

## МАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РУЛЕВОГО РЕЕЧНОГО МЕХАНИЗМА

*Воронков А.А., Реброва С.А., Чусовитин Н.А.*

*Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск*

**Ключевые слова:** механизм рулевого управления, рулевая рейка, рулевой реечный механизм, масштабное моделирование.

**Аннотация.** Цель исследования – определить современные тенденции в автомобилестроении. Оценить актуальность рулевого реечного механизма в наши дни и изучить основные проблемы, с которыми можно столкнуться при его моделировании и использовании. В результате исследования была создана масштабная модель механизма рулевого реечного управления и наглядно изучен принцип работы.

## SCALE MODELING OF THE RACK AND PINION STEERING

*Voronkov A.A., Rebrova S.A., Chusovitin N.A.*

*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

**Keywords:** steering gear, steering rack, rack and pinion steering, scale modeling.

**Abstract.** The purpose of the study is to identify current trends in the automotive industry. We want to assess the relevance of the steering rack and reveal the main problems. As a result, a scale model of the rack and pinion steering mechanism was created and the principle of operation was clearly studied.

В основе механизма лежит передача из шестерни, на рулевом валу, и рейки с нарезанными на ней зубьями. Работа такого механизма крайне проста: при вращении руля вращается и шестерня, в результате чего рейка сдвигается в сторону и приводит в движение механизм [1]. На рисунке 1 представлена классическая схема механизма рулевого реечного управления, на основе которой будет происходить моделирование.

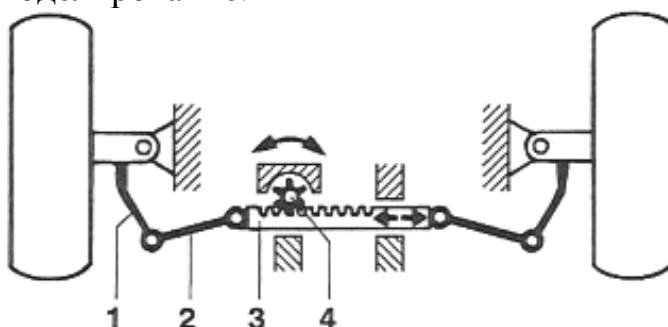


Рис. 1. Стандартная схема рулевого реечного управления: 1 – рычаг поворотного кулака, 2 – рулевая тяга, 3 – рулевая рейка, 4 – шестерня

При моделировании механизма такого типа можно столкнуться с рядом сложностей. Основная задача – это корректно смоделировать шестерню и рулевую рейку, так как благодаря этим компонентам механизм приводится в движение. Удобнее начинать процесс моделирования с шестерни, потому что при её создании мы самостоятельно задаём количество зубьев, модуль зубчатого

колеса и другие параметры. Так как наша цель создать простую, удобную и наглядную масштабную модель рулевого управления, не стоит нарезать на зубчатом колесе большое количество зубьев. Оптимальное количество зубьев для масштабной модели реечного управления – 15. Такого количества зубьев будет достаточно для того, чтобы наглядно рассмотреть процесс поворота колес в обе стороны. Далее создаем соответствующую рейку. Важно избежать зазоров между зубьями зубчатого колеса и рулевой рейки. Так как, несмотря на простоту конструкции, основные поломки в данном механизме происходят именно из-за люфта, то есть от удара зубьев друг о друга [2]. Сначала это приводит к незначительным сколам, а далее к полной неисправности механизма. При моделировании и последующей печати из ABS-пластика можно столкнуться с неточным исполнением зубьев механизма, что в свою очередь приведёт к недостаточному сцеплению и неисправности механизма. Чтобы избежать такого эффекта, диаметр зубчатого колеса не должен быть меньше 15 мм.

Помимо рулевой рейки и шестерни важно уделить внимание кардану, который передает усилия с рулевого колеса на вал шестерни, которая приводит в движение рейку. На данной части механизма находится основная часть нагрузки. Сам кардан будет устроен просто: два U-образных шарнира и крестовина. Хорошим решением здесь будет соединить шарниры с крестовиной металлическими прутками. Это обеспечит долгосрочную работу масштабного механизма. Если соединить кардан напечатанными из ABS-пластика пинами, то возможна быстрая поломка механизма.

Так как масштабная модель должна быть наглядной, естественно, необходимо дополнить конструкцию рулевым колесом. Двух передних колёс будет достаточно для понимания принципа работы, а так же будет корректно использование упрощенных вариантов рулевых тяг и рулевых наконечников. Для соединения данных частей механизма будет достаточно использовать напечатанные пины, так как нагрузка в данных частях не велика. Но при возможности их можно сделать металлическими, это никак не испортит модель. На этапе 3D моделирования мы получаем механизм, который изображен на рисунке 2.

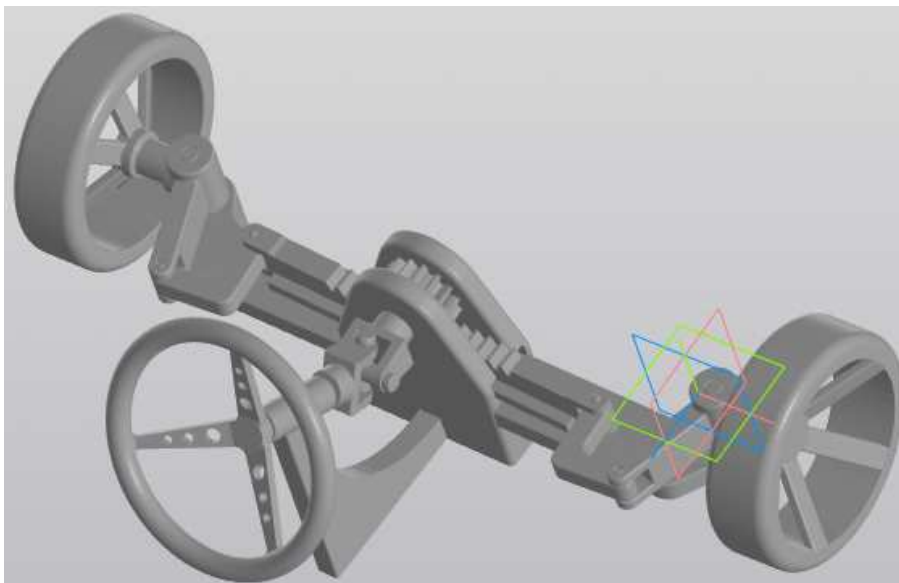


Рис. 2. Полученная модель в КОМПАС-3D

Масштабная модель рулевого реечного управления будет максимально приближена к истокам автомобилестроения. В современном мире данный механизм является частью независимой подвески Макферсона и используется совместно с гидроусилителем для упрощения проворачивания руля [3]. Для масштабной модели гидроусилитель, конечно же, не нужен. Самой лучшей оптимизацией, в нашем случае, будет качественная смазка механизма. Особое внимание стоит уделить местам соприкосновения зубчатого колеса и рулевой рейки. После распечатки всех деталей и сборки масштабная модель была установлена на алюминиевую платформу, как показано на рисунке 3.

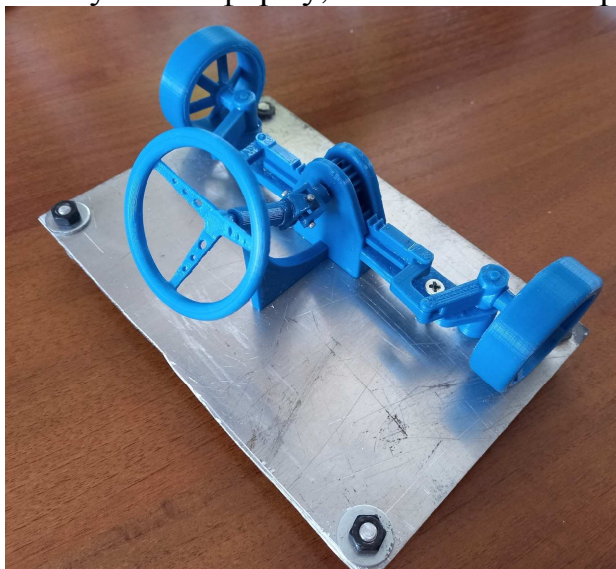


Рис. 3. Готовая масштабная 3D модель рулевого реечного механизма

Создание нашей масштабной модели рулевого реечного механизма наглядно объясняет и доказывает простоту работы данного механизма. Именно поэтому, рулевой реечный механизм до сих пор очень актуален в современном мире. Данный механизм можно воссоздать в домашних условиях при наличии 3D принтера и навыков использования редакторов для 3D моделирования.

#### Список литературы

1. Основы конструкции современного автомобиля / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев, В.В. Гаевский и др. – М.: ООО “Издательство “За рулем”, 2012. – 336 с.
2. Карагодин В.И. Техническое состояние систем, агрегатов, деталей и механизмов автомобиля: учебник. – М.: КНОРУС, 2022. – 160 с.
3. Савич Е.Л., Гурский А.С. Устройство автомобилей. Шасси: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 319 с.

#### Сведения об авторах:

*Воронков Антон Артёмович* – студент;

*Реброва Софья Андреевна* – студент;

*Чусовитин Николай Анатольевич* – к.т.н., доцент кафедры «Проектирование технологических машин».