



**Попробуем взглянуть на выбор велосипедной рамы немного с другой стороны, нежели цена. То есть, рассмотреть материал для ее изготовления, основываясь на физических и прочностных характеристиках материалов.**

Для этого обратимся к некоторым терминам и определениям физики твердого тела, а именно теории упругости.

Правильный выбор материала является сложной задачей, однозначное решение которой позволяет оптимизировать технологию изготовления, повысить долговечность конструкции в целом. Сейчас для производства велосипедных рам класса hi-end используются только три конструкционных материала: алюминий, титан и карбон. Первые два – это металлические сплавы, а последний - композиционный материал на основе углеволокна и эпоксидного связующего.

Основной механической характеристикой конструкционного материала является **предел прочности**

. Это отношение значения растягивающей силы непосредственно перед разрывом к наименьшей площади поперечного сечения образца в месте разрыва. Для карбона (на основе углеволокна T700) эта величина порядка 1500 МПа, для титанового сплава (ЗАI/2.5V) порядка 800 МПа, для алюминия (6061) порядка 60 МПа. В скобках приведены марки, наиболее часто используемые в велосипедной индустрии.

Следующая важная характеристика – **предел текучести**, напряжение при котором начинает возникать пластическая деформация, другими словами, при разгрузке от которого возникает остаточная деформация заданной величины. Для карбона такие данные не приводятся, для титана порядка 300 МПа, для алюминия порядка 20 МПа.

Ну и в завершение насколько слов о **плотности**. Чем меньше плотность, тем легче материал. Плотность карбона около 2 г/см<sup>3</sup>, титана 4,5 г/см<sup>3</sup>, алюминия 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Из вышесказанного следует, что у каждого материала есть свои сильные и слабые стороны. Однако, для велосипедной специфики нельзя выделить какое то одно определяющее свойство материала. Например, при лучших прочностных/весовых характеристиках, карбон очень хрупкий и боится ударов и царапин. Алюминий легкий, но пластичный и с низкими прочностными свойствами. Титан прочный и упругий, но сравнительно тяжелый.

Истинная картина проясняется, если рассмотреть свойства каждого материала в целом. Тогда бесспорным лидером становится титан. Это объяснимо.

Причиной разрушения велосипедной рамы являются не чрезмерные нагрузки, а накопление в процессе эксплуатации изделия мелких внутренних повреждений (которые принято называть трещинками или дислокациями), спровоцированное периодическим влиянием внешних сил (напряженного состояния). Определяющей характеристикой металла, так или иначе реагировать на напряженное состояние, является **пластичность**

Пластичность металла есть функция его состояния, зависящая от внешних и внутренних факторов, которая выражается в способности твердых тел необратимо менять свою форму без разрушения под действием приложенных сил. Другими словами, существует некоторая максимальная величина нагрузки, при достижении которой происходит разрыв межмолекулярных связей кристаллической решетки металла, что ведет к образованию внутренних дефектов структуры, которые не могут исчезнуть, а могут только накапливаться. Анализ показал, что у большинства конструкционных металлов наиболее типичным является разрушение, которое начинает развиваться задолго до достижения такой максимальной нагрузки. Виной тому циклические нагрузки. При этом пластические деформации и разрушение оказываются связанными настолько тесно, что их можно рассматривать как единый процесс с общей энергией активации.

Установлено, что разрушению материала от усталости (при циклических нагрузках) предшествует накопление локальных микросдвигов и, следовательно, появление пластических деформаций, исчерпание которых приводит к местным разрушениям.

Всё это говорит о том, что пластичные металлы более подвержены накоплению неупругих деформаций (усталости) и следовательно ресурс их значительно ниже.

Физической характеристикой пластичности металла является предел текучести (условный предел текучести). Эта величина определяет усилие при котором в материале появляется пластическая деформация. Чем меньше предел текучести, тем пластичнее материал, а следовательно меньше его ресурс. Предел текучести алюминия в 15 раз меньше, чем у титана!

Ещё одной причиной разрушения конструкционных материалов являются внешние дефекты (царапины). Стойкость материала к царапинам определяется **твёрдостью**. Твёрдость титана по Бриннелю составляет 103 ед., а у алюминия 25 ед., то есть у титана она в 4 раза выше!

У титана, согласно этой характеристике, есть ещё одно большое достоинство – он очень долго сохраняет первоначальный внешний вид и легко его восстанавливает (с помощью дополнительной механической обработки).

Суммируя всё сказанное, получается, что применительно к велосипедной тематике титановая рама является практически идеальным решением. Также это можно сказать про сочетание титана и карбона (углепластика), которое позволяет создавать велосипедные рамы обладающие уникальными анизотропными свойствами.

Источник: rockring.ru