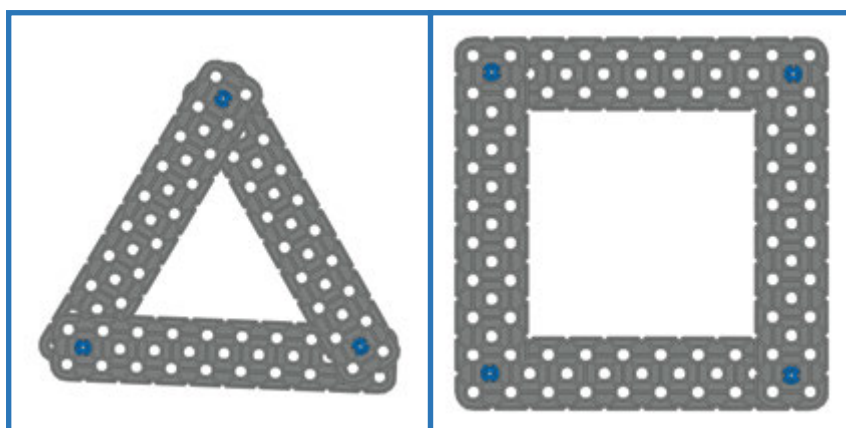
выдерживали нагрузку верхних этажей. Но в конце XIX века почти все развитые города столкнулись со схожей проблемой: увеличить полезную площадь зданий, используя при этом минимум площади земельного участка под зданием. Так началась эра небоскребов. И вот тут-то и выяснилось, что такие дома получаются слишком тяжелые и грунт, на котором они строятся, просто не выдерживает: некоторые дома, построенные в США в это время, ушли под землю более чем на метр после строительства.

Желание человека строить высотные объекты повлияло на развитие новой области геологии - грунтоведения. Специалисты начали анализировать глубокие слои грунта для выбора наиболее удачного расположения объектов. Однако даже правильно подобранное место с крепким грунтом не могло выдержать столь тяжелых конструкций.

Вместе с тем почти сразу стало очевидным, что из-за толщины стен у основания и тяжести всей конструкции предел высоты каменных зданий - 16 этажей. Выходом из этой ситуации стало использование каркасного строительства. Более высокие здания стали возводиться с использованием стального каркаса, на который навешивались стены по принципу штор.

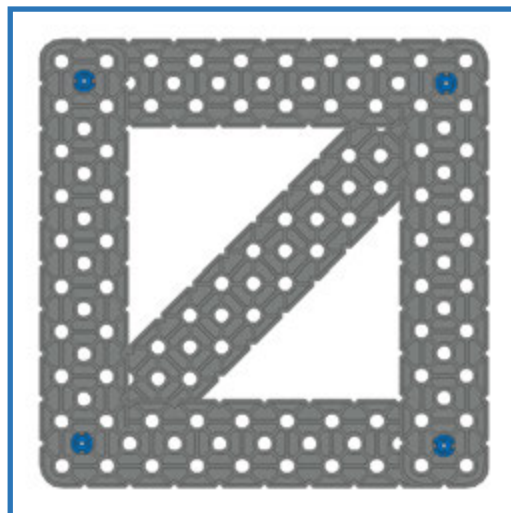


Стало очевидно, что при проектировании каркаса важно добавить необходимое количество ребер жесткости. Их форма должна быть треугольной, ведь треугольник - единственная жесткая плоская фигура. В этом легко убедиться самим: стоит только собрать его из конструктора.



Обратите внимание, что при воздействии на треугольную фигуру ни ее размер, ни ее форма не изменятся. В отличие от четырехугольника. При воздействии на четырехугольник его форма может измениться: от прямоугольника до параллелограмма или даже до прямой линии.

Все станет иначе, если в четырехугольник добавить ребро жесткости, то есть разбить его на два треугольника.



Подобная технология используется, например, при сборе башенных кранов. На рисунке ниже видно, что он создан из множества треугольных элементов.



Другой способ создания жесткой конструкции - использование тонкой поверхности, которая будет закреплена со всем элементами конструкции. Например, при сборке обычного шкафа для этого используется задняя стенка. Она представляет собой плотный прямоугольник из фанеры, который держит форму и удерживает шкаф от перекоса.

Каркасное строительство дало толчок развитию технологий, используемых сегодня в быту по всему миру. Каркас, собранный из стальных балок, позволил сделать стены прозрачными и наполнить здания светом. Прозрачные стены и отсутствие

открывающихся окон поставили новую задачу - проветривание и охлаждение помещений. Решением стало изобретение системы кондиционирования. Для защиты помещений от нагрева и ультрафиолетового излучения сегодня стеклянные стены небоскребов снаружи обрабатывают тонким слоем металла, а внутри - серебра. Само собой разумеется, для высотных зданий потребовалось разработать более мощные насосы и прочные трубы.

Конечно, каркасное строительство имеет и свои минусы. Стальной каркас гнется под порывами ветра, и на верхних этажах у людей возникает морская болезнь. Одним из самых эффективных способов борьбы с раскачиванием стало создание внешнего каркаса. Однако оказалось, что для зданий выше 500 метров этот способ не работает, и архитекторы начали отказываться от стандартных прямоугольных форм в пользу более обтекаемых. Секции проектируются таким образом, чтобы отклонять ветер в разные стороны, вследствие чего он перестает обхватывать здание единым потоком.

Второй серьезный минус, который пришлось преодолеть архитекторам, - разрушение каркаса вследствие землетрясений. Сталь хорошо гнется под небольшими усилиями, но при мощных вибрациях каркас разъезжается и перекрытия падают. Каркас претерпел изменения: внутри за жесткость стали отвечать стальные трубы, залитые бетоном, а в соединения внешних секций добавили эластичности и подвижности.

И, наконец, третий минус мы уже обозначили выше. Он касается грунта: при таких высотах здание в любом случае дает усадку. Чтобы решить эту проблему, под зданием стали размещать многометровые сваи (железобетонные трубы).



Итак, жесткость, прочность, износостойкость материалов и конструкций - качества, которые и сегодня во всех отраслях, от легкой промышленности до космических технологий, остаются первостепенно важными. В первую очередь потому, что долговечность и безопасность получаемых продуктов напрямую зависят от того, насколько были учтены эти характеристики.