

Ph.D. Thesis by Dana Tulegenova

“DEVELOPMENT OF A SELF-REGULATING ADAPTIVE DRIVE FOR SPACECRAFT DOCKING MECHANISM”

in the specialty 6D060300 - "Mechanics"

at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Judgement Report by

Prof Marco Ceccarelli

LARM2: Laboratory of Robot Mechatronics

Dept of Industrial Engineering; University of Rome Tor Vergata

Via del Politecnico 1, 00133 Roma, Italy

Phone +39-333-4479314 email: marco.ceccarelli@uniroma2.it

<http://orcid.org/0000-0001-9388-4391>

Roma 22.02.2025



Marco

Ceccarelli

24.02.2025

13:33:38

GMT+02:00

The PhD thesis attaches the topics of analysis and design of two-degree-of-freedom gear transmission for docking mechanisms in spacecraft applications by presenting procedures for design, performance analysis, prototyping, and experimental testing for validation.

The thesis is organized into four chapters containing a development from an analysis of state-of-art to define problems and requirements up to a proposal of new solution that is analyzed with expected performance that are characterized experimentally with a prototype used also for validation. The content is in general clear although the technical terminology in some parts is unusual or old-fashioned.

Chapter 1 summarizes the problems motivating the need for gear transmission for docking mechanisms and existing solutions of docking mechanisms are discussed with their characteristics to identify key requirements.

In Chapters 2 and 3 results are reported on design, modelling, and analysis of the proposed gear box transmission that is designed with variable adaptive features against input actions during docking. Basic performance characteristics are analyzed in simulated operations both in kinematics and statics-dynamics getting numerical values that make feasible the proposed design. CAD model is elaborated also for operation simulation with satisfactory results.

In Chapter 4 the solution implementation includes design and construction of a prototype for testing layout and modes that are used in a testing work that is reported with satisfactory results for validation and characterization of the proposed design.

A Conclusion chapter summarizes the PhD work and its future developments.

The reference list is with enough sources from literature on the subjects on docking systems and gear transmissions.

The PhD work is also sufficiently substantiated by a reference list of co-authored publications in journals and conference proceedings on the topics of the thesis arguments.

The content of the PhD thesis is completed in the above-mentioned aspects of the topics referring to mechanical design, prototyping, and experimental testing with valuable results.

Summarizing, the thesis shows satisfactory results in a sufficient clear discussion. Therefore, according to my opinion, the thesis has a suitable value for PhD degree.

Диссертация на соискание степени доктора философии (Ph.D.)

автора Даны Тулеkenовой

на тему:

«Разработка саморегулирующегося адаптивного привода для стыковочного механизма космического аппарата»

по специальности 6D060300 — «Механика»

представлена к защите в

Казахском национальном университете имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

Рецензия

профессора Марко Чеккарелли

Лаборатория мехатроники и робототехники LARM2

Кафедра промышленной инженерии.

Римский университет Тор Вергата

Via del Politecnico 1, 00133 Рим, Италия

Телефон +39-333-4479314 email: marco.ceccarelli@uniroma2.it

<http://orcid.org/0000-0001-9388-4391>

/подписано/

/электронная подпись: Марко Чеккарелли

24.02.2025

13:33:38

GMT+02:00/

Рим 22.02.2025

Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) посвящена анализу и проектированию двухступенной зубчатой передачи с двумя степенями свободы, предназначенной для применения в механизмах стыковки космических аппаратов. В работе представлены методологические подходы к проектированию, анализу рабочих характеристик, разработке прототипа и экспериментальной валидации предложенной конструкции.

Структурно диссертация состоит из четырёх глав, последовательно раскрывающих путь от анализа современного уровня развития данной области, формулировки научной проблемы и требований к конструкции до разработки оригинального технического решения, оценки его предполагаемых характеристик и экспериментального подтверждения результатов с использованием натурного образца. В целом, изложение материала является последовательным и логически выстроенным, однако в отдельных фрагментах встречается устаревшая либо нетипичная техническая терминология.

Глава 1 содержит обоснование актуальности применения зубчатых передач в стыковочных механизмах, анализ существующих технических решений и выделение ключевых требований, предъявляемых к ним.

В главах 2 и 3 представлены результаты проектирования, моделирования и анализа предлагаемой конструкции редуктора, обладающего адаптивными свойствами при воздействии внешних нагрузок, возникающих в процессе стыковки. Произведены расчёты кинематических и статико-динамических характеристик, подтверждающих реализуемость решения. Выполнено также создание CAD-модели и её верификация посредством численного моделирования, показавшая удовлетворительные результаты.

Глава 4 посвящена реализации конструкции: представлен процесс проектирования и изготовления прототипа, описано испытательное оборудование и режимы его работы. По результатам проведённых испытаний выполнена оценка рабочих характеристик, что позволило подтвердить достоверность и практическую применимость предложенного технического решения.

Заключение резюмирует основные научные и практические результаты, полученные в рамках выполненной работы, и обозначает возможные направления для дальнейших исследований.

Список использованной литературы включает достаточное количество релевантных научных источников по тематике стыковочных систем и зубчатых передач. Диссертация также подкреплена перечнем публикаций соискателя (в соавторстве) в рецензируемых научных изданиях и материалах конференций.

Таким образом, представленная работа в полной мере охватывает все ключевые аспекты: конструкторскую проработку, экспериментальную проверку и научную аргументацию полученных результатов. По совокупности представленных данных диссертация демонстрирует высокий научно-технический уровень и, по моему мнению, заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD).