

ПАТТЕРНЫ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ КАК ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

Л.А. Козлов, Е.И. Макарова

Внедрение CALS/ИПИ-технологий предполагают формирование когнитивных (познавательных) моделей и оценочных средств (паттернов) объекта проектирования. Предлагается методика построения 3D-моделей и паттернов компоновок кривошипно-шатунного механизма средствами Autodesk Inventor. Приводятся примеры паттернов работоспособности ДВС, построенные средствами когнитивной графики.

Информационная поддержка жизненного цикла изделия сегодня мыслится в контексте реализации информационных технологий, которые изначально базируются на положениях теории информации Клода Шенона. Однако в настоящее время все чаще обращается внимание на то обстоятельство, что в областях деятельности познавательной направленности возникают осложнения при реализации чисто информационного подхода. Об этом говорится в работах У. Нейссера [1], на это неоднократно обращается внимание в работах Р. Л. Солсо [2] и других когнитивных психологов.

Познавательные подходы принято делить на логико-эпистемологические и когнитивные. К логико-эпистемологическим обычно относят категориальный анализ, теорию парадигмы по Т. Куну [3], гипотетико - дедуктивный метод или метод "псевдоиндукции" по К. Попперу [4], модельные множества Я. Хинтики [5], концептуализацию на основе лингвистического треугольника Г. Фреге [6] и другие. Когнитивный подход предполагает использование когнитивных моделей и когнитивной графики, которые в последнее время получили признание инженеров благодаря множеству примеров их эффективного использования.

Одной из важнейших проблем CALS-технологий является обеспечение единого смыслового содержания данных на всех этапах жизненного цикла изделия: анализ потребности в изделии, проектирование, техническая подготовка производства изделия, производство, продвижение к потребителю, использование и утилизация. Явно выраженную познавательную направленность имеет этап проектирования. Знания об объекте проектирования постоянно наращиваются от стадии к стадии до тех пор, пока не приобретут характер предельной однозначности, зафиксированной в рабочем чертеже.

Программное обеспечение CALS-технологий на стадии проектирования изделий сегодня представлено целым набором CAD (Computer Aided Design) программных систем. Сравнительный анализ возможностей различных CAD-систем (КОМПАС, T-FLEX, Autodesk Inventor, Solid Works и др.) показал практическое совпадение набора стандартных инструментальных средств для создания параметрических эскизов, 3D-моделей деталей, составления из них сборок, автоматического формирования технических чертежей деталей и сборок, импорта и экспорта моделей в файлы различных форматов. При этом стандартными инструментальными средствами построения когнитивных моделей современные CAD-системы не обладают.

Если рассматривать когнитивную графику как средство, позволяющее человеческому интеллекту выйти на принципиально новые решения, то можно считать, что когнитивная графика появилась задолго до того, как стали известны примеры ее эффективного использования благодаря применению компьютерной техники. Инженеры давно и обоснованно использовали сложные графические абстракции, которые нередко являлись подсказками для совершенно нового направления мысли. Согласно Зенкину А.А. [7] "...важно отличать когнитивную графику от просто машинной графики. Когнитивная графика отличается от машинной тем, что ее задачей является создание таких когнитивных моделей представления знаний, в которых была бы возможность однообразными средствами представить как объекты, характерные для алгебраического мышления, так и образы-картинки геометрического мышления. Эти комбинированные структуры – основные объекты когнитивной графики. Машинная же графика имеет дело с изображениями как таковыми и скорее с их синтаксисом, а не с семантикой и праг-

матикой, столь интересующих специалистов в области когнитивной графики”.

Необходимо различать две функции когнитивной графики: иллюстративную (отображающую) и познавательную, когда активизируется один из важнейших познавательных механизмов человеческого мышления – способность мыслить сложными пространственными образами. Графическое изображение, отражающее идеи исследователя, иногда называют паттерном. Р. Л. Солсо [2] определяет паттерн в качестве комплексного объединения сенсорных стимулов наблюдателем как принадлежащее некоторому классу объектов. Если представить это понятие в терминологии более близкой к технической, то под паттерном будем понимать многофакторный оценочный образ создаваемого изделия или его компонентов, адекватно отражающий как состав и структуру объекта, так и процессы, связанные с его функционированием. Полагается, что как оценочная конструкция (иногда мысленная) паттерн отвечает требованию минимальности числа оценочных характеристик и их достаточности.

В практике машиностроительного проектирования можно выделить два характерных типа паттернов. Это ограниченное множество числовых характеристик, графических образов и абстракций, отображающих работоспособность изделия. И графические образы (паттерны) самого изделия.

В двигателестроении для оценки функционирования двигателя традиционно применяют такие графические формы как развернутые по углу поворота коленчатого вала диаграммы, полярные диаграммы, диаграммы износа, а паттерном изделия является компоновочный чертеж [8]. Выбор в качестве объекта исследования дизеля объясняется достаточной сложностью информационных процессов его проектирования, а также многолетним сотрудничеством авторов с двумя конструкторскими бюро ОАО “Алтайдизель” и ОАО “Барнаултрансмаш”. Когнитивно - ориентированные модели и трактовки авторов постоянно подвергаются сверке с мнением предметных специалистов.

Проведенные исследования показали, что задача построения компьютерных моделей компоновок ДВС, ориентированных на семейство изделий, на сегодня вполне выполнима с помощью стандартного набора графических средств современных САД-систем. В рамках решения поставленной задачи полностью формализован процесс построения и визуализации 3D-моделей ком-

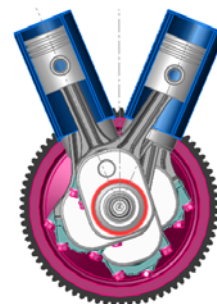
поновок ДВС средствами САД-системы Autodesk Inventor. Реализация компьютерных моделей и оценочных паттернов функционирования ДВС, напротив, потребовала разработки собственных приложений и моделей когнитивной графики, ориентированных на специфику использования САД-систем в рамках существующей технологии компоновочных работ.

Назначением построенных моделей и оценочных паттернов является получение экспертного мнения о новом изделии, которое может появиться после внесения ряда новаций в уже существующее. Отдельные элементы компоновки (узлы и детали) имеют возможность трансформироваться в соответствии с поступающей информацией, оставаясь в рамках общей топологии изделия. В этом случае на основе одного из вариантов, порожденных компьютерной моделью может сформироваться образ нового изделия.

Геометрическая модель компоновок включает в себя модель расположения объектов компоновки в пространстве и модель перемещения объектов компоновки друг относительно друга. Модель расположения объектов компоновки в пространстве имеет иерархическую структуру, содержит файлы 3D-моделей отдельных деталей компоновки и файлы сборки. Геометрическая модель верхнего уровня структуры соответствует файлу сборки объекта проектирования в целом. Файл сборки определяет параметры связывания элементов сборки (деталей и частичных сборок) и содержит информацию об их взаимном расположении. Геометрические модели элементов нижних иерархических уровней соответствуют наборам файлов деталей и файлов частичных сборок.

На рис. 1 представлена иерархическая модель компоновки кривошипно-шатунного механизма, построенная средствами Autodesk Inventor.

а) вид спереди



ПАТТЕРНЫ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ КАК ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

б) вид сбоку

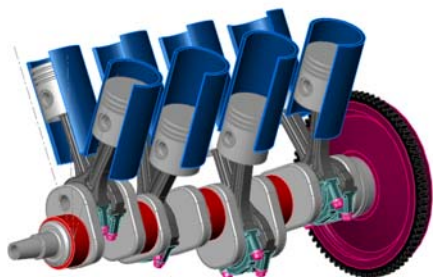


Рис. 1. Иерархическая модель компоновки кривошипно-шатунного механизма

Файл сборки верхнего уровня иерархии состоит из частичной сборки № 1 (рис. 2) и частичной сборки № 2 (рис. 3), а также файлов 3D-моделей отдельных деталей.



Рис. 2. Частичная сборка №1

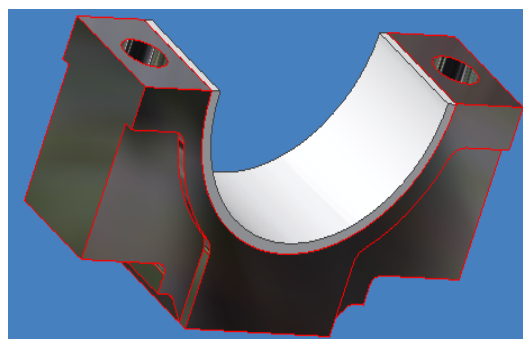


Рис.3. Частичная сборка №2

Построение модели компоновки кривошипно-шатунного механизма состоит из следующих этапов:

1. Построение твердотельных моделей отдельных деталей кривошипно-шатунного механизма (поршень, втулка, палец поршневой, шатун, нижник, вкладыши, заглушка, коленчатый вал, болт, шайба).

2. Промежуточная сборка в отдельном файле группы деталей: шатун, втулка, палец и вкладыш, см. рис.2.

3. Сборка в отдельном файле нижника с вкладышем, см. рис.3.

4. Окончательная сборка кривошипно-шатунного механизма, см. рис.4.

В специальном файле сборки помещаем модель коленчатого вала и начинаем добавлять к нему в нужной последовательности модели деталей и промежуточные сборочные группы. На нижник собираем шайбы и болты. На палец надеваем поршень. В переднюю и заднюю части коленчатого вала запрессовываем заглушки в технологические отверстия.

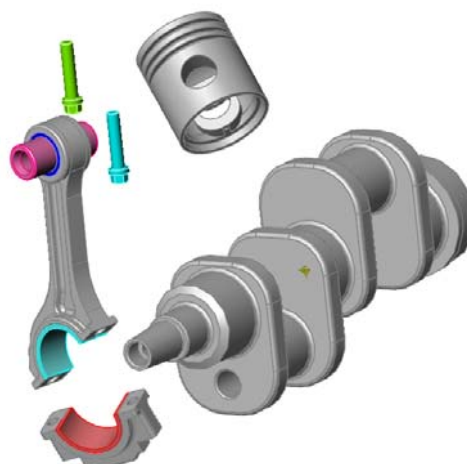


Рис. 4. Сборка кривошипно-шатунного механизма

	A	B	C	D
1	Parameter Name	Value	Unit	Примечания
2	d	45 mm		Диаметр(под палец)пальца поршня
3	e	60 mm		Радиус поршня
4	u	82 mm		Диаметр шатунного подшипника
5				

Модели деталей кривошипно-шатунного механизма и их сборка являются параметрическими. Конструктивные размеры вычисляются в зависимости от базовых параметров, приведенных в таблице.

Построенная 3D-модель кривошипно-шатунного механизма позволяет:

1. Автоматически (стандартным набором средств Autodesk Inventor) получать численные значения следующих величин, необходимых для динамического расчета:

- общая масса поршневой группы;
- площадь поршня;
- общая масса шатунной группы;
- поступательно движущаяся масса шатуна;

- приведенная к оси шатунной шейки неуравновешенная масса кривошипа (без противовеса).

2. Интерактивно изменять (трансформировать) геометрические параметры отдельных деталей, оставаясь в рамках общей топологии изделия.

3. Интерактивно изменять схему размещения составных частей объекта, корректируя параметры сборочных зависимостей и ограничений.

4. Средствами анимации моделировать механические движения элементов сборки.

После объединения компонентов в сборку, они могут свободно перемещаться. Для установления желаемых параметров модели перемещения объектов компоновки друг относительно друга применяются ограничения сборки. Варьируя параметры ограничений сборки, введенные для ее компонентов, и просматривая компьютерную анимацию возможности такого перемещения, становится возможным проводить визуальный анализ и оценку соответствующего варианта компоновки, в том числе проводить анализ свободного пространства с выявлением противоречий в размещении и путей их устранения. Параметризация 3D-моделей отдельных деталей и параметризация сборочных зависимостей позволяют в интерактивном режиме изменять геометрические характеристики составных частей объекта проектирования и схемы их размещения.

На рис. 5 показан паттерн работоспособности ДВС, составленный из диаграмм износа и полярных диаграмм. Диаграммы сверху отражают нагрузку на первую коренную шейку в разных режимах работы двигателя. Диаграммы снизу отражают нагрузку на вторую коренную шейку также при разных режимах работы. На рис. 5 демонстрируются различные комбинации изображений в диаграммах.

На рис. 6 показан паттерн работоспособности ДВС, отражающий изменение нагрузки на шатунную шейку кривошипа при разных концепциях двигателя. В качестве параметра, определяющего концепцию дви-

гателя, использовался диаметр цилиндра (его значение отражено в нижней части диаграммы).

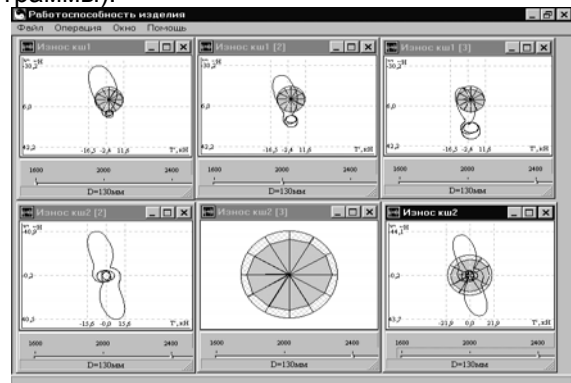


Рис. 5. Паттерн анализа полярных диаграмм и диаграмм износа

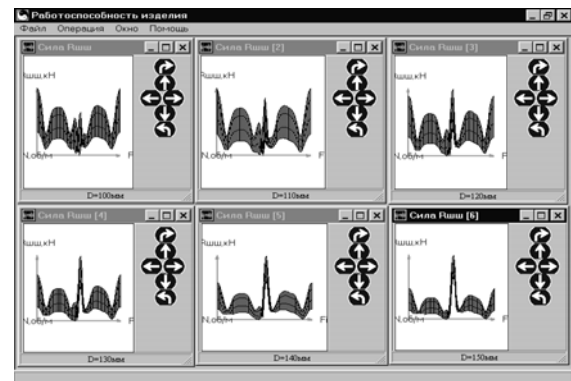


Рис. 6. Паттерн анализа нагрузок на шатунную шейку кривошипа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нейссер У. Познание реальности. – М.: МГУ, 1981. – 210с.
2. Солсо Р. Л. Когнитивная психология. – М.: Тривола, 1996. – 598с.
3. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1994. – 300с.
4. Поппер К. Логика и рост научного знания. – М.: Прогресс, 1983. – 608с.
5. Хинтики Я. Логико-эпистемологические исследования. – М.: Прогресс, 1980. – 450с.
6. Фреге Г. Логика и логическая семантика. – М.: Аспект пресс, 2000. – 512 с.
7. Зенкин А. А. Когнитивная компьютерная графика / Под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, гл.ред. физ.-мат. лит., 1991. – 192 с.
8. Козлов Л.А. Когнитивное моделирование на ранних стадиях проектной деятельности: учебное пособие с грифом УМО.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001.- 247с.