

О МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В SOLIDWORKS И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЗМА

Бочарова Н. В.

Брестский государственный технический университет, Брест

Введение. При создании сложных объемных деталей часто сталкиваемся с проблемой ее математического расчета из-за нестандартных форм и размеров. В таком случае возможно использование программного комплекса SolidWorks [1] при помощи которого в несколько раз упрощается процесс проектирования необходимой детали или механизма вне зависимости от конфигурации.

Система автоматизированного проектирования SolidWorks содержит широкий набор функций трехмерного твердотельного моделирования, что особенно важно при работе над электронными моделями узлов и деталей в процессе проектирования изделий. SolidWorks позволяет в кратчайшие сроки проводить конструкторскую подготовку производства, включая промышленный дизайн и анализ технологичности на этапе проектирования; технологическую подготовку производства от проектирования оснастки до разработки управляющих программ изготовления изделий; управление данными и процессами. При работе с единой электронной моделью изделия обеспечивается электронный оборот технической документации, поддерживаются технологии коллективной разработки [2].

Физическая динамика – позволяет увидеть реалистичное движение компонентов сборки. Все детали отождествляются с абсолютно упругими телами и при попытке смещения/поворота одного из них выполняется попытка повторить кинематику движений всего механизма, описанную множеством сопряжений (т. е. происходит перемещение или вращение всей цепочки затрагиваемых компонентов в пределах допустимых степеней свободы). Таким образом, имеется возможность моделирования подвижных узлов и выполнить визуализацию движения механизма.

Проектирование сборочного узла «Планетарный механизм» [3]. «Планетарный механизм» (планетарная передача) – механическая передача вращательного движения, за счет своей конструкции способна в пределах одной геометрической оси вращения изменять, складывать и раскладывать подводимые угловые скорости и/или крутящий момент. Обычно является элементом трансмиссии различных технологических и транспортных машин.

С точки зрения теоретической механики планетарная передача – это механическая система с двумя и более степенями свободы. Эта особенность, являющаяся прямым следствием конструкции, есть важное отличие планетарной передачи от каких-либо других передач вращательного движения, всегда имеющих только одну степень свободы. В аспекте воздействия на угловые скорости вращения, планетарная передача может не только редуцировать эти скорости, но и складывать и раскладывать их, что, в свою очередь, делает ее основным механическим исполнительным узлом не только различных планетарных редукторов, но таких устройств, как дифференциалы и суммирующие планетарные передачи.

Рассмотрим простую планетарную передачу (рис. 1), используемую в коробке передач автомобиля. В наиболее распространенной планетарной передаче, иногда называемой планетарной передачей Симпсона, используются солнечная и кольцевая шестерни с одним или более сателлитами, как изображено на рис. 1. В этой конструкции входной и выходной валы соединены с солнечной и кольцевой шестерней, соответственно, а

фрикционный тормозной механизм обеспечивает удержание кольцевой шестерни в неподвижном положении, когда необходим принудительный привод через передачу.

Когда тормозной механизм включен, естественное сопротивление перемещению рычага заставляет сателлит действовать как промежуточную шестерню. В результате вращающаяся в определенном направлении солнечная шестерня заставляет кольцевую шестерню вращаться в противоположном направлении.

Приложение тормозного усилия заставляет кольцевую шестерню остановиться; в этом случае солнечная шестерня будет приводить сателлит, заставляя его поворачиваться внутри кольцевой шестерни; в результате этого рычаг и выходной вал будут перемещаться в том же направлении, что и входной вал, но со значительно меньшей скоростью.

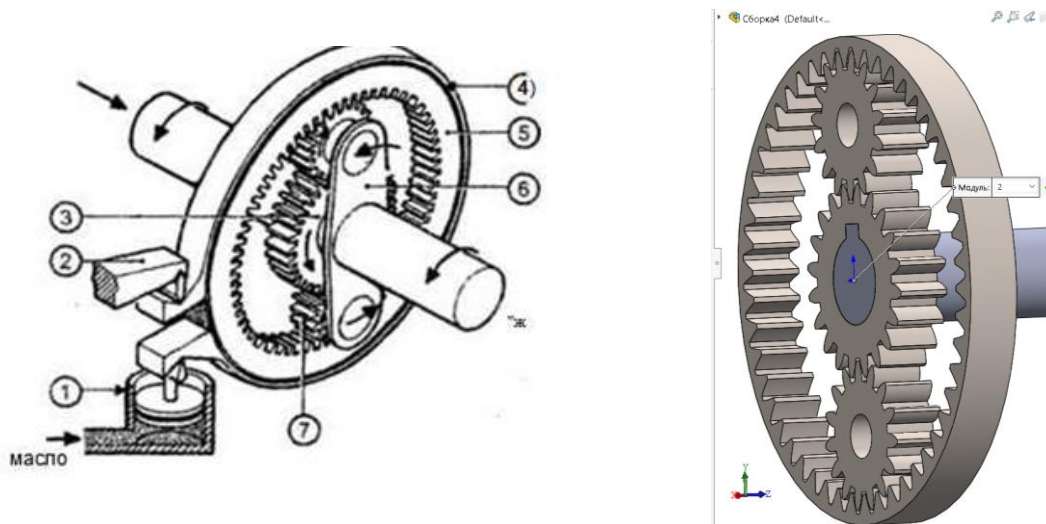


Рис. 1. Простая планетарная передача: 1 – тормоз; 2 – неподвижный якорь; 3 – солнечная шестерня; 4 – тормозная накладдка; 5 – кольцевая шестерня; 6 – пластина водила; 7 – сателлит

Выполнена твердотельная параметрическая модель вала со шпонкой, зубчатые колеса и шестерни с помощью инструментов программного комплекса SolidWorks. Выполнен сборочный узел, состоящий из компонентов: ведущий вал со шпонкой, внешнее зубчатое колесо, шестерня (×2), внутреннее зубчатое колесо. При вращении вала, уже можно получить движение механизма в области модели, чтобы выполнить именно анализ движения сборочного узла (запустить планетарный механизм), активируется инструмент SolidWorks «Двигатель» на ведущий вал (рис. 2).

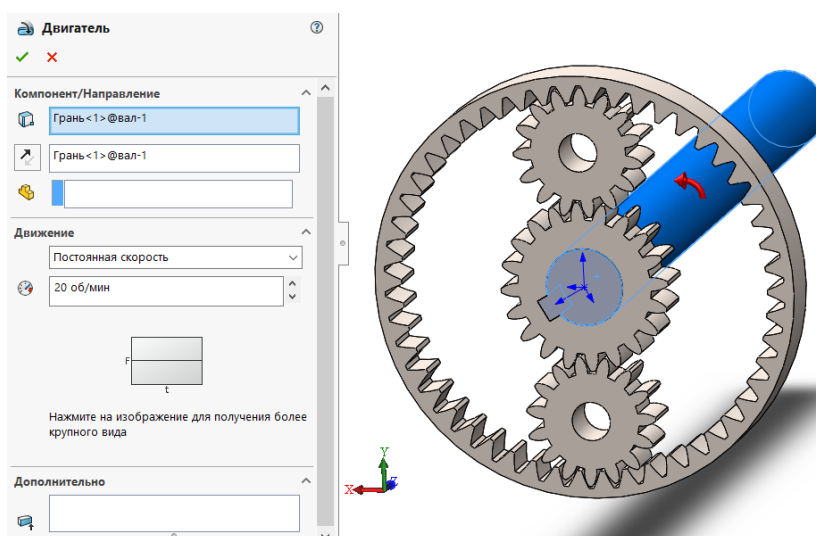


Рис. 2. Назначение двигателя на ведущий вал планетарного механизма

Для анализа угловых скоростей колес, задаем параметры для вывода эпюр угловых скоростей, после этого можем визуально оценить изменение угловой скорости во времени при движении механизма. Как можно заметить, при скорости двигателя 20 об/мин не наблюдается изменение угловой скорости с течением времени, но если повысить скорость двигателя до 50 об/мин, тогда получим эпюры угловой скорости, которые представляют прямо пропорциональную зависимость от времени.

Проектирование сборочного узла «Карданная передача» [3]. Выполнен сборочный узел, состоящий из компонентов: ведущий вал, ведомый вал, крестовина, основание станда, используя сопряжения «концентрический» – крепления для валов на основании станда с самими валами и крестовина с отверстиями в широкой части валов; «совпадение» – выступающие элементы крестовины и внутренняя часть валов. При движении одного из валов, уже можно получить движение механизма в области модели. Чтобы выполнить анализ движения сборочного узла, необходимо активировать инструмент SolidWorks «Двигатель» на ведущий вал (рис. 3).

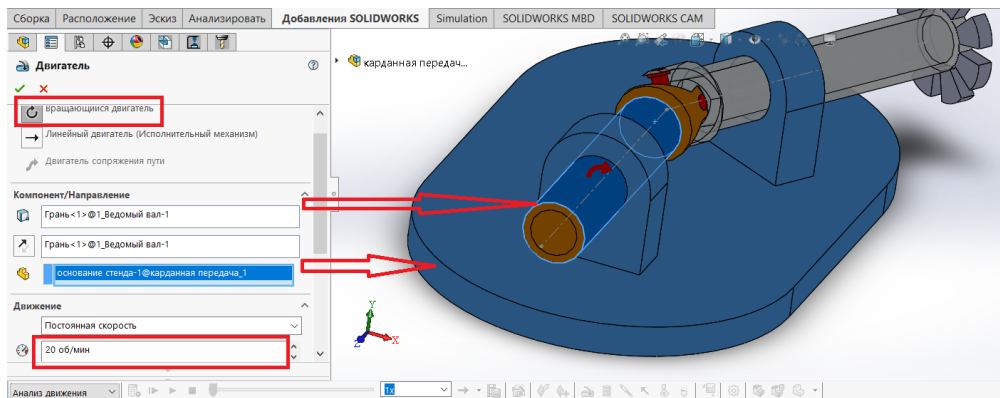


Рис. 3. Назначение двигателя на ведущий вал карданной передачи

Для анализа угловых скоростей валов заданы параметры для вывода эпюры угловой скорости, что позволяет визуально оценить изменение угловой скорости при движении механизма в реальном времени (рис. 4):

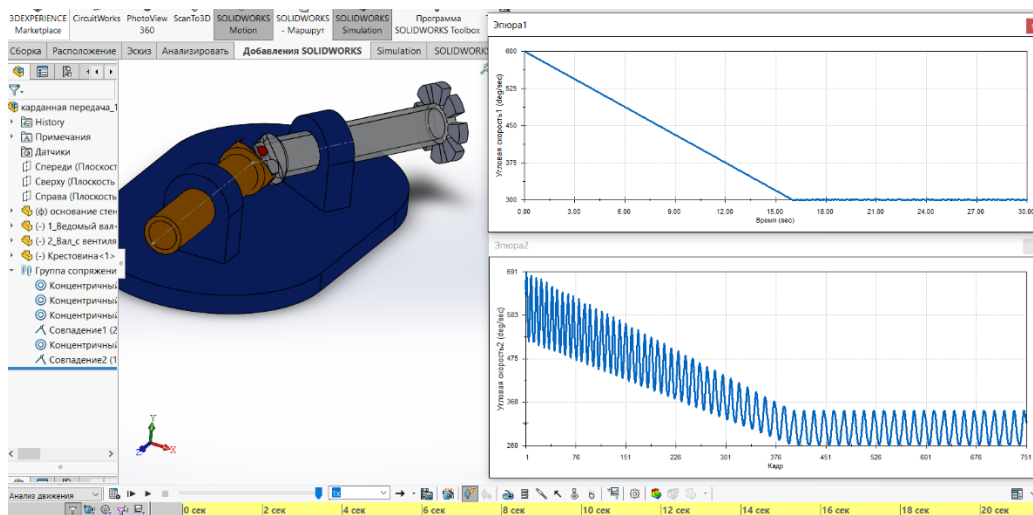


Рис. 4. Эпюры угловых скоростей при $t = 30$ с

Выводы. Современный расчет деталей и машин невозможно представить без использования программных комплексов, которые предоставляют пользователю большое число инструментов в области автоматизированного проектирования. Используя один из

доступных программных комплексов SolidWorks, выполнено моделирование сборочных узлов «Планетарный механизм» и «Карданная передача», исследование угловых скоростей при движении механизма. Изучены возможности вывода результатов в виде эпюр угловых скоростей, что позволяет анализировать работоспособность механизма и тестировать работу механизмов, найти оптимальный вариант для заданных параметров на этапе проектирования конструкции сборки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дударева, Н. Ю. SolidWorks 2009 для начинающих / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 440 с.
2. Зиновьев, Д. В. Основы моделирования в SolidWorks / Д. В. Зиновьев. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 240 с.
3. Игнатюк, В. И. Лабораторные работы по дисциплине «Численные методы механики»: методические указания для студентов специальностей 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» дневной формы обучения / В. И. Игнатюк, Н. В. Бочарова. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2020. – 70 с.

Поступила: 31.01.2021