

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРОЦЕССА СБОРКИ ФТОРОПЛАСТОВОГО УПЛОТНЕНИЯ

*Тараховский А.Ю.*

*Севастопольский государственный университет, г.Севастополь*

**Ключевые слова:** параметрический синтез; техническая система; структурная и параметрическая оптимизация, морфологическая матрица; сборочное устройство.

**Аннотация.** Выполнен анализ технической системы для монтажа фторопластового уплотнения, поджатого резиновым уплотнительным кольцом. Определена последовательность решения задачи синтеза сборочного устройства. На основе каркасной схемы сборочного устройства построена группа морфологических матриц, различных уровней иерархии, построен граф турнира вариантов и матрица смежности.

## PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE FLUOROPLASTIC SEAL ASSEMBLY PROCESS

*Tarakhovskiy A.Yu.*

*Sevastopol state University, Sevastopol*

**Keywords:** parametric synthesis; technical system; structural and parametric optimization, morphological matrix; Assembly device.

**Abstract.** The analysis of the technical system for installing a fluoroplastic seal compressed by a rubber o-ring is performed. The sequence of solving the problem of Assembly device synthesis is determined. A group of morphological matrices of various hierarchy levels is constructed on the basis of the frame scheme of the Assembly device, a graph of possible variants and an adjacency matrix are constructed.

Анализ сборочных устройств для сборки уплотнительных соединений, содержащих резиновое уплотнительное кольцо и фторопластовое уплотнение показывает, что сборочное устройство обладает всеми признаками технических динамических систем [4]. В связи с этим задача синтеза оптимальных структур сборочных устройств может рассматриваться как задача общей теории синтеза технических систем, но она имеет и ряд своих особенностей, связанных:

- с требованиями, предъявляемыми к сборочному устройству [5];
- с особенностью физического процесса сборки [6].

Синтез сборочного устройства может быть выполнен на основе использования методов структурной и параметрической оптимизации (синтеза) технических систем.

Сборочная операция осуществляется механически, с применением автоматизированного устройства. Основной проблемой при установке фторопластового кольца является его деформация, т.к. изделие помещается во внутреннюю канавку ответственного изделия. Составляем морфологическую матрицу системы «Процесс сборки уплотнительного устройства» (таблица 1) для анализа и синтеза возможных вариантов установки кольца при сборке ответственного изделия.

Табл. 1. Морфологическая матрица системы «Процесс сборки уплотнительного устройства»

1. Минимальная рабочая температура, $t_{min}$ , °C	2. Максимальная рабочая температура, $t_{max}$ , °C	3. Форма сечения кольца
1.1. -50	2.1. +150	3.1. Прямоугольная
1.2. -100	2.2. +200	3.2. Квадратная
1.3. -150	2.3. +250	3.3. Круглая
1.4. -200	2.4. +300 и св.	3.4. Эллипс
4. Структура уплотнительного элемента	5. Дополнительная обработка после сборки кольца	6. Дополнительные уплотнения
4.1. Цельное уплотнение	5.1. Сварка	6.1. Резиновое уплотнение
4.2. Разомкнутое с прямым местом стыка	5.2. Склейка	6.2. Грязесъемник
4.3. Разомкнутое с косым местом стыка	5.3. Отсутствует	6.3. Манжетное уплотнение
		6.4. Отсутствует

Табл. 2. Реализация вариантов

Вариант	Обозначение
Вариант I: 1.2.–2.3.–3.4.–4.3.–5.1.–6.2.	$X_1$
Вариант II: 1.3.–2.3.–3.2.–4.2.–5.2.–6.3.	$X_2$
Вариант III: 1.1.–2.1.–3.3.–4.1.–5.2.–6.4.	$X_3$
Вариант IV: 1.3.–2.4.–3.1.–4.3.–5.3.–6.1.	$X_4$
Вариант V: 1.2.–2.4.–3.1.–4.2.–5.3.–6.1.	$X_5$

По критерию возможности установки кольца во внутреннюю канавку изделия проведем парные сравнения и построим граф турнира вариантов:

$$\begin{array}{llll}
 X_1 < X_2 & X_2 > X_3 & X_3 < X_4 & X_4 > X_5 \\
 X_1 > X_3 & X_2 < X_4 & X_3 < X_5 & \\
 X_1 < X_4 & X_2 < X_5 & & \\
 X_1 < X_5 & & & 
 \end{array}$$

Принимаем систему количественных соотношений, после чего проводим построение и заполняем матрицу смежности (таблица 3).

Табл. 3. Матрица смежности  $ij$ 

i	J					$\sum a_{ij}$	$P_{iотн}$	Место
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$			
$X_1$	1	0,5	1,5	0,5	0,5	4	0,16	IV
$X_2$	1,5	1	1,5	0,5	0,5	5	0,2	III
$X_3$	0,5	0,5	1	0,5	0,5	3	0,12	V
$X_4$	1,5	1,5	1,5	1	1,5	7	0,28	I
$X_5$	1,5	1,5	1,5	0,5	1	6	0,24	II
$\sum$	-	-	-	-	-	25	1	-

Таким образом, наиболее рациональным является вариант IV. Кольцевой элемент выполняется в форме разрезного кольца [4, 2], что позволяет успешно установить его в канавку ответственного механизма. Сварка или склейка стыка кольца после установки нецелесообразны, потому как после дополнительной обработки остается сварной или клееный шов, который необходимо зачистить или убрать. В качестве дополнительного элемента перед установкой фторопластового кольца в канавку помещается резиновое уплотнение, которое поджимает основной уплотнительный элемент по мере его износа, что значительно увеличивает срок эксплуатации механизма, и исключает необходимость преждевременного ремонта по причине разгерметизации и утечки жидкостей или газов [1]. Применение колец с круглым или эллиптическим сечением также нецелесообразно, т.к. в зазорах между штоком и уплотнением будет активно скапливаться масло и грязь, что также влияет на скорость износа механизма.

#### **Список литературы**

1. Buyalich G.D. Comparative analysis of the lip seal in hydraulic power cylinder / G.D. Buyalich, K.G. Buyalich // *Applied Mechanics and Materials*. – 2015. – Vol. 770. P. 402-406.
2. Flitney R. *Seals and sealing handbook: 6th edition*. Butterworth–Heinemann, 2014. 633p. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2012-0-03302-9>
3. Абрамов О.В. Параметрический синтез стохастических систем с учетом требований надежности. – М.: Наука, 1992. – 175с.
4. Буренин В.В. Начальная сила трения покоя в эластичных уплотнениях поршня силового гидроцилиндра // *Вестник машиностроения*. – 2001. – №2. – С. 15-17.
5. Новосёлов Ю.К., Тараховский А.Ю. Обоснование требований к механизированному и автоматизированному процессу сборки уплотнительных соединений с внутренними канавками // *Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета*. 2011. № 27. С. 11-16.
6. Тараховский А.Ю. Способы деформации уплотнительных колец круглого сечения при установке их во внутренние канавки цилиндрических поверхностей // *Сборка в машиностроении, приборостроении*. 2010. №11. С. 10-15.

#### **Сведения об авторах:**

*Тараховский Алексей Юрьевич* – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Технологии машиностроения», СевГУ, г. Севастополь.