

УДК 621.83  
П 441

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В. В. Иванцовский*  
д-р техн. наук, профессор *П. С. Карabanов*

**Подгорный Ю. И.**

П 441 Синтез технологических машин. Расчет и конструирование : монография / Ю. И. Подгорный, Т. Г. Мартынова, В. Ю. Скиба. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2023. – 240 с. (Монографии НГТУ)

ISBN 978-5-7782-4912-7

Рассмотрены вопросы синтеза, анализа, динамики и расчетов на прочность механизмов технологических машин. Значительное место в работе уделено общему подходу к синтезу механизмов различного класса с учетом технологической нагрузки.

Может представлять интерес для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой технологического оборудования, а также может быть полезна для студентов и аспирантов технических вузов, инженеров-конструкторов машиностроительных предприятий.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00945, <https://rscf.ru/project/23-29-00945/>

**УДК 621.83**

DOI 10.17212/978-5-7782-4912-7  
ISBN 978-5-7782-4912-7

© Подгорный Ю. И., Мартынова Т. Г.,  
Скиба В. Ю., 2023  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2023

УДК 621.83  
П 441

Reviewers:

Professor *V. V. Ivanitsivsky*, D.Sc. (Eng.)

Professor *P. S. Karabanov*, D.Sc. (Eng.)

**Podgorny Yu. I.**

П 441      Synthesis of technological machines. Calculation and design: monograph / Yu. I. Podgorny, T. G. Martynova, V. Yu. Skiba. – Novosibirsk. NSTU Publisher, 2023. – 240 p. (NSTU Monograph).

ISBN 978-5-7782-4912-7

The issues of synthesis, analysis, dynamics and strength calculations of the technological machine mechanisms are considered in the monograph. A significant attention in the work is paid to the general approach to the synthesis of mechanisms of various classes, taking into account the technological load.

The monograph may be of interest to a wide range of specialists involved in the development of technological equipment, and may also be useful for students and graduate students of technical universities, as well as for design engineers of machine-building enterprises.

This research was funded by Russian Science Foundation project N 23-29-00945, <https://rscf.ru/en/project/23-29-00945/>

УДК 621.83

DOI 10.17212/978-5-7782-4912-7  
ISBN 978-5-7782-4912-7

© Podgorny Yu. I., Martynova T. G.,  
Skiba V. Yu., 2023  
© Novosibirsk State  
Technical University, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	7
<b>1. Технологическое оборудование. Технологические параметры машин .....</b>	<b>9</b>
1.1. Определение полезных нагрузок .....	11
1.2. Расчет потребляемой мощности .....	16
<b>2. Синтез механизмов технологических машин .....</b>	<b>29</b>
2.1. Синтез эпициклической передачи с кулисой.....	30
2.2. Синтез кулачково-кулисного механизма .....	36
2.3. Синтез эллиптической передачи.....	44
2.4. Синтез законов движения для механизма позиционного типа .....	48
2.5. Кинестатический расчет механизма позиционного типа.....	61
2.6. Синтез закона движения кулачкового механизма специального назначения .....	67
2.7. Построение таблиц профилей кулачков.....	74
2.8. Синтез закона движения кулачкового механизма по критерию повышения производительности машины .....	78
<b>3. Смеситель непрерывного действия. Расчеты на прочность.....</b>	<b>93</b>
3.1. Расчет зубчатых передач .....	94
3.2. Расчет клиноременной передачи .....	120
3.3. Конструирование и расчет валов на прочность.....	125
3.4. Проверка прочности шпоночных и шлицевых соединений.....	164
3.5. Подбор и проверка долговечности подшипников.....	167
<b>4. Динамика и прочность специальных элементов технологических машин .....</b>	<b>181</b>
4.1. Расчет собственных частот цикловых механизмов.....	181
4.2. Определение энергии деформации системы цикловых механизмов.....	187

---

4.3. Определение контактных напряжений в паре кулачок–ролик.....	194
4.3.1. Определение контактных напряжений в паре кулачок–ролик цикловых механизмов.....	194
4.3.2. Проверка запасов прочности пары кулачок–ролик для кулачкового-кулисного механизма .....	202
<b>5. Ограничение неравномерности движения вала привода</b> <b>технологической машины .....</b>	<b>207</b>
5.1. Неравномерность движения вала привода смесителя с неравномерным движением рабочих валов .....	208
5.2. Исследование поведения технологической машины в процессе разбега .....	214
Заключение .....	226
Библиографический список .....	228

## CONTENTS

Preface .....	7
<b>1. Technological equipment. Technological parameters of machines.....</b>	<b>9</b>
1.1. Determination of payloads .....	11
1.2. Calculation of power consumption .....	16
<b>2. Synthesis of mechanisms of technological machines .....</b>	<b>29</b>
2.1. Synthesis of epicyclic link transmission .....	30
2.2. Synthesis of a cam-link mechanism .....	36
2.3. Synthesis of elliptical transmission .....	44
2.4. Synthesis of movement laws for a positional type mechanism .....	48
2.5. Kinetostatic calculation of a positional type mechanism .....	61
2.6. Synthesis of the movement law of a cam mechanism for special purpose.....	67
2.7. Construction of cam profile tables .....	74
2.8. Synthesis of the movement law of the cam mechanism based on the criterion of machine performance enhancement.....	78
<b>3. Continuous mixer. Strength calculations .....</b>	<b>93</b>
3.1. Calculation of gears.....	94
3.2. Calculation of V-belt transmission.....	120
3.3. Design and calculation of shafts for strength .....	125
3.4. Checking the strength of keyed and splined connections.....	164
3.5. Selecting and checking the durability of bearings.....	167
<b>4. Dynamics and strength of special elements of technological machines .....</b>	<b>181</b>
4.1. Calculation of natural frequencies of cyclic mechanisms .....	181
4.2. Determination of the strain energy of a cyclic mechanism system .....	187

---

4.3. Determination of contact stresses in a cam-roller pair .....	194
4.3.1. Determination of contact stresses in a cam-roller pair of cyclic mechanisms.....	194
4.3.2. Checking the safety margins of a cam-roller pair for a cam-rocker mechanism .....	202
<b>5. Limitation of uneven movement of the technological machine drive shaft .....</b>	<b>207</b>
5.1. Uneven movement of the mixer drive shaft with uneven movement of working shafts .....	208
5.2. Study of the technological machine behavior in the run-up process .....	214
Conclusion .....	226
References.....	228