**ВСТУПЛЕНИЕ**

Проектирование – информационный процесс, в ходе которого перерабатывается информация и принимается решения, описываемый объект проектируется.

Исследование данной контрольной работы призваны раскрыть и описать содержание понятия «объект проектирования», конкретизировать понятия «объект производства». Скажем, что речь будет идти о последнем звене строительного членения любой машины, прибора, детали. Созданная в ходе исследования и описанная в конструкторском документе информационная модель отражает взгляд конструктора на объект. Её будем в дальнейшем называть «технологической системой – деталь» (ТСД).

ТСД – это сложное образование, разноплановый анализ которого составляет важный этап проектирования технологических процессов изготовления деталей. Так, система позволяет раскрыть емкое понятие содержания «технологический процесс», как объект проектирования, без чего невозможно выявить и описать методику проектирования рациональных технических процессов изготовления деталей.

1. **РАССМОТРЕНИЕ И ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ**

В основе проведения этого исследования лежит представление детали сложной технологической системой, описание которой предполагает её моделирование. Зрительная модель системы в конструкторском чертеже удобна только для восприятия её человеком.

Для целей раскрытия сущностей понятия «технологический процесс» – как объект проектирования, содержание самого объекта проектирования – целесообразно отображать символьными математическими моделями. При проведении анализов и описания его результатов используют различные его виды. Среди них выбирают зрительные геометрические модели (рис.1).

Описать состав системы – значит, в конечном итоге перечислить входящие в него элементы. Сложность системы предопределяет необходимость исполнения при её анализе принципа многоуровневой декомпозиции, выделяя на каждом уровне анализа некоторую их совокупность по общности признаков классификации, этим подчеркивается относительность понятия «элемент системы».

Примем для деталей класса тел вращения в качестве исходного элемента конфигурации «геометрического примитива элемента 1-го уровня» - цилиндрическое тело. Объединение таких тел образует осесимметричное тело любой детали класса. Другие элементы вращения: соосные с исходными (фаски, канавки и т.д.) – отнесены к элементам 2-го уровня т. к. вписаны в тела первых.

Конструкторская и технологическая обоснованность такого структурирования, именуемая как «признак отношений технологической совместимости» отражает необходимость использования при изготовлении элементов станков токарной группы. Остальные элементы, отличные от первых двух – относят к элементам более высокого уровня (3-го и т.д.).

При дальнейшем анализе 1-ой совокупности выделяем элементы совокупности наружной (Энар) и внутренней (Эвн) конфигурации. На данном уровне анализа в роли элемента системы выступает цилиндрическое тело вращения. На следующем шаге анализа рассмотрим и опишем поверхностную конфигурацию. Понимая под элементом системы отдельную поверхность (некоторую совокупность поверхностей).

В составе поверхностей конфигурации выделяют совокупность поверхностей вращения (Эвр) и плоскостей (Эпл) наружных и внутренних для распознания каждого элемента проиндексируем их на эскизе детали.

Индекс элемента 1-го уровня представляет собой число, получаемое умножением на 10 порядкового номера каждого элемента в конфигурации слева - направо (отдельно для выделяемых совокупностей, элементов вращения и плоскостных, наружных и внутренних конфигураций) и прибавлением к нему числа 2000 для элементов внутренней конфигурации и буквы R для элементов вращения.

Индекс элемента 2-го уровня образуется добавлением к индексу элемента первого уровня, на котором расположен рассматриваемый элемент, его порядкового номера среди элементов 2-го уровня, расположенных на одном и том же элементе 1-го уровня.

Индекс элемента 3-го уровня формируется прибавлением к его порядковому номеру среди элементов этого же уровня числа 3000.

Эвр = ‹ IЭ10R; IЭ20R; IЭ2010R; IЭ2020R; IIIЭ3010R; IIIЭ3020R ›

Эпл = ‹ IЭ10; IЭ20; IЭ30R; IIЭ2020; IIЭ2021; IIIЭ3020 ›

Набор символов с учетом многообразия элементов: ▲; ▼; ○; Δ;; ○

позволяет однозначно описать образующие поверхности и оси (первая тройка), наружной левой и правой сторон и (вторая тройка) внутренней конфигурации и тем самым графически смоделировать элементы рассмотренного класса деталей.

1. **ПОСТРОЕНИЕ ГРАФОМАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Общая структурная модель, рассматриваемой системы:

ТСД = UЭj

где Эj - символ элементов системы;

γ = [ 1; n ] – индекс элементов.

1. **МАССИВ ИНФОРМАЦИИ ОБ ЭЛЕМЕНТАХ ВРАЩЕНИЯ 1-ГО УРОВНЯ ТДС**

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nп.п. | Индексы  Реквизиты | 10R | 20R | 2010R | 2020R |
| 1 | Параметр, мм | 160 | 80 | 80 | 50 |
| 2 | Точность, Квалитет | h12 | h12 | H9 | H9 |
| 3 | Верхнее отклонение | - | - | 0,074 | 0,062 |
| 4 | Нижнее  отклонение | -0,4 | -0,3 | - | - |
| 5 | Допуск IT, мм | 0,4 | 0,3 | 0,074 | 0,062 |
| 6 | Шероховатость, мкм | 20 | 20 | 2,5 | 2,5 |
| 7 | Физико-механические свойства | НВ192…..285; σвр ≥ 75; σт ≤ 45 | | | |
| 8 | Покрытие | Оксидирование | | | |

**МАССИВ ИНФОРМАЦИИ О ПЛОСКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nп.п. | Индексы  Реквизиты | 10 | 20 | 30 | 2020R |
| 1 | Шероховатость, мкм | 10 | 20 | 10 | 10 |
| 2 | Физико-механические свойства | НВ192…..285; σвр ≥ 75; σт ≤ 45 | | | |
| 3 | Покрытие | Оксидирование | | | |

Из трех возможных равновесий геометрических связей в детали встречаются все:

- пересечение между выделенными совокупностями Энар и Эвн;

- между Эвр и Эпл;

-положение и сопряжение между элементами внутри этих совокупностей.

В составе геометрических связей положения выделяют 2-а множества связей, мощности которых однозначно определяются числом соответствующих элементов: Эвр и Эпл.

|Kпл| = | Эпл | - 1;

Число гипотетически возможных вариантов для рассматриваемого типа структур оценивается выражением:

Vr = nn-2

где Vr – число вариантов;

n - число элементов в структуре взаимосвязанного множества;

Для рассматриваемого примера:

|Эпл| = 6 => Vr = 66-2 = 64=1296

Данная величина показывает специфику и сложность задачи синтеза структуры связи элементов при конструировании деталей, предполагая выбор из множества Vr возможных решений - одного, принятого в качестве решения задачи синтезов системы связей.

Для моделирования структур целесообразно использовать графы (G), вершины которых моделируют соответствующие элементы, а дуги (ребра)- связи между ними.

Множество вершин (V), связи которых определены множеством ребер (Е) – называют графом и обозначают: G(V;Е).

Из всех возможных разновидностей графов для исследуемого объекта характерно использование определенного вида, называемого - «граф–дерево». Это объясняется однозначным соответствием между мощностями множеств вершин (V) и ребер (Е):

| V | = | E | + 1

или в терминах исследуемого объекта:

| Э | = |K| + 1,

где Э – число элементов в моделируемой структуре;

К – число геометрических связей между ними.

Приведенные модули G1(Эпл;Kпл) и G2(Эвр;Kвр) описывают связи между плоскостными элементами и элементами вращения.

Приведенный граф G3(Эпл;Kпл) характеризует ещё один из числа возможных видов структур связей между Эпл.

1. **ТАБЛИЧНЫЕ МОДЕЛИ**

Описание структур: G1(….), G2(….), G3(….) – можно осуществить с использованием табличной модели. Числовые значения кода, вида и разновидностей связей выбираются по кодировочной таблице:

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код параметров  Виды связей элементов | | | Структура вида | | | | |
| Х |  | | Х | |
| Вид | Разновидность параметра | |  | |
| Связь между элементами вида | Одного | Эпл | 1 | Абсолютный | | 0 | |
| Относительный | Параллельность | 1 | |
| Перпендикулярность | 2 | |
| Эвр | 2 | Абсолютный | | 0 | |
| Относительный | Параллельность | | 1 | |
| Перпендикулярность | | 2 | |
| Радиальное биение | | 3 | |
| Разного | Эпл  и  Эвр | 3 | Абсолютный | | 0 | |
| Относительный | Параллельность | | 1 | |
| Перпендикулярность | | 2 | |
| Торцевое биение | | 3 | |

**МАССИВ ИНФОРМАЦИИ О ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВЯЗЯХ**

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п.п. | Индексы  Реквизиты | | К1 | К2 | К3 | К4 | К5 | 51к | Е2к | Е3к |
| 1 | Код вида, разновидность | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 23 | 22 | 22 |
| 2 | Индексы  связанных  элементов | IЭ | 10 | 20 | 10 | 2030 | 3020 | 2010R | 2020R | 10R |
| 3 | IIЭ | 30 | 30 | 2020 | 2021 | 20 | 2020R | 20R | 20R |
| 4 | Параметр связи, мм | | 70 | 40 | 20 | 2 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Точность, квалитет | | 11 | 14 | 13 | 14 | 14 | 9 | 12 | 12 |
| 6 | Верхнее отклонение, мм | | \_ | 0,3 | 0,15 | 0,2 | 0,2 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| 7 | Нижнее отклонение, мм | | -0,19 | -0,3 | -0,15 | -0,2 | -0,2 | -0,05 | -0,06 | -0,06 |
| 8 | Допуск IT, мм | | 0,19 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,12 | 0,12 |

**ПОКАЗАТЕЛИ СВЯЗАННОСТИ ПЛОСКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

При анализе структур связей используют некоторые показатели, понятия которых сформированы в теориях и графах. Так, связанность, следовательно, и функция каждого отдельного элемента в рассматриваемой структуре, моделируемой соответствующим графом (Gi) оценивают числом рёбер, связанных с вершиной графа, моделирующий этот элемент. Такой показатель обозначают и называют степенью вершины. Необходимо определить значение этого показателя последовательно для каждого плоскостного элемента, связь между которыми моделируется в G1 (Эпл; Кпл).

Результаты занесем в двухмерную таблицу 1-ая строка, которой описывает состав Эпл, представленных в G1, а 2-ая - показатели С (Эj) соответственно по столбцам для каждого элемента Эпл.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Индекс Эj | Э10 | Э2020 | Э2021 | Э3020 | Э20 | Э30 |
| 2 | Значение С (Эj) | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |

**МАТРИЦА ИНЦЕНДЕНТНОСТИ**

При исследовании структуры сетей (графов), эффективно пользоваться их матричными представлениями. Исходное описание графа (G(V;E)) дает его матрица инцендентности. Из теории графов известно, что если вершина (Vi) является концом ребра Еj, то говорят, что они инцендентна. Каждая строка матрицы описывает связанность вершин (V) графа, а столбец моделирует ребро (Е) графа, так, что размерность матрицы: V x E. В ней число строк соответствует числу вершин, а число столбцов – числу ребер.

Элементами матрицы инцендентности не ориентированных графов могут быть только нули или единицы. Они определяются по следующему правилу:

- ij-ый элемент матрицы = 1, если вершина Vi инцендентна ребру Еj

- ij-ый элемент матрицы = 0, если вершина Vi не инцендентна ребру Еj

- Каждый столбец матрицы инцендентности содержит обязательно два единичных элемента.

- Количество единиц в строке равно степени вершин.

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | J | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| I | Kj  Эj | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | C(Эj) |
| 1 | Э10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 2 | Э2020 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 3 | Э2021 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | Э3020 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | Э20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 6 | Э30 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |

0 – отсутствие связи на графе (см.рис.)

1 – наличие связи на графе (см.рис.)

2 – количество связей.

**МАТРИЦА СМЕЖНОСТИ**

Из теории графов известно, что множество вершин (V) вместе с определяемым на нем отношением смежности полностью определяет граф, поэтому его можно представить матрицей смежности.

Строки и столбцы этой матрицы соответствуют вершинам графа, а ее ij-ый элемент равен числу кратных ребер, связывающих вершины Vi и Vj.

Так как G1 – простой не ориентированный граф, то его матрица смежности симметрична относительно главной диагонали матрицы, элементы которой равны нулю, остальные элементы матрицы равны нулю или единице.

Сумма элементов матрицы по строкам или столбцам есть число, названное выше степенью вершины.

Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | J | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |  |
| I | Эj  Эj | Э10 | Э2020 | Э2021 | Э3020 | Э20 | Э30 | C(Эj) |
| 1 | Э10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 2 | Э2020 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | Э2021 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | Э3020 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | Э20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 6 | Э30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |

(1 в 7-ом столбце обозначает прямую связь)

Необходимо отметить, что матричное моделирование структур связано алгоритмизацией многих задач, их анализа и синтеза - для использования в качестве технических средств компьютерах (например: поиск пути на графе и т.д.).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В конструкторском чертеже детали четко зафиксированы связи только между всеми плоскостными элементами. В этих условиях моделирование их связей соответствующим графом Gi информационно обеспечена уже в чертеже.

Другое дело для совокупности элементов вращения. Упомянутая выше сложность понятия «элемент вращения» предопределяет выделение в структуре внутренних (радиус) и межэлементных связей.

В качестве последних выступают связи. Между осями - соответствующих элементов, характеризующие их соосность или образующие этих элементов, характеризующие радиальное биение.

На чертеже детали, чтобы не загружать его информацией, проставляются только межэлементные связи (соосность или радиальное биение) с жесткими прочностными требованиями, регламентируемые ГОСТ24643-83, остальные – ГОСТ25069-81, они на чертеже не указываются, хотя наличие их предполагается изображением соответствующего положения элементов в геометрической детали. Таким образом, разнообразие целей и элементов исследования предполагают целесообразность использования различного типа моделей:

- Изображение графа на чертеже;

- Матриц инцендентности, смежности;

- списков ребер и включающих их таблиц.

Выше перечисленное иллюстрирует достоинство математических моделей, их способность адекватно с должной информационной полнотой описать исследуемый объект, но главное – они позволяют использовать соответствующий матричный аппарат для переработки информации в ходе соответствующих задач проектирования, способствуя алгоритмизации, а в дальнейшем – автоматизации этого процесса.