

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

<sup>1</sup>Сулейменов Т.Б., <sup>2</sup>Балабаев О.Т., <sup>1</sup>Саржанов Д.К., <sup>1</sup>Саденова Ш.М., <sup>1</sup>Жакупов Т.М.

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, e-mail: kafedra\_ttit@enu.kz

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет,

Караганда, e-mail: kafedra\_pt@mail.ru

В данной статье представлены результаты работ, выполненные авторами по исследованию нагруженности конических зубчатых передач. Исследование выполнено в программной среде SolidWorks и имеет серьезное прикладное значение, что, несомненно, будет интересно для инженерно-технических и научных работников, занимающихся исследованиями в области конических зубчатых передач транспортной техники.

**Ключевые слова:** исследование нагруженности, компьютерный инженерный анализ, конические зубчатые передачи, механические передачи

## THE STUDY STRESS LOADING BEVEL GEAR

<sup>1</sup>Suleimenov T.B., <sup>2</sup>Balabayev O.T., <sup>1</sup>Sarzhanov D.K., <sup>1</sup>Sadenova S.M., <sup>1</sup>Zhakupov T.M.

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National university, Astana, Republic

of Kazakhstan, Astana, e-mail: kafedra\_ttit@enu.kz;

<sup>2</sup>Karaganda State technical university, Karaganda, e-mail: kafedra\_pt@mail.ru

This article presents the results of the work executed by the authors on the study stress loading bevel gears. The study performed in the SolidWorks programming environment and has serious practical importance and would certainly be of interest to engineers and scientists involved in research in the field of bevel gear transport equipment.

**Keywords:** study stress loading, computer engineer, bevel gears, mechanical transmission

Зубчатые передачи являются составной частью транспортной техники, и способны передавать большие мощности, работать при высоких скоростях и обеспечивать высокую кинематическую точность. В сравнении с другими механическими передачами зубчатые передачи имеют меньшую массу и стоимость. Наибольшее распространение получили конические зубчатые передачи (КЗП) [1].

В связи со сложной геометрией профилей зубьев КЗП использование традиционных методов для их расчета и анализа требует значительных временных затрат и затрудняет выбор требуемых геометрических параметров передач. Многочисленные исследования в области определения рациональных конструктивных параметров КЗП показывают, что получаемые расчетные значения существенно отличаются от фактических напряжений в КЗП эксплуатируемых в транспортной технике. Во многом, это объясняется сложностью проведения обследования работающих КЗП, вследствие их труднодоступности и практически непрерывной работы. Условия работы КЗП разнообразны, это оказывает существенное влияние на требования к выбору конструктивных параметров основных элементов. В связи с этим, исследование позволяющее определять их рациональные параметры

с достаточным запасом прочности, является достаточно актуальной задачей, в значительной степени, повышающей безотказную работу КЗП в условиях эксплуатации.

В 2014 году на кафедрах «Транспорт, транспортная техника и технологии» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (г. Астана) и «Промышленный транспорт» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда), выполнена работа по исследованию нагруженности КЗП. В работе при проведении исследований были использованы инструменты компьютерного инженерного анализа.

Сегодня для создания и выпуска на рынок конкурентоспособного изделия необходимо придать ему высокие потребительские качества. Для этого требуется оценить, как поведет себя будущее изделие в реальных условиях эксплуатации. Проведение испытаний на прототипах – это достаточно трудоемкое и дорогое занятие. Убедиться в работоспособности изделия, не прибегая к большим затратам времени и средств, позволит использование инструментов компьютерного инженерного анализа для решения конструкторских задач и расчета технологических процессов [2].

Одним из таких программных продуктов является SolidWorks – программный

комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Работает в среде Microsoft Windows. Разработан компанией SolidWorks Corporation, ныне являющейся независимым подразделением компании Dassault Systemes (Франция). Программа появилась в 1993 году и составила конкуренцию таким продуктам, как AutoCAD и Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I-DEAS и Pro/ENGINEER. Решаемые задачи SolidWorks при конструкторской подготовке производства (КПП): 3D проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учётом специфики изготовления;

создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ-м; промышленный дизайн; реверсивный инжиниринг; проектирование коммуникаций; инженерный анализ; экспресс-анализ технологичности на этапе проектирования [2].

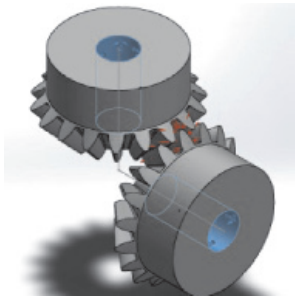
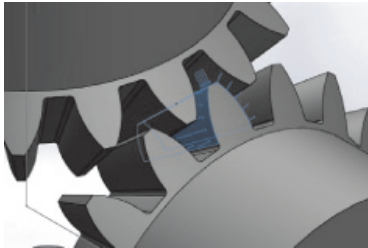
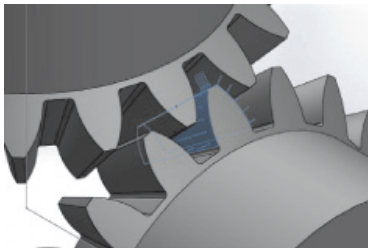
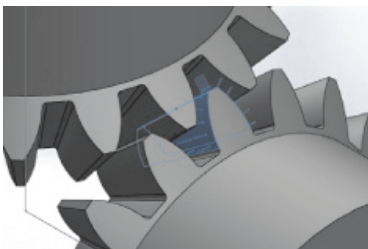
Алгоритм проведения исследования в SolidWorks «Simulation», включает следующие основные этапы:

- моделирование первого элемента КЗП;
- моделирование второго элемента КЗП;
- моделирование соединения элементов КЗП;
- задание исходных требований (табл. 1);
- проведение исследования КЗП в SolidWorks «Simulation».

Результаты исследования КЗП в SolidWorks «Simulation» представлены в табл. 2.

Таблица 1

Исходные требования

Структура	Изображение	Информация
Структура		<b>Объект:</b> 2 частей <b>Вид:</b> Геометрический
Название нагрузки	Изображение	Информация
Исследование 1		Объект: 3 шт
		Значение: 22000
		Единицы: psi
Исследование 2		Объект: 3 шт
		Значение: 40000
		Единицы: psi
Исследование 3		Объект: 3 шт
		Значение: 600000
		Единицы: psi

Окончание табл. 1

Структура	Изображение			Информация
Исследование 1				
Компоненты	X	Y	Z	Результат
Сила реакции (N)	-3250.46	2883.32	-292.55	4354.84
Исследование 2				
Компоненты	X	Y	Z	Результат
Сила реакции (N)	-5909.93	5242.4	-531.91	7917.89
Исследование 3				
Компоненты	X	Y	Z	Результат
Сила реакции (N)	-88648.9	78636	-7978.64	118768

Таблица 2

Результаты исследования КЗП в SolidWorks «Simulation»

Названия	Тип	Наименьший показатель	Наибольший показатель
1	2	3	4
<b>Исследование 1</b>			
Давление 1	VON: von Mises Давление	0 N/m <sup>2</sup> Узел: 11539	4.18646e + 008 N/m <sup>2</sup> Узел: 10084
Объем 1	URES: Resultant Объем	0 mm Узел: 1	0.00900613 mm Узел: 562
Нагрузка 1	ESTRN: Нагрузка	0 Элемент: 7006	0.00122414 Элемент: 5229
<b>Исследование 2</b>			
Давление 2	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Узел: 11539	7.61174e + 008 N/m <sup>2</sup> Узел: 10084
Объем 2	URES: Resultant Объем	0 mm Узел: 1	0.0163748 mm Узел: 562
Нагрузка 2	ESTRN: Equivalent Нагрузка	0 Элемент: 7006	0.0022257 Элемент: 5229

Окончание табл. 2

Названия	Тип	Наименьший показатель	Наибольший показатель
Исследование 3			
Давление 3	VON: von Mises Stress	0 N/m <sup>2</sup> Узел: 11539	1.14176e + 010 N/m <sup>2</sup> Узел: 10084
Объем 3	URES: Resultant Displacement	0 mm Узел: 1	0.0130998 mm Узел: 562
Нагрузка 3	ESTRN: Equivalent Нагрузка	0 Элемент: 7006	0.00178056 Элемент: 5229

Model name: Asset1  
Study name: Исследование3  
Plot type: Static model (Stress) Stress1  
Deformation scale: 21.7317

Таким образом, исследования выполняемые в программной среде SolidWorks, на наш взгляд, имеют серьезное прикладное значение, что, несомненно будет интересно для инженерно-технических и научных работников, занимающихся исследованиями в области конических зубчатых передач.

**Список литературы**

1. Лопатин Б.А., Цуканов О.Н. Цилиндро-конические зубчатые передачи // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 34–36.
2. Балабаев О.Т. Экспериментальные методы моделирования транспортной техники: УМКДП. – Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2014. – С. 60.