

УДК 621

¹А. В. Костенко, канд. техн. наук, ²А. Н. Михайлов, д-р техн. наук, проф.

¹Камчатский государственный технический университет, Россия, г. Петропавловск-Камчатский

²Донецкий национальный технический университет, ДНР

E-mail: andr13kost@list.ru, mntk21@mail.ru

ОБЩИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ АГРЕГАТОВ

В статье речь идет о формировании единого подхода при изготовлении деталей судовых агрегатов. Технологии на базе функционально-ориентированного подхода позволяют реализовывать принцип единого ресурса агрегата. Приведены модель технологических преобразований и структурные схемы, позволяющие реализовать общий подход при производстве деталей какого-либо агрегата. Это дает возможность полной реализации потенциала деталей и агрегатов, а также оптимизировать техническое обслуживание и ремонт агрегатов.

Ключевые слова: агрегат судовой, принцип единого ресурса, функционально-ориентированная технология, технологическое воздействие, модель технологических преобразований, структурная схема.

A. V. Kostenko, A. N. Mikhailov

GENERAL APPROACH IN DESIGNING TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING PARTS OF SHIP UNITS

The article deals with the formation of a unified approach in the manufacture of parts of ship units. Technologies on the basis of a functionally-oriented approach allow to implement the principle of a single resource units. The model of technological transformations and the structural schemes allowing to realize the general approach at manufacture of details of any unit are given. This makes it possible to fully realize the potential of parts and assemblies and to optimize the maintenance and repair of units.

Keywords: marine unit, the principle of a single resource, functionally oriented technology, technological impact, model of technological transformation, structural scheme.

Повышение эффективности эксплуатации водного транспорта является важнейшей задачей, решение которой зависит от многих факторов. Один из путей решения этой задачи может и должно предложить машиностроение, которое обладает целым рядом перспективных и наукоемких технологий. Среди которых, следует выделить технологии на основе функционально-ориентированного подхода [1].

Техническая эксплуатация морских судов, например, рыболовных, обладает определенной спецификой, к чему в первую очередь следует отнести длительную работу вдали от береговых служб, отвечающих за техническое обслуживание и ремонт судов. Поэтому увеличение надежности судовых агрегатов, в частности, судовых энергетических установок, является актуальной проблемой, требующей комплексного подхода при ее решении.

Организация технического обслуживания и ремонта морских судов по фактическому состоянию является перспективной и завязана на проведение ремонтных и профилактических мероприятий исходя из ресурса агрегатов, узлов и деталей [2]. Таким образом, актуальной является задача изготовления деталей и агрегатов, имеющих заданный ресурс, увязанный в нашем случае с межремонтными пробегами судов. Функционально-ориентированные технологии как раз и позволяют решить задачу обеспечения необходимого ресурса.

Целью статьи является разработка модели, позволяющей при изготовлении деталей, имеющих различные эксплуатационные свойства и условия эксплуатации, реализовывать заданный ресурс всего агрегата, например судового дизеля.

Сразу следует отметить, что в такой трактовке не стоит «классическая» задача повышения долговечности и, соответственно, срока службы изделия. Поскольку часты случаи при ремонте агрегатов замены деталей, которые не выработали свой ресурс. А это означает нерациональное использование материалов, энергии и т.д.

Внедрение новых технологий, в том числе и функционально-ориентированных, неразрывно связано с понятиями «технологическая система» и «технологический процесс», которые и являются необходимыми составляющими технологии как таковой.

При этом создание технологической системы (ТС) подразумевает рациональное проектирование объемно-пространственной структуры, определяющей основные характеристики, связанные с пространственной организацией технологических элементов и подсистем.

Поэтому, проектируя конкретную технологическую систему, например, производства судовых дизелей, функциональная структура технологической системы должна быть пространственно сориентирована на базе принципа пространственной ориентации функциональной структуры, что позволяет создавать компактные варианты технологических систем [3]. Это дает возможность рационально организовать функциональную структуру технологической системы в заданном объеме пространства.

Важно отметить, что функциональная структура технологической системы комплексного действия, применительно к производству судовых дизелей, должна включать всю совокупность процессов, связанных с изготовлением деталей двигателя.

На рис. 1. представлена функциональная структура в виде некоторого объема, состоящего из набора элементарных ячеек. Каждая элементарная ячейка f_i представляет собой процесс изготовления одной детали.

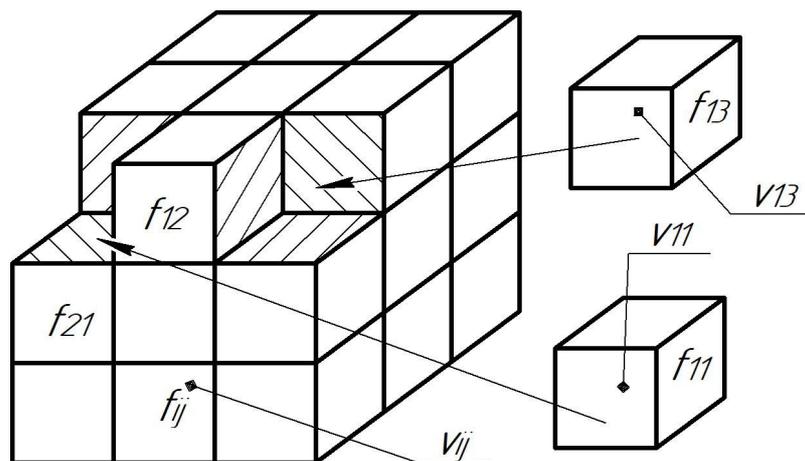


Рисунок 1. Схема функциональной структуры в виде объема

Однако, исходя из особенностей функционально-ориентированных технологий, в зависимости от уровня глубины технологии, каждая элементарная ячейка может разбиваться на более мелкую.

Таким образом, ТС можно представить в виде множества

$$F = \{ f_{11}; f_{12}; \dots; f_{ij}; \dots; f_{kn} \},$$

где f_{ij} – элементарные ячейки, под которыми следует понимать элементарный объем пространства, где выполняется преобразование исходных показателей в выходные свойства.

Тогда структура описывается следующим образом

$$\varphi: v_{ij} \rightarrow f_{ij},$$

где v_{ij} – множество элементарных объемов ТС.

При этом, как было замечено выше, преобразование свойств может происходить на разных уровнях: всего изделия в целом, частей изделия, составляющих частей изделия, зон, макрозон, микрозон, нанозон [1,4]. Отсюда следует, что объем элементарной ячейки не является величиной постоянной. Наоборот, функционально-ориентированные технологии предполагают наличие «гибкости», т.е. возможности разделения или объединения ячеек путем объединения или совмещения элементарных функций, что можно представить для трех случаев в следующем виде:

1) объем ячейки не изменяется:

$$\varphi: [v_{ij} = (v_i + v_j)] \rightarrow (f_i \wedge f_j);$$

2) объем ячейки уменьшается (рис. 2, а):

$$\varphi: [v_{ij} < (v_i + v_j)] \rightarrow (f_i \wedge f_j);$$

3) объем ячейки увеличивается (рис. 2, б):

$$\varphi: [v_{ij} > (v_i + v_j)] \rightarrow (f_i \wedge f_j).$$

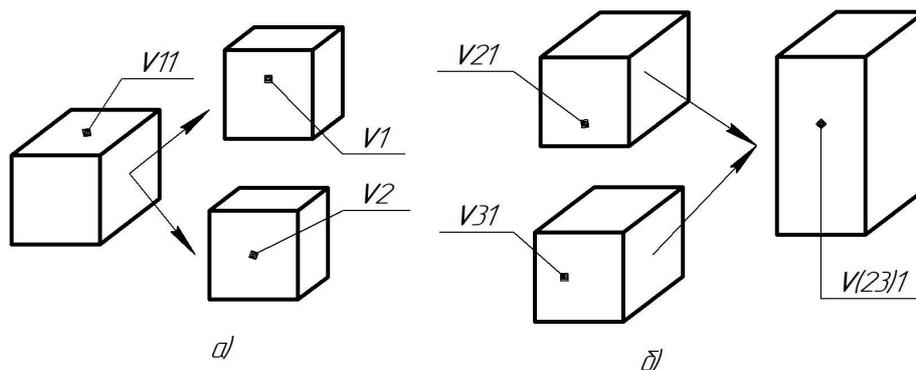


Рисунок 2. Варианты преобразования функциональной структуры ТС

Кроме этого, учитывая итерационный характер ФОТ, еще следует предусматривать возможность перестановки и (или) замены ячеек исходя из особенностей обеспечения необходимых свойства деталей и их функциональных элементов.

Каждая ячейка реализует элементарную функцию технологического преобразования исходных свойств (вход) в показатели качества (выход), рис. 3:

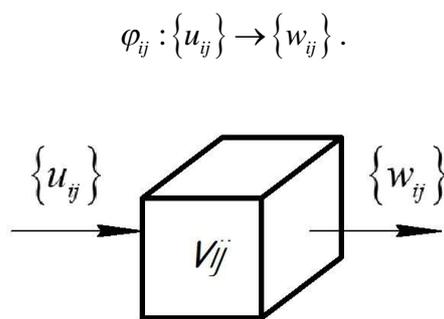


Рисунок 3. Схема технологических преобразований элементарной ячейки

Представим модель технологических преобразований, состоящую из некоторых элементов соответствующего уровня глубины технологии.

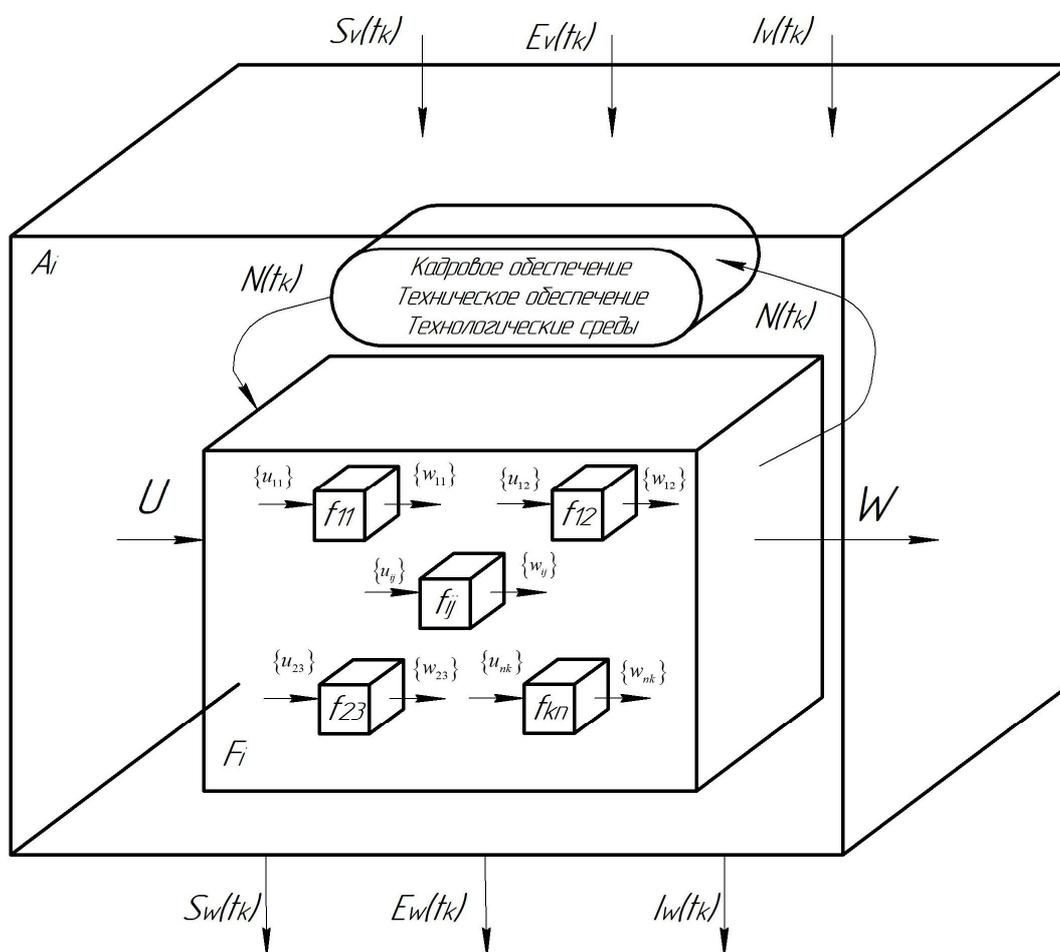


Рисунок 4. Модель технологических преобразований

Модель, представленная на рис. 4 (f_i – элементарные процессы технологических преобразований; F_i – процесс технологических преобразований; A_i – объект технологической системы производства), состоит из объектов определенного иерархического уровня, являющихся одновременно операторами и операндами системы. Например, под объектом можно подразумевать изготовление отдельной детали судового дизеля, например, цилиндровой втулки.

Элементарные процессы в этом случае зависят от глубины технологии и могут выполнять преобразования на уровне всего изделия в целом, частей изделия, составляющих частей изделия, зон, макрозон, микрозон, нанозон [5].

Основными объектами модели являются: кадровое обеспечение, техническое обеспечение (технологические системы) и технологические среды. Они осуществляют заданное технологическое воздействие $N(t_k)$ материального $S_0(t_k)$, энергетического $E_0(t_k)$ и информационного $I_0(t_k)$ типов на предметы обработки (заготовки, изделия) и реализуют процесс технологических преобразований заготовок в изделия, которые имеют вход U и выход W .

Модель, показанная на рис. 4, реализует функцию φ технологического преобразования множества входов операндов $U = \{U_s\}$ во множество выходов операндов $W = \{W_s\}$, которая описывается следующим отображением:

$$\varphi: \{V_s\} \rightarrow \{W_t\}.$$

Потоки технологических преобразований имеют обратную связь с обеспечивающими объектами системы. Обратная связь позволяет получать сведения о количественных и качественных параметрах процесса технологических преобразований, дает возможность многократного использования средств технологического воздействия. Это особенно актуально для технологий на основе функционально-ориентированного подхода с рекуррентными связями между элементами [1].

Судовой дизель состоит из ряда механизмов и систем, решающих свои специфические задачи. Детали изготовлены из различных материалов, работают в различных условиях, и значит, обладают разным ресурсом. С точки зрения эффективности работы судовых дизелей и эффективности технического обслуживания и ремонта необходимо стремиться к тому, чтобы ресурс детали был определенным образом привязан к ресурсу механизма – или был равным ресурсу механизма или был кратным [2].

Поэтому одной из задач, которую должно решить машиностроение, является создание агрегатов с определенным ресурсом. Для этого необходимо к изготовлению деталей, из которых состоит агрегат, подходить на основе общего подхода, например, на основе принципа единого ресурса всех деталей.

Тогда объект технологической системы производства судового дизеля A_i , (на рис. 4 этот объект соответствует изготовлению одной детали) будет являться частью общей системы производства двигателя. На рис. 5 показана структурная схема объектов технологической системы производства агрегата.

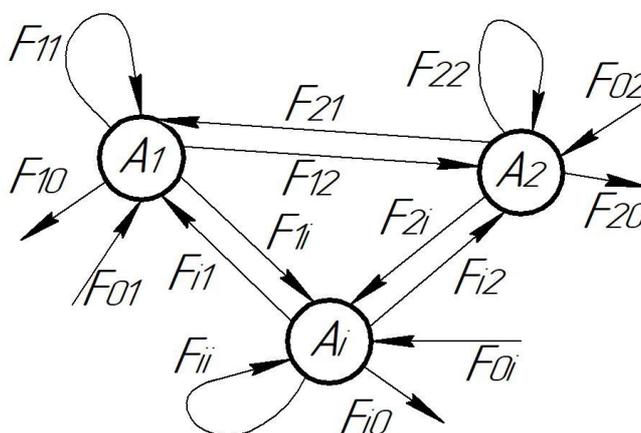


Рисунок 5. Структурная схема объектов технологической системы производства судового агрегата

В структурной модели (рис. 5) каждый объект A_i является оператором, когда он воздействует на другие объекты, и операндом, когда на него действуют другие объекты. С помощью петель показаны воздействия, оказываемые объектами на себя, демонстрируя итерационный характер ФОТ. Воздействие извне на объект обозначено F_{i0} , а воздействие, направленное вовне - F_{0i} . Отношения между объектами F_{ij} модели на каждом иерархическом уровне моделируются с помощью воздействий, реализуемых потоками материального, энергетического и информационного типов:

$$F_{ij} = S_{ij}(t_k) \cup E_{ij}(t_k) \cup I_{ij}(t_k),$$

где F_{ij} - отношение между объектами или воздействие i -го объекта на j -й объект модели;

$S_{ij}(t_k)$ - материальное воздействие i -го объекта на j -й объект в момент времени t_k ;

$E_{ij}(t_k)$ - энергетическое воздействие i -го объекта на j -й объект в момент времени t_k ;

$I_{ij}(t_k)$ - информационное воздействие i -го объекта на j -й объект в момент времени t_k .

Приведенные модели и структурные схемы реализовать общий подход при производстве деталей какого-либо агрегата. Сложность заключается в разнообразии материалов и условий эксплуатации деталей. Используя модель можно реализовывать принцип единого (или кратного) ресурса агрегата, т.е. создавать агрегаты, детали которых будут иметь заданный ресурс, например, с учетом системы технического обслуживания и ремонта. Это актуально для водного транспорта, в том числе и военного, находящегося продолжительное время вдали от ремонтных баз.

Таким образом, функционально-ориентированные технологии позволяют на стадиях проектирования предусматривать необходимые эксплуатационные свойства деталей, позволяющие на базе единого подхода реализовывать принцип единого ресурса. Это дает возможность полной реализации потенциала деталей и агрегатов при их эксплуатации, а также оптимизировать техническое обслуживание и ремонт агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов, А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения : монография / А. Н. Михайлов. – Донецк: ДонНТУ, 2009. – 346 с.
2. Михайлов, А. Н. Особенности обеспечения функционально-ориентированных технологий изготовления деталей судовых дизелей / А. Н. Михайлов, А. В. Костенко // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2017. – №4. – С. 31-36.
3. Михайлов, А. Н. Основы проектирования и автоматизации производственных процессов на базе технологий непрерывного действия / А. Н. Михайлов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – 421 с.
4. Костенко, А. В. Синтез структуры функционально-ориентированного процесса изготовления цилиндрических втулок на основе анализа работы судовых дизелей / А. В. Костенко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2017. – Т. 9. – № 1. – С. 176-186.
5. Михайлов, А. Н. К вопросу об особенностях проектирования функционально-ориентированных технологий производства деталей судовых дизелей / А. Н. Михайлов, А. В. Костенко, А. В. Лукичев, Е. А. Степанова // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2017. – №2 (57). – С. 29-37.

Поступила в редколлегию 2.03.2018 г.