

Верен ли метод виллиса для планетарных механизмов

Студенты группы 10309119 - Антонов Н.Г., Денисюк И.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Калина А.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Статья посвящена вопросу применения метода Виллиса (метода остановленного водила) для расчета кинематических параметров планетарных механизмов.

Последние годы в научных журналах встречается много публикаций, в которых конструкторы и научные работники пытаются указать на ошибки широко применяемого в инженерных расчетах метода остановленного водила или даже пересмотреть его. Очередная статья встретила в международном журнале «EUROPEANSCIENCE» №2(34) за 2018 год. Автор - Веденеев Сергей Аркадьевич, инженер-механик, главный конструктор Экспериментального завода «Павловский» (РФ) в статье «Ошибки теории расчета планетарных передач и подобных им» утверждает, что им «определены и доказаны новые и правильные формулы по действительным зависимостям движения звеньев и создана правильная теория расчета планетарных передач без принципа обращения». Далее на примере одноступенчатой планетарной передачи (рис.1) с заторможенным эпициклом (центральное колесо b) выводится собственная теория Веденеева С.А.

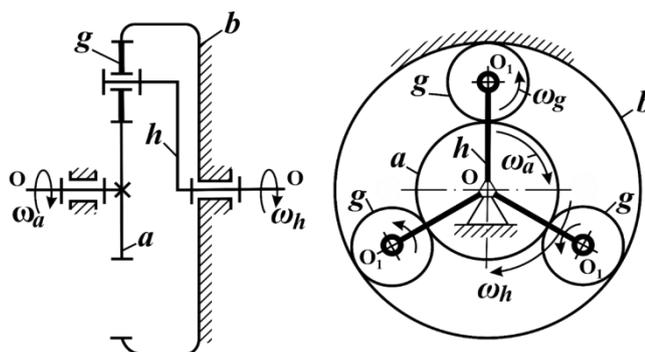


Рисунок 1. Кинематическая схема простейшей планетарной передачи

Подобные статьи вызывают желание проверить излагаемые аргументы. В настоящее время существуют компьютерные технологии, которые позволяют это сделать. Авторы данной статьи спроектировали одноступенчатую планетарную передачу и создали её компьютерную модель

(рис. 2а, б). На модели проверялись все утверждения и формулы Веденева С.А.

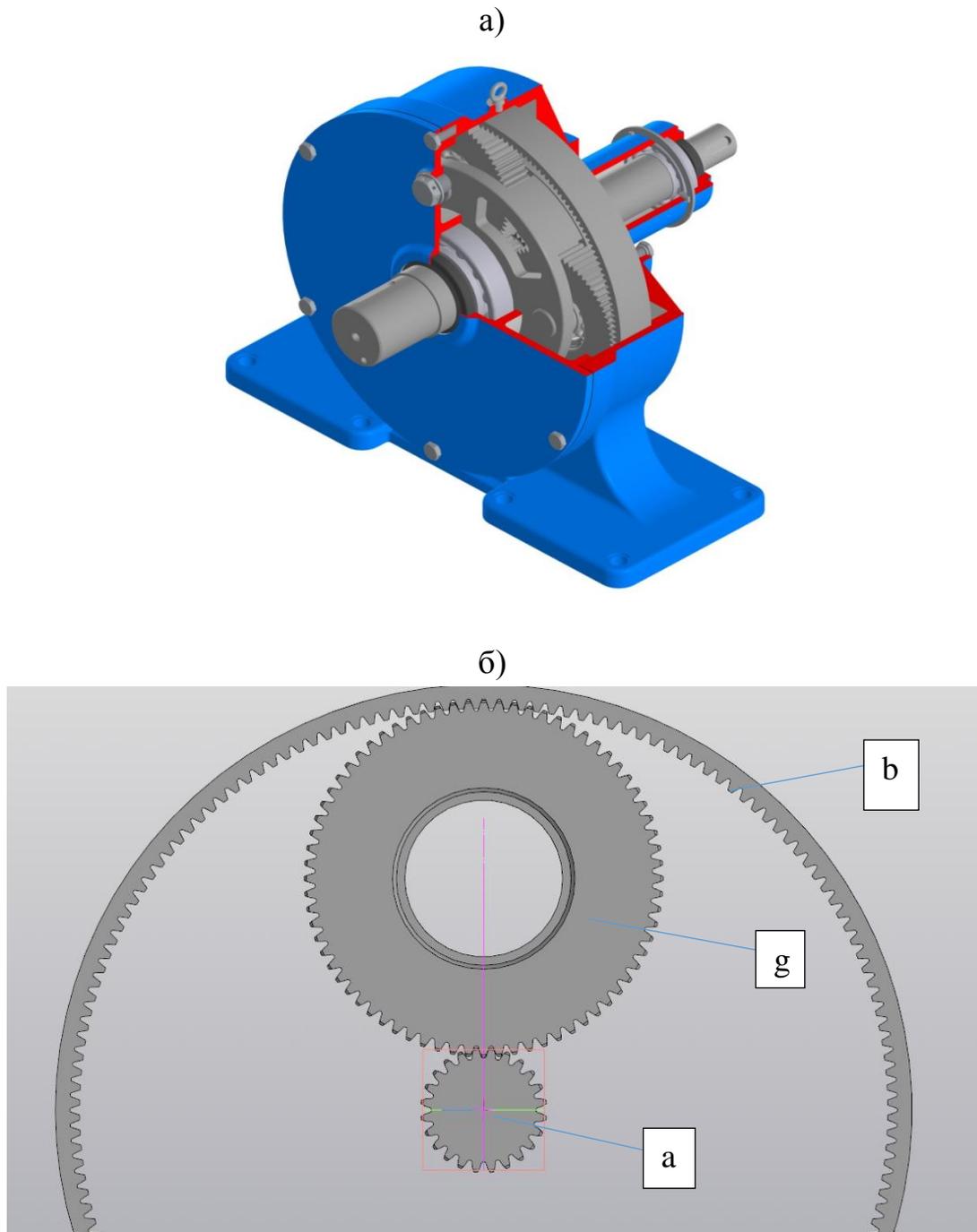


Рисунок 2. Компьютерная модель планетарной передачи: а - 3Dмодель спроектированного планетарного редуктора; б - расчетная модель ($Z_a=24; Z_g=72; Z_b=168$)

Особое внимание уделили значениям углов поворотов сателлита (g) относительно своей оси и относительно оси центральных колёс (a и b) при остановленном водиле (h) и при заторможенном эпицикле (b), а также окружным усилиям в зацеплении передачи. Ни одна из формул инженера Веденева не подтвердилась. Кроме того, в расчетах обнаружены элементарные вычислительные ошибки.

Например, автор новой теории вывел формулу для угла поворота сателлита $\alpha_g = (\alpha_a / Z_g) \cdot \beta$, где β – число пройденных зубьев сателлита g по венцу b, например, за один оборот центрального звена a, названный автором «коэффициент хода β ». $\beta = Z_b / (1 + (Z_b / Z_a))$. По этой формуле угол поворота сателлита вокруг своей оси получается 105° . Однако модель показала, что при остановленном водиле этот угол поворота сателлита вокруг своей оси равен 120° ($\alpha_g = (\alpha_a / (Z_g / Z_a)) = 360^\circ / 3 = 120^\circ$, что соответствует теории Виллиса), а при остановленном эпицикле – 60° . Угол поворота сателлита вокруг центральной оси при заторможенном эпицикле – 45° (см. рис. 3 и 4).

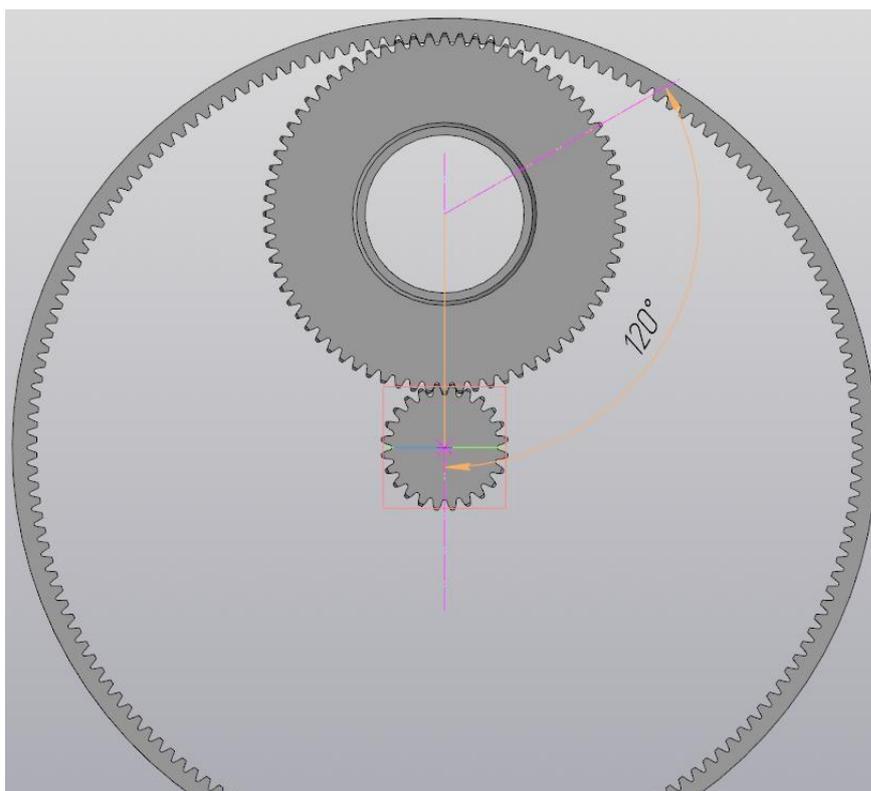


Рисунок 3. Результаты моделирования при остановленном водиле

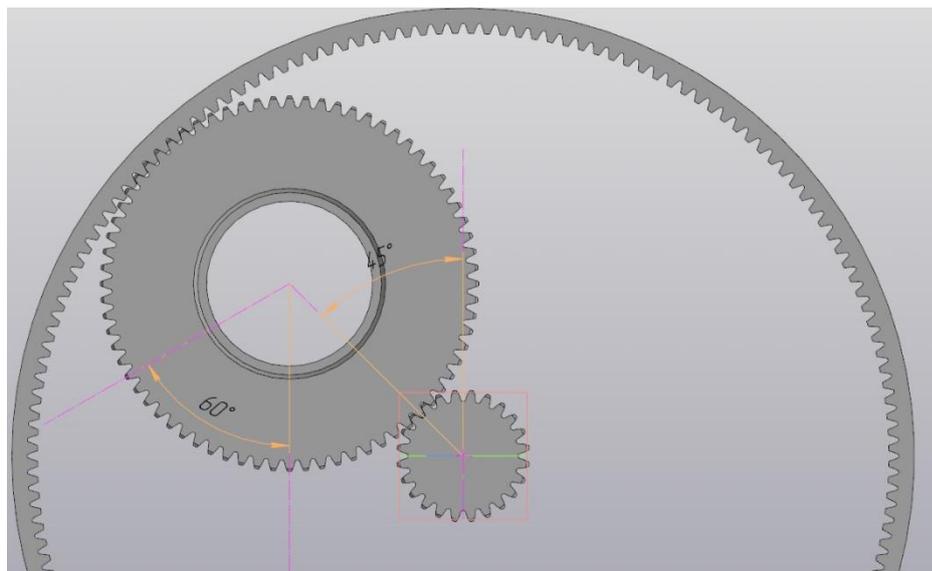


Рисунок 4. Результаты моделирования при остановленном эпицикле

Что касается усилий в зацеплении, то все рассуждения Веденева С.А. были опровергнуты ошибками в его же вычислениях.

Из всего вышесказанного следует вывод - все новомодные утверждения следует проверять на практике или на компьютерных моделях. Последний вариант доступен каждому при условии обладания необходимыми навыками и знаниями.

Литература

1. Детали машин: учебно-методическое пособие для студентов машиностроительных специальностей: в 3 ч./А.Т. Скойбеда и др., под общей редакцией А.Т. Скойбеда.- Минск: БНТУ, 2019. Ч1: Механические передачи.-2019.-215 с.

2. Веденев С.А.«Ошибки теории расчета планетарных передач и подобных им»/«EUROPEANSCIENCE» №2(34), 2018. – С.8-18.