

УДК 004.051

## **Основные требования, методы и средства формирования состава изделия российской разработки в PLM системе**

И.И. Мельник, Л.А. Фавстова

### **Аннотация**

Состав изделия по сути является основной информацией об изделии. Вокруг него выстраиваются остальные данные об изделии. Для управления составом изделия в системе должна храниться информация о входящих в него компонентах, а также об исполнениях и конфигурациях, данные об отношениях между изделием и составляющими его сборками, а также между сборками всех уровней и деталями. Все это позволяет пользователю организовать просмотр всех данных об изделии, включая документы для любого входящего компонента. Для лучшего управления конфигурацией изделия должен быть реализован функционал управления изменениями изделия.

### **Ключевые слова**

PLM система; состав изделия; конфигурация

Любой организации, занимающейся проектированием и изготовлением двигателей, приходится решать задачи, связанные с формированием и управлением составом этих изделий:

- управление составом сборок опытных двигателей в соответствии с планом испытаний;
- обеспечение соответствия между конструкторской документацией в бумажной и электронной формах;
- сокращение сроков выпуска и повышение качества конструкторской документации;
- своевременное формирование достоверной информации для систем планирования и управления производством

– обеспечение взаимодействия территориально удаленных конструкторских подразделений компании в процессе проектирования.

Управление составом сборок опытных двигателей заключается в необходимости разрабатывать разнообразные уникальные конфигурации изделия, структура компонентов и состав атрибутов которых диктуется необходимостью проведения многочисленных испытаний различных видов. Как правило, существует базовая конфигурация, которая дополняется в зависимости от вида проводимого испытания.

Параллельно приходится управлять внутренними процессами формирования состава изделия. Формирование одной уникальной конфигурации изделия на предприятии сопровождается рассмотрением множества разнообразных и многочисленных редакций документов, учетом замечаний при утверждении или отклонении проектных решений и т.д. Обеспечить согласованность всех действий для любого сложного изделия, содержащего тысячи объектов управления конфигурацией, отследить состояние каждого из них является очень сложной задачей, реализация которой без автоматизации просто не выполнима.

Процесс формирования состава включает в себя управление изменениями, обеспечивающими формирование такой конфигурации изделия, которая максимально возможно удовлетворяла бы поставленным задачам.

Процесс формирования состава изделия и его конфигураций обеспечивается регламентированным документированием и сохранением истории всех принимаемых решений по вводимым изменениям. Важным результатом этого процесса является то, что на каждом этапе имеется не только состав изделия, но и доказательство того, что изделие и все его компоненты соответствуют заданным требованиям.

Решение этих задач невозможно без наличия регламентирующих документов и программного обеспечения, обеспечивающего их выполнение.

Таким образом, процесс формирования состава изделия неразрывно связан с понятием «конфигурация изделия».

Приводимые ниже определения сформулированы на основе анализа аналогичных определений, содержащихся в [1 – 4].

Конфигурация (Configuration): структура предполагаемого к разработке, разрабатываемого или существующего изделия, обладающая эксплуатационными, функциональными и физическими атрибутами (свойствами, характеристиками), отвечающими установленным требованиям, и отображаемая в различных информационных моделях, соответствующих стадиям ЖЦ этого изделия.

Базовая конфигурация (БК): конфигурация изделия, утвержденная в установленном порядке.

Управление конфигурацией (Configuration Management): управленческая технология, направленная на установление и поддержание соответствия эксплуатационных, функциональных и физических атрибутов (свойств, характеристик) изделия заданным требованиям (в т.ч. требованиям заказчика), в процессе создания и преобразования информационных моделей этого изделия в течение его ЖЦ. Эта технология предполагает выполнение следующих операций:

- идентификация конфигурации;
- контроль конфигурации;
- учет статуса конфигурации;
- проверка (аудит) конфигурации.

Объект управления конфигурацией (Объект конфигурации (ОК) - Configuration Item): любое техническое или программное средство (или их комбинация), которое выполняет конечную функцию (или некоторую функцию конечного изделия), выделено для целей управления конфигурацией и обладает определенным набором атрибутов (свойств, характеристик). ОК обычно обозначают уникальным буквенно-цифровым идентификатором (кодом), который используется также в качестве неизменяемой части для серийных номеров и уникальной идентификации отдельных компонентов (блоков) этого ОК.

Решение вопроса управления составом изделия неразрывно связано с обеспечением единого информационного пространства, обеспечивающего разработку документации в единой среде, позволяющего объединить результаты работы конструкторов в рамках единой информационной трехмерной модели изделия.

Система управления данными об изделии обеспечивает обмен данными о составе изделия и вносимых в него изменениях и позволяет создавать и поддерживать множество взаимосвязанных спецификаций изделия, благодаря чему пользователь получает согласованное представление о составе изделия по ходу работы над ним.

Использование PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом изделия) системы позволяет сократить время разработки изделия (выхода на рынок) и повышение его качества. Сокращение сроков достигается за счет повышения эффективности процесса проектирования:

- сокращение затрат на поиск, копирование данных (составляет 25 – 30% рабочего времени);
- внедрение методики параллельного проектирования (сокращает количество проводимых изменений);
- увеличение доли заимствованных и слегка измененных изделий (до 80%) за счет возможности поиска по заданным характеристикам;
- использование справочников стандартных изделий, материалов, прочих изделий.

Правильный выбор системы управления конфигурацией оказывает огромное влияние на стоимость изделия, прибыль, безопасность, качество и сроки его разработки. Поэтому при выборе системы управления составом изделия на этапе разработки опытных двигателей была выполнена оценка функциональных возможностей с точки зрения удовлетворения набору требований управления составом.

Учитывались также следующие аспекты:

- разработчик системы непрерывно улучшает функциональные возможности управления составом;
- существует обратная связь между пользователем и разработчиком;
- фиксируются положительные результаты пользователей, применяющих функционал управления конфигурацией;
- система используется самим разработчиком для управления процессами изменений.

По ГОСТ 2.053 электронная структура изделия представляет собой конструкторский документ, содержащий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта и иерархические отношения (связи) между его составными частями и другие данные в зависимости от его назначения.

Соответственно, для хранения информации о составе изделия в PLM системе ОАО «НПО «Сатурн» сформулированы следующие требования:

- состав специфицируемого изделия (сборочной единицы, комплекса или комплекта) хранить в виде объекта отдельного типа, связанного с модификацией специфицируемого изделия;

- в объекте-составе хранить модификации объектов, соответствующих сборочным единицам, деталям, стандартным изделиям, прочим изделиям, материалам, комплектам или комплексам и их иерархическую связь со специфицируемым изделием;
- на иерархических связях между составными частями и специфицируемым изделием хранить атрибуты, необходимые для формирования отчетных конструкторских документов (спецификации, ведомости и т.д.);
- каждую составную часть включать в состав специфицируемого изделия как одно вхождение с количеством, предусмотренным конструкцией;
- изменение состава специфицируемого изделия выполнять посредством создания новой модификации изделия и соответствующего ему объекта-состава.

Любое изготавливаемое изделие должно быть представлено в виде иерархической структуры (дерева), корнем которого является само изделие, а элементами, образующими иерархию, - его составные части. В дереве состава изделия каждое изделие представляется в виде такой иерархической структуры, в которой отображаются только специфицируемые элементы.

Этим обеспечивается возможность ведения спецификаций. Многоуровневый состав изделия отображает не только дерево сборки, но и полный набор атрибутов. Обеспечивается возможность просмотра динамической иерархически организованной информации, отслеживание принадлежности каждой детали, сборки, узла, изделия модельному ряду; определение условий применимости и отображение ограничений применимости; ведение протоколов изменения версий вплоть до версий каждой детали; отслеживание действия внесенных изменений и модификаций.

Для модификаций каждой части, входящей в состав изделия, хранится атрибутивная информация, разрабатываемые документы в различных форматах. Тем самым обеспечивается возможность отслеживания ссылок на эти данные, соответствующие каждой детали, сборке, узлу, изделию в целом.

Обеспечивается функция сравнения структур изделий, сопровождение и обслуживание информации об изделии с учетом специфики различных подразделений. А также возможность представления трехмерных данных, их визуализацию с построением разрезов, сечений, ведении комментариев на изображении и т.д.

Система управления конфигурацией изделия обеспечивает обмен данными о структуре изделия и вносимых в него изменениях, позволяет создавать и поддерживать множество взаимосвязанных спецификаций на модификации и исполнения изделия. Благодаря этому

пользователь получает согласованное представление обо всех конфигурациях изделия по ходу работы над ним. Система управления конфигурацией дает возможность определять и контролировать действия по внесению изменений в изделие, тем самым упрощая процессы совершенствования и модификации изделия.

Система управления конфигурацией изделия обеспечивает автоматизированную систему проведения изменений с полной поддержкой проведения изменений в структуре спецификаций и базе данных о составе изделия. После утверждения внесенного изменения автоматически отслеживаются ограничения по применимости, генерируется обновленная структура изделия без пере выпуска всего комплекта документации. Отслеживается принадлежность к модельному ряду, возможность получения актуального среза по списку деталей и документов.

Все документы, хранящиеся в базе данных, индексируются по редакциям, что позволяет отслеживать их состояние на каждом этапе.

Задание критериев конфигурации позволяет формировать отчеты по составу в зависимости от решаемой задачи: степень готовности составных частей к определенным срокам, применяемые материалы изготовления и т.д. Формируемые отчеты могут быть представлены в одном из следующих видов:

- полное дерево сборки изделия, т.е. всех его составляющих, сгруппированных в виде иерархического списка, где отображается вхождение под сборки в сборку;
- список наименований комплектующих с подсчетом количества каждой комплектующей в составе целого изделия.

Оба типа спецификаций являются механизмами получения наиболее достоверной информации в наиболее ранние сроки.

Широко используется опция «Применимость» («Effectivity»), позволяющая отслеживать, какая деталь и как применяется в каждой из модификаций данного конкретного изделия. В процессе внесения и утверждения изменений в проект предприятие должно учитывать, когда и для каких партий эти изменения уже действуют, а для каких - нет, когда и в каких количествах необходимо производить или покупать новые детали. Используется три типа такой функциональности: отслеживание по календарным срокам, отслеживание по идентификационному номеру изделия и отслеживание по номеру партии или заказа.

Для сбора всех накопленных данных об изделии и создания максимально насыщенной информационной структуры изделия используется функция ассоциирования любых документов, относящихся к любой детали или узлу, в принятом на предприятии формате. приме-

ром ассоциированных документов могут служить готовые спецификации, техническая документация, файлы САПР, ссылки на другие сетевые ресурсы вне информационной системы.

Выбрав деталь или сборочную единицу в структуре изделия, пользователь может получить любую информацию: список ссылочных документов, атрибутивную информацию об изделии, обозначение родительской сборки и т.д.

Важным свойством PLM системы является наличие средств управления вносимыми изменениями в состав изделия с учетом влияния на весь жизненный цикл этого изделия.

Процесс управления изменениями обеспечивать возможность контроля всей информации о вносимых изменениях с момента постановки задачи до полного ее разрешения. Процесс внесения изменения разделяется на этапы - запрос на изменение, изучение причин, повлекших за собой необходимость изменения, предложения альтернативных вариантов изменений, реализация изменения путем формулировки заявки на изменение и выполнение действий по внесению изменения. На каждом этапе собираются и подготавливаются для использования на следующих этапах все необходимые данные.

В зависимости от вида предлагаемого изменения требуется разная степень детализации и использования не обязательно всех этапов общего процесса внесения изменений. Поэтому широко применяется функционал, позволяющий изменять число шагов в процессе проработки и проведения изменения.

Возможность отслеживания изменений позволяет просматривать проведенные изменения, а также готовящиеся к проведению изменения, что позволяет использовать данную информацию в процессе принятия решений.

Каждый этап процесса внесения изменений представлен как определенное задание потока работ и автоматически передается пользователю или системе, которые отвечают за выполнение этого задания. После завершения выполнения задания система управления потоком заданий продолжит процесс внесения изменений до тех пор, пока не будут завершены все его этапы, и документация по изделию получит статус выпущенной («released»).

Формирование и ведение состава изделия позволяет обеспечивать визуализацию сборок любой степени сложности. Функционал системы обеспечивает данную возможность на любом рабочем месте вне зависимости от технических параметров локального компьютера пользователя.

Обеспечена динамическая навигация по трехмерной структуре сборки вне зависимости от конкретных САПР, в которых были выполнены каждый из входящих в сборку компонент.

Встроенный в систему визуализатор обеспечивает построение видов, сечений, разрезов сборки, моделирование в трехмерном виде монтажных операций, сборочных и ремонтных работ, учет пространственных и эргономических ограничений функционирования изделия.

### **Библиографический список**

1. MIL-STD-2549 Configuration Management Data Interface
2. MIL-STD-481 Configuration Management
3. ISO 10007:95 Quality management -- Guidelines for configuration management
4. <http://www.slovari.ru>
5. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.

### **Сведения об авторах**

Мельник Игорь Иванович, начальник сектора обеспечения управления конструкторскими данными отдела САПР ОАО «НПО «Сатурн», Россия, 152903 г.Рыбинск, Ярославская область, пр.Ленина, 163 тел: (4855) 296-482, E-mail: igor.melnik@npo-saturn.ru

Фавстова Лариса Александровна, ведущий инженер сектора обеспечения управления конструкторскими данными отдела САПР ОАО «НПО «Сатурн», Россия, 152903 г.Рыбинск, Ярославская область, пр.Ленина, 163 тел: (4855) 296-482