

УДК 662.74

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5c19e5f3185589.80312595

Н.Р. Туркина, Н.А. Бильдюк, А.А. Рак  
(г. Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ЧЕРВЯЧНОГО ШЕВЕРА

*Проведены расчеты с использованием САПР для прочностного расчета червячного шевера.*

*In the work calculations were made using CAD for the strength calculation of a worm shaver.*

*Ключевые слова: червячный шевер, напряжения, деформация.*

*Key words: worm shaver, tension, deformation.*

В данной работе представлены результаты напряженно-деформированного состояния червячного шевера. Практический аспект работы связан с тем, что шеверы предназначены для чистовой обработки цилиндрических колес с прямыми и винтовыми зубьями наружного и внутреннего зацепления. Шевингование повышает точность колес, как правило, на одну степень, при этом исправляются профиль зубьев, шаг, направление зубьев, биение зубчатого венца, а шероховатость поверхности зубьев снижается.

При эксплуатации данной конструкции должны выполняться следующие условия: прочность, устойчивость и герметичность, также необходимо было провести расчет на собственные частоты и формы колебаний. Сложность форм и габариты конструкций делают трудным осуществление натурального эксперимента. Благодаря развитию ЭВМ стало возможным моделирование сложных физических явлений. Поэтому в этой работе мы проводили прочностной расчет червячного шевера в программе ANSYS Workbench.

Геометрическая модель шевера (рис. 1) была создана в программном комплексе САПР SolidWorks.

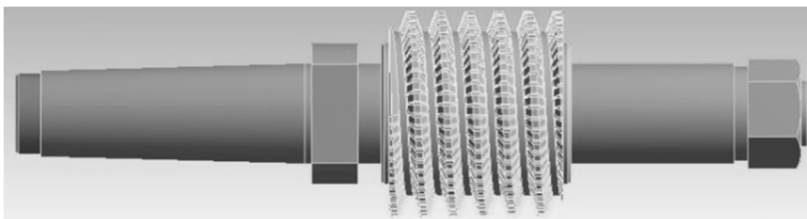


Рис. 1. 3D-модель червячного шевера

Затем в работе расчет производился в САЕ ANSYS Workbench 16.0, тип расчета Static Structural. При этом модель червячного шевера разбивалась на конечные элементы посредством генерации сетки (рис. 2).

Для расчета деформаций шевера были заданы закрепления и нагрузки его поверхностей (рис. 3 – 4).

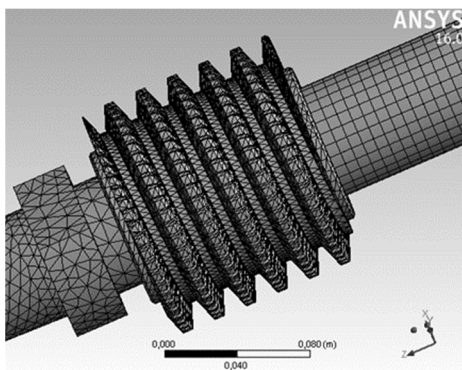


Рис. 2. Конечноэлементная модель червячного шевера

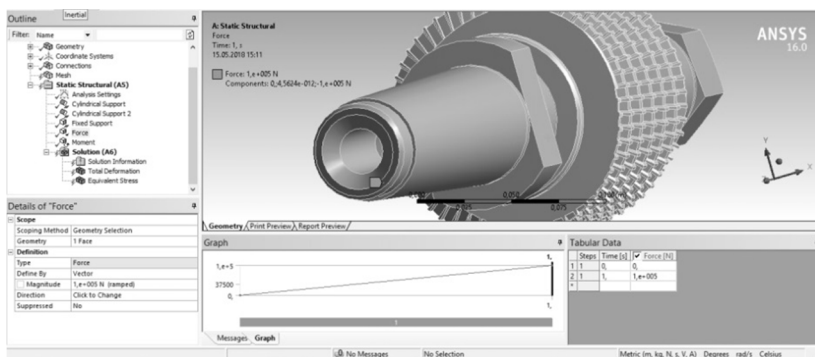


Рис. 3. Вращательный момент

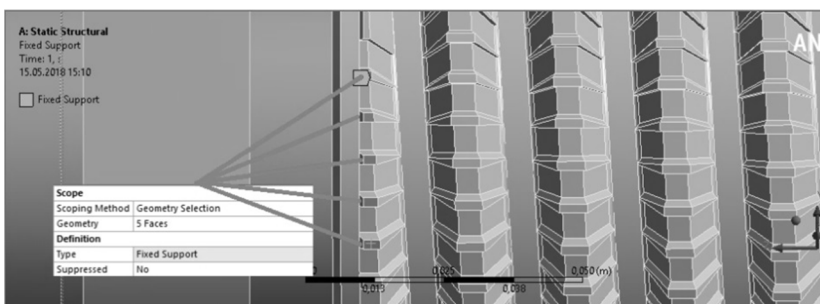


Рис. 4. Крепежная нагрузка шевера

При приложении усилий и вращающих моментов были получены следующие результаты перемещения и эквивалентного напряжения (рис. 5 – 6).

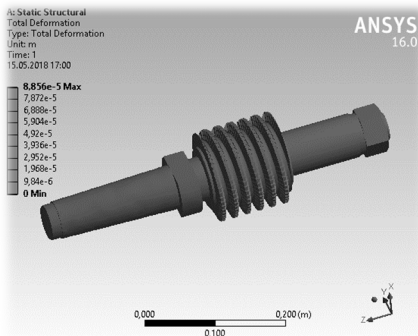


Рис. 5. Перемещение, количество закреплений зубьев – 10

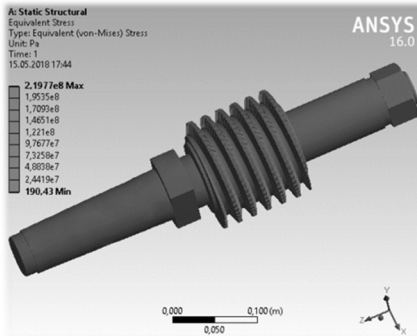


Рис. 6. Эквивалентное напряжение, количество закреплений зубьев – 100

Расчет потери устойчивости формулируется в CAE ANSYS как задача на собственные значения:

$$([K] - \lambda_i [S])\{\psi\}_i = \{0\}, \quad (1)$$

где  $[K]$  – матрица жесткости;  $\lambda_i$  – собственное значение;  $[S]$  – матрица жесткости напряжений;  $\psi_i$  – собственный вектор смещений.

По умолчанию в программе используются итерационные методы блок Ланцоша и Сабспейс для нахождения форм потери устойчивости в диапазоне от минус бесконечности до плюс бесконечности. Результат представлен на рис. 7.

Максимальная деформация составляет 0,75 мм и расположена в месте крепления шевера, что позволяет сделать вывод об устойчивости системы.

В работе был проведен расчет собственных частот для всех вариантов модели, было рассмотрено 6 форм колебаний. В результатах представлена 1 форма колебаний (рис. 8).

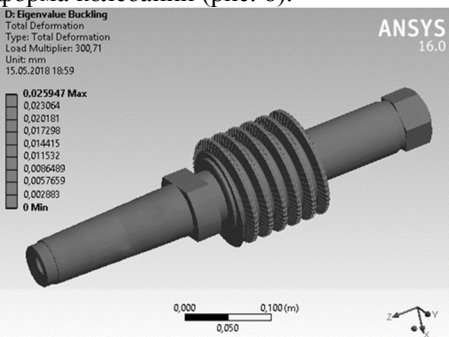


Рис. 7. Первая форма потери устойчивости

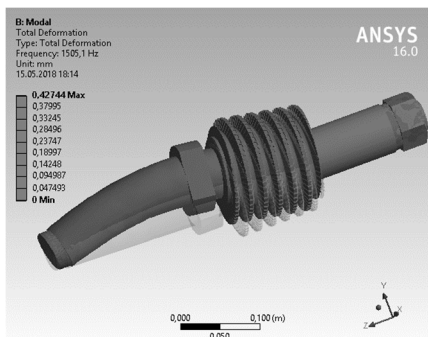


Рис. 8. Первая форма колебаний

Значения собственных частот составили от 1505 до 4169 Гц. Частота оборотов шеверных станков составляет, как правило, от 63 до 500 оборотов в минуту, что в переводе составляет от 1,5 Гц до 9 Гц. Следовательно,

собственные частоты шевера на два порядка превышают частоты, на которых он работает, что позволяет сделать вывод об устойчивости системы.

Таким образом, по результатам расчетов было установлено, что рассмотренная конструкция червячного шевера обладает достаточной прочностью и выдерживает действующие на нее нагрузки, которые не превышают допустимых.

*Материал поступил в редколлегию 17.10.18.*

УДК 004.946

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5c19e5f4673b51.37493449

Д.М. Умурзакова

(Узбекистан, г. Фергана, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

## **СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

*Рассмотрены элементы модели массового обслуживания, рассматривается многоканальная система массового обслуживания неделимых групповых заявок с очередью неограниченной длины, простым групповым потоком на входе, распределенным временем обслуживания.*

*The elements of a queuing model are considered. A multichannel queuing system of indivisible group calls with a queue of unlimited length, a simple group flow at the input and distributed service time is considered.*

*Ключевые слова: теория массового обслуживания, математическая модель, очередь, каналы, обслуживания.*

*Keywords: queuing theory, mathematical model, queue, channels, services.*

Современный этап развития науки и техники обуславливает острую необходимость в анализе сложных систем. Одной из математических дисциплин прикладного характера, обслуживающих эту потребность, является теория массового обслуживания (ТМО). ТМО занимается построением математических моделей специальных систем (СМО). Система массового обслуживания (СМО) — система, которая производит обслуживание поступающих в неё требований. Обслуживание требований в СМО выполняется обслуживающими приборами. Классическая СМО содержит от одного до бесконечного числа приборов. В зависимости от наличия возможности ожидания поступающими требованиями начала обслуживания СМО подразделяются:

- на системы с потерями, в которых требования, не нашедшие в момент поступления ни одного свободного прибора, теряются;