

УДК 621.91.04/004.9, 621.75.04
DOI: 10.30987/article_5d9dc9b9077818.31507928

Е.Н. Колыбенко, к.т.н.
(Донской государственный технический университет, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1)
E-mail: kolybenko@mail.ru

Структура поля допуска размера по функциям определения ее составляющих в конструкторской и технологической подготовке механообрабатывающего производства

Рассмотрена структура поля допуска «межпереходного» размера исходя из структуры конструкторских и технологических цепей функционально различных связей. В связи с функциями структуры полей допуска в размерных цепях дана характеристика направлений решения соответствующих задач на предмет актуальности, научной новизны и практической значимости.

Ключевые слова: техническая подготовка производства; обработкой резанием; системный анализ; информационная технология; моделирование решений; системо-технология.

E.N. Kolybenko, Can. Sc. Tech.
(Don State Technical University, 1, Gagarin Sq., Rostov-upon-Don, 344000)

Structure of dimension tolerance range on definition functions of its constituents in design and technological preparation in engineering productio

A tolerance range structure of “inter-transfer” dimensions reasoning from the structure of design and technological chains of ties different functionally is considered. In connection with the function of tolerance range functions in dimension chains there is given a characteristic of directions to solve corresponding problems with the object to the urgency, scientific novelty and actual significance.

Keywords: engineering cutting preparation; system analysis; information technology; solution modeling; system-technology.

Введение

Для перехода к информационной технологии высокого уровня автоматизации решения задач практики технологической подготовки основного (резанием) производства (ТПП (ОП)) по всему ее циклу автором определена база знаний предметной области в иерархии ее структуры по семи уровням классификации базовых объектов функционально различных типов. Функционально различные аспекты подхода к технологии системной инженерии в познании этой базы знаний изложены в работе

[1]. Определение этой базы знаний стало возможным на основе опыта автора, приобретенного в практике договорных работ с предприятиями механообработки, и ознакомлением с работой (Гуд Г.- Х., Макол Р.- Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем, пер. с англ., М., Советское радио. 1962. – 383 с.). Пример подхода к созданию нового знания и использованию его для производства успешных продуктов и технологий в условиях всемирной информатизации изложен в работе [2]. Внимание к анализу существующих знаний для перехода к новым знаниям-

ям ранее обращено в работе [3].

Задачи практики стадии ТПП (ОП) автором решаются на возможном множестве деталей, объектов производства, станков, режущих инструментов, приспособлений для установки режущих инструментов и объектов производства, методов базирования и геометрического формообразования резанием (при этом используем обозначение $\{ \dots \}$ – множество).

Базовые объекты знаний рассмотрим в следующем составе.

Первый (верхний) уровень – базовый объект знаний пятого типа стадии конструкторской подготовки производства (КПП) – {изделия конструирования}. Второй уровень – основной базовый объект знаний четвертого типа стадии КПП – {технологические схемы базирования} деталей и сборочных узлов соответственно в сборочные узлы и изделия конструирования. Третий уровень – базовый объект знаний третьего типа стадии ТПП (ОП) – {системы станков} как информационная и логическая связка базового объекта знаний четвертого типа стадии КПП в общем случае с ограниченным множеством информационно и логически связанных базовых объектов знаний второго типа стадии ТПП (ОП). Четвертый уровень – базовый объект знаний второго типа стадии ТПП (ОП) – {станки} как информационная и логическая связка первого базового объекта знаний первого типа в общем случае с ограниченным необходимым множеством вторых базовых объектов знания первого типа. Пятый уровень – основные первый и второй базовые объекты знаний первого типа стадии ТПП (ОП). Первый базовый объект знаний первого типа стадии ТПП (ОП) – {технологические схемы базирования} исходных заготовок и заготовок, режущих инструментов в технологические приспособления и приспособлений в соответствующие рабочие органы станков. Второй базовый объект знаний первого типа стадии ТПП (ОП) – {технологические схемы базирования: исходных заготовок и заготовок}, {технологические схемы базирования и геометрического образования резанием функционально различных {элементов формы}. Шестой уровень – группы объектов взаимодействия в структуре основных базовых объектов знаний четвертого типа стадии КПП, первого и второго первого типа стадии ТПП (ОП). Седьмой (нижний) уровень – элементарные и составные налагаемые простые и сложные функционально различные {элементы геометрической формы} в структуре объектов взаимодействия основных базовых объектов знаний.

Базовые объекты знаний рассматриваем как информационные изделия предметной области.

Информационные модели базовых объектов знаний и базы данных их решений на возможном множестве рассматриваем как инструментальные средства решения задач практики.

Основу базы знаний какой-либо предметной области составляет информационно и логически связанная система ее понятий. В общем случае понятия обладают семантическими, синтаксическими и символическими свойствами [4].

Понятия «станок» и «рабочая машина» имеют принципиальные различия. Станок предназначен для исполнения энергетической и передаточной функций. Чтобы станок мог исполнять рабочие функции необходимо его технологическое оснащение функционально различными режущими инструментами и приспособлениями для базирования и закрепления в составе их необходимых видов. Результатом технологического оснащения станка является его преобразование в рабочую машину для производства. Преобразование понятия «станок» в понятие «рабочая машина» обусловлено расширением семантических и синтаксических свойств характеризующих эти два понятия. Далее пока используем традиционное понятие «станок».

Пример различия понятий «станок» и «рабочая машина» убеждает в том, что для перехода к автоматизированной информационной технологии решения задач практики стадии ТПП (ОП) необходимо работать с актуализированными понятиями. Понятие «актуализация» трактуют как активизация, инициализация смысла переводом из статического (неактуального) состояния в динамическое (актуальное) состояние с сохранением всех необходимых связей и отношений как внутри системы, так и системы с внешней средой. Для определения базы знаний предметной области принципиально важна работа с актуализированными понятиями, так как понятия на основе определения их символических (формализованных) свойств подлежат встраиванию в структуру ее базовых объектов как элементы и связи между элементами одного уровня и различных уровней структуры. Только знания информационной природы пригодны для автоматизированной обработки их информации на компьютере.

Одним из основных понятий методологии системной инженерии перевода ТПП (ОП) на более высокий уровень организации решения задач ее практики является понятие «поле допуска межпереходного размера», которое совместно с понятиями «(межпереходный, общий) наименьший припуск» входит в состав элементов структуры замкнутого контура

функционально различных связей в структуре {станков} и {систем станков}.

Подходы к определению этого понятия в стадиях технической подготовки производства обработкой резанием (КПП и ТПП (ОП)) основаны, с одной стороны – на свойствах единства и общности характеризующих их понятий, с другой стороны – на различных функциях знаний, следующих из формулирования понятий.

В стадии КПП характерный подход изложен в работе [5]. Допуски линейных размеров раскрываются в связи с отклонениями взаимного расположения и отклонениями формы в примерах поверхностей геометрических элементов деталей в зависимости от их служебного назначения. Раскрытие допусков размеров проводится на некотором конкретном множестве примеров с опорой на размерную и геометрическую точность элементов деталей определенных в ГОСТ 25346-89.

Подход к определению структуры поля допуска «межпереходных» размеров стадии ТПП (ОП) на преобразования функционально различных элементов геометрической формы в структуре {исходных заготовок, заготовок} (объектов производства) принципиально отличается от определения структуры поля допуска в стадии КПП. Подход различных авторов к определению структуры поля допуска «межпереходных» размеров отличается диапазоном мнений, предлагаем анализ четырех групп ее составляющих как элементов структуры.

Первая составляющая структуры поля допуска «межпереходного» размера элемента формы связана с решением задач базирования в составе две: 1) – {исходных заготовок, заготовок}; 2) – подлежащих преобразованиям резанием {элементов формы}. Далее рассматриваем базирование {исходных заготовок}, так как именно в этом случае первая составляющая структуры поля допуска «межпереходного» размера может достигать максимального значения.

Существующие методики определения поля допуска «межпереходного» размера подлежащих преобразованиям элементов формы связаны с определением псевдо «погрешностей» в решении задач базирования {исходных заготовок}. Объективно решение задач базирования {исходных заготовок} направлено на определение положения элементов в структуре систем координат объектов базирования по положению элементов в структуре систем координат «базирующих» объектов. При этом системы координат подлежащих преобразованиям элементов формы совмещены с системами координат {станков} по функциям наложения (отношений, связей)

взаимного расположения в пространстве между системой координат объектов базирования в {станки} и системой координат элементов формы для их формообразования резанием. Погрешности подлежащих преобразованиям элементов формы являются следствием перераспределения (отношений, связей) взаимного расположения между элементами формы участвующими в решении задач базирования {исходных заготовок} в их информационной и логической связи с системой координат объектов базирования преобразованной по положению.

Определение второй и третьей составляющих в структуре поля допуска «межпереходного» размера подлежащих преобразованиям элементов формы информационно и логически связано с функционально различными движениями рабочих органов станка. Вторая – с решением задачи определения погрешностей вспомогательных (позиционных, межпереходных) движений для выхода в точку контакта режущей части инструмента с подлежащим преобразованиям элементом формы. Третья – с решением задачи геометрического образования {элементов формы} под нагрузкой резанием на функционально различных станках. Задача решается по функциям влияния на параметры проектного качества {элементов формы} функционально различных составляющих интегрального параметра «жесткость» станка.

Четвертая составляющая структуры поля допуска «межпереходного» размера элемента формы информационно и логически связана с решением задач базирования режущих инструментов в {станки} по функциям отношений взаимного расположения между тремя осями в системе координат станка и соответствующими тремя проекциями на эти оси элементов структуры режущей части инструмента.

Определение предложенных четырех составляющих в структуре поля допуска «межпереходного» размера по функциям решения соответствующих необходимых задач представляется актуальным и практически значимым.

Информационные и логические связи между структурой объектов детали и объектов производства заготовок

Введем актуализированное понятие. «Системные принципы – информационные логические утверждения подхода к решению задач исследования технологических систем, процессов различного назначения в условиях статической, динамической настройки, проверенные множественной практикой их использования».

Сформулируем системные принципы:

1. Налаживание информационных и логических связей по функциям (непрерывность, гибкость) технологических знаний для перехода к информационной технологии решения задач практики ТПП (ОП) высокого уровня автоматизации возможно только на основе обеспечения органического единства и общности технологической элементной базы с элементной базой стадии конструирования отрицающего их раздельное рассмотрение. Это соответствует налаживанию информационных и логических связей между основными элементами (интеграции, дезинтеграции) структуры объектов {детали} и структуры объектов {исходные заготовки}.

Введем актуализированные понятия: «Основные элементы (интеграции, дезинтеграции) структуры – элементы знаний как системная концептуальная основа познания структуры, характеризующая функционально различные элементы структуры и связи между элементами структуры объектов {детали} стадии КПП и {исходные заготовки} стадии ТПП (ОП) по шести видам их обеспечения (организационное, методическое логическое, нормативное, информационное, программное, техническое)».

«Проектное качество основных элементов (интеграции, дезинтеграции) в структуре объектов {детали} стадии КПП и структуре объектов {исходные заготовки} стадии ТПП (ОП) – функция, подлежащая безусловному исполнению для совокупности параметров проектного качества, характеризующая возможное множество различных свойств объектов в их распределении по различным элементам структуры и связям между элементами структуры».

2. В основу познания геометрических объектов положено распределение основных элементов интеграции, дезинтеграции структуры (исходных заготовок, заготовок) соответственно и параметров их проектного качества по маршруту преобразований резанием в четыре группы: (линейные, угловые) размеры элементарных простых, составных налагаемых (простых, сложных) элементов геометрической формы; макро- и микрогеометрическая форма (высота микронеровностей); отношения и связи взаимного расположения (позиционные) соответственно между координатными «геометрическими» осями и центрами систем координат функционально различных элементов формы.

3. Под управлением функции целеполагания человека [6] два понятия «стадия КПП» и «стадия ТПП (ОП)» рассматриваем на инвариантной основе относительно возможного множества соответственно структуры объектов {детали} и структуры объектов {исходные

заготовки} в их системной информационной и логической связке. Идентификатором связи является состав четырех групп основных элементов (интеграции, дезинтеграции) структуры каждого из рассматриваемых объектов, обладающий свойствами органического единства и общности аналитической «привязки» параметров их проектного качества к соответствующим нормативным значениям по качествам (рис. 1).

4. Функции назначения параметров проектного качества для основных элементов интеграции в стадиях (КПП, ТПП (ОП)) различны.

В конструировании она проводится из условий сборки изделия и его рабочих свойств в эксплуатации. В рабочих ходах (черновой, полустойковой, чистой) стадии ТПП (ОП) определенным методом технологических преобразований каждому функционально единому элементу формы в структуре объектов производства {исходные заготовки, заготовки} обеспечивается окончательное качество, соответствующее проектному качеству элемента геометрической формы в структуре объектов {детали} стадии КПП.

Под управлением функции целеполагания человека [6] два понятия «содержание» и «последовательность» преобразования функционально единых элементов формы в структуре объектов {исходные заготовки} на различных станках по маршруту их следования в системе станков рассматриваем на инвариантной основе относительно возможного множества решений задач практики преобразования. Идентификатором их системной информационной и логической связи является основная целевая функция экономической эффективности: «Обеспечение каждому функционально единому элементу формы в структуре объектов {исходные заготовки, заготовки} окончательного качества соответствующего проектному качеству элемента геометрической формы в структуре объектов {детали} (рис. 2).

Уточнение составляющих структуры поля допуска «межпереходного» размера

5. Преобразования параметров проектного качества основных элементов интеграции в структуре объектов {исходные заготовки} первично связываем с решением задачи определения структуры поля допуска «межпереходного» размера различных элементов формы.

В системном анализе знаний ТПП (ОП) необходимо ориентироваться на определение отдельных понятий в их информационной и логической связи с основными понятиями, обладающими свойствами идентификаторов связи в системе понятий.



Рис. 1. Определение идентификатора органического единства и общности двух стадий технической подготовки производства обработкой резанием

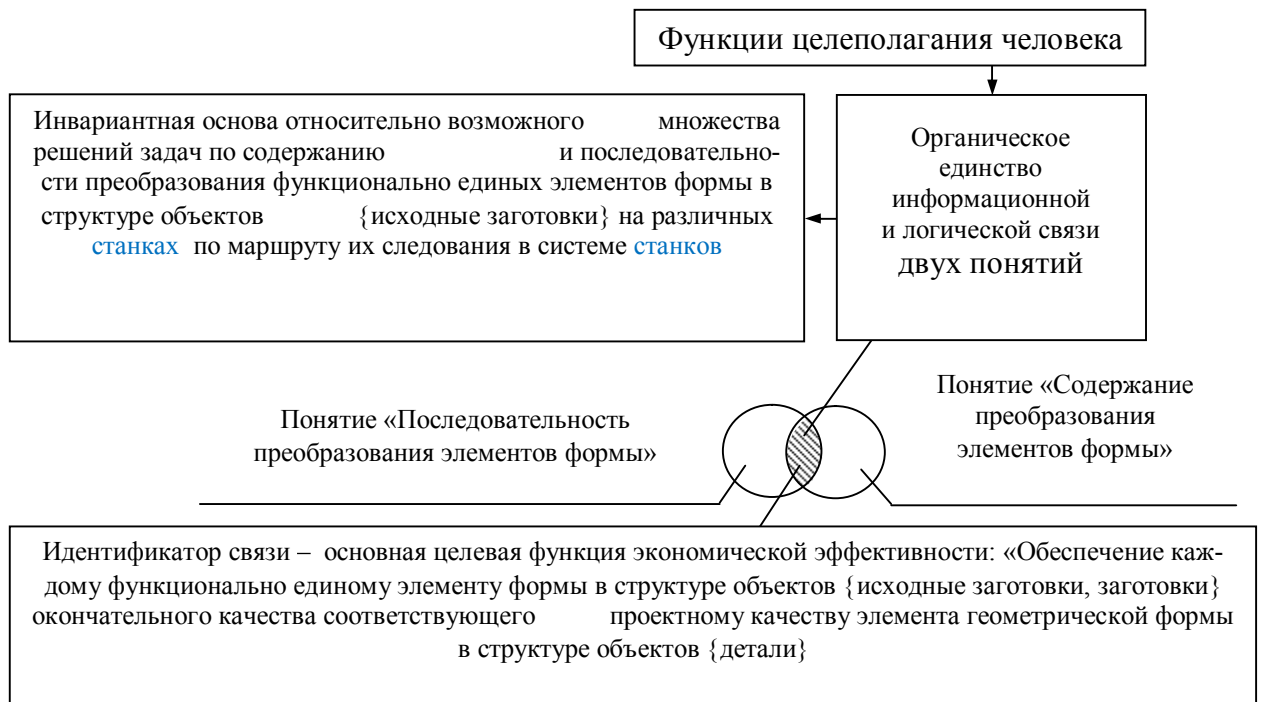


Рис. 2. Определение идентификатора информационной и логической связи понятий «содержание» и «последовательность» преобразований функционально единых элементов геометрической формы в структуре объектов производства {исходные заготовки}

Определение «межпереходных» размеров функционально единых элементов формы в структуре объектов {исходные заготовки, заготовки} при их последовательных преобразованиях в системе различных станков для резания необходимо по функциям технологических элементов управления | рабочий ход: (черновой, получистовой, чистовой) | (ЕСТД ГОСТ 3.1109-82 «Термины и определения основных понятий»). В этом случае структура каждой рабочей машины сохраняет свойства кванторов \forall единства и общности режущего инструмента, технологических приспособлений для базирования объекта производства и режущего инструмента. Понятие «межпереходный» размер заслуживает внимания как основное понятие. Понятие «межоперационный» размер, используемое некоторыми авторами – некорректно.

Для упрощения изложения материала далее рассматриваем только формализованное обозначение параметра «межпереходный» | МП-Размер | элементов формы, в практике необходимо учитывать его распределение по видам (линейный, угловой).

6. Относительная неопределенность каких-либо метрических параметров проектного качества основных элементов (интеграции, дезинтеграции) структуры объектов {исходные заготовки, заготовки} стадии ТПП (ОП) может быть раскрыта либо как погрешность, либо как допускаемое отклонение точности (допуск).

Для корректности в использовании этих понятий необходимо отметить, что погрешности возникают в условиях динамической настройки различных технологических процессов взаимодействия объектов в структуре {станков} и первично могут быть определены только экспериментальными измерениями размерных и геометрических погрешностей. Допуск метрического параметра задают в результате нормативного упорядочивания соответствующих погрешностей до расчетных рекомендуемых значений. Погрешности метрического параметра обладают свойствами наследственности, а отклонение точности – нормативная категория, отображающая экономически целесообразную точность.

Введем актуализированное понятие: «Допускаемое отклонение точности» – понятие, вводимое для исполнения в каждой из двух стадий (КПП, ТПП (ОП)) составляющей функции целеполагания человека, а именно «контроля и управления» за обеспечением основным элементом (интеграции, дезинтеграции) структуры функционально различных объектов соответственно {детали}, {исходные заготовки, заготовки} необходимых парамет-

ров проектного качества».

7. В работах Балакшина Б.С. обращается внимание на нерешенную задачу: «Остается выяснить вопрос, откуда следует брать допуски на «межпереходные» размеры».

В общем случае интегральную погрешность параметра «межпереходный» размер какого-либо преобразуемого резанием элемента геометрической формы далее рассматриваем на основе понятия «структура»: состав элементов структуры, связи между элементами структуры.

Элементы структуры интегральной погрешности параметра «межпереходный» размер какого-либо элемента формы рассматриваем на основе: первично, вторично. Первично – на основе их системного анализа и преобразования в переменные (во времени, пространстве) соответствующие элементы (1 – 4) групп в общем случае интегральных погрешностей. Вторично – на основе их нормативного упорядочивания до расчетных предельных допускаемых значений с целью использования в справочной документации.

Связи между элементами четырех групп погрешностей параметра «межпереходный» размер рассматриваем по функции наложения связей «объединение».

Расчетные предельно допускаемые значения, полученные нормативным упорядочиванием интегральных погрешностей каждой из четырех групп, рассматриваем как основу для их встраивания в структуру поля допуска «межпереходного» размера элементов формы, а затем для встраивания поля допуска в структуру «наименьшего межпереходного припуска».

Введем актуализированные понятия.

«Ведомый» объект взаимодействия – объект преобразования или объект обработки информации, элементы структуры которого определяют в структуре двух основных базовых объектов знаний стадии ТПП (ОП) обработкой резанием».

«Основные (первый, второй) базовые объекты знаний первого типа – объекты знаний, определяемые в единой среде одного уровня структуры соответствующих технологических схем на основе взаимодействия элементов структуры «ведомого» объекта преобразования в общем случае с группой элементов структуры «ведущего» объекта как системная основа знаний функционально различных станков для обработки резанием».

«Базовый объект знаний – это такой материал знаний, который определен на основе понятия «структура» в органическом единстве его информационных и логических связей с понятиями «содержание» и «форма» отрицающий их раздельное рассмотрение».

8. «Ведомые» объекты преобразования в структуре двух основных базовых объектов знаний изначально рассматриваем в их информационной и логической связи органического единства как две составные части каждого функционально единого объекта | исходная заготовка | определенного по его формализованному обозначению.

9. Четыре составляющие структуры поля допуска «межпереходного» размера определяем в двух функционально различных {технологических схемах} взаимодействия соответствующих объектов в структуре {станков} на основе их информационной и логической связи органического единства по функциям решения задач $\langle A1, A2, A3, A4 \rangle$.

10. В структуре первой технологической схемы взаимодействия объектов для определения элементов первой группы интегральной погрешности | МП-Размер | элементов формы по функции |A1| решаются задачи базирования объектов {исходных заготовок, заготовок} в рабочие машины для обработки резанием. Эти задачи решаются в пространстве вне времени в условиях статической настройки технологических схем, так как оперировать приходится с геометрическими объектами методами наложения связей базирования.

Введем актуализированные понятия:

«Объект базирования в структуре первого базового объекта знаний первого типа – функциональная составная часть исходных заготовок и заготовок (объектов производства), определяемая как «ведомый» объект преобразования его положения на станках».

«Базирование – определение положения элементов в структуре системы координат «ведомого» объекта базирования наложением связей базирования со стороны в общем случае пяти элементов структуры «ведущего» (базирующего) объекта на элементы в структуре систем координат «ведомого» объекта по «опорным» точкам сопряжения объектов».

«Связь базирования в структуре первого основного базового объекта знаний – функциональная (не геометрическая) рабочая связь для лишения объекта базирования в каких-либо степенях свободы его перемещений и поворотов, которая налагается по «опорным» точкам контакта сопрягаемых объектов, выбранных по положению информационно и логически без наложения каких-либо сил».

«Элементарная функция базирования – функция лишения объекта базирования какой-либо одной степени свободы его перемещений и поворотов по векторам $\rho: \langle \perp \rho_1; \rho_1; \rho_2 \rangle$ относительно координатных плоскостей и «направляющей» оси объекта базирования».

«Ведущий (базирующий) объект в структу-

ре первого основного базового объекта знаний – в общем случае группа пяти функциональных элементов, определяемая в единой среде одного уровня структуры технологических схем взаимодействия (сопряжения) с соответствующими функциональными элементами структуры «ведомого» объекта преобразования».

Элементы в структуре системы координат «ведомого» объекта в результате решения задач его базирования рассматриваем по функциям (совмещение, не совмещение) с элементами в структуре системы координат «ведущего» объекта. В результате решения задач базирования {исходных заготовок} в общем случае происходит перераспределение положения геометрической оси «ведомого» объекта базирования в положение геометрической оси «ведущего» базирующего объекта и определение фактического априори (до опыта) неизвестного положения функциональных «опорных» точек в сопряжении объектов. Такое перераспределение сопровождается в общем случае изменениями параметров проектного качества основных элементов интеграции для состава элементов геометрической формы подлежащих преобразованиям резанием при решении задач по функции |A2|, является источником самых вредоносных погрешностей, особенно в операциях точения поковок.

11. В структуре второй технологической схемы взаимодействия объектов последовательно в пространстве и времени (первично, вторично) решаются две основные задачи.

Первично в условиях динамической настройки средствами вспомогательных (позиционных, межпереходных) движений рабочих органов станка, несущих исходную заготовку или заготовку и режущий инструмент, осуществляется выход в точку контакта режущей части инструмента с подлежащим преобразованиям резанием элементом формы. Эта задача решается по функции |A2| определения элементов второй группы интегральной погрешности | МП-Размер | элементов формы методами наложения в общем случае (отношений, связей) взаимного расположения между координатными «направляющими» осями двух первых элементов формы в структуре основных первого и второго базовых объектов знания первого типа и центрами соответствующих им двух систем координат. Одна система координат – в структуре объекта производства как «ведомого» объекта базирования в {рабочие машины}. Другая система координат – в структуре объекта производства как «ведомого» объекта геометрического формообразования на {рабочих машинах}.

Вторично, по окончании решения первичной задачи, по функции |A2| решаются задачи

базирования в рабочие машины функционально различных {элементов формы} подлежащих геометрическим преобразованиям обработкой резанием.

Введем актуализированные понятия:

«Объект базирования в структуре второго базового объекта знаний первого типа – элемент геометрической формы, определяемый как функциональный элемент структуры «ведомых» объектов {исходные заготовки, заготовки} для преобразования резанием».

«Базирование – определение положения элементов в структуре системы координат элемента геометрической формы как объекта базирования в функционально различные станки для обработки резанием на основе их совмещения с элементами в структуре систем координат станков».

«Связь базирования в структуре второго базового объекта знаний первого типа – функциональная геометрическая связь, наложение которой осуществляется на элемент формы в структуре «ведомого» объекта геометрического формообразования со стороны в общем случае трех функциональных элементов структуры «ведущего» объекта взаимодействия».

Функции базирования {элементов формы} реализуются средствами вспомогательных (позиционных, межпереходных) движений для выхода в точку контакта режущей части инструмента с подлежащими преобразованиям элементами формы по векторам ρ : $\langle \perp \rho_1; \rho_1; \rho_2 \rangle$ относительно координатных плоскостей и «направляющей» оси {станков}.

Во второй технологической схеме взаимодействия объектов в результате последовательного в пространстве и времени решения задач по функциям $\langle A1, A2 \rangle$ в их информационной и логической связи определяется положение центра в системах координат {станков} для обработки резанием. Положение центра в общем случае определяется в соответствии с методами геометрического образования элементов формы на функционально различных станках в два варианта. Первый – совмещение центра с проекцией начальной точки контакта режущей части инструмента на геометрическую ось элемента формы, подлежащего преобразованиям резанием, по функциям совмещения геометрической оси элемента формы с координатной «направляющей» осью станка. Например, методы обработки резанием: точение, растачивание, сверление, шлифование валов, нарезание и шлифование резьбы и зубьев. Второй – определение положения центра по положению начальной точки контакта режущей части инструмента с подлежащим преобразованиям элементом формы. Например, методы обработки резанием: строгание,

долбление, шлифование плоскостей.

12. В структуре второй технологической схемы взаимодействия объектов, по окончании решения двух (первично, вторично) задач по функциям $\langle A2 \rangle$, решаются задачи по функциям $\langle A3 \rangle$ определения элементов третьей группы интегральной погрешности | МП-Размер | элементов формы методами наложения геометрических связей для формообразования резанием функционально различных элементов формы в условиях динамической настройки станков. Определение элементов третьей группы интегральной погрешности | МП-Размер | элементов формы связано с безусловным обеспечением проектного качества параметрам соответствующих основных элементов (интеграции, дезинтеграции) в структуре объектов {исходные заготовки, заготовки} по интегральному параметру «жесткость» станков для обработки резанием.

Введем актуализированные понятия:

«Геометрическое формообразование резанием – преобразование в общем случае структуры, рабочих функций и параметров свойств образующей и направляющей линий характеризующих функционально различные элементы формы в структуре «ведомых» объектов преобразования на станках».

«Ведущий объект геометрического формообразования в структуре второго основного базового объекта знаний – в общем случае группа трех функциональных элементов определяемая в единой среде одного уровня структуры технологических схем взаимодействия (сопряжения) с функционально различными элементами структуры «ведомых» объектов преобразования на станках для обработки резанием».

Функциональные элементы в структуре «ведущего» объекта геометрического формообразования определяем в составе трех. Линии исполнительных (движений, вращения), врезанием движения рабочих органов станка несущих исходную заготовку. Линии исполнительных (движений, вращения), врезанием движений рабочих органов станка несущих режущий инструмент. Элементы структуры (линии) «режущей» части инструмента.

Функции геометрического образования {элементов формы} средствами исполнительных (движений, вращения), врезанием движений рабочих органов станка несущих заготовку и режущий инструмент реализуются по векторам ρ : $\langle \perp \rho_1; \rho_1; \rho_2 \rangle$ координатных плоскостей и «направляющей» оси {станков}.

13. Образование элементов формы движениями врезания режущего инструмента методом копирования – отображение трех проекций элементов в структуре режущей части инструмента на (образующие, направляющие)

линии элементов формы в структуре объектов производства. Образование элементов формы исполнительными движениями и вращением рабочих органов станка, несущих объекты производства и режущие инструменты методом следа движения точки в контакте режущей части инструмента с элементом формы, в частном случае по окончании формообразования – такое же отображение методом копирования. Определение по функции $|A4|$ элементов четвертой группы интегральной погрешности $|MP-Размер|$ подлежащих преобразованиям элементов формы информационно и логически связано с параметрами проектного качества, характеризующими отношения взаимного расположения в общем случае между тремя осями в системе координат станка и соответствующими проекциями на эти оси элементов структуры режущей части инструмента.

Для геометрического образования элементов формы методом копирования в технологии изготовления режущих инструментов ожидаем «высокий» уровень обеспечения проектной ориентации элементов в структуре режущей части инструмента для их отображения на координатные оси станка, но это не всегда оправдано. Такие нарушения технологии изготовления режущих инструментов в частности, наиболее наглядно могут быть выявлены при формообразовании на токарных станках.

14. Технологические размерные цепи для встраивания в них структуры поля допуска «межпереходного» размера подлежащих преобразованиям элементов формы в существующих знаниях организованы по типу конструкторских размерных цепей. Характерный пример проектирования технологии изложен в работе [7]. Налаживание в общем виде на множестве примеров решения задач практики ТПП (ОП) непрерывного, гибкого алгоритма в технологии преобразования основных элементов (интеграции, дезинтеграции) структуры объектов {исходные заготовки} в структуру объектов {детали} с обеспечением им заданных параметров проектного качества на основе работы [7] практически нереально. Технологические размерные цепи в системной инженерии автоматизированной информационной технологии решения задач практики ТПП (ОП) по всему ее циклу должны быть организованы на основе исполнительных (движений, вращения), врезанием движений рабочих органов станка несущих исходную заготовку, заготовку с выходом на постпроцессоры связи с системами ЧПУ {станков}.

15. Ознакомление автора с работами [8-10] позволяет отметить, что внимание к технологии системной инженерии как концептуаль-

ной прорывной конкурентоспособной технологии создания крупных сложных информационных систем высокого уровня автоматизации не достаточно. Развитие идет по направлению проектирования технологических процессов управления в функционально различных системах организации различными методами и средствами математического аппарата.

Выводы

Предложенный подход к определению структуры поля допуска «межпереходного» размера элементов формы обусловлен учетом преобразований структуры и функций современных станков с ЧПУ для резания в части автоматизированной настройки на преобразование элементов формы по функциям минимизации влияния различных погрешностей исходных заготовок и заготовок.

Исходя из анализа существующих в стадии ТПП (ОП) недостаточно обоснованных знаний структуры поля допуска «межпереходного» размера элементов формы рассмотрены системные принципы подхода к решению необходимых задач в направлении достаточного обоснования. Для решения каждой из задач привлечены актуализированные понятия, связанные в их систему и функции знаний, следующие из их формулирования.

Актуализация понятий в соответствии с тремя их основными свойствами (семантические, синтаксические, символические) и функциями их знаний чрезвычайно важна для определения формализованной базы знаний предметной области как системной основы перехода к детерминированной информационной технологии решения задач практики высокого уровня автоматизации.

Полученные результаты указывают на то, что механизм износа металла покрытия с боридами связан с его повышенной твердостью, обусловленной не только дисперсным упрочнением частицами боридных соединений, но и наличием боридной эвтектики, являющихся эффективными препятствиями для скольжения дислокаций в условиях пластического деформирования поверхности при изнашивании [6].

Более высокую износостойкость металла с боридами можно объяснить совместным влиянием каркаса твердых эвтектических карбоборидов и частиц боридно-нитридно- и интерметаллидных соединений, которые в условиях абразивного изнашивания эффективно предохраняют матрицу покрытия. Как следствие, для изношенной поверхности такого металла характерны более слабые следы абразивного, адгезионного и глубинного разрушения, а также, незначительное смятие материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Колыбенко, Е.Н., Мордовцев, А.А.** Функционально различные аспекты технологии системной инженерии в познании базы знаний предметной области в примере технологической подготовки механообрабатывающего производства. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2019: Сб.науч. тр. XXIII Междунар. конф., Ч 3. – С. 281-293.
2. **Нонака Икуджиро, Такеучи Хиротака.** Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / пер. с англ. А. Трактинского. – М.: ЗАО "Олимп-Бизнес". 2011. – 384 с.
3. **Колыбенко, Е.Н.** Укрупненный анализ существующих технологических знаний // *СТИН*. – 2005. – № 12. – с. 17-22.
4. **Устенко, А.С.** Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем. – М.: БИНОМ, 2000. – 235 с.
5. **Глухов, В.И.** Структуры полей допусков для линейных размеров геометрических элементов деталей // *Омский научный вестник*. – 2012 – № 1. – 107 с.
6. **Смирнов, Э.М.** Анализ системы субъект – техническое средство – объект // *Философские науки*. – 1983. – № 1. – С. 24-31.
7. **Митин, С.Г., Бочкарев, П.Ю.** Проектирование операций со сложной структурой в многономенклатурных механообрабатывающих системах. – Саратов: Саратовский гос. техн. университет им. Ю. А. Гагарина. – 2016. – 108 с.
8. **Васильев, А.С.** Совершенствование методологии технической подготовки производства деталей машин // *Справочник. Инженерный журнал*. – 2013. – № 10. – С. 5-10.
9. **Безъязычный, В.Ф., Суслов, А.Г.** Основные понятия и положения в технологии машиностроения // *Научно-технические технологии в машиностроении*. – 2018. – № 2(80). – С. 3-9.
10. **Девятков, В.В.** Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: монография. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА. 2013. – 448 с.

REFERENCES

1. Kolybenko, E.N., Mordovtsev, A.A. Functionally different aspect of system engineering technology in knowledge base perception of subject field in example of technological preparation of machining production. – S-Pb.: Publishing House of Polytechnic University, 2019: *Proceeding of the XXIII-d Inter. Conf., Part 3*. - pp. 281-293.
2. Nonaka Ikujiro, Takeuchi Hiroataka. *Company- Knowledge Creator. Origin and Development of Innovations in Japanese Companies* / transl. from Engl. A. Traktinsky. – M.: CC "Olymp-Business". 2011. – pp. 384.
3. Kolybenko, A.S. Enlarged analysis of existing technological knowledge // *STIN*. – 2005. – No.12. – pp. 17-22.
4. Ustenko, A.S. *Fundamentals of Mathematical Modeling and Algorithmization of Complex System Functioning Processes*. – M.: BINOM, 2000. – pp. 235.
5. Glukhov, V.I. Tolerance range structures for linear dimensions of parts geometrical elements // *Omsk Scientific Bulletin*. – 2012 – No.1. – pp. 107.
6. Smirnov, E.M. Analysis of subject-technical means-object // *Philosophical Sciences*. 1983. – No.1. – pp. 24-31.
7. Mitin, S.G., Bochkaryov, P.Yu. Design of operations with complex structure in multi-range machined systems. – Saratov: *Gagarin State Technical University of Saratov*. – 2016. – pp. 108.
8. Vasiliev, A.S. Improvement of machinery engineering pre-production procedure // *Reference Book. Engineering Journal*. – 2013. – No.10. – pp. 5-10.
9. Beziyazychny, V.F., Suslov, A.G. Basic concepts and regulations in engineering technique // *Science Intensive technologies in Mechanical Engineering*. – 2018. – No.2 (80). – pp. 3-9.
10. Devyatkov, V.V. Procedure and technology of simulation investigations of complex systems: current state and outlooks of development: monograph. – M.: *College Textbook: INFRA*. 2013. – pp. 448.

Рецензент д.т.н. Е.С. Киселев

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"
 Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
 ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
 Телефон редакции журнала: 8-903-592-87-39. E-mail: naukatm@yandex.ru
 Вёрстка А.А. Алисов. Технический редактор А.А. Алисов. Корректор Н.В. Дюбкова.

Сдано в набор 15.11.2019. Выход в свет 29.11.2019.

Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,88.

Тираж 500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии
 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
 "Брянский государственный технический университет"
 241035, Брянская область, г. Брянск, ул. Институтская, 16