

ДЕКОМПОЗИЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ЭТАПЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Печейкина М.А.¹, Раков Д.Л.²

¹*Национальный исследовательский университет «МЭИ»;*

²*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г.Москва*

Ключевые слова: декомпозиция систем, синтез технических решений, силовая электроника, морфологический подход.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы декомпозиции сложных технических и технологических систем на этапе выработки технических предложений на начальных этапах проектирования. Декомпозиция рассматривается как составная часть морфологического анализа. В результате повышается обоснованность принимаемых решений, расширяется морфологическое пространство выбора. На выходе формируется структурная схема системы служащая основой для последующего моделирования и параметрической оптимизации.

COMPLEX SYSTEMS DECOMPOSITION BY THE CONCEPTUAL DESIGN STAGE

Pecheykina M.A.¹, Rakov D.L.²

¹*MEI National Research University;*

²*Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of Russian Academy of Sciences, Moscow*

Keywords: system decomposition, technical synthesis, power electronics, morphological approach.

Abstract. The article discusses the decomposition of complex technical and technological systems during the technical proposal development phase in the initial stages of design. Decomposition is seen as part of morphological analysis. As a result, the validity of the decisions is increased, the morphological space of choice is expanding. At the exit, a structural scheme of the system is formed serving as the basis for subsequent modeling and parametric optimization.

Одной из наиболее важных задач при анализе технических систем (ТС) является декомпозиция. При декомпозиции производят разбиение ТС на части с образованием структурной схемы. На первом этапе рассматриваются взаимодействие ТС с внешней средой – внешние связи. Внешние связи формализуются в виде входных и выходных воздействий. На следующем этапе выделяются функциональные признаки ТС и определяется их взаимодействие. В итоге синтезируется структурная схема ТС.

Сложные ТС представляют иерархические структуры. Составляющие части ТС на более низких уровнях иерархии представляют собой связанные между собой подсистемы. Как правило новые ТС нельзя описать полностью математическими моделями, так как им присущи различного вида неопределенности и отсутствует детерминированность. Декомпозицию проводят на различных этапах стадии технического предложения. Данный этап иногда обозначают как предэскизное, внешнее или концептуальное проектирование. На этапе технического предложения решают несколько взаимосвязанных задач (рис. 1):

– синтез принципов действия ТС,
 – структурный синтез,
 – параметрический синтез или параметрическая оптимизация.

На этапе структурного синтеза ТС синтезируются и сравниваются возможные варианты технических решений. В итоге остается несколько базовых технических решений. Для них проводят моделирование и параметрическую оптимизацию, для подтверждения и обоснования выбора синтезированных вариантов. Так как сложным системам присуще неполнота и неопределенность информации, то процесс проектирования является итерационным со многими обратными связями. Технический уровень и эффективность создаваемых ТС определяется в первую очередь – выбранным принципом действия, во вторую – синтезированной структурой и в третью – моделированием параметров синтезированной структуры [1].

В качестве примера приводится декомпозиция, служащая для синтеза и выбора рациональных решений технологических процессов микродугового оксидирования [2,3]. Для оценки вариантов при помощи экспертных оценок была составлена морфологическая матрица со следующими признаками – режимы нанесения покрытий, применяемые электролиты, используемые материалы, управление процессом нанесения, частотное регулирование и т.д. [4,5] (рис. 2). Любой набор элементов всех признаков (по одному из каждой строки морфологической матрицы) представляет собой возможный вариант исполнения технологии [6].

	Альтернатива 1	Альтернатива 2	Альтернатива 3	Альтернатива 4
Режим	Потенциометрический	Гальваностатический		
Электролит	Кислый	Силикатно-щелочной	Алюминатный	
Материал	Вентильные Ме	Графит	Стальные сплавы	
Управление	нет	тиристоры	IGBT	
Режим	Мягкий	Мягко-жесткий	Жестко-мягкий	Жесткий
Режим	АР	АКР	ПАКР	
Электролит	Однокомпонентный	Двухкомпонентный	Трехкомпонентный	Многокомп.
Регулирование	Нет	Есть		
АК режим	Не регулируется	$A/K = 1$	$A/K > 1$	$A/K < 1$

А – Анодный режим, К – катодный режим, Р – режим, П – пауза

Рис. 2. Морфологическая матрица вариантов решений

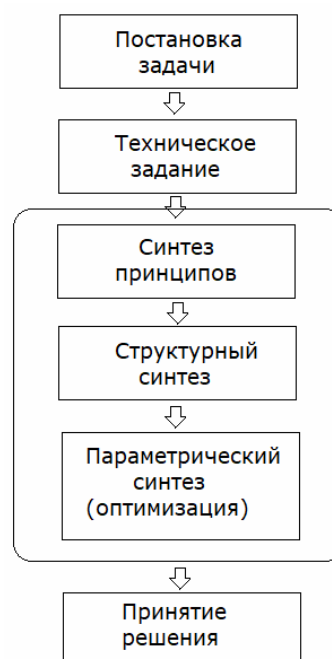


Рис. 1. Решаемые задачи на этапе технического предложения

В заключение можно сделать вывод о том, что использование декомпозиции на стадии выработки технического предложения и в частности

структурного синтеза позволило провести поиск и оценку новых инновационных решений. В результате повышается обоснованность принимаемых решений, а также расширяется морфологическое пространство выбора.

Список литературы

1. Хорошев А.Н. Основы системного проектирования технических объектов. – М., 2011. – 125с.
2. Суминов И., Белкин П., Эпельфельд А., Людин В., Крит Б., Борисов А., Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов в 2-х томах. Том II. – М: Техносфера, 2011. – 512 с.
3. Yerokhin A.L., Nie X., Leyland A., Matthews A., Dowey S.J., Plasma electrolysis for surface engineering // Surface and Coatings Technology. Volume 122, Issues 2-3, 15 December 1999, p.73-93.
4. Klimenko B., Rakov D. Analysis and synthesis of innovative engineering solutions and technologies based on advanced morphological approach // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. Vol. 658. P. 274-283.
5. Патент №2413040 РФ. Устройство для нанесения покрытия микродуговым оксидированием вентильных металлов и сплавов / Клименко Б.М., Раков Д.Л., Торбек Ю. – Оpubл. 04.09.2008.
6. Bardenhagen A., Rakov D. Advanced morphological approach in Aerospace design during conceptual stage // Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, 2019, 17(3), p. 31-32.

Сведения об авторах:

Печейкина Марина Анатольевна – ст. преподаватель, НИУ МЭИ, г.Москва;

Раков Дмитрий Леонидович – к.т.н., с.н.с. ИМАШ РАН, г.Москва.