**Рама является той основой, на которой размещаются и закрепляются все остальные узлы и детали велосипеда. Основные требования, предъявляемые к велосипедной раме, заключаются в ее высокой прочности при минимально возможном весе, а, учитывая стоимость рамы среднего велосипеда (около трети его полной стоимости), она не должна быть очень дорогой.**
В конечном счете, производители теми или иными методами достигают баланс между этими тремя показателями для каждого сегмента рынка. Как же это делается? В общем случае подбором материала и степенью его обработки.

**Производители велосипедных рам.**

На нынешней стадии развития экономики и техники гораздо эффективнее иметь узкую, но глубокую специализацию в своей области. Это касается и велостроения. Производители большинства широко известных велосипедов на самом деле не занимаются изготовлением всех его элементов: большая часть узлов выпускается на специализированных предприятиях, одновременно снабжающих множество велозаводов. Производители же велосипедов обычно ограничиваются лишь изготовлением рам и сборкой на их основе велосипедов с использованием того или иного навесного оборудования. Более того, даже трубы, используемые при производстве велосипедных рам всеми известными велостроительными компаниями, производятся всего лишь на нескольких заводах. Это, конечно, касается труб из наиболее распространенных материалов, таких как стали и алюминиевые сплавы. Наибольшую известность на данный момент получили трубы производства Columbus, Easton, Reinolds, Tange, True Temper и еще нескольких компаний.

Конечно же, все это относится только к производителям велосипедов с мировым именем. Безымянная китйская или индийскя продукция может быть сделана где угодно и из чего угодно, включая металлолом. Ниже, речь пойдет о велосипедах известных фирм.

**Материалы, применяемые для изготовления велосипедных рам.**

Конструктивные особенности велосипедных рам, конечно же, определяются типом велосипеда, который будет собран на данной раме. А геометрия рам и труб играют существенную роль в том, как данный велосипед будет вести себя. Но не менее важное влияние на характеристики оказывает и материал, из которого изготовлены рамы, хотя стоит помнить, что рамы из одного материала могут сильно разниться по своим параметрам. Ведь, к примеру, рама легкого кросс-кантрийного велосипеда имеет мало общего с низкой упрочненной рамой велосипеда для триала, хотя, обе относятся к горным велосипедам.

В настоящее время в производстве рам используются следующие материалы:

* стали;
* алюминиевые сплавы;

* титановые сплавы;
* углепластик;
* редкие (магниевые, алюминиево-скандиевые и бериллевые) сплавы.

Обычно на нижней или подседельной трубе рамы указано из какого материала она изготовлена, трубы каких производителей использовались и имеют ли они особую геометрию.

*Стальные рамы.*

Это рамы из низкоуглеродистых сталей, как их часто называют рамы из "водопроводных труб", весящие по 4-5 кг или более, а также более продвинутые рамы из легированных сталей, которые обычно обозначаются как high tensile, hiten steel, весом 3-4 кг для 19" рамы. На рамах из этих материалов обычно собираются дешевые велосипеды: дорожные (городские), всевозможные безымянные горные или вседорожные велосипеды и, иногда, самые дешевые модели шоссейных и горных велосипедов не очень хорошо известных фирм.

Иногда, рамы делаются из разных материалов. Например, основной треугольник состоит из труб из хромомолибденовой стали, а задний треугольник из более дешевых сталей. Методы производства труб самые разные: спиральная намотка, шовный и бесшовный прокат. Трубы скрепляются между собой с использованием узлов, цельных элементов, в которые вставляются трубы, или без них при помощи сварки.

Из плюсов можно отметить очень низкую стоимость подобных рам, приличное гашение вибраций и, кроме того, возможность легко заварить раму в случае поломки.

Зато минусы очень существенны. Не смотря на очень высокий вес, прочность стальных рам начального уровня обычно оставляет желать лучшего. Немалую роль в этом случае играет качество термообработки рамы. Рамы из малолегированной стали сильно подвержены коррозии.

*Стальные хромомолибденовые рамы.*

Высоколегированные хромомолибденовые стали гораздо лучше подходят для изготовления велосипедных рам, чем низколегированные. Сейчас в основном используется сталь, обозначаемая как CrMo 4130. В начале 90-х это был основной материал, используемый в недорогих и средних моделях велосипедов известных производителей. Подобные стали использовались при производстве рам велосипедов "Старт-шоссе" в 70-х годах, когда они еще были "легендой". В зависимости от геометрии труб, о чем будет написано ниже, хромомолибденовые стали применялись и в рамах велосипедов высокого уровня. Но тенденция такова, что сейчас их использование уже весьма незначительно, не смотря на множество преимуществ. Хромомолибденовые стали используются при производстве рам для всех типов велосипедов: горных, гибридных, шоссейных и других. При производстве рам используется безузловая сварка труб. Диаметр труб, используемых в стальных рамах, обычно относительно мал.

Вес хромомолибденовых рам существенно ниже, чем у обычных стальных, 2-3,5 кг для 19" рамы горного велосипеда. Прочность хромомолибденовых рам находится на хорошем уровне. Подверженность коррозии заметно меньше. Существенная пластичность хромомолибденовой стали и низкая склонность к накоплению усталости ведут к тому, что такие рамы могут служить десятилетиями. А также, это обеспечивает плавный выход из строя: рама при ударах гнется, но не ломается, а если трещины и появляются, то они развиваются медленно, и на треснувшей раме можно "дотянуть" до дома. Хромомолибденовые рамы имеют хороший накат. К существенным плюсам вообще всех стальных рам можно отнести хорошее гашение вибраций при езде, обусловленное существенным внутренним трением материала.

Основной недостаток - не самый низкий вес средней рамы, а значит и невысокая приемистость, что очень существенно при использовании велосипеда на соревнованиях на пересеченной местности. Рамы же высокого уровня могут иметь довольно низкий вес, но чересчур дороги по сравнению с алюминиевыми рамами такого же веса, поэтому сейчас они практически исчезли из производственых линеек велозаводов.

*Алюминиевые рамы.*

Алюминиевые рамы в настоящий момент применяются на большинстве велосипедов от весьма недорогих, до очень серьезных моделей известных производителей, как на шоссейных, так и на гибридных и горных велосипедах. Точнее, рамы варятся из алюминиевых сплавов, с цинком или с магнием и кремнием, т. к. алюминий в чистом виде довольно мягкий материал. Самые дешевые рамы обладают посредственными характеристиками и являются скорее маркетинговым ходом производителей, старающихся продать недорогие велосипеды по большей цене. По сравнению с хромомолибденовыми рамами алюминиевые весят меньше - 1,3-2,0 кг для 19" рамы горного велосипеда. Практически не коррозируют. Сейчас в изготовлении рам в основном применяются сплавы Al 7005 и Al 6061 разной степени обработки, о чем говорит доп обозначение, например Al 7005 T6. Сплавы 6000 серии примерно равны по прочностным параметрам сплавам 7000 серии, но несколько мягче и пластичнее и более устойчивы к коррозии. С другой стороны, из-за более сложной обработки такие рамы стоят дороже.

За счет применения труб большого диаметра при большей толщине стенок, но, учитывая существенно меньшую плотность алюминия, достигается необходимая прочность при небольшом весе, что является их главным достоинством. Но рамы получаются очень жесткими, т. к. приходится давать больший запас прочности связанный с большей склонностью алюминия к возникновению усталостных разрушений. Кроме того, из-за высокой жесткости и низкого внутреннего трения в материале, вибрации сильно передаются рамой от колес к седлу и рулю. Все это ведет к тому, что алюминиевые рамы менее предпочтительны для длительной езды. Большинство продвинутых велосипедистов рекомендуют использовать велосипеды с алюминиевыми рамами только с амортизационными вилками. Алюминиевые рамы немного менее накатисты, чем хромомолибденовые подобного уровня.

К недостаткам можно отнести свойство алюминия накапливать усталость. Считается, что при активной эксплуатации, алюминиевые рамы не "живут" больше 10 лет. И в отличие от стали, хрупкость алюминия ведет к поломкам, происходящим весьма резко, т. е. при сильном ударе рама может не погнуться, а сразу сломаться.

*Титановые рамы.*

В отличие от стальных и алюминиевых рам, титановые стоят довольно дорого из-за дороговизны титановых сплавов, а главное, дорогостоящей обработки. Поэтому на таких рамах собираются велосипеды весьма высокого уровня, как шоссейные, так и горные. Вес титановых рам находится на уровне лучших алюминиевых рам: 1,3-1,6 кг для 19" рамы. Существует два основных "велосипедных" сплава, отличающихся процентным содержанием алюминия и ванадия: 3Al/2.5V и 6Al/4V. Последний несколько легче и прочнее, но и дороже. К плюсам можно отнести практически полное отсутствие коррозии, высокую прочность, относительную мягкость при езде.

С другой стороны, титановые рамы очень плохо поддаются механической обработке, практически не варятся и, главное, сильно накапливают усталость и после длительного использования могут довольно внезапно разрушиться. Хотя, по поводу последнего утверждения я встречал и прямо противоположные мнения.

*Композитные (карбоновые рамы).*

Карбоновые рамы стоят столь дорого, что используются лишь там, где необходимо достичь очень низкого веса. Встречаются они лишь на дорогих моделях шоссейных и горных велосипедов. Рамы представляют собой пропитанные смолами и спеченные при высокой температуре переплетенные стекло- и углеродные волокна с вклеенными посадочными местами под другие узлы велосипеда.

Прочность и жесткость карбоновых рам велика, вес низок, но композитные рамы плохо переносят удары и наличие концентраторов напряжений в виде неточностей изготовления, царапин, сколов. Рамы из карбона разрушаются резко и абсолютно неремонтопригодны. Средний срок службы такой рамы составляет лишь несколько лет.

*Рамы из сплавов металлов с низким удельным весом.*

Все перечисленные ниже материалы используются не часто. Главной причиной их выбора для рам велосипедов служит их исключительно низкий удельный вес.

Так называемые скандиевые рамы (на данный момент, насколько мне известно, это только рамы из труб Easton Scandium) на самом деле изготавливаются из сплавов скандия и алюминия. Главное достоинство этих рам - очень низкий вес. Ниже, чем у титановых при несколько меньшей стоимости. Такие рамы сочетают в себе высокую прочность, относительную мягкость и невысокую вибронагруженность. Но этот материал требует очень высокой культуры производства, поскольку, при нарушениях технологии, возможно катастрофическое ухудшение свойств рам.

Магниевые рамы на данный момент серийно выпускаются , насколько я знаю, только российской компанией Litech и тайваньской Merida. Также обладают низким весом, достаточной прочностью, довольно низкой вибронагруженностью. Разрушение рам, по заявлению производителей, происходит постепенно, а степень коррозионной активности хоть и не так мала, как у титана или алюминия, но находится в приемлемых пределах.

Выпускались и рамы из бериллиевых сплавов. Но, судя по полному отсутствию информации в последнее время, очень высокие цены не позволили этим рамам конкурировать с карбоном, магнием и скандием.

**Геометрия рам и труб.**

Как было написано выше, не только выбор материала определяет основные характеристики рамы: прочность, жесткость, вес, вибронагруженность. Кроме материала свое влияние оказывают геометрия рамы в целом и труб в частности. Существует несколько возможностей оптимизировать велосипедную раму для конкретного применения.

Чем больше диаметр трубы используется, тем выше становится ее жесткость на изгиб, даже при пропорциональном снижении толщины стенок трубы. Точнее, обычно толщину стенок снижают несколько сильнее для снижения веса рамы при относительно неизменной жесткости. Поэтому все современные велосипеды, даже со стальными рамами, имеют трубы большего диаметра, в сравнении с велосипедами 70-80-х. С другой стороны, сделать стенки труб очень тонкими недопустимо из-за возможности смятия трубы при ударе. Для каждого материала, из которого изготавливаются рамы, есть некоторое пороговое значение.

Из прочностных расчетов велосипедных рам следует, что от распределенной по раме нагрузки в ней возникают довольно неравномерные напряжения. Особенно сильно это заметно на изгибающих нагрузках в поперечной плоскости: максимальные напряжения в трубе появляются на ее концах, а в центральной части они заметно меньше. Для снятия лишнего материала в зоне с небольшими нагрузками и добавления его там, где нагрузки максимальны, применяются так называемые баттированные трубы (butted tubing), трубы с переменной по длине толщиной стенки. Обычно, в спецификациях велосипедов указывается, что рамы баттированные (butted), но иногда поясняется: double butted, triple butted, что означает, что трубы имеют 2 или 3 характерных размера.

Кроме того, утолщение труб по концам положительно сказывается на прочности сварных соединений. При существенном повышении температуры во время сварки, прочность материала снижается. Снижение веса рамы за счет применения баттинга может быть очень велико, но производство баттированных труб существенно дороже, чем обычных, с постоянной толщиной стенки, что заметно сказывается на стоимости велосипеда. Поэтому многие производители рам для велосипедов среднего ценового диапазона вместо баттированных труб используют трубы с профилированным сечением, что дает меньший эффект, но значительно дешевле. Обычно так изготавливается

нижняя труба рамы: у рулевой колонки труба имеет овальное сечение, вытянутое в вертикальной плоскости, в средней части круглое, а у каретки горизонтально-вытянутый овал. Это также позволяет легко сопрягать сверхразмерные трубы с обычными.

Ситуация такова, что современные рамы имеют высокую жесткость в вертикальной продольной плоскости и низкую в поперечной. С одной стороны, большая жесткость является плюсом, меньше энергии теряется на изгиб рамы, но, с другой стороны, излишняя жесткость сильно утомляет велосипедиста. Для некоторого снижения вертикальной жесткости производители идут на такие решения, как создание рам, у которых верхняя и нижняя трубы рамы сближены и расходятся от рулевой колонки под меньшим углом. Перья заднего треугольника делаются с небольшим изгибом в продольной или поперечной плоскости для обеспечения некоторой амортизации при езде.

При покупке велосипеда следует не только определиться с тем, какой тип предпочесть, исходя из предполагаемого назначения и стиля катания, но и то, какое дополнительное оборудование планируется размещать на велосипеде. Ведь далеко не на любой велосипед можно установить грязевые щитки, багажник, генератор, питьевую флягу или какое-либо другое оборудование. На современных горных велосипедах к этому списку можно добавить и возможность/невозможность установки заднего дискового тормоза, калипер которого, кстати, может быть одного из двух не полностью совместимых стандартов.

Источник: ВелоГрад.RU