
Конструктивные особенности современных горных велосипедов, часть 2.

DOI: <https://doi.org/10.26552/tech.C.2023.1.8>

Ян Дижо, к.т.н., доц.*

Кафедра транспорта и подъёмно-транспортных машин, Машиностроительный факультет,
Жилинский университет в Жилине,
Универзитна 1, 010 26 Жилина.
E-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk, Тел.: + 421 41 513 2560

Мирослав Блатницкий, к.т.н., доц.

Кафедра транспорта и подъёмно-транспортных машин, Машиностроительный факультет,
Жилинский университет в Жилине,
Универзитна 1, 010 26 Жилина.
E-mail: miroslav.blatnicky@fstroj.uniza.sk, Тел.: + 421 41 513 2659

Вадим Васильевич Ищук, Инж.

Кафедра транспорта и подъёмно-транспортных машин, Машиностроительный факультет,
Жилинский университет в Жилине,
Универзитна 1, 010 26 Жилина.
E-mail: vadym.ishchuk@fstroj.uniza.sk, Тел.: + 421 41 513 2563

Денис Молнар, Инж.

Кафедра транспорта и подъёмно-транспортных машин, Машиностроительный факультет,
Жилинский университет в Жилине,
Универзитна 1, 010 26 Жилина.
E-mail: denis.molnar@fstroj.uniza.sk, Тел.: + 421 41 513 2659

Себастьян Солчанский, Инж.

Кафедра транспорта и подъёмно-транспортных машин, Машиностроительный факультет,
Жилинский университет в Жилине,
Универзитна 1, 010 26 Жилина.
E-mail: sebastian.solcansky@fstroj.uniza.sk, Тел.: + 421 41 513 2563

Борис Плайдичко, Бц.

Кафедра транспорта и подъёмно-транспортных машин, Машиностроительный факультет,
Жилинский университет в Жилине,
Универзитна 1, 010 26 Жилина.

Design solutions of modern terrain bikes, the 2nd part

Abstract: Cycling and bicycles become still more and more popular. People transport themselves to the work, to the school, to shops and other by bicycles. Bicycles represent quite effective transport means regarding to production of gas emissions, noise emissions together with better possibilities to leave them near to wanted facilities. However, bicycles are suitable for recreations. Currently, trips to nature are very popular. For safe cycling, it is appropriate to use a proper bicycle. There are terrain bicycles, which have the design customized for riding in the heavy-road conditions. This article includes an introduction to the topic of design modern terrain bicycles, their main types and description of their basic characteristics.

ВВЕДЕНИЕ

Велосипед одно из самых важных открытий человечества, его значение равнозначно изобретению печатного станка. В течение последнего столетия рамы велосипедов изготавливаются из стали. Она достаточно прочна, надежна, имеет долгий срок службы. Сейчас для

изготовления рам используются самые разные материалы: *сталь* с различными примесями (*хром, никель, марганец, молибден*), *алюминий, титан, полимеры*, армированные *алюминиевыми* волокнами, *формованный пластик, дерево* и даже *бамбук*. Углеродное волокно является наиболее используемым материалом для изготовления рам

велосипедов для профессионального использования в спортивных дисциплинах из-за его легкого веса.

Горный велосипед все больше входит в нашу культуру, становится способом проведения досуга, способом расслабления. Похоже, мы переживаем возвращение нового золотого века велосипедов.

1 ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ГОРНЫХ ВЕЛОСИПЕДОВ

Существует ряд ключевых факторов и характеристик, которые влияют на обеспечение хороших ходовых качеств горного велосипеда.

1.1 Геометрия велосипедной рамы

Основная конструкционная функция рамы велосипеда это сохранение прочности под нагрузкой, обеспечение опоры для велосипедиста, надежное крепление колес, поглощение усилий, возникающих при педалировании и торможении. Геометрия рамы оказывает значительное влияние на способность велосипеда реагировать на маневры велосипедиста, на поведение велосипеда при подъеме в гору, при спуске и на его отзывчивость на поворотах. Это напрямую влияет на ощущение езды, комфорт и безопасность. С точки зрения конструкции, ромбовидная рама, состоящая из двух треугольников, представляется наиболее удачным вариантом дизайна.

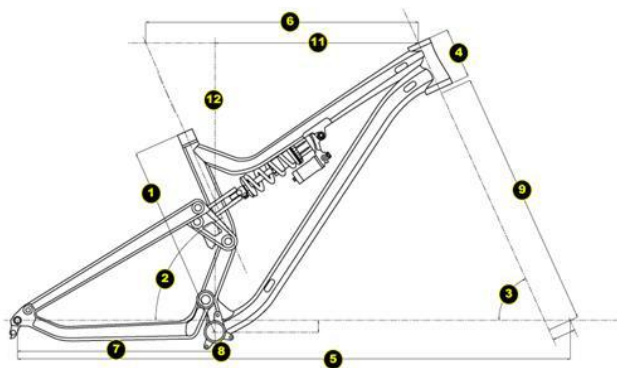


Рис. 1. Геометрия велосипедной рамы

Объяснение основных терминов, связанных с геометрией велосипедной рамы, показанных на рис. 1:

1. Длина подседельной трубы - это расстояние от кареточного узла велосипеда до конца этой трубы. Она используется для определения размера велосипеда. Вместе с длиной верхней трубы рамы они определяют размер рамы. Рама меньшего размера лучше управляется и, по сравнению с более длинными рамами, обладает большей жесткостью и устойчивостью к деформации при кручении.

2. Угол наклона подседельной трубы - это угол, который образует подседельная труба с горизонтальной плоскостью. Вместе с углом наклона рулевого стакана и длиной треугольника рамы угол наклона подседельной трубы определяет позицию велосипедиста. При меньшем угле наклона подседельной трубы центр тяжести смещается назад, что является преимуществом при езде вниз, но может привести к подъему переднего колеса на крутых склонах при езде вверх по склону. При большем угле наклона подседельной трубы центр тяжести смещается вперед, что выгодно при езде в гору. Для горных велосипедов угол наклона седла варьируется от 65° до 80° .

3. Угол наклона рулевого стакана - это угол, который образует рулевой стакан (труба впереди велосипеда, где располагается рулевая колонка и шток вилки) с прямой соединяющей оси переднего и заднего колеса. Этому углу уделяется наибольшее внимание при проектировании геометрии рамы велосипеда, поскольку он оказывает наибольшее влияние на устойчивость велосипеда и величину нагрузки на раму за рулевым стаканом. Чем меньше угол наклона рулевого стакана, тем выше устойчивость при спуске с крутых склонов с высокой скоростью, но на низких скоростях это приводит к замедленной реакции велосипеда на действия велосипедиста и может вызвать раскачивание велосипеда из стороны в сторону при движении в гору. Для горных велосипедов значение угла наклона рулевого стакана варьируется от 62° до 75° .

4. Длина рулевого стакана - вместе с длиной подседельной трубой определяет размер рамы велосипеда. Удлинение рулевого стакана приведет к смещению центра тяжести назад и уменьшению эффективной длины верхней трубы рамы. Поэтому, чтобы минимизировать длину, под рулевым штоком используется шайба, позволяющая отрегулировать руль на подходящую высоту без удлинения рулевого стакана.

5. Колесная база - это расстояние от центра оси заднего колеса до центра оси переднего колеса, которое влияет на устойчивость велосипеда. Короткая колесная база имеет преимущество в виде легкости управления, но при этом велосипед легко опрокинуть на переднее или заднее колесо. И наоборот, длинная колесная база повышает устойчивость велосипеда, но также делает велосипед менее маневренным.

6. Эффективная длина верхней трубы (*top tube lenght*) - это горизонтальное расстояние от центра рулевого стакана до виртуального продолжения подседельной трубы. На неё также влияет угол наклона подседельной трубы. Это один из определяющих параметров при выборе подходящего размера рамы, который определяет необходимое расстояние до руля, для комфортной посадки велосипедиста.
7. Длина цепных перьев заднего треугольника (*chainstay*) - это длина от кареткового узла велосипеда до точки крепления заднего колеса. Она напрямую связана с маневренностью велосипеда. Слишком короткая конструкция снижает устойчивость при езде на крутых подъемах и может мешать использовать более широкие колесные шины или большего количества задних звезд механизма переключения передач.
8. Провис каретки (*BB drop*) - расстояние от центра каретки до линии проведенной между осями переднего и заднего колес. Чем больше провис каретки, тем ниже каретка. Для горных велосипедов чем каретка ниже, тем быстрее можно проходить повороты и тем стабильнее становится велосипед, поскольку центр тяжести велосипедиста смещается вниз, уменьшая при этом возможность нежелательного подъема велосипеда на переднее или заднее колесо, а также улучшая перенос центра тяжести из стороны в сторону. Однако слишком большое смещение центра тяжести вниз может стать недостатком при педалировании в нижнем положении педали, которая может зацепиться за неровности рельефа. С этим понятием связана высота каретки (*BB height*) - это расстояние от центра каретки до земли. Более высокое положение кареточного узла ассоциируется с лучшей маневренностью велосипеда и улучшает способность переносить центр тяжести вперед или назад, что используется велосипедистами при езде по памп-трекам.
9. Длина передней вилки - это расстояние от точки крепления переднего колеса до рулевого стакана. Данная величина оказывает значительное влияние на управляемость и устойчивость велосипеда.
11. Вылет (*reach*) - это горизонтальное расстояние между кареточным узлом велосипеда и центром верхней части рулевого стакана (рис. 7).
12. Высота руля (*stack*) - это вертикальное расстояние между верхней частью рулевого

стакана и кареточным узлом велосипеда (рис. 7).

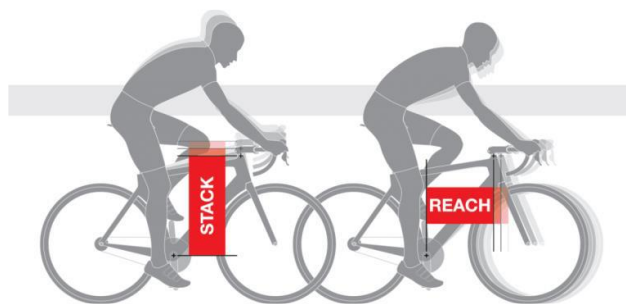


Рис. 2. Высота руля (*stack*) и вылет (*reach*) [2]

Также с геометрией рамы связано понятие *standover* - это расстояние (пространство) между промежностью велосипедиста и верхней трубой в месте ее соединения с подседельной трубой, когда велосипедист стоит, опираясь на велосипед. Эта величина зависит от длины ног велосипедиста и поэтому очень индивидуальна, она зависит не только от параметров геометрии рамы.

2 МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАМЫ ВЕЛОСИПЕДА

Конструкция рамы велосипеда в значительной степени определяет его ходовые качества, поэтому выбор подходящего материала для ее изготовления очень важен. Основными критериями выбора являются прочность, гибкость, жесткость, низкая хрупкость, малый удельный вес, устойчивость к коррозии и т.д. Помимо этих основных критериев, при выборе материала необходимо также учитывать сложность и особенности его технологической обработки. Не менее важным является экономический вопрос, а именно цена материала и цена его обработки.

Материалы, используемые для изготовления велосипедных рам, можно разделить на металлы и неметаллы. Из металлов в основном используется сталь, алюминий и титан, а их свойства улучшаются с помощью различных примесей. В конструкции велосипедных рам из неметалла используются композитные материалы с эпоксидной матрицей и углеродными волокнами (карбон), реже - дерево, бамбук и, в исключительных случаях, графен.

2.1 Сталь

Преимуществами стали в качестве материала, для изготовления рам велосипедов являются прочность, хорошая обрабатываемость, жесткость, высокая гибкость и низкая стоимость по сравнению с другими материалами.

Недостатками являются высокая плотность (и, следовательно, большой вес изделия) и низкая коррозионная стойкость.

Качественные стальные трубы для изготовления рам высокого класса производят компании *Reynolds* (сталь *Reynolds 531* и *Reynolds 753*), *Columbus* (сталь *XCr*, *Niobium* и *Nirvacrom*), *Dedacciai* (сталь *DR-Zero* и *DR-Zerouno*) [3].

2.2 Титан

До появления композитных материалов *титан* был самым передовым материалом для изготовления рам. Он очень легкий (его плотность составляет $4500 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$), эластичный, обладает отличной пластичностью, но относительно мягкий.

Его прочность примерно в два раза ниже, чем у стали. Для повышения прочности велосипедной рамы используются трубы большего диаметра. Поскольку удельный вес титана меньше, чем у стали, рама, даже если она изготовлена из более толстых титановых труб, будет легче стальной.

Титан и его сплавы требуют технологически сложного подхода к обработке и сварке; сварка может производиться только в атмосфере аргона, что значительно удорожает производство титановых рам.

2.3 Алюминий

Алюминий имеет низкую плотность ($\rho = 2700 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$), хорошо поддается горячей и холодной формовке и устойчив к коррозии. Однако он обладает низкой прочностью, которую можно повысить путем холодной формовки. Низкая прочность материала компенсируется увеличением диаметра труб рамы.

Из-за высокой жесткости и низкой эластичности, рама изготовленная из *алюминия*, может внезапно сломаться при многочисленных воздействиях нагрузок. Решением данной проблемы является использование утонченных труб, стенки которых в середине в два/три раза тоньше, чем на концах труб (*double-buttet* или *triple-buttet*) [3].

2.4 Карбон (углепластики)

Карбон (углепластики) - это краткое название композитного материала с матрицей из полимерных (например, эпоксидных) смол и углеродными (*карбоновыми*) волокнами. Композиты образуются путем соединения двух простых материалов. Матрица - это основной материал, она выполняет функцию связующего элемента, от нее зависит температура и условия обработки композита [4]. Вторым компонентом

композита являются переплетённые нити углеродного волокна, которые выполняют армирующую функцию. От расположения которых зависят механические свойства композита. Слабым местом композитов являются соединения. Самым уникальным свойством углерода является его анизотропия - проявление различных свойств среды в различных направлениях внутри этой среды [3].

ВЫВОДЫ

Представленный материал в данной статье является продолжением работы по проектированию горного велосипеда конкретной конструкции. Конечным продуктом работы будет велосипед для скоростного спуска по бездорожью, предназначенный как для гонок, так и для активного отдыха. Представленные знания, о таких конструкционных параметрах как размеры и используемый материал, являются необходимой отправной точкой в проектировании и производстве горного велосипеда.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Tento výskum podporila Kultúrna a vzdelávacia grantová agentúra MŠ SR v projekte č. KEGA 036ŽU-4/2021: „Implementácia moderných metód počítačovej a experimentálnej analýzy vlastností komponentov vozidiel do vzdelávania konštruktérov dopravných prostriedkov budúcnosti.“

Tento výskum podporila Kultúrna a vzdelávacia grantová agentúra MŠ SR v projekte č. KEGA 031ŽU-4/2023: „Rozvoj kľúčových kompetencií absolventa študijného programu Vozidlá a motory.“

ЛИТЕРАТУРА

[1] ПЛАЙДИЧКО, Б. (2020): *Дизайн внедорожного велосипеда* (На словацком языке). Бакалаврская работа, Жилинский университет в Жилине, Машиностроительный факультет, номер. 28230920201016.

[2] БИМДЖИМ (2017): *Краткий велосипедный словарь: геометрия рамы и подробное объяснение терминов* [в сети], Доступна с: <https://www.mtbiker.sk/clanky/8807/kratky-cyklisticky-slovník-geometria-ramu-a-hlboky-vyklad-pojmov.html>.

[3] РОДЖЕРС, С. (2015): *Собери свой велосипед*. Байкер, Вин. 7, Но. 2, пп. 32-39, ISSN 1337-981X EV 3231/09.

[4] МАТНЕТ (2006): *Научно-исследовательская и инновационная сеть в области материалов и технологий* [в сети], Доступна с: <http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=9>.