

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РУЧНОЙ МАШИНЫ.

*В. С. Коротков, к.т.н., доц.,
Ван Чэнвэй, студент гр. 4АМ11*

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.Ленина,30,
тел. (3822) 60-63-89
E-mail: kvs@tpu.ru*

В Томском политехническом университете разработана конструкция ручной машины (РМ) электробур на базе коллекторного двигателя с волновой передачей с промежуточными телами качения (ВППТК), которая предназначена для бурения шпуров при инженерных изысканиях; бурения ям под столбы ограждения, фундамент для небольших построек и т. п. [1]. Такая РМ востребована небольшими строительными фирмами, фермерами, индивидуальными предпринимателями для выполнения малых объемов работ. Как правило небольшие строительные фирмы не имеют достаточно средств для покупки дорогого профессионального инструмента [2], разработанного для выполнения строго определенной рабочей функции (бурение грунта, нарезание резьбы, закручивание гаек и т.д.), поэтому предлагается разработать дополнительную насадку для существующей РМ электробур, которая позволит использовать ее в качестве высоко моментного гайковерта. Такое техническое решение снизит затраты пользователей на выполнение данного вида работ в своей профессиональной деятельности.

Применение волновой передачи с промежуточными телами качения во второй ступени передаточного механизма обеспечит получение крутящего момента на рабочем органе до 800 Н·м. Этого момента достаточно для закручивания и откручивания гаек на соединительных фланцах небольших трубопроводов и на сборных металлоконструкциях различного назначения.

В таблице 1 приведена техническая характеристика РМ гайковерт с двухступенчатым передаточным механизмом.

Таблица 1. Техническая характеристика статического гайковерта

$N_{дв}$, кВт	$n_{дв}$, об/мин	U_1	U_2	$T_{ро}$, Н·м	$n_{ро}$, об/мин
1,4	13000...15000	59	35	800	6,3...7,3

Где: $N_{дв}$ - потребляемая мощность двухфазного коллекторного двигателя; $n_{дв}$ - номинальная частота вращения якоря двигателя; U_1 - передаточное отношение первой ступени редуктора; U_2 - передаточное отношение второй ступени редуктора; $T_{ро}$ - крутящий момент на рабочем органе; $n_{ро}$ - частота вращения рабочего органа.

Расчет геометрических параметров ВППТК для второй ступени выполнен по [3]. Расчет эквивалентных напряжений (рис.1) и деформаций (рис.2) на валу сепаратора второй ступени передаточного механизма выполнен в программе ANSYS для однорядного, двухрядного, трехрядного и четырехрядного сепаратора. Материал сепаратора сталь 40Х. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Максимальные эквивалентные напряжения в стенках сепаратора

D_c , мм	F_c , Н	$\sigma_{эКВ1}$, МПа	$\sigma_{эКВ2}$, МПа	$\sigma_{эКВ3}$, МПа	$\sigma_{эКВ4}$, МПа
82	19 512	850	404	290	210

Где: D_c - диаметр сепаратора; F_c - сила, приложенная к телам качения; $\sigma_{эКВ1}$ - максимальное напряжение в стенках однорядного сепаратора; $\sigma_{эКВ2}$ - максимальное напряжение в стенках двухрядного сепаратора; $\sigma_{эКВ3}$ - максимальное напряжение в стенках трехрядного сепаратора; $\sigma_{эКВ4}$ - максимальное напряжение в стенках четырехрядного сепаратора.

Анализ данных представленных в таблице 2 показывает, что заданную нагрузку может выдержать только четырехрядный сепаратор, поэтому далее рассмотрим какие напряжения возникают в опасных сечениях такого сепаратора.

Из рисунка 1 видно, что первый ряд переключек нагружен максимально, во втором, третьем и четвертом ряду эквивалентные напряжения последовательно снижаются, предположительно из-за деформации сепаратора. Следует отметить, что в одном ряду переключки нагружены также не равномерно, этот факт можно объяснить тем, что положение линии контакта тела качения с переключкой сепаратора изменяется на протяжении линии зацепления.

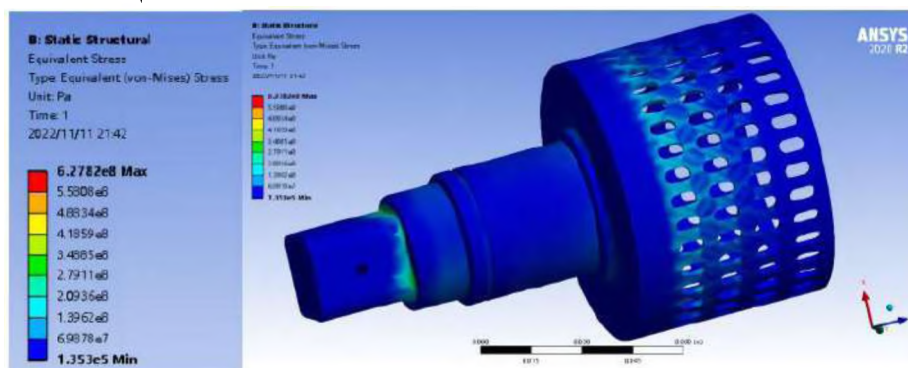


Рис. 1. Распределение эквивалентных напряжений между рядами сепаратора

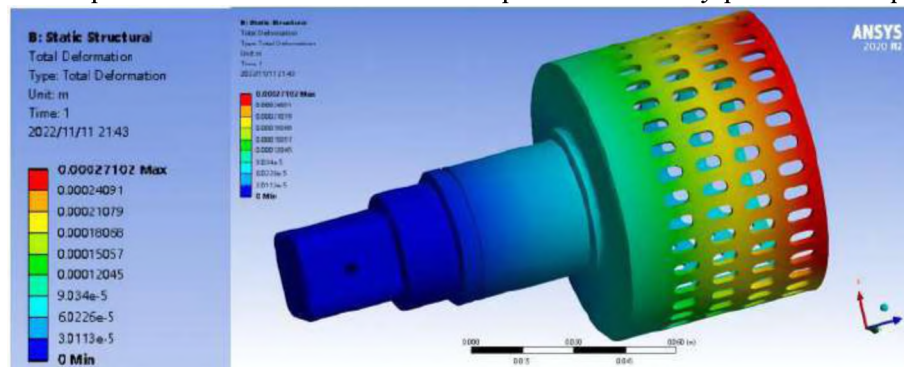


Рис. 2. Деформация сепаратора от расчетной нагрузки на валу 800 Н · м

В результате расчета в ANSYS установлено, что допускаемые напряжения в переключках сепаратора не превышают действующих напряжений. Из расчетной модели (рис.1) видно, что наибольшие напряжения в детали возникают в месте перехода цилиндрической поверхности вала в квадратное сечение. Так как выходной вал имеет небольшую частоту вращения, то если принять за предельные напряжения предел текучести материала, то в этом случае условие прочности выполнится для рассматриваемого сечения вала.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение волновой передачи с промежуточными звеньями с четырехрядным расположением тел качения в сепараторе во второй ступени передаточного механизма обеспечит работоспособность статического гайковерта.

Список литературы:

1. Пат. 52067 RU, МПК Е 21 В 3/02. Электробур с редуктором с промежуточными телами качения / В. С. Коротков; Томский политехнический университет (ТПУ). — № 2005124607/22; заявл. 02.08.05; опубл. 10.03.06.
2. https://rpts-tools.ru/catalog/innotorc/momentnye_gaykovyerty/
3. Панкратов, Эдуард Николаевич. Проектирование механических систем автоматизированных комплексов для механообрабатывающего производства: Практикум лидера-проектировщика. — Томск: Изд-во ТГУ, 1998. — 295 с.