

УДК 621.058.013.8

ОБ АСПЕКТАХ И СПОЛЬЗОВАНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА АВИАСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

©2012 А. Ф. Ширялкин, С.А. Кобелев, А.Н. Угасин

Ульяновский государственный технический университет

Поступила в редакцию 10.10.2012

Рассмотрены аспекты систематизации авиастроительных производственных сред в рамках генетического подхода. Данный подход и предлагаемая видовая технология рассматривается на фоне разработки классификаций объектов производства, в первую очередь, классификационной системы информации о детали при формировании информационного качества производственной среды предприятия при осуществлении технологической подготовки производства.

Ключевые слова: систематизация, классификация, производственная среда предприятия, техническая подготовка производства, генетический подход.

Для успешной деятельности авиастроительного предприятия необходимо эффективное функционирование его производственной среды и, прежде всего, технологической подготовки производства (ТПП). В свою очередь эффективность ТПП зависит от формы и степени систематизации и во многом определяется качеством классификации объектов производства, прежде всего деталей машин. Разработка эффективной классификационной системы информации о деталях (КС) на конкретном авиастроительном предприятии, несмотря на нарабатанные принципы и методы, представляет длительный и трудоемкий процесс постепенного достижения адекватности информации структуре производственной среды предприятия. Поэтому этот процесс начинается с анализа объектов и структуры основного *производства*.

Качественное проведение работ по формированию конкретной классификационной структуры целесообразно проводить непосредственно на самом предприятии в тесной увязке конкретным набором элементов технологического процесса. При этом информационное качество производственной среды зависит от качества ее систематизации, определяемой проходящими в ней эволюционными процессами. Эти процессы в области техники подчинены законам **техноэволюции**, открытыми Б. И. Кудриным [1-2]. Главным из этих законов является *закон информационного отбора*. Техноэволюция повторяет черты биологической эволюции на качественно ином уровне, с отличиями, вытекающими из отделения **документа** – *отобранной, согласован-*

ной и утвержденной установленным образом информации, закрепленной на соответствующем носителе. Оптимальная и устоявшаяся информация закрепляется в стандартах.

В рамках технетики комплект документации на изготовление конкретной единичной детали следует рассматривать как **техноген** изделия - единицу его наследственного материала, ответственного за формирование какого-либо элементарного признака фенотипа (например, признак материала, геометрической формы и др.). Такая целостная и компактная взаимосвязь и осуществляется в *техногене* предприятия, которым в его производственном пространстве может являться правильно построенная классификационная система информации о деталях. Последняя, структурно, на генетическом уровне, отвечая за процесс рождения (изготовления) изделия, определяет и его качество, так и качество генезиса производственной среды. От этого в свою очередь, исходит и в целом, эффективность управления всей производственной системой предприятия. Таким образом, понятие *техногена* изделия, следует трактовать как совокупность классифицированной информации о детали, находящейся в производственной среде и способной эффективно управлять ее зарождением и развитием. В свою очередь, качество классификации зависит от степени приближения к естественному типу, т. е. насколько ее признаки существенны на каждом ее системно-информационном уровне [3] и насколько структура этих признаков адекватна рассматриваемой производственной системе. Существует ряд критериев естественности классификаций [3, 5], из которых выведен обобщенный критерий естественности классификаций в области технического производства. *Естественной классификацией* называется та классификация, которая отвечает многим критериям реальности: объективности, надежности (стабильности), про-

Ширялкин Александр Федорович, кандидат технических наук, доцент. E-mail: a.shiryalkin@ulstu.ru

Кобелев Станислав Александрович, кандидат технических наук, доцент. E-mail: kobelev.ksa@yandex.ru

Угасин Александр Николаевич, аспирант. E-mail: a.ugasin@ulstu.ru

гностической силы и др., где количество свойств рассматриваемого объекта производства, поставленных в функциональную связь с его положением в системе, является максимальным, позволяя при этом достигнуть многих целей сразу.

Такое видение рассматриваемого признака детали в иерархии классификационных связей и отношений придает надежную опору процессу классификации, способствуя правильности (естественности) кодового описания и минимизируя эффект разнокодирования [3]. Поэтому на авиастроительном предприятии необходимо разработать классификационную систему деталей машин естественного типа, под которой, в нашем представлении, следует понимать систему соподчиненных группировок (таксонов) информации о деталях, используемую для эффективного установления связей в отражаемой ей системе производства. Разработка такой системы предлагается в рамках комплексной автоматизированной системы технической подготовки и управления производством (КАС ТеПУП) [3], типовой план-график 1-го этапа создания которой на предприятии на машиностроительном предприятии представлен в [4].

Набор задач и сроки их выполнения зависят от сферы интересов и возможностей предприятия. Заметим также, что кодовое описание деталей имеет 2 уровня представления: 1-й уровень, включающий конструктивно-геометрическая и общеразмерную информацию об их форме (в зависимости от клас-

са) и 2-й уровень, определяющий геометрию их размерную характеристику их элементов и отдельных поверхностей. Указанные характеристики классифицируются, кодируются и заносятся в документ, называемый как ведомость информации о детали (ВИД).

Заполнение ВИД начинается с получения общего представления конструктивно-технологической форме детали в виде эскиза. Для этого, в ручном варианте заполнения на бланке ВИД чертится эскиз детали-представителя. В автоматизированном варианте графическая информация может поступать по сети от конструкторской системы типа «Unigrafix» или другой подобной, а также часть текстовых данных (материал, заготовка и т. д.), уже имеющихся в базе..

Следующим этапом классифицируется, кодируется и вводится конструктивно-геометрические данные об общей форме группы деталей рассматриваемых в таксонах (класс и подкласс) согласно табл. 1. Далее, в зависимости от конкретной номенклатуры и комплекса решаемых задач могут рассматриваться более конкретизированные таксоны (от надсемейства до рода), табл. 1-3.

При наличии необрабатываемого контура любой конфигурации брать код = 0.

Разработка классификационной системы информации о деталях машин на предприятии

Ведомость информации о детали ВИД (табл. 4) состоит из 4-х частей:

- эскиза детали-представителя,

Таблица 1. Наклон обрабатываемых ребер детали (надсемейство)

Прямые	Малкованные					
Отсутствие малки (прямой угол к основанию)	Открытая малка (угол с основанием > 90*)	Закрытая малка (угол с основанием < 90*)	Комбинированная (открытая и закрытая)	С изменяющимся углом к основанию	Произвольные	
П	О	З	К	И	ПР	

Таблица 2. Вид контура основной поверхности детали (семейство)

Основная поверхность сплошная							
контур детали прямолинейен				контур детали криволинейен			произв. криволин. и комбинир.
параллельн. бок. сторон	параллельн. скос. рад.	уклон. бол. скос	Клин	сектор	сегмент	круг	
П	С	У		СЕ	Д	К	ПК
Основная поверхность с относительно большим отверстием (нежесткая деталь)							
параллельн. бок. сторон	скос. рад.	уклон. бол. скос	кольцевой сектор	дуга	кольцо	произв. криволин. и комбинир.	
ПО	СО	УО	СО	ДО	КО	КБ	

та, расчета трудоемкости, инструментообеспечения и др. (см. выше). Т. к. указанный документ предназначен для обработки информации как в автоматизированном, так и в «ручном» режимах, для удобства работы в последнем, таблицы кодирования вынесены в правый верхнюю часть бланка. По существу, в указанной форме ВИД объединяет 3 автономных документа. При необходимости можно пользоваться каждым из них в отдельности. В целом такой документ, в данных конкретных условиях, обладает более высоким качеством относительно требований удобства и различимости представления ИД детали. Другим документом для использования в предлагаемой видовой технологии является информационно-маршрутная ведомость (ИМВ). Указанная информация предназначена для автоматизированного решения следующих задач ТеПП:

1. конструкторского поиска деталей – аналогов при проектировании новых изделий;
2. технологической проработки деталей и их унификации;
3. поиска ТП – аналогов для их последующей корректировки при проектировании новых техпроцессов;
4. группирования деталей по конструктивно технологическим признакам;
5. проведения расцеховки деталей по подразделениям предприятия;
6. выбора и расчета количества оборудования, в том числе станков с ЧПУ;
7. подбора деталей для их обработки на станках с ЧПУ;
8. выбора и расчета количества заготовок;
9. формирование укрупненного маршрута обработки групп деталей;
10. укрупненного расчета трудоемкости обработки деталей;
11. укрупненного расчета трудоемкости изготовления прессформ для литья;
12. укрупненной оценки технологической жесткости деталей
13. присвоение четких системных наименований;
14. разработка трехмерных видовых моделей (представителей групп) деталей для создания системного определителя и модульной основы для проектирования новых деталей;
15. присвоение четких системных наименований видовым моделям и деталям;
16. расчет загрузки цехов и участков;
17. проектирование планировок цехов и участков;
18. выбор и расчет количества инструмента и приспособлений;
19. формирование маршрута обработки групп и единичных деталей;
20. информационной поддержки при проектировании ТП обработки деталей;
21. расчета трудоемкости обработки деталей; (САРТ);

22. информационной основы для разработки логистических систем;

23. учета и планирования инструментообеспечения;

24. учета и планирования материалообеспечения.

Классифицированная и закодированная информация о детали 1-го уровня предполагает поддержку решения первых 12 задач.

Частично предлагаемая видовая технология была апробирована на одном из Ульяновских предприятий – Средневолжской промышленной компании (ЗАО СВП).

РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

У представленного документа много назначений: первое из них предполагает решения задачи уточнения состава групп, предварительно собранных в ВИД. В этом плане, путем рационального подбора критериев группирования по форме и размерам деталей удалось добиться оптимизированного расположения деталей в структуре высших таксонов.

Второе назначение ИМВ – решение материально-технических задач, например, учет нормы расхода материала. Для этого в ИД ведомости включены КИМ и масса заготовки. Заметим, что в таблицу включены и габариты детали; (L x D), что дает возможность автоматизации не только расчета нормы расхода, но и автоматизированного выполнения предшествующей задачи – выбора и расчета заготовки.

Для решения другой задачи этого плана – определения точного веса изделия, суммируются точные значения веса каждой из деталей, данные о которых включены в таблицу и используются как третье назначение документа. Заметим, что все эти задачи расчетно-технического характера, их целесообразно выполнять автоматизировано, что сократит трудоемкость рутинных расчетных работ и повысит эффективность производства. Маршруты обработки детали, включенные в ИМВ как вид ИД и позволяющие решать ряд оперативно-тактических задач подготовки и управления производственным процессом, также ведут за собой и еще одно системное назначение. Например, учитывая последовательное усложнение деталей в соответствующем таксоне, можно методом сравнения проверить качество нормирования трудоемкости по каждой из операций, а также их суммарные значения. В процессе работы такие несоответствия норм были выявлены и скорректированы.

Учитывая возможность разработки ТП на подобные детали разными технологами можно также скорректировать и унифицировать и сам маршрут обработки детали в соответствии со спецификой конкретного производства. При

этом следует ориентироваться как на опыт специалистов, так и на системное восприятие технологического процесса в целом.

Здесь же можно решить и обратную задачу, связанную с проверкой качества группирования деталей, т. е. в конечном счете другой стороны верификации разработанной нами КС. Качество формирования групп можно определить по совпадению маршрутов обработки 2-х или нескольких соседних деталей. При этом принимается во внимание степень отличия величин трудоемкостей каждой пары деталей на однородные и однопорядковые операции.

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ О ДЕТАЛИ

Внешне оптимизация итогов группирования выражено в достижении плавного, периодического изменения (ранжирования) конструктивно-технологической сложности и соответственно величин трудоемкости обработки деталей согласно эволюционного принципа «от простого к сложному». Сравнивая порядок расположения деталей одной и той же подгруппы в разных документах [3] (см. приложения Г и Д) можно заметить начало процесса образования периодичности размерных последовательностей в группах сложности. Например, при достижении следующего уровня конкретизации информации о детали, из неупорядоченного множества деталей подгруппы ВКОО рассматриваемой в ведомости ВИД возникают некоторые упорядоченные последовательности размерных форм. Эти последовательности образуют некоторую периодичность распределения указанных форм в функционально-информационном пространстве некоторых подгрупп сложности, которые условно названы видами. Важно заметить, что величины периодов имеют тенденцию к сокращению с увеличением сложности деталей в подгруппе, что вполне согласуется с характером проявлением закона гиперболического распределения [1-3]. Последнее, как раз и говорит о приближении системы к естественному типу.

Заметим, что более мелкая структуризация множества деталей, связанная с введением в структуру КС существенных для каждого из уровней классификации признаков не только приближает КС к естественному типу, а также позволяет получить более качественное решение производственных задач, в том числе задачи группирования.

Информация о детали – его корневая, позвоночная часть меняется не так интенсивно, однако в день, даже на этом относительно небольшом предприятии проходит по несколько конструктивно-технологических изменений. Необходимо их оперативное отслеживание и ведение информации о детали в реальном шаге времени, что

невозможно без системно-компьютерной автоматизации. Заметим, что исходные данные КС при программной реализации соответствующих постановок вышеуказанных задач позволяют решать их множество в реальном масштабе времени, сокращая цикл технической подготовки в несколько раз. То есть, например, задача группирования решалась в несколько раз быстрее, то же самое можно сказать о решении задач унификации и технологической отработки деталей изделий. О последней можно сказать, что только при достаточно оперативном, автоматизированном группировании возможно достижение достаточно качественного решения этой задачи. При этом классифицированная информация о состоянии номенклатуры деталей должно вводиться в базу данных (БД) системы ИАС КТН, отслеживаться в реальном шаге времени и вестись в течение всего цикла подготовки и управления производством. При этом на основе этой информации возможно автоматизированное решение комплекса задач ТПП.

Например, исходя из классификационно-кодowego описания геометрической формы детали и ее габаритных размеров (см. табл. 4 - ВИД) нетрудно разработать алгоритмы для автоматизированного решения задачи расчета норм расхода материала для материально-технического учета и планирования. Отсюда, при известных технических параметрах заводский подразделений и станков, также следует решение технологических задач расцеховки и загрузки оборудования. При организации БД оборудования, нетрудно оптимизировать систему загрузки оборудования заготовками. При наличии приспособлений, инструмента, покрытий и т. д. можно создать систему обеспечения, учета и планирования производства средствами технологического оснащения.

Следует заметить, что постановка автоматизированного решения задачи формирования маршрута обработки деталей в целом, достаточно сложная проблема [7], и может решаться разными способами. Решение этой задачи определяется не только конструктивно-геометрическими свойствами детали, но в значительной мере факторами конкретной производственной среды, прежде всего спецификой элементов технологической системы (ТС). В этом плане маршрут обработки во многом зависит от системности ее элементов, в первую очередь, степени автоматизации обрабатывающего оборудования.

Предлагаемое нами решение основывается на итерационном подходе, — постепенном приближении классификационно-кодowego описания геометрической формы детали к существенным свойствам этих элементов при его иерархическом развитии.

Важной проблемой удобного представления рассмотренной информации является решение задачи системной визуализации эскизов деталей

– как эскизов-представителей видов, так и, в дальнейшем, операционных эскизов обработки. Их оперативное формирование следует основывать на элементно-модульном подходе.

Учитывая, что разрабатываемая КС рассчитана на решение многих задач ТПП и рассматривая данную работу как непрерывный процесс, следует говорить о указанной системе (КС) как о некотором инструменте управления качеством ТП. Следует также определить место КС деталей машин в общей системе управления предприятием как его технического начала, исходной структуры управления качеством обрабатываемой детали – основы и источника генезиса всего машиностроительного производства.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в статье представлена работа, представляющая технологию по систематизации производственной среды одного из машиностроительных предприятий г. Ульяновска – ЗАО СВПК. Эта технология основана на многих подходах, методах и других технологиях, адаптирована под современные условия и показала свою эффективность даже при низком уровне автоматизации [1], в последствие она названа видовой. При организации БД объектов производства, прежде всего деталей машин и создания на этой основе информационно-аналитической системы конструктивно-технологического назначения, необходимая производственная информация будет отслеживаться, обрабатываться в реальном шаге времени.

В целом работа, проделанная на ЗАО СВПК показала:

1. Высокую трудоемкость формирования КС приближающуюся к естественной. При этом качественное приближение, даже с использованием уже разработанных методов и типовых таблиц, требует нескольких итерационных шагов;

2. Значительную трудоемкость качественного группирования деталей в ручном режиме, даже при имеющейся на предприятии даже при незначительной номенклатуре деталей (433 на-

именование);

3. Настоятельную необходимость перевода подобной работы на компьютерные рельсы. Согласно расчетам, применение автоматизации могло бы сократить время работ по группированию примерно в 3 – 4 раза;

4. Необходимость проведения работ по систематизации на каждом машиностроительном предприятии, имеющем номенклатуру свыше 200 наименований деталей;

5. Недостаточная компетентность специалистов-технологов среднего уровня для самостоятельного проведения подобных работ.

6. Необходимость проведения работ по комплексной автоматизации задач ТПП с первоначальным созданием баз данных объектов производства в рамках системы ИАС КТН.

Особый интерес представляет разработка системного документа, объединяющего системный определитель (ограничитель) деталей (СОД), [3], составляющий одно целое с системным определителем наименований (СОН), предназначенных для начального этапа проведения унификации, а также эффективного решения некоторых остальных задач ТПП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кудрин Б.И.* Введение в технетику. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1993. 552 с.
2. *Кудрин Б.И.* Концепция стандартизации и теория ценозов // Стандарты и качество. 2008. № 5. С. 32 - 36. № 6. С. 7 - 10.
3. *Ширялкин А. Ф.* Основы формирования многоуровневых классификаций естественного типа для создания эффективных производственных сред в машиностроении. Ульяновск: УлГТУ, 2009.
4. К вопросу качества автоматизации производственных сред в авиастроении / *А.Ф. Ширялкин, С.А., Кобелев, А.Н. Угасин* // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Опыт и проблемы внедрения систем управления жизненным циклом изделий авиационной техники» г. Ульяновск, 6-7 октября 2010 года.
5. *Забродин В. Ю.* О критериях естественности классификаций. // НТИ Серия 2. 1980. № 8, М., С. 22 - 24.

ON ASPECTS OF USING MACHINE PARTS CLASSIFICATION AT AN AIRCRAFT ENTERPRISE

© 2012 A.F. Shiryalkin, S.A. Kobelev, A.N. Ugasin

Ulyanovsk State Technical University

Herein were examined systematisation aspects in aviation development production environments in a framework of the genetic approach. this approach examined as a development of production objects classifications, firstly, classification system of information about component in forming of informational quality of mechanic processing. Key words: systematisation, classification, production environment, technical preparation of production, genetic approach.

Alexandr Shiryalkin, Candidate of Technics, Associate Professor. E-mail: a.shiryalkin@ulstu.ru

Stanislav Kobelev, Candidate of Technics, Associate Professor. E-mail: kobelev.ksa@yandex.ru

Alexandr Ugasin, Post-Graduate Student. E-mail: a.ugasin@ulstu.ru