

УДК 621.01

А. Н. Михайлов, д-р техн. наук, проф., **Б. С. Котляров**, канд. техн. наук,
В. Б. Котляров, инженер, **С. Б. Котляров**, инженер
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Тел: +38(071) 3060879; +7(985) 0217906, +7(964) 7045362
E-mail: tm@fimm.donntu.org; boris.kotlyarov@mail.ru; velidarkotlarov@mail.ru

ПРОЯВЛЕНИЕ АТРИБУТОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КАК ФАКТОРОВ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье предложен подход к определению множества атрибутов деталей машин (отличительных признаков), основанный на системном представлении объектов, и определяющий необходимые совокупности всех присущих деталям свойств. Такой подход, учитывает особенности проявления всех параметров деталей машин, и рассматривает их в трех взаимосвязанных пространствах: мыслительном (M), семиотическом (C) и реальном-физическом (P) на всех этапах жизненного цикла детали как с оставляющей части машины.

Показана возможность представления конкретных деталей машин со всей совокупностью их атрибутов как выделение частного случая из общей модели.

Ключевые слова: атрибуты, деталь, машина, множество, функция, совокупность свойств; пространства – мыслительное, семиотическое, реальное.

A. N. Mihailov, B. S. Kotliarov, V. B. Kotliarov, S. B. Kotliarov

MANIFESTATION OF ATTRIBUTES OF PARTS OF MACHINES AS FACTORS OF DEVELOPMENT OF FUNCTIONALLY ORIENTED TECHNOLOGIES

An approach is proposed for determining the set of attributes of machine parts (distinguishing features), using a systematic representation of objects, and determining the necessary sets of all properties inherent in parts, as well as taking into account and representing the features of manifestation of machine parts themselves in three interconnected spaces: mental (M), semiotic (C) and real-physical (P) at all stages of the life cycle of the part as from the rest of the machine.

The possibility of presenting specific details with the totality of their attributes as a separation of a particular case from the general model is shown.

Keywords: attributes, part, machine, set, function, set of properties; spaces - mental, semiotic, real.

1. Введение

Отличительные качественные признаки всех деталей машин, относящиеся к геометрии, свойствам поверхности и материала изделия, функциональному назначению – это атрибуты детали, и независимо от их локализации и функциональных предназначений проявляются в виде свойств, влияющих на взаимосвязи с сопрягаемыми деталями узлов и механизмов в зависимости от состояния объектов, имеющих как более высокий, так и горизонтальный иерархический уровень. Разнообразие атрибутов с течением времени и развитием технологий увеличивается, так как их наличие в материальном теле детали является результатом технологических воздействий, но их классы с общими признаками являются устойчивыми. Рассмотрим атрибуты применительно к деталям коробок переключения передач (КПП).

Переход к знаниевым технологическим и промышленным системам с искусственным интеллектом, получившим существенное развитие в настоящее время, требует решения задачи выделения особых признаков - атрибутов деталей машин во взаимосвязанном виде, пригодном для решения основных технологических, вспомогательных и управленческих задач инновационно-инвестиционного цикла. Вместе с тем существующие методологии и практика создания и использования деталей машин [1, 2, 3]

до настоящего времени не в достаточной степени используют общие модели создания технологий с функциональной направленностью на обеспечение конструкторско-технологических особенностей. Большой частью методы создания деталей основаны на редуционном подходе, согласно которому атрибуты объектов рассматриваются в каждом конкретном случае на базе индивидуальных моделей, большей частью с простой геометрией поверхностей. Такое положение сдерживает применение современных средств информационных и знаниевых технологий, к числу которых можно отнести и функционально-ориентированные технологии [4, 5, 6]. Создание промышленных систем усложняется и не позволяет выявлять достаточно полные области возможных решений при проектировании новых видов и модернизации существующих образцов техники.

2. Цель и задачи

Целью данной статьи является подтверждение актуальности основ нового подхода к определению атрибутов деталей машин, позволяющего выделить и увязать отличительные признаки (будем называть их - атрибуты), присущие только конкретным деталям машин, как частный случай из общего множества качественных признаков на различных этапах представления инновационно-инвестиционного цикла их жизни. Особо следует отметить наличие топологической и параметрической фрагментарной локализации модификаций деталей в некоторой их части.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением следующих задач:

1. Выделить все существенные признаки, являющиеся отличительными для конкретных деталей механизма.
2. Установить способ определения и принадлежность атрибутов детали на протяжении всего жизненного цикла от идеи до реализации на физическом плане и утилизации.
3. Установить способ определения зоны атрибута и координаты его локализации, принимая во внимание и признаки модификации, в пределах тела детали.
4. Установить структурно-параметрическую систему взаимосвязи атрибутов деталей с функционально ориентированными технологическими воздействиями для их реализации на физическом плане.

3. Основное содержание и результаты работы

Предложенный подход к представлению детали является наиболее приспособленным для применения в интеллектуальных компьютерных системах на всех этапах жизненного цикла материальных технических объектов. Объекты проходят цикл от зарождения замысла (идеи) – через проектирование (семиотический уровень) и изготовление (с учетом новых особенностей применяемых технологий от выбора заготовки, различных видов обработки до сборки узлов и изделия), а также эксплуатации и ликвидации (утилизации) машин, представляющих уровень реального материального воплощения идеи и проекта на физическом плане.

Согласно существующим воззрениям [1, 3] и ГОСТ 2.102 деталь есть часть механизма или машины, представляющая целостное образование, характеризующееся единством материала, требуемой формы, размеров и поверхностных свойств. Из этого определения можно выделить множество видов базовых атрибутов, определяющих сущностные свойства детали: целостность, принадлежность к объекту более высокого иерархического ранга, геометрическую форму и размеры, а также поверхностные свой-

ства, функциональное предназначение детали (опора, рычаг, держатель, передача движения, передача энергии и т.д.).

Однако степень полноты полученного множества видов атрибутов при таком подходе является неопределенной и недостаточной для эффективного применения при современном уровне развития машиностроения. Для ее раскрытия можно воспользоваться принципами системного подхода к развивающимся объектам [7, 8].

Прежде всего, следует выделить обобщенные пространства, в которых проявляются детали машин. Это мыслительное (М), семиотическое (С), и реальное (Р) или физическое пространства [6]. В этих пространствах формируются кластеры атрибутов детали:

- в мыслительном – выбранные образы;
- в семиотическом – знаковые модели;
- в реальном – вещественные элементы.

Процесс создания техники, элементарным представителем которой есть деталь, начинается в мыслительном пространстве с представления образа о будущей машине или механизме для осуществления требуемых функций. Реализация объектов мыслительного пространства в современном производстве может произойти только через семиотическое пространство, когда образ вместе с закладываемыми в него свойствами детали получает свое отражение на каком-либо носителе в виде чертежей, эскизов, текстовых описаний, электронных или голографических изображений или иных форм, достаточных для материального воплощения представленного объекта.

Во всех указанных выше пространствах могут формироваться также информационно-энерго-вещественные кластеры объектов, связанных с деталями машин, в виде отражений (следов), а также полученных на основе процедур рефлексии более сложных чувственно-мыслительных объектов с помощью органов чувств, имеющих или вновь создаваемых технических средств.

Последовательность переходов создаваемых объектов-деталей, из пространства М в пространство Р через пространство С диктует порядок прохождения, связанный с этими пространствами жизненных циклов технических средств [7, 9].

Этап конструирования определяет переход возникшей идеи от мыслительного (М) пространства к семиотическому (С) – знаковому пространству; этап производства отражает переход от семиотического (С) к физическому (Р) пространству, где осуществляется эксплуатация и ликвидация детали и машины после окончания их жизненного цикла.

Конструирование, подготовка производства, собственно изготовление с технологическим обеспечением, эксплуатация и ликвидация деталей машин определяет базовые инварианты процессов искусственных объектов.

Базовому процессу всегда сопутствует информационно-управленческий и плановый материально обеспечивающий процессы, включающие в себя на низших иерархических уровнях материально-технические и организационно-информационные затраты.

Детали в конкретно рассматриваемых технических системах, машинах, узлах и механизмах осуществляют однозначно заданную, присущую и определенную в представляемой машине функциональную роль и значимость. Это заложено в образах мыслительного (М) и отражается в знаках и символах семиотического (С) пространства. Уровень проявления знаков семиотического пространства должен быть доступным и достаточным для реализации на физическом уровне путем реализации технологического воздействия на материал заготовки, придающих деталям необходимые свойства.

Свойства деталей, полученные на материальном плане посредством реализации выбранных технологических процессов, в свою очередь могут быть проявлены через определенные атрибуты. Каждый вид атрибута имеет свою локализацию в теле детали, которую можно определить с помощью прямоугольной или полярной системы координат.

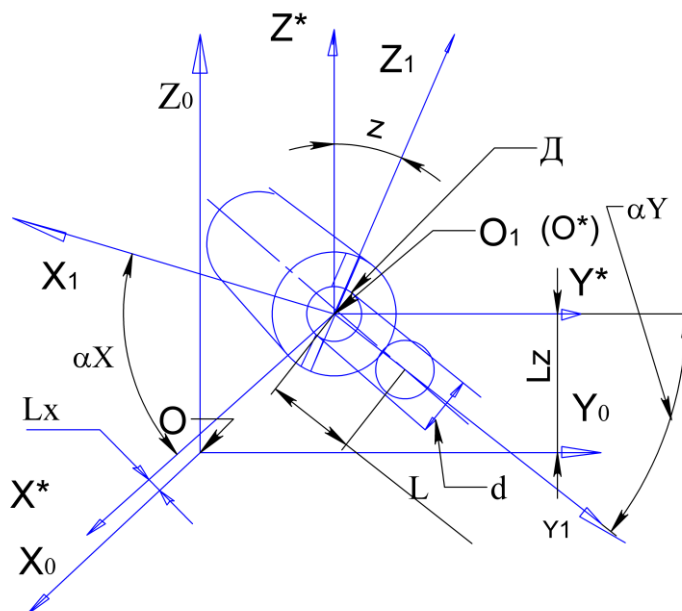


Рисунок 1. Системы координат S и S* для детали Д.

Введем прямоугольные системы координат $S_0\{X_0, Y_0, Z_0\}$ общую с началом в точке O и $S_1\{X_1, Y_1, Z_1\}$ частную, разместив в них деталь D (рис. 1).

Введенные системы координат позволяют определить возможные виды пространственно-временных атрибутов детали.

Введем атрибут вида aI – для определения координаты детали в общей и частной системах координат. Связь обеспечивается через задание матрицы \tilde{M}_c преобразования координат частной системы в общую систему $\tilde{M} \Sigma$ и вектора \vec{Z}_c частной системы координат в вектор \vec{Z} общей системы координат [9] для элемента детали D с размерами $D, D1, D2, D3, L$ и d , которая состоит из элементарных объемов материала с размерами $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, измеряемыми в направлении соответствующих осей координат.

Тогда положение элемента в системе координат можно выразить матрицей вида:

$$R_x(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b & a & 0 \\ 0 & -a & b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, R_y(\alpha) = \begin{bmatrix} b & 0 & -a & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ a & 0 & b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, R_z(\alpha) = \begin{bmatrix} b & a & 0 & 0 \\ -a & b & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где α – угол поворота частной системы координат с началом в точке $O1$ относительно общей системы координат с началом в точке O ; $a = \sin \alpha$, $b = \cos \alpha$. Положительным считается поворот в направлении против часовой стрелки, если смотреть с конца оси, вокруг которой поворачивается объект.

Этот вид атрибута однозначно задает пространственное положение рассматриваемой детали относительно других деталей в объектах более высокого иерархического уровня, например, в координатной системе машины.

Очевидно, что матрица $\tilde{M}_{\chi\Sigma}$ и вектор \vec{Z}_χ являются формами семиотического пространства, отражающими образы мыслительного пространства, изменяющиеся во времени (атрибут детали вида $a2$).

В частной системе координат $S1$ (центр $O1$) деталь задается в виде матрицы, и отражается в общей системе координат (с центром O) в виде многопараметрических аффинных отображений [9, 10].

Тем самым детализируется атрибут вида $a3$ – отражающих геометрию, форму и размеры детали. При этом способ задания геометрии поверхности может быть представлен в любых выражениях, и он должен отражать развитие во времени – указывать на объемные параметры, свойства поверхности, показатели точности изготовления и тенденции их изменения.

Очевидно, что при одной и той же геометрии у детали могут быть разные поверхностные свойства (атрибут вида $a4$), а также различные полевые свойства, т. е. свойства внутреннего состояния материала детали (атрибут вида $a5$).

Данные свойства проявляются в реальном пространстве, и являются важными факторами в сферах жизненного цикла – конструирования, производства, использования и эксплуатации, включающего весь комплекс оборудования для реализации процессов технологического воздействия, и утилизации.

Исходя из иерархического соотношения триады [9] устанавливаются следующие виды атрибутов для различных уровней:

$a6$ – для представления детали как части механизма или машины;

$a7$ – для отражения инфраструктуры детали.

Учитывая триаду развития устанавливаются атрибуты видов:

$a8$ – о заготовке детали;

$a9$ – о системах, производящих деталь.

Необходимо учитывать другие виды атрибутов, вытекающие из триады развития и связанные с ранее введенными атрибутами видов $a3$, $a4$, $a5$, и другие, которые отражают текущее (настоящее) время проявления детали в физическом пространстве.

Если атрибуты $a8$, $a9$ отражают прошлое по отношению к проявлению в пространстве (P) детали, то информация (атрибут вида $a10$) о том, где будет использоваться деталь, отражает будущее.

Триада самодостаточности цикла позволяет установить ряд дополнительных видов атрибутов, необходимых для решения задач управления и осуществления обеспечивающих действий – планирование, логистика, информация и др.

К ним можно отнести проявление в мыслительном и (или) семиотическом пространствах виды атрибутов о субъекте управления и документов ($a11$), о субъекте обеспечения ($a12$) и способе взаимодействий ($a13$). Этот вид атрибута может отражать такие свойства деталей, как химическая стойкость, магнитопроницаемость, токопроводимость, инерционность свойств и другие.

Информационным видом атрибута $a14$ можно считать атрибут отражения в знаковых выражениях (C) детали как части ($a13$).

Указанные атрибуты могут быть представлены систематизированными по способности к проявлениям в пространствах разных видов и применительно к различным этапам жизненного цикла так, как показано в табл. 1. При этом атрибуты более высоко-

го уровня включают в себя атрибуты нижних уровней во всем их разнообразии и с частными ограничениями.

На основании указанных общих множеств видов атрибутов можно определить конкретные атрибуты для конкретных деталей КПП.

Таблица 1. – Структура соответствия атрибутов детали и технологий

Атрибуты конструктивные и технологические		Пространства проявления атрибутов детали в сферах жизненного цикла и во времени (материалы, формы, поверхности, энергия)		
ai детали	ti технологии	Прошлое (П)	Настоящее (Н)	Будущее (Б)
a1	t1-i	М, С	Р	М, С
a2	t2-k	М, С	Р	М, С
a3	t3-l	М, С	Р	М, С
a4	t4-m	М, С	Р	М, С
a5	t5-n	М, С	Р	М, С
a6	t6-p	М, С	Р	М, С
a7	t7-q	М, С	Р	М, С
a8	t8-r	М, С	Р	М, С
a9	t9-s	М, С	--	--
a10	t10-a	М, С	--	--
a11	t11-b	--	--	М, С
a12	t12-d	М, С	Р	М, С
a13	t13-f	М, С	Р	М, С
a14	t14-g	М, С	Р	М, С

Наличие множества атрибутов указанных видов говорит об инвариантности (изоморфности) структуры множества видов атрибутов для деталей машин как искусственных образований. Однако на уровне проектирования конкретных изделий вариативность определяется набором атрибутов детали в сочетании со свойствами технологической производящей системы. Принимая во внимание то обстоятельство, что атрибуты детали с заданными параметрами могут быть реализованы только с помощью выбранного из некоторого ограниченного множества вариантов технологических воздействий: с помощью инструментов или введения совершенно определенным образом энергий, то каждому атрибуту рассматриваемой детали должно быть поставлено в соответствие некоторое множество частных технологий $t \in \sum i$. Из этого множества технологий необходимо выбрать то технологическое воздействие, которое оптимальным образом соответствует изготовлению детали с заданными параметрами и в допустимых пределах качественных показателей и материальных затрат в зависимости от вида производства и имеющихся ресурсов. Под видом производства здесь понимается количество необходимых деталей (программа и график выпуска деталей), а под ресурсами – имеющееся в наличии на действующем предприятии оборудование и инструменты, энергетическая обеспеченность и возможность применения новых технологий на современных принципах (плазменные, лазерные и т. д.) в каком-то определенном промежутке времени.

Исходя из указанных предпосылок, при проектировании детали выбирается материал (это может быть металл, пластик, композит и т. д. согласно КД). После выбора

материала, обеспечивающего по своим физико-механическим характеристикам функциональные задачи детали в узле, выбирается вид формирования геометрии детали из заготовки. Сама заготовка может быть получена литьем, обработкой давлением, отрезанием из сортового проката, спеканием, методом 3D-печати, прототайпинга и др. Так на каждой операции формообразования и придания заданных свойств детали по поверхностным участкам и по зонам, распределенным внутри детали, выбирается некоторое функциональное соответствие и экономические факторы при изготовлении. При этом проявляются они могут в разных пространствах: М, С, и Р как в прошлом, так и в настоящем и будущем времени.

В таблице индексы при обозначении t технологии указывают на вариативность, наличие нескольких технологий, способных в достаточной степени обеспечить принципиально достижимый результат по реализации параметров, т. е. функций разрабатываемой детали в существующих производственных условиях.

Расположение систем координат элементов для эксцентриковой планшайбы, разработанной КПП без разрыва пот ока мощности представлено на рис. 2.

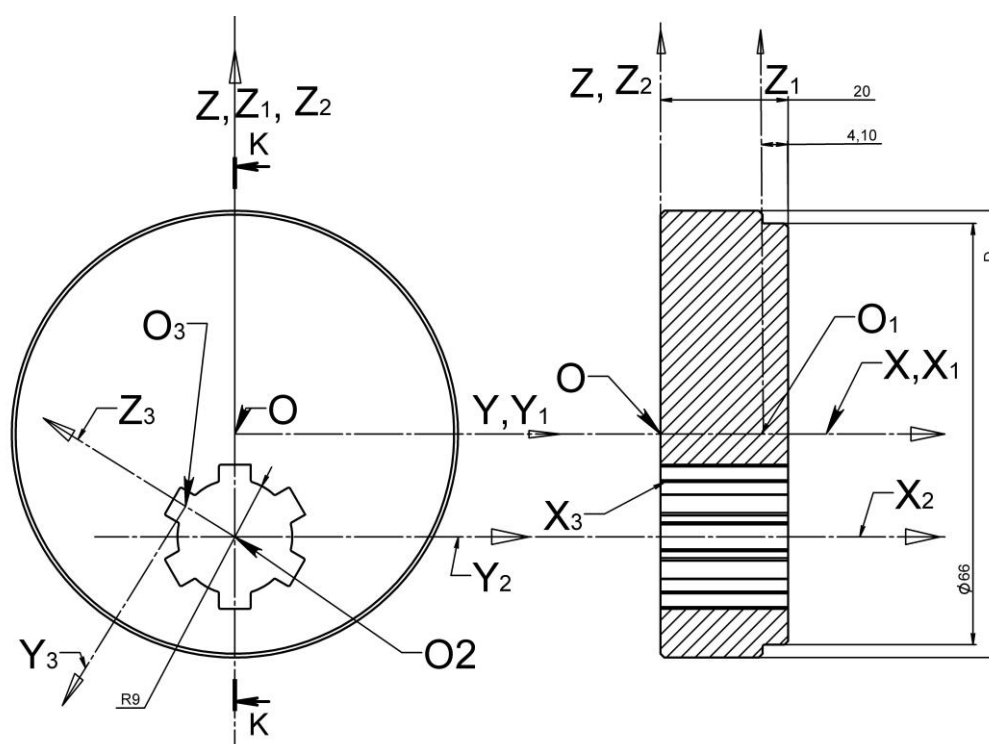


Рисунок 2. Расположение систем координат на элементах планшайбы.

Общая система координат с центром в точке O , частные системы $S1\{X1, Y1, Z1\}$ с центром $O1$, $S2\{X2, Y2, Z2\}$ с центром $O2$, и $S3\{X3, Y3, Z3\}$ с центром $O3$. Каждая частная $Si\{Xi, Yi, Zi\}$ система координат определяет положение каждой i -ой частицы элемента детали с размерами Δx , Δy , Δz в своей системе, а начало каждой частной $Si\{Xi, Yi, Zi\}$ системы определяется в общей системе $S\{X, Y, Z\}$ детали. Смещение по осям координат для i -ой системы определяется величинами ΔxSi , ΔySi , ΔzSi от центра системы Oi до центра системы S точки O . На приведенном примере частные системы $S3$ относятся к определенному множеству (6 шлицев), поэтому иерархически эти системы

имеют дополнительные индексы на более низком уровне и отличаются углом αz_i поворота относительно оси Z_2 при совпадающем направлении осей X и Y . Частная система может быть выражена и в полярных координатах, но для более простого представления примем декартову систему координат.

Все материальные точки планшайбы с размерами Δx , Δy , Δz заключены в объемах, ограниченных поверхностями, точки которых определены в частных системах координат, включая фаски, галтели, скругления.

Весь объем материала планшайбы можно в реальном пространстве (Р) представить в виде множества материальных точек с объемом $\Delta x * \Delta y * \Delta z$, заполняющих пространство между замкнутыми поверхностями планшайбы, определяемыми диаметрами D , $D1$, $D2$ и линейными размерами L , $L1$, а также поверхностями фасок, скруглений. Координаты начала частных координатных систем определяются в семантическом пространстве (С) линейными координатными размерами в общей системе S : X_{O1}, Y_{O1}, Z_{O1} – для системы $S1$; X_{O2}, Y_{O2}, Z_{O2} – для системы $S2$; X_{O3}, Y_{O3}, Z_{O3} – для системы $S3$. В каждой S_i -ой системе координат любая j -я точка имеет локализацию K_j в своей системе координат как функция $K_j = f(x_j, y_j, z_j)$. Все материальные точки каждого элемента в своей системе координат являются определенными. Используя метод аффинных преобразований координатных систем каждая точка пространства может быть определена в значениях общей системы координат S . Значит, при наличии определенного и необходимого достаточного инструментария в любую точку детали можно доставить необходимое дозированное информационное, материальное и энергетическое технологическое воздействие, обеспечивающее достижение заданных документацией параметров формы, свойств материала и поверхностей детали.

Руководствуясь ранее разработанными основными принципами создания функционально-ориентированных технологий [4] можно выделить на разных иерархических уровнях технологические операции, начиная с заготовительной и заканчивая финишной для каждой детали КПП.

Например, для предложенной ранее к рассмотрению детали КПП планшайба эксцентриковая шлицевая (рис. 2), логика и процесс реализации в пространстве (Р) выражается цепочкой выражений в пространстве (С), которые последовательно отражают все подмножества конструкторско-технологических параметров (атрибуты акр) детали и функционально-ориентированных и дозированных технологических воздействий на заготовки (атрибуты t_{sq}) для получения готовой детали. Так на этапе подготовки производства можно выразить комплексный атрибут a_{nn} путем учета частных атрибутов a_{nni} и t_{nnj} :

a_{nn1} – массовые характеристики заготовки;

a_{nn2} – габаритные размеры заготовки с учетом припусков на обработку;

a_{nn3} – марка материала детали;

a_{nn4} – тип производства (единичное, серийное, массовое);

a_{nn5} – требования по получению заготовки;

t_{nn1} – плановая или внеплановая работа;

t_{nn2} – бюджет разрабатываемой темы;

t_{nn3} – сроки проведения работы;

t_{nn4} – выбор способа получения заготовки в зависимости от возможностей;
 t_{nn5} – показатель логистики, наличия материала на складах;
 t_{nn6} – наличие оборудования для отрезки или формообразования заготовки нужных размеров;
 t_{nn7} – наличие разработанного техпроцесса –маршрутного или операционного изготовления детали;
 t_{nn8} – наличие техоснастки, приспособлений и инструментов;
 t_{nn9} – наличие работников необходимой квалификации (человеческий фактор);
 t_{nn10} – наличие контрольно-измерительного комплекта инструментов;
 t_{nn11} – выходная логистика операции (складирование и перемещение заготовок и полуфабрикатов на следующие операции механообработки, финишные и др.).
 Множество вида

$$a_{nn\Sigma} = \{a_{nn1}, a_{nn2}, a_{nn3}, a_{nn4}, a_{nn5}, \dots\} \quad (2)$$

отражает комплекс конструктивных параметров, а множество вида

$$t_{nn\Sigma} = \{t_{nn1}, t_{nn2}, t_{nn3}, \dots, t_{nn10}, t_{nn11}\} \quad (3)$$

отражает полный комплекс технологических функциональных мероприятий и действий на этапе подготовки производства. Полный комплекс атрибутов $A_{nn\Sigma}$ в пространстве (C), отражающий все необходимые действия в пространстве (P) выражается конъюнкцией выражений (2) и (3) вида:

$$A_{nn\Sigma} = a_{nn\Sigma} \wedge t_{nn\Sigma} \quad (4)$$

Аналогично выражению (4) рассматривается комплекс $A_{3\Sigma}$ всех параметров деталей, технологических действий на заготовительной операции:

$$A_{3\Sigma} = a_{3\Sigma} \wedge t_{3\Sigma}, \quad (5)$$

где $a_{3\Sigma} = \{a_{31}, a_{32}, \dots, a_{3i}\}$, конструктивные атрибуты детали $a_{31}, a_{32}, \dots, a_{3i}$ – отражают символические требования КД, учитывающие размеры, массу, наличие особых требований к заготовке, марку материала.

Выражение $t_{3\Sigma} = \{t_{31}, t_{32}, \dots, t_{3j}\}$ в пространстве (C) отражает, мероприятия и технологические аспекты действий на заготовительной операции, например, наличие необходимого отрезного или формообразующего оборудования, технологической оснастки и инструмента, наличие операционного техпроцесса, планирование запуска в работу, обеспечение режимов обработки, решение логистических вопросов, документального оформления, управления и информационного обеспечения и т. д.

При необходимости термообработки по всему объему детали можно привести выражение полного геометрического множества с приданием технологического воз-

действия с помощью температуры и закаливания или отпуска; при поверхностной термообработке, например, азотировании, воздействию подвергается множество на определенную глубину от поверхностного слоя, определяемое в координатах каждой принадлежащей подмножеству точки B_i в зоне пересечения по поверхности размера $(r_n - \Delta s)$, где Δs – глубина слоя азотирования. При необходимости нанесения гальванопокрытия, напыления или нанесения иного вида защитного покрытия любой природы по происхождению определяется геометрическое множество по поверхности наружного диаметра r_n с добавлением толщины β слоя покрытия. При необходимости воздействия полем на определенную глубину детали рассчитывается сила полевого воздействия достаточной напряженности и выделяется подмножество материальных точек тела детали на необходимой глубине и по необходимой длине.

Аналогичным образом в соответствие конструктивным требованиям приводится весь комплекс решений технологических и организационных мероприятий по каждой выполняемой операции в иерархической последовательности.

Мощность этого множества будет зависеть не только от количества параметров детали и количества операций, но и от размера Δx , Δy и Δz выбранного минимального объема представляемой частички детали, продиктованного конкретными условиями.

Поскольку геометрически весь объем детали определен, то каждой точке тела втулки становится присущим набор определенных качественных показателей, выраженных через атрибуты согласно табл. 1.

Тогда рассмотренная выше деталь эксцентриковая планшайба может быть представлена выражением множества в виде Декартова произведения.

Обозначим множество A геометрических точек b_i тела детали «планшайба» как множество точек $b_{i\Sigma}$ в координатах X, Y, Z , принадлежащих множеству A_2 :

$$b_{i\Sigma XYZ} \in A_2$$

Подмножества $a_{1XYZ}, a_{2XYZ}, \dots, a_{iXYZ}$ по параметрам детали в координатах X, Y, Z включены в подмножество A по геометрии, но не пересекаются по своим характеристикам между собою и с множеством A_2 :

$$a_{1XYZ} \in a_1; a_{2XYZ} \in a_2; a_{iXYZ} \in a_i.$$

Тогда $A_1 \supset a_1; A_2 \supset a_2; A_i \supset a_i$.

Но с этими подмножествами находятся в соответствии технологические подмножества t_k , причем выбор технологического воздействия по каждому атрибуту a_i производится из выборки (подмножества) t_k , своего для каждого a_i .

$$a_1 \rightarrow t_{1k}; a_2 \rightarrow t_{2k}; a_i \rightarrow t_{ik}.$$

А все подмножества t_{ik} входят в обобщенное подмножество T_k технологии:

$$\{t_{1k} \cap t_{2k} \cap \dots \cap t_{ik}\} \in T_k.$$

В то же время атрибуты a_1, a_2, \dots, a_i являются функциями технологий t_k , т.е.

$$a_1 = f(t_1k); a_2 = f(t_2k); \dots; a_i = f(t_ik).$$

Множество A представляется как произведение множества частных атрибутов и множества выбранных технологий:

$$A = A_i * T_k.$$

Мощность множества A при изготовлении различных деталей зависит в каждом рассматриваемом случае не только от характеристик, предназначенных для готовой детали, но и от числа наличествующих репрезентативных технологий на каждом технологическом переделе на данном производстве.

Замкнутость множества элементов структуры атрибутов вытекает из того, что эти элементы определены на основе презентативной триады триад [7, 9], а количество представителей выборок всегда конечно.

Сравнение полученной структуры атрибутов с традиционной системой показателей, которая учитывала геометрические, поверхностные и инфраструктурные свойства детали машин, показывает существенные отличия их как в количественном, так и в качественном планах.

Замкнутость множества видов атрибутов позволяет подойти к постановке и решению в унифицированном виде задач анализа, синтеза деталей машин, а также оптимального вида функционально ориентированных технологических воздействий на всех этапах изготовления деталей. На всех операциях функциональное назначение деталей проявляется в разной степени четкости и выражается выбором инструментов, оборудования, рабочих сред, информационного обеспечения в семиотическом пространстве.

4. Заключение

1. Новый подход к определению атрибутов деталей машин, основанный на учете системных свойств объектов и возможности представления их на основе триады триад структур, позволяет определить полное множество общих атрибутов деталей машин в общем виде. В реальном пространстве (P) атрибуты реализуются путем преобразования знаков в семиотическом пространстве (C), отражающего идеи пространства (M) с учетом их особенностей, отличительных свойств и всех существенных признаков.

Из всего множества частные атрибуты детали, включая модификации элементов, реализуются на физическом плане путем использования процедуры конкретизации.

2. Определен инвариант структуры множества видов атрибутов, проявляющихся в разных пространствах: мыслительном, семиотическом и реальном. Установлена вариативность множества видов атрибутов по топологической, функциональной и пространственной принадлежности, и применяется для решения задач анализа и синтеза на всех этапах инновационно-инвестиционного цикла.

3. На каждом уровне иерархической модели атрибутов [11] установлены зоны их локализации и способ их определения, рассматриваются горизонтальные связи при выборе взаимодействия атрибута с внешними факторами, и отражающие наиболее подходящие по достижимому эффекту на данном этапе жизненного цикла информационные, организационные, технологические, информационные аспекты.

4. На каждом уровне иерархической модели атрибутов существуют функционально ориентированные ограниченные подмножества технологий, в наибольшей степени соответствующих достижению качественных характеристик атрибутов деталей, которые и обеспечивают в реальном пространстве достижение установленных в семиотическом пространстве показателей качества изделий.

Решение частных задач создания техники с заданными свойствами решается путем конкретизации и детализации атрибутов на более глубоких иерархических подуровнях с применяемыми технологическими воздействиями, просчитанными по режимам, мощности и длительности воздействий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Артоболевский, И. И. Тория механизмов и машин / И. И. Артоболевский – М.: Наука, 1975.
2. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков – М.: Издательство МГТУ, 2002.
3. Политехнический словарь. / Ред. И.И. Артоболевский. - М.: Советская энциклопедия, 1975.
4. Михайлов, А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения / А.Н. Михайлов – Донецк: ДонНТУ, 2009. – 346 с.
5. Суслов, А. Г. Основы технологии машиностроения. Учебник / А. Г. Сусло – М.: КноРус, | 2016.
6. Ситников, А. А. Проектирование технологических процессов изготовления и ремонта деталей с износостойкими покрытиями / А. А. Ситников, А. В. Собачкин, Ю. Н. Камышов // Журнал «Наукоемкие технологии в машиностроении». – 2019. – №2(92).
7. Беловол, А. В. Общие структурные модели машиностроительных технологических систем / А. В. Беловол и [др.] // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2005. – Вып. 23. – С. 17-24.
8. Бахтияров, О. Г. Постинформационные технологии. Введение в психонетику / О. Г. Бахтияров – Киев: «Экспир», 1997.
9. Перепелица, Б. А. Разработка теории формообразования и проектирования режущих инструментов на основе многопараметрических отображений: дис.... д-ра. техн. наук / Б.А. Перепелица. – Харьков: ХПИ, 1981.
10. Создание теории унифицированной многопараметрической информационной базы для CAD/CAM систем зубчатых зацеплений, инструментов и процессов зубообработки : отчет о НИР (заключит.) / Б. А. Перепелица, В. А. Доброскок. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – 452 с. – № ГР 0108U001445. – Инв. № 0210U001273.
11. Тернюк, Н. Э. Уровни и способы вариативности технических систем (ГП Институт машин и систем / Н. Э. Тернюк и [др.] // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – С. 10-16.

Поступила в редколлегию 15.04.2020