

ЛИГЕРАД С МАХОВИЧНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ

Попов А.А.

Научный руководитель – доцент Половинкин В.И.

Сибирский федеральный университет

Велосипед (из фр. *vélocipède*, от лат. *velox* – быстрый и *pes* – нога, стопа) – транспортное средство, приводимое в движение мускульной силой человека через ножные педали или (редко) через ручные рычаги.

Ныне во всём мире используется более миллиарда велосипедов, поэтому велосипед – самое распространённое транспортное средство. В 2005 году по итогам опроса общественного мнения в Великобритании, велосипед был признан величайшим техническим изобретением с 1800 года. За велосипед проголосовало больше опрошенных, чем за все остальные изобретения, вместе взятые.

В условиях стремительного технического развития все острее встает вопрос об экологически чистом виде транспорта. На роль такого устройства может претендовать велосипед, ведь кроме чистоты он обладает следующими достоинствами: низкая стоимость, лёгкость, малые размеры, отсутствие потребности в топливе и относительная безопасность. Но все эти достоинства, по сравнению с автомобилем, легко компенсируются одним недостатком – для перемещения нужна сила самого человека. Как следствие, мы получаем малую скорость передвижения.

Цель проекта – сделать еще один шаг на пути решения данной проблемы, популяризировать велосипед, ведь это, так же, означает и здоровье. Предложить и обосновать модернизацию устройства, рассчитать основные узлы.

Анализ технического задания. Лигерад “The Velocraft NoCom” представляет собой велосипед с очень низким центром тяжести, человек лежит на спине.

На основе генетического анализа, можно сделать вывод, что техническая система “велосипед” находится на этапе “старость”, ничего принципиально нового не внедряется, совершаются только некоторые улучшения.

Одно из противоречий вытекает из того, что ресурсы человека используются нерационально.

Из причинно – следственного анализа обнаруживается:

Двигатель (человек) – нерациональное использование – торможение и разгон выполняются человеком – простота конструкции (трансмиссии).

Таким образом, можно вывести противоречие: трансмиссия должна быть простой, ради удобства эксплуатации, но не должна ради сохранения энергии.

Техническое противоречие: если добавляем накопитель энергии, то повышается экономичность использования человеческого ресурса, скорость, но ухудшается вес, габариты, простота использования.

Необходимо при минимальных изменениях в системе повысить экономичность использования человеческого ресурса, но сохранить или улучшить габариты, вес, эксплуатационные характеристики.

X элемент (накопитель энергии) должен забирать энергию, когда её много, а затем отдавать, когда она нужна.

После проведения поисков и исследований на тему того, что же может послужить таким накопителем энергии, было установлено, что наилучшим накопителем будет маховик. Поскольку работа идёт в механической системе, то лучше всего было бы использовать механические источники, ведь за любой другой (тепловой, электрический, химический и т.п.) пришлось бы платить «налог» при превращении видов энер-

гии. А стоит выбирать маховик, так как его возможности по запасу энергии превосходят другие системы: пружины, резины, сжатый газ и т.п.

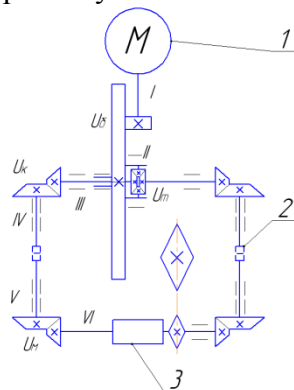


Рис. 25. Лигерад "The Velocraft NoCom"

Техническое предложение: Оснастить маховиком средство передвижения – идея не новая. Еще в 1971г. Кулибин И.П. построил свою «Самокатку» и оснастил её маховичным накопителем. Однако он был соединен напрямую от педалей к маховику, а от него к колесам, что так же неудобно и нерационально. Кулибин был первым. Следующим был З. Шуберский. В 1862г. он спроектировал «Маховоз», состоящий из системы маховых колес, предполагается к употреблению при всходе и спуске поездов по крутым скатам железных дорог. Умеряя быстроту движения при спуске с горы и употребляя сбереженную скорость при подъеме в гору, снаряд г-на Шуберского дает возможность проводить железные дороги со значительными склонами, уменьшая количество земляных работ и искусственных сооружений.

В наши же дни, когда новые технологии шагнули вперед, и люди имеют уникальные конструкции маховиков, которые при весе в 5 кг, могут вращаться со скоростью 60000 об/мин (уже и 75000 об/мин). Однако их трансмиссии рассчитаны для автомобилей. Так, фирма Flybrid Systems совместно с Torotrak и Xtrac разработали систему рекуперации (восстановления) кинетической энергии – KERS (Kinetic Energy Recovery Systems), предназначенную для гонок Формулы – 1. Но что если сделать такую же для велосипеда? Было проведено исследование данного вопроса и найдено подобное устройство Н.В. Гулия (патент РФ №2311575, 08.07.2003, Широкодиапазонный бесступенчатый привод (супервариатор), автор – Н.В. Гулия, найден аналог патента: патент РФ № 2300032 бесступенчатая трансмиссия, механизм реверсирования, модуль варьирования и управляемый ограничитель диапазона передаточных чисел /приложение А/). Однако его устройство слишком тяжело и громоздко для велосипеда. По этому, была позаимствована идея с дифференциалом и спроектировано собственное устройство.

Цель проекта: проверить работоспособность данной идеи, провести расчеты, проанализировать форму, сделать чертежи узлов.



1 – маховик, 2 – обгонная муфта Stieber AA35, 3 – Планетарная втулка Rohloff Speedhub500/14

Рис. 26. Кинематическая схема

Проектирование устройства: Исследовав маховики, было установлено, что наиболее рациональным было бы использование маховика фирмы: «Flybrid Systems». При весе в 5 кг он способен передавать мощность в 60кВт. При этом он является абсолютно безопасным, поскольку выполнен из карбонового волокна. При разрушении сначала оторвутся волокна на краях (т.к. там наибольшая кинетическая энергия), а оторвавшись, они затормозят весь маховик из-за контакта с корпусом. Проведены испытания, безопасность доказана. Весь маховик выполнен в вакуумированном корпусе, держится он за счет керамических подшипников, что позволяет ему очень долгое время сохранять энергию и минимально тратить её на сопротивление трению.

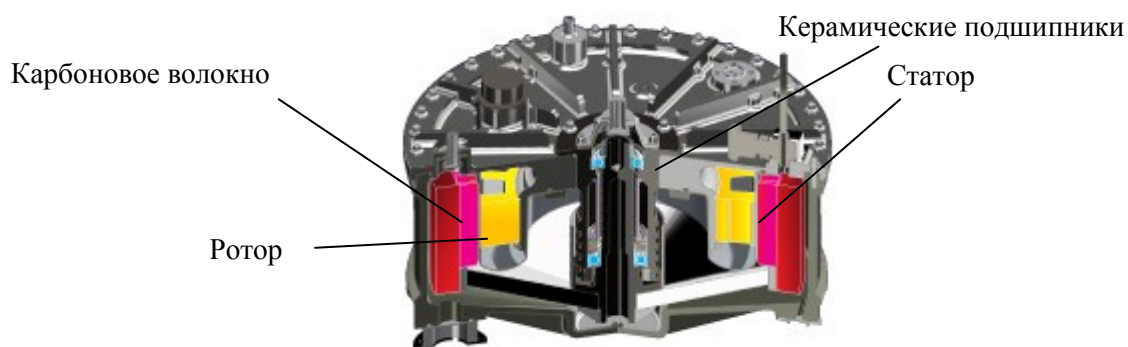


Рис. 27. Маховик «Flybrid Systems»

Кроме того, он же является и мотор-генератором, за счет встроенного в него ротора (на маховике) и статора (на корпусе). Таким образом, зарядив его однажды от розетки, мы сможем ездить на нашем велосипеде 40 минут, со скоростью 50км/ч. То есть без подзарядки мы сможем проехать 33км. Что вполне хватило бы на езду от дома до работы.

Трансмиссия. Самое главное – спроектировать трансмиссию, которая была бы способна передавать энергию в обе стороны. На данный момент, в технике отсутствуют подходящие варианты. Но существуют хорошие идеи, в частности, идеи «нестандартного» применения дифференциала.

В этом же случае трансмиссия выглядит так: энергия от маховика передается на дифференциал. Он служит разделителем энергии, в зависимости от того, какую сторону мы блокируем – мы либо отдаем энергию (с точки зрения маховика), либо принимаем. Далее энергия идет по левому каналу к колесу (рисунок 26). Но там стоит обгонная муфта, которая позволяет передать вращение, только в том случае, если энергия колеса меньше, чем маховика. Правая сторона, наоборот, отдает энергию, для этого мы блокируем левую сторону. Энергия от колеса идет через обгонную муфту, которая включится только в том случае, если энергия маховика меньше, чем колеса.

Таким образом, за счет этих двух процессов можно выполнять торможение и разгон. Или ездить по холмистой местности (запасать – отдавать/с горки – в горку) без особых усилий, что подходит, скажем, для Владивостока.

Отдельное внимание нужно уделить блокировке. Необходимо сначала разблокировать один канал, а только потом заблокировать второй! Это достигается за счет двух дисковых тормозов на валах. Тросы от них выведены на руль и синхронизированы, что не беспокоит водителя (может быть ручка – газ \leftrightarrow тормоз).

Регулирование скорости. Однако нужно управлять передаваемой мощностью. Чем выше скорость, тем больше мощности нужно. Кроме того в процессе торможения, чем больше человек хочет затормозить, тем больше нужно повышать передаточное от-

ношение: «выжать всю энергию до последней капли». Процесс управления реализован в двух блоках.

Первый – лобовой вариатор, диапазон регулирования – 6 (однако из-за соображений долговечности, рекомендуют ограничиться 4). Он же выполняет функцию предохранительного звена, поскольку это фрикционная передача и в случае перегрузки произойдет проскальзывание.

Второй – задняя планетарная втулка: rohloff speedhub 500/14. Диапазон регулирования: 530%. Служит повышающей передачей. На эту же втулку подается независимо от вышеизложенной трансмиссии цепная передача.

Управления этими двумя блоками может быть синхронизировано на руле в одном рычаге, или остаться независимыми.

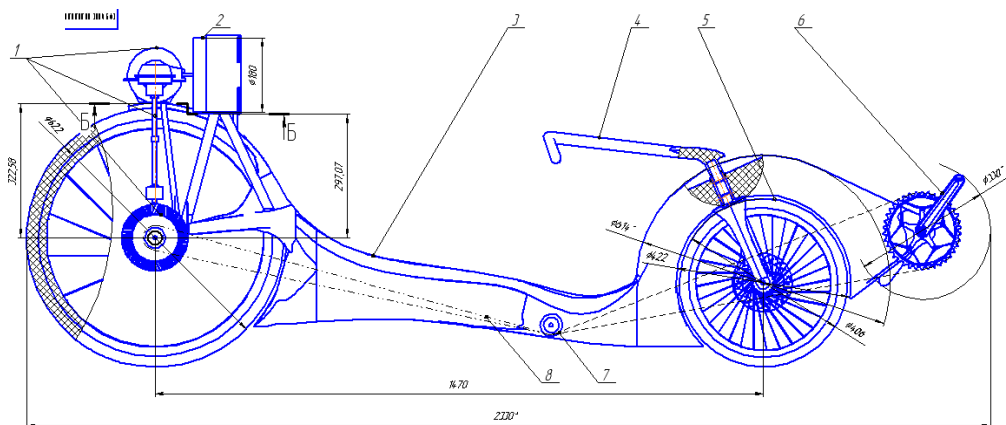


Рис. 28. Чертёж главного вида

Достоинства данного решения: экономичный расход энергии человека, способность достигать высоких скоростей, езда «без усилий».

Недостатки: увеличился вес, поднялась цена, следует беречь велосипед от резких ударов, следует использовать на асфальтированных дорогах.