

### Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах

Подвеска на поперечных А-образных рычагах в последнее время практически используется только лишь на спортивных автомобилях и на малом количестве дорожных заднеприводных автомобилей. Основное преимущество такого типа подвески – отличная управляемость при благоприятном сохранении углов установки колёс, а если сказать более точнее – меньшем изменении углов установки колёс по сравнению с другими типами подвески при различных ходах колёс.

#### Определение основных параметров шасси.

Для того, чтобы понять и начертить компоновку багги мне пришлось вычертить сиденье в натуральную величину, найти чертеж силового агрегата и коробки передач, колёс, купить приводы колёс (разобрать их, образмерить и начертить). В качестве прототипа я взял раму багги МПИ середины 80-х, опубликованную в журнале Моделист-Конструктор. Думать особо не хотелось, замеры агрегатов показали, что коробка передач от АЗЛК-2141 такая же по габаритам, а двигатель по габаритам чуть больше, чем силовой агрегат от ЗАЗ-968. Дизайн рамы я посчитал устаревшим и с учётом моих габаритов задумал перерисовать раму, сохранив пропорции рамы прототипа. Потом я натолкнулся в интернете на фотографии чешского кроссового автомобиля и понял, что надо делать такую раму, но с другой задней подвеской. Компоновка осталась центрально-моторной, заднеприводной.



Рисунок 1. Рама чешского автомобиля.

Компоновка автомобиля получилась следующая – известно, каких габаритов манекен, есть чертежи агрегатов в масштабе 1:1, известна ширина и диаметр колёс, вылет диска и другие параметры. С учётом этого всего получилась следующая компоновка (рисунок 2). Дорожный просвет я выбрал 200 мм – всё-таки автомобиль должен передвигаться по дорогам и лёгкому бездорожью. Колея ведущих колёс после измерения вала привода и предстоящей замены на удлинённую составила 1600...1700 мм (у донора – 1440 мм).

## 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах

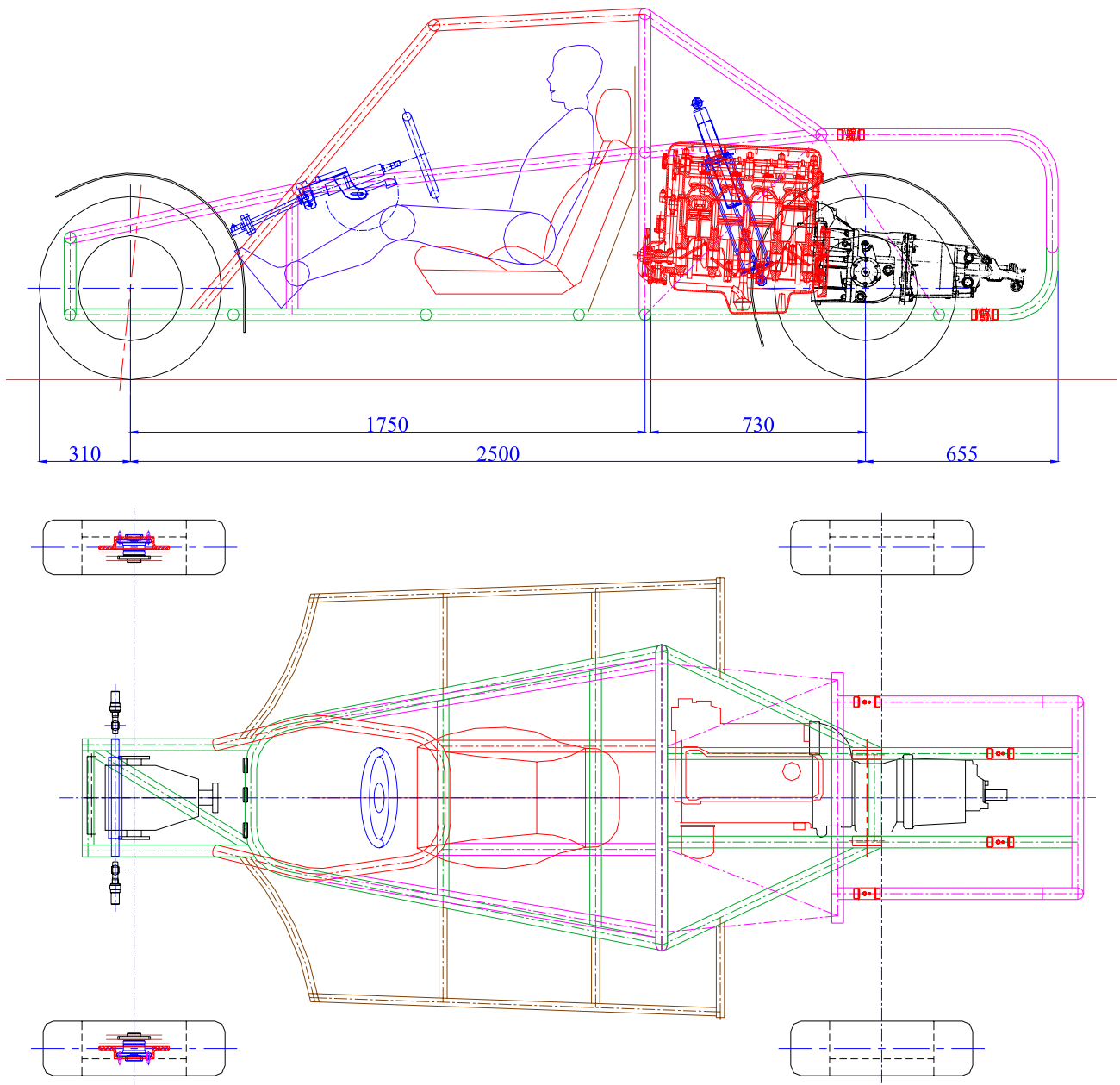


Рисунок 2. Компоновка багги с размерами.

На рисунке 3 представлена компоновка передней подвески. Рулевая рейка – укороченная рейка от ВАЗ-2108 (с изменением передаточного числа – примерно 1,7 оборота от упора до упора), которую можно приобрести в специализированных магазинах и у спортсменов, которые строят багги. Длина штока 400 мм, расстояние между осями шарниров – 490 мм. В передней подвеске я решил использовать шарниры типа ШС (и сайлентблоки в местах крепления рычага и рамы). С учётом небольших ходов подвески поперечный угол наклона оси шарниров составляет  $12^\circ$  – этого достаточно для такого просвета и таких ходов. Плечо обкатки я выбрал 34 мм – машина нужна для увеличения адреналина в крови (а не для завоевания кубков) – это нормальный параметр для общегражданского автомобиля. Если увеличить плечо обкатки, то при таком передаточном отношении рейки придётся

## 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах

прикладывать большее усилие для поворота колёс. Ширина передней части рамы выбирается из следующих соображений – чтобы не было паразитного подруливания при разных ходах колёс, шарниры рулевой рейки должны быть на одной оси с шарнирами рычагов; если появится возможность выбрать другой агрегат от полноприводного автомобиля, то спереди можно установить дополнительно редуктор. Передний кулак будет полностью самодельный, как на чешской раме, или как у американцев – это различие будет зависеть от выбранных параметров. В качестве ступичного узла я выбрал заднюю ступицу от ВАЗ-2108 в сборе, она должна присоединяться к кулаку. Единственный параметр, с которым я пока не определился – развал колёс. Для гражданских автомобилей он составляет около  $30'$ , для спортивных автомобилей – до  $2^\circ$ .



Рисунок 3. Поворотный кулак чешской багги



Рисунок 4. Поворотный кулак американской багги

Угол  $5^\circ$  относительно вертикали нужен для того, чтобы влиять на изменение углов установки колёс при кренах кузова из-за различных ходов колёс. Точно сказать, какой угол должен быть для конкретного шасси я не могу, данный момент нет возможности создать математическую модель подвески и просчитать программными средствами.

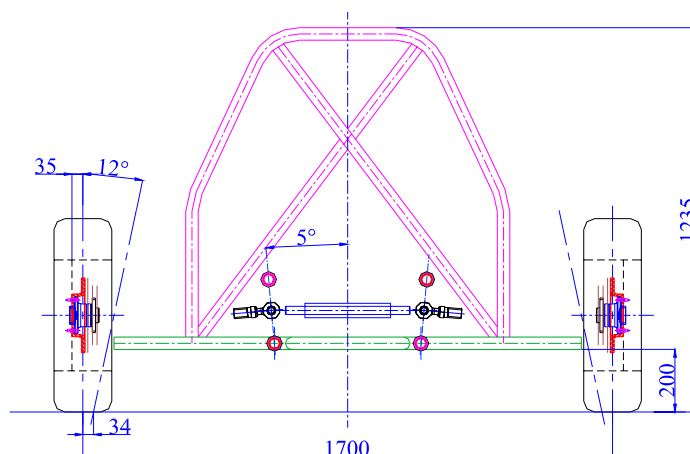
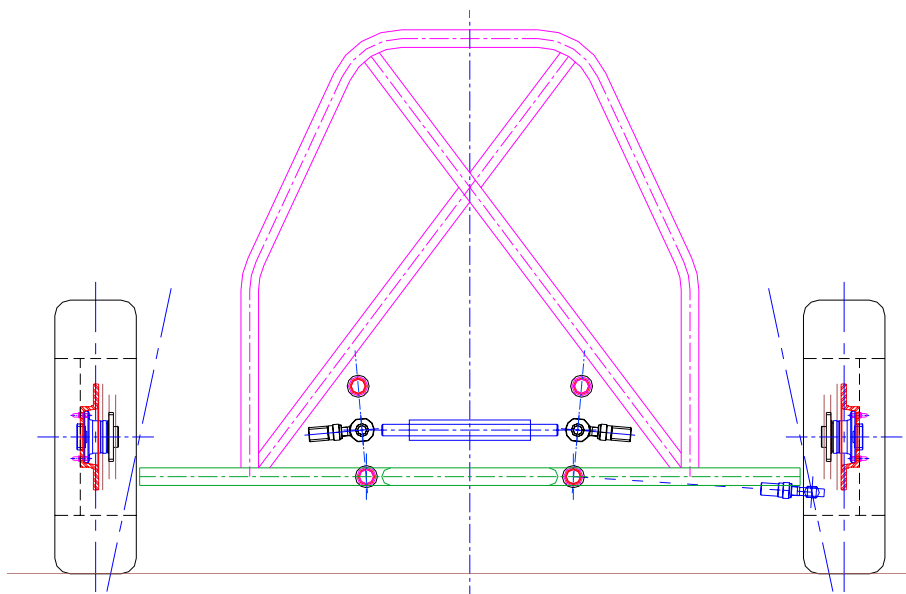


Рисунок 5. Компоновка передней подвески.

Итак, компоновка передней подвески уже понятна. Осталось определить следующие параметры. С учётом размещения шарниров можно примерно указать на чертеже их положение на оси шарниров. С точки зрения компоновки они не должны задевать за диск, а также необходимо посмотреть по картинкам из интернета, где примерно они располагаются. Я начал с расположения нижнего шарнира. С учётом того, что в данном месте располагается хамп диска, а также с учетом всех крепёжных элементов я расположил шарнир таким образом, чтобы ничего не мешало свободному вращению колеса.



**Рисунок 6.1. Проработка компоновки передней подвески.**

Положение нижнего сайлентблока определяется из следующих соображений – от известного расположения нижних труб рамы я отложил на чертеже 50 мм и начертил там сайлентблок (сайлентблок растяжки от ВАЗ-2108). Расположение верхних сайлентблоков определяется исходя из компоновочных соображений – известно расстояние между шарнирами рейки, нижними сайлентблоками и наклоном оси. Тут следует отметить следующее – при таком размещении шарниров рейки паразитное подруливание одним колесом при наезде на препятствие другим сводится к минимуму, а в некоторых случаях убирается полностью. Потом намечаем место размещения верхнего шарнира и соединяем виртуальной осью с осью верхнего сайлентблока. Следующий шаг – определение центра крена – продолжаем виртуальные линии до их пересечения. Они пересекаются в виртуальном мгновенном центре (При любых ходах подвески этот параметр меняет своё расположение). Из этой точки проводим виртуальную линию до пересечения с центром колеса. Эта линия при пересечении оси симметрии колеса даёт искомый центр крена – некая точка. Относительно которой автомобиль будет стремиться повернуться в повороте. Так как мне интересно поиграть с настройками шасси на построенной багги, то я намеренно ввожу в подвеску возможность настройки, а именно – я закладываю в конструкцию возможность изменения положения верхнего шарнира на поворотном кулаке (два положения). Благодаря этому появляется две регулировки положения центра крена. На рисунке 8 показаны оба этих положения.

## 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах

С учётом того, что задняя подвеска тоже будет на А-образных рычагах, то её параметры определяются подобным методом. Но, для благоприятного распределения веса автомобиля в повороте передний центр крена должен быть ниже заднего.

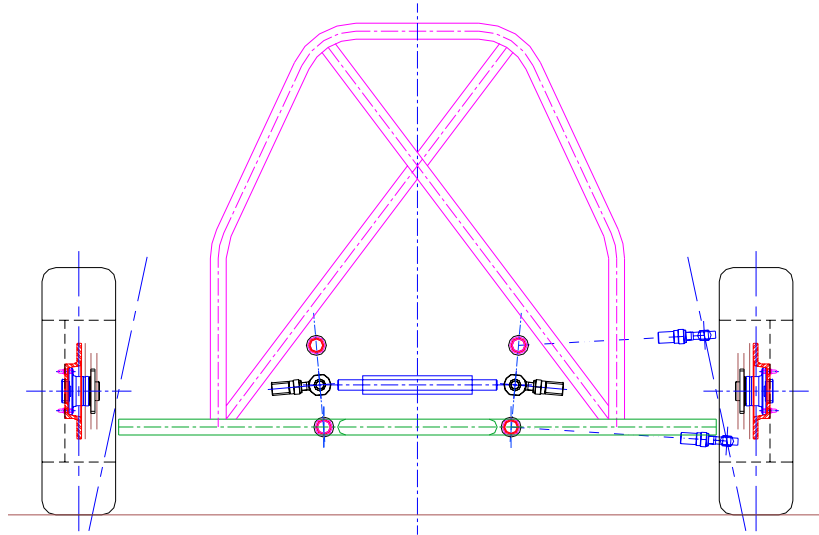


Рисунок 6.1. Проработка компоновки передней подвески.

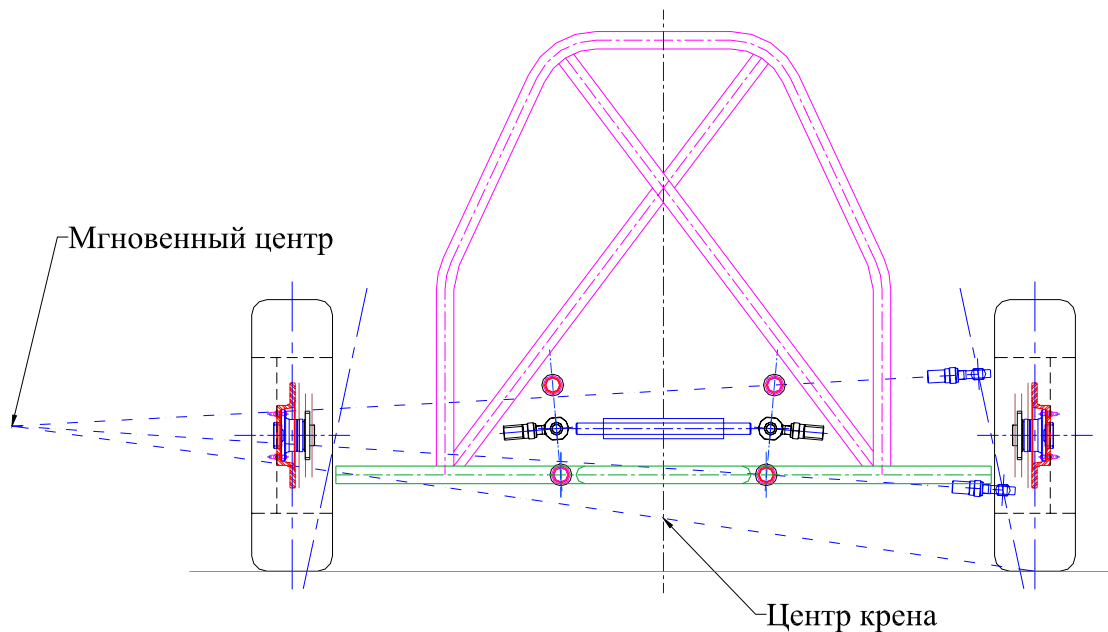


Рисунок 7. Нахождение центра крена.

Для задней подвески я намеренно ввёл дополнительно ещё две точки крепления – по одному креплению для каждого рычага. Таким образом я немного повысил положение центров крена. Задний кулак уже есть в чертежах, поэтому положения осей шарниров не пришлось выдумывать. Отметив положение центров (я взял примерно 1,5 от высоты размещения передних – насколько я прав – пока не знаю, может быть этого много), я провёл виртуальную линию через центр крена и среднюю точку контакта шины. Зная, примерно, где

## 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах

должен размещаться сайлентблок рычага, и отметив это место точкой, я провёл виртуальную линию из шарнира заднего кулака до пересечения с этой точкой. Точку пересечения этих двух линий я соединил виртуальной линией с точкой крепления верхнего рычага и кулака. Таким образом я определил параметры задней подвески. Сместив немного вверх новые точки крепления рычагов я нашёл новое положение центра крена. Таким образом, используя эти настройки есть возможность достаточно оперативно сделать несколько настроек шасси.

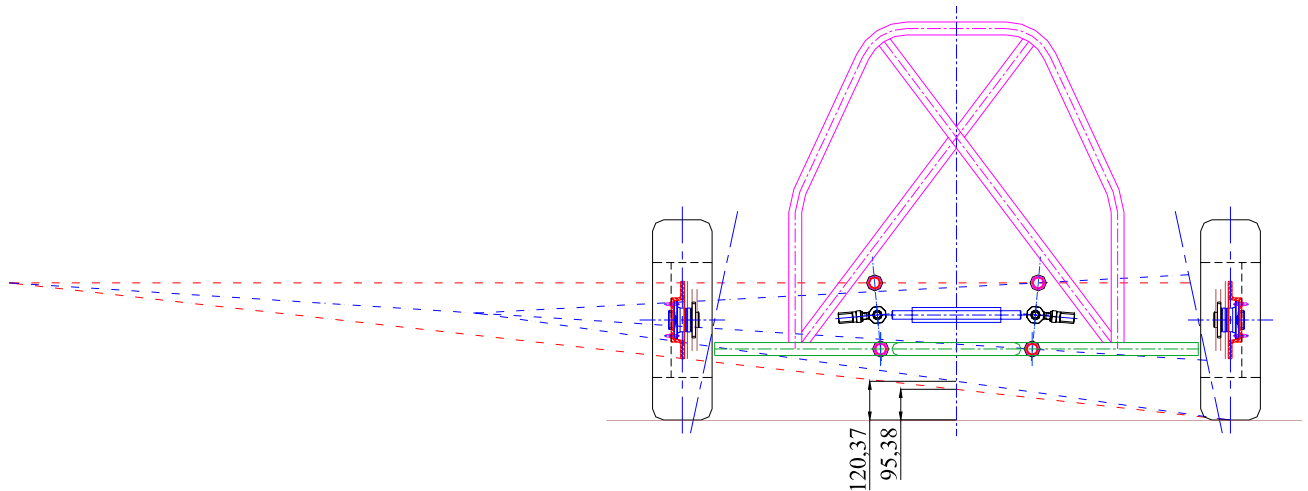


Рисунок 8. Нахождение центров крена для двух настроек.

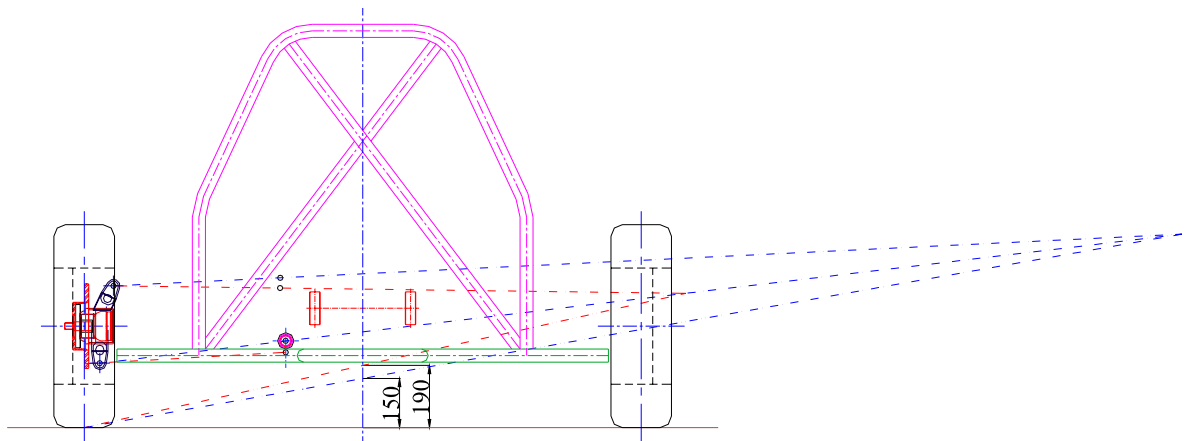


Рисунок 9. Нахождение центров крена для задней подвески.

Продольный угол наклона оси шарниров для заднемоторной компоновки должен быть 6...7°. В моём случае (центрально-моторная компоновка) – достаточно 4...5°. Следующий параметр, который надо определить – углы Аккермана. С учётом того, что на багги никогда не применяются низкопрофильные и жёсткие шины то виртуальные линии, проходящие через сошки не пересекутся на пересечении оси автомобиля и оси задних колёс. Расстояние до точки пересечения этих линий выбираем из соотношения  $(0,9...0,95) \times$  база автомобиля. База автомобиля 2500 мм, соответственно точка пересечения линий отнесена от передней оси на 2250...2375 мм. Проецируя на вид сверху ось поворота колеса и пересечение оси рулевой тяги определяем точку, из которой выйдет наша виртуальная линия до пересечения с

продольной осью автомобиля. Выбирая расстояние от оси передних колёс, на котором будет установлена рулевая рейка, получаем длину рулевых сошек. Чем длиннее сошки, тем больший угол поворота колеса (в определённых пределах).

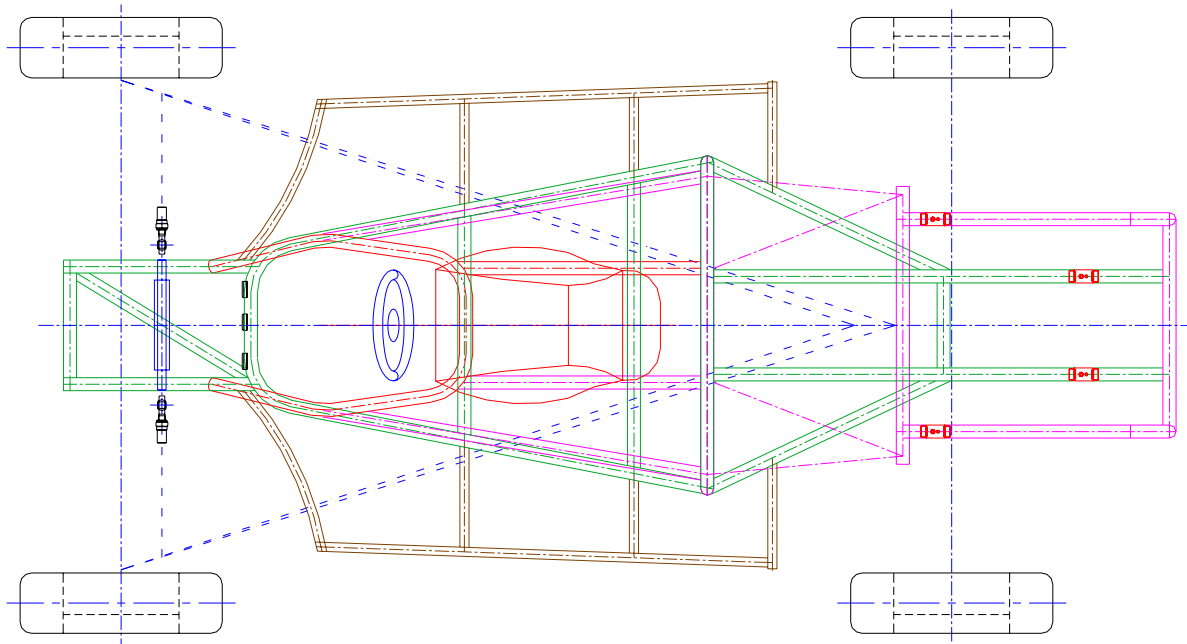


Рисунок 10. Проектирование рулевого управления.

Я выбрал расстояние 2375 мм. Теперь осталось определить антиклевковую геометрию и воплотить всё в металле. Для передней подвески я не нашёл чёткой рекомендации, нашёл такие данные – наклонить верхний рычаг на 2...3° внутрь базы. С вида спереди я спроецировал точку пересечения оси рычага и оси шарниров. На виде сбоку я обозначил ось наклона кулака и на пересечении этой оси и проекции оси рычага обозначил точку поворота верхнего рычага. Относительно этой точки повернул ось рычага на 3° внутрь базы. Если продлить оси рычагов до пересечения – получим некий виртуальный постоянный центр. Его положение должно быть ниже положения центра тяжести. Насколько ниже – данных я не нашёл.

Задняя подвеска должна работать вместе с передней – необходимо согласовать их параметры (антиклевковая геометрия и прочие). Так как задняя подвеска спроектирована на А-образных рычагах, я определил центры крена и виртуальную ось, относительно которой автомобиль стремиться повернуться в повороте. Задние опоры верхнего и нижнего рычагов находятся около выходного фланца коробки передач. Передние опоры рычага находятся где-то за задней дугой безопасности. Положение центра тяжести автомобиля – примерно на высоте 550 – 650 мм. По рекомендациям из статьи «**2.5. Определение основных параметров подвески для триального автомобиля**» я определил положение центра тяжести автомобиля, на оси переднего колеса отметил две высоты – 50% и 80% от высота центра тяжести, выбрал точку между этими высотами и из этой точки провёл две линии до пересечения с точками крепления рычагов. Теперь, для внесения некоторых корректировок в поведение автомобиля, можно сделать следующее – для увеличения подъёма автомобиля при разгоне мгновенный центр поднимаем вверх до 80% высоты центра тяжести или даже выше (не рекомендуется). Если есть желание увеличить приседание задней части автомобиля для увеличения сцепления с дорогой, то необходимо опустить точку по высоте до 50% высоты

## 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах

центра тяжести. Отступив от габарита трубы 50 мм (достаточно для размещения элементов подвески – шарнира, кронштейнов и проч) провёл вертикальную линию и на пересечении этих трёх линий определил положение опор рычагов. Также я планирую ввести регулировку схождения колёс задней оси – возможно для полноприводного варианта больше пригодится.

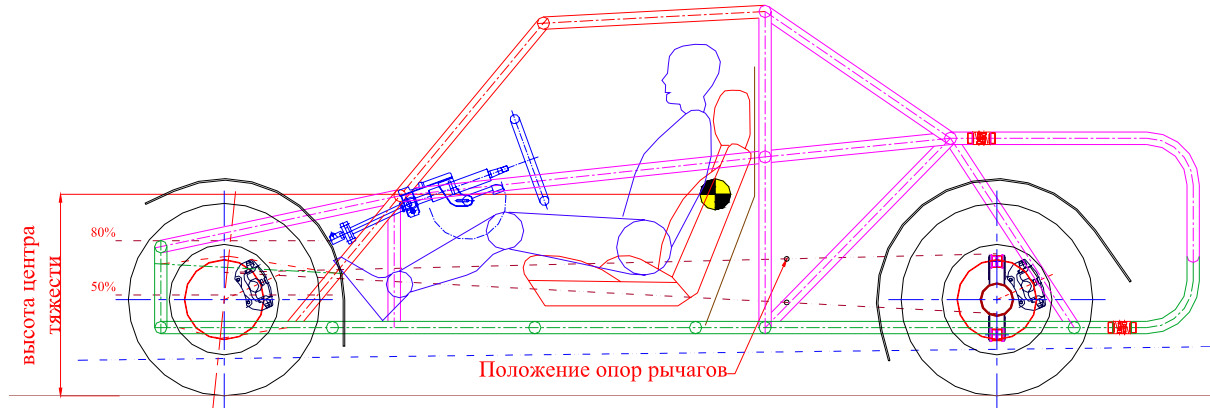


Рисунок 11. Нахождение места крепления заднего рычага.

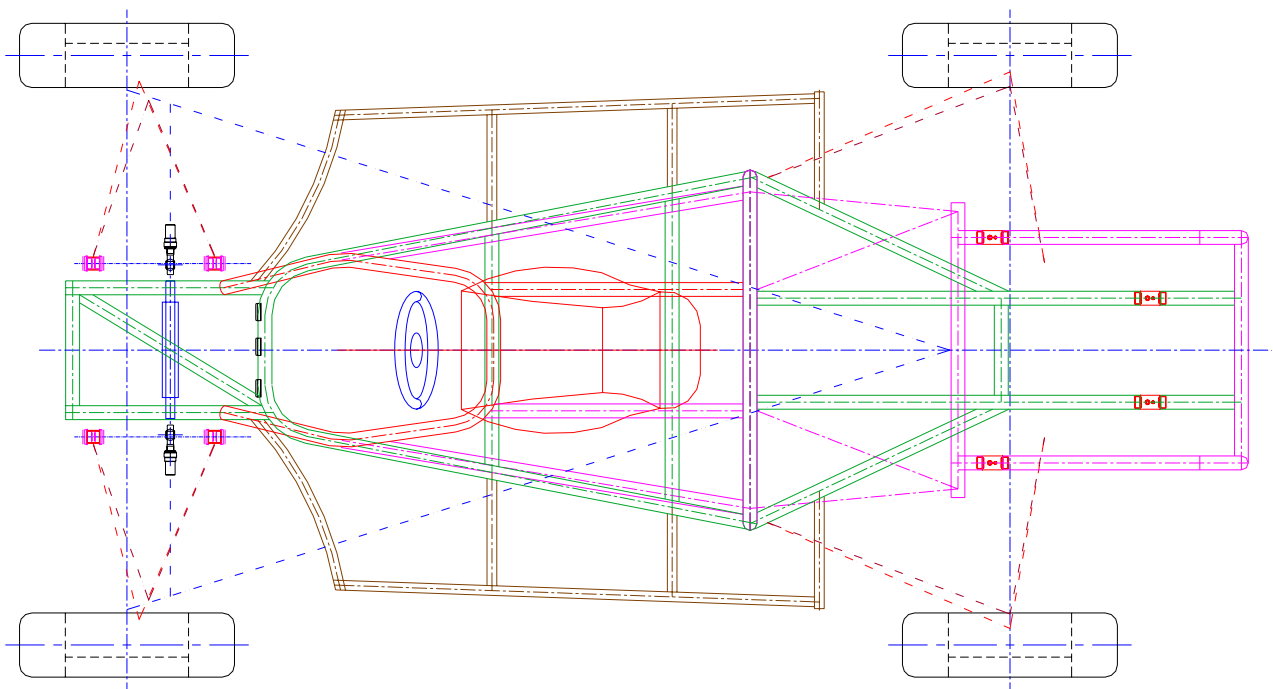


Рисунок 12. Чертёж автомобиля с подвеской и углами Аккермана.  
Красным показаны нижние рычаги, коричневым – верхние.

### Различие американской школы и европейской

Различие в одном – американцы при проектировании подвески переносят шарнир нижнего рычага на ось вращения колеса (применяется только задний привод, так что перенести шарнир представляет никакой трудности). Это даёт следующие преимущества:

- повышение дорожного просвета
- уменьшение высоты центра крена

С учётом того, что на американских багги сзади установлены диагональные рычаги, центр крена на задней подвеске поднят достаточно высоко (из-за специфики самой подвески). Также можно отметить, что угол наклона оси шкворня на американских багги достигает  $30^\circ$  – это сделано для того, чтобы компенсировать изменение углов установки колёс при дорожных просветах порядка 350...600 мм. На рисунке 12 показано определение центра крена для разных положений нижнего шарнира. Как видно из рисунка, разница достаточно существенная. Чем выше центр крена, тем больше опрокидывающий момент, действующий на автомобиль. Также вычерчивание шарниров типа ШС показало, что при подходе американских конструкторов, шарниры работают в более благоприятных условиях, без постоянной работы шарниров в крайних положениях (соответственно исключаются ударные нагрузки и трение об корпус шарнира крепёжных элементов и элементов подвески). В то же время, европейские багги могут быть полноприводными, что не позволит перенести шарнир. Возможно, это не имеет смысла для машин малых классов с малыми дорожными просветами.

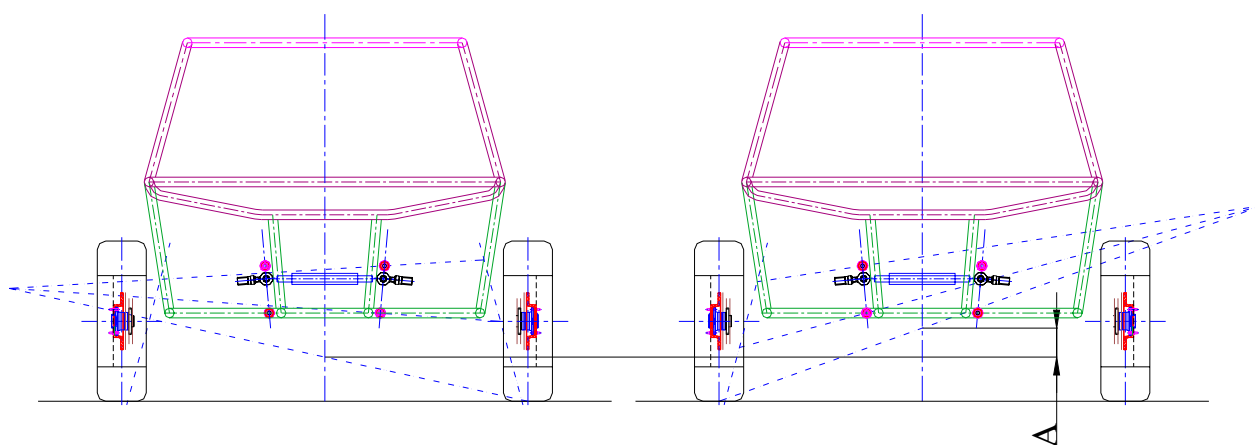


Рисунок 13. Различия в проектировании подвески.



Рисунок 14. Подвеска современной песчанной багги.

1. Классификация багги
  - 1.1. Определение багги как транспортного средства
  - 1.2. Багги в США
    - 1.2.1. Спортивные багги, грузовики, прераннеры – классификация, примерные бюджеты
    - 1.2.2. Песчаные багги Sandrail
    - 1.2.3. Пляжные багги Dune buggy
    - 1.2.4. Канадские багги
    - 1.2.5. Багги – краулеры
  - 1.3. Багги в России
    - 1.3.1. Спортивные багги
    - 1.3.2. Обзор халявных чертежей
    - 1.3.3. Архив
  - 1.4. Багги в Европе
    - 1.4.1. Обзор машин
  - 1.5. Багги в Латинской Америке
  - 1.6. Багги в Австралии
  - 1.7. Военные багги
  - 1.8. Прототипы Хаммера
2. Подвеска транспортного средства
  - 2.1. Основные положения, термины и определения
  - 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах**
  - 2.3. Определение основных параметров подвески на диагональных рычагах
  - 2.4. Определение основных параметров подвески с неразрезной балкой
  - 2.5. Определение основных параметров подвески для триального автомобиля.
  - 2.6. Изготовление поворотных кулаков по американской технологии
  - 2.7. Процесс изготовления подвески для багги на примерах
  - 2.8. Отличие настроек подвески под конкретные трассы
  - 2.9. Негативный эффект при понижении стандартной подвески
3. Повышение мощности поршневого двигателя внутреннего сгорания
  - 3.1. Что такое мощность
  - 3.2. Что такое крутящий момент
  - 3.3. Способы повышения эффективной мощности двигателя
  - 3.4. Отличие европейской и американской школ двигателестроения
  - 3.5. Системы изменения фаз газораспределения. Отличие немецкой и японской школ.
  - 3.6. Роторно-поршневые двигатели внутреннего сгорания
  - 3.7. Система выпуска отработавших газов двухтактного и четырёхтактного двигателей. Расчёт основных параметров
  - 3.8. Десмодромный привод МГР
4. Трансмиссия транспортного средства
  - 4.1. Расчёт передаточных чисел трансмиссии