

Прилепский И.В.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МОНТАЖА БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОСБОРОК

Задача проектирования электрооборудования является одной из самых трудоемких в самолетостроении. Электросборки отличаются многообразием, сложностью и архаичностью как конструктивных, так и технологических параметров, что приводит к необходимости создания многоуровневой системы проектирования и управления технологическими процессами монтажа бортового электрооборудования. В то же время аппаратные и программные средства усовершенствовались и могут управлять очень сложными и массивными потоками данных.

В настоящее время производство электрооборудования происходит следующим образом. Сначала по принципиальным схемам размещаются в корпусе элементы и проектируются жгутовые соединения. Этот этап автоматизирован и выполняется на компьютере с помощью программы Embassy от Linus Technologies. Затем должен проектироваться технологический процесс монтажа. В теории существует САПР технологических процессов (САПР ТП) [1], но на практике эта система используется не в достаточной мере в силу того, что реализована она на устаревших аппаратных и программных средствах. Следующим этапом является проектирование программы контроля, которое также осуществляется с помощью САПР программ контроля (САПР ПК) [2]

Актуальность изменения принципов производства определяется следующими причинами

не учитывается тот факт, что число квалифицированных монтажников на производстве значительно сократилось, а качество монтажа, а значит и надежность всего самолета, напрямую зависит от опыта монтажника, современное производство летательных аппаратов представляет единичное либо мелкосерийное производство, в условиях которого описанный способ изготовления не может обеспечить гибкость и мобильность производства, чего требует рыночная экономика,

задача операционного контроля, который необходим для улучшения качества изделия и уменьшения брака, во время разработки системы САПР ТП и САПР ПК вообще не ставилась;

не существует гибкой взаимосвязи между этапами производства.

Существующие системы автоматизации монтажа разрабатывались как отдельные модули, не имеющие между собой обратных связей и не учитывающие взаимных требований. Поэтому задача автоматизации управления процессами монтажа бортовых электросборок является актуальной, а процессы проектирования компоновок электросборок, электрожгутовых соединений, технологии изготовления и контроля должны работать как единый программный комплекс. Целевая функция, сформулированная в общем виде как снижения стоимости производства и повышения качества продукции, распадается на частные функции цели, каждая из которых достижима на своем этапе проектирования или управления с учетом критериев оптимизации.

В общем виде структуру взаимодействия систем проектирования и управления процессами монтажа можно представить в виде иерархической графовой модели, изображенной на рис. 1. Верхние уровни представляют собой уровни проектирования электросборок, их монтажа и контроля, а нижний уровень – уровень управления непосредственно технологическими процессами монтажа и контроля, который представлен более подробно.

Определим проектные переменные на всех уровнях от процесса проектирования до управления процессами изготовления.

1-й уровень. Компоновка элементов монтажа в заданном объеме $G=f(x,y,z,\Theta)$, где x,y,z – варьируемые при проектировании координаты элементов G при выполнении технологических требований функции $\Theta=const$;

2-й уровень. Компоновка электрических связей (проводов) в трассы электрожгута $S=f(x,y,z,\Theta)$, где x,y,z – варьируемые при проектировании координаты монтажных точек и точек преломления (изгиба) трассы жгута, Θ – функция, учитывающая технологические требования для каждого элемента трассы, $\Theta=const$;

3-й уровень. Технологическая последовательность выполнения элементов выполнения операций $T=f(G,S,\Theta)$ где T имеет множество решений в области допустимых значений Θ ;

4-й уровень. Последовательность выполнения кадров контроля $K=f(S,T,\Theta)$, где K имеет множество решений в области допустимых значений Θ ;

5-й уровень. Варианты управления проектированием и исполнением технологического процесса, совмещенного с процессом контроля при различных уровнях квалификации $U=f(Q,K,T,\Theta)$, где Q,K,T – варьируемые переменные на данном уровне, а U имеет множество решений при выполнении требований и ограничений функции $\Theta=\text{const}$.



Рис.1 Модель взаимодействия систем проектирования и управления процессами монтажа бортовых электросборок

На этом уровне важную роль выполняет система управления базами данных (СУБД), в которой имеются систематизированные решения и рекомендации по выполнению технологических операций и монтажа электросборки в целом, основанные на опыте квалифицированных специалистов авиационных предприятий. Так, например, в зависимости от конструктивно-технологических параметров электросборки, расположения трасс электрических соединений и количества входящих монтажных элементов монтаж и контроль может быть осуществлен по различным вариантам:

- а) на макете конструкции электросборки без боковых стенок или других конструктивных элементов с пооперационным контролем;
- б) раздельное изготовление трасс монтажных соединений, а затем их монтаж на макете или непосредственно в конструкции электросборки с пооперационным контролем;
- в) параллельный монтаж трасс и распайка монтажных элементов в конструкции электросборки с последующим контролем и т.д.

В настоящее время в авиастроении накоплен большой опыт по выполнению различных вариантов монтажно-сборочных работ, систематизация которого является основной задачей при формировании базы знаний.

Таким образом, СУБД включает в себя:

- базу знаний в виде множества решений для различных монтажно-сборочных объектов;
- базу данных нормативно-технологических документов;
- собственно систему управления информационными потоками и технологическими процессами монтажа

СУБД также содержит необходимую нормативно-технологическую информацию для оценки вариантов решения по стоимостному критерию. Целевая функция минимизации стоимости монтажа может быть достигнута за счет переконпоновки монтажных элементов и трасс электрических соединений, т.е. итерационным возвратом на 2-й и 1-й уровни структуры, изображенной на рис.1, с последующим спуском на 3-й, 4-й и 5-й уровни и оценкой полученных решений. Таким образом, проектирование продолжается до достижения критерием оптимальности определенной величины.

В данной схеме учтена необходимость снижения требований к исполнителям за счет настройки системы на определенную квалификацию. Введение квалификационного уровня накладывает дополнительные ограничения на критерий повышения качества продукции, которые заключаются в следующем. Так как качество монтажа в основном зависит от качества пайки, а количество перепаяк ограничено, то логичным является вывод, что качественнее тот

монтаж, где не было перепаяк. Значительно снижают качество монтажа перепайка многоконтактных элементов после законченного монтажа, особенно в центре, например, разьема или многоконтактного реле. Поэтому в идеальном случае нужно контролировать каждую точку непосредственно после распайки, обжима или механического соединения. Однако, это невозможно, так как необходимо выполнять требования технологического процесса монтажа, и кроме того, такой подход приведет к необоснованному удорожанию процесса монтажа.

Поэтому чем квалифицированнее исполнитель, тем выше вероятность правильного выполнения монтажа, тем больше количество точек может приходиться на каждый цикл контроля. Таким образом, самый низкий уровень требует не только информационного обеспечения исполнителя в подробном изложении, но и другого варианта технологического процесса монтажа и контроля электросборок. Он будет более дорогим и будет иметь возможность самообучения и выполнения монтажа исполнителем низкой квалификации при контролируемом качестве. Следует отметить, что оценка выбранных решений при минимальной стоимости процесса и максимальном качестве продукции производится при самом высоком (третьем) заданном уровне квалификации. Варианты технологического процесса для всех уровней квалификации проектируются на автоматизированном рабочем месте технолога (АРМ-Т) и являются равнозначными для исполнения.

Предусмотрена система отображения информации (СОИ), на которой показываются "подсказки" для монтажника - какую операцию необходимо сейчас выполнить. Подсказки также могут быть развернутыми или сжатыми в зависимости от исполнителя.

Автоматизированное рабочее место электромонтажника (АРМ-Э) включает в себя необходимое новое технологическое оборудование, в состав которого входит:

- ПЭВМ с программным комплексом "UPR АРМ-Э";
- автоматизированная система контроля (АСК)"Поиск" [3];
- механизированный рабочий стол с автоматизированными инструментами [4];
- другие устройства, необходимые для обеспечения технологического процесса.

Выводы. Итерационный подход к проектированию технологического процесса позволяет создавать оптимальный с точки зрения временных затрат процесс и ввести пооперационный контроль выполнения операций. Данная система управления процессами монтажа снижает зависимость качества монтажа от квалификации исполнителя. Существующие разработки САПР ТП, САПР ПК и технологическое оборудование возможно использовать при новом подходе к производству электрооборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Прилепский В.А., Коптев А.Н., Арцыгов Н.Ф. Система автоматизированного проектирования технологических процессов монтажа, контроля и испытания электротехнического оборудования. Состояние и перспективы развития производства автоматизированного технологического оборудования для контроля и испытаний бортовых систем: Сб. трудов. – М.: НИАТ, 1987, с.49-52.
- 2 Ерофеева Е.Г. Автоматизация проектирования программ контроля и испытаний объектов электротехнического оборудования самолетов. Сборник научных трудов: Автоматизация монтажа, контроля и испытаний электротехнического оборудования самолетов. Под ред. А.Н. Коптева, Е.П. Корнева. – Самара, 1993, с.92-98.
- 3 Прилепский В.А., Савотченко В.В., Прилепский И.В., Сурков К.А. Проблемно – ориентированная интегрированная система контроля "Поиск": Сб. научных статей: Управление организационно – экономическими системами: моделирование взаимодействий, принятие решений. Под ред. Буркова В.Н. – Самара, 1999, с.159-161.
- 4 Монтаж, контроль и испытания электротехнического оборудования ЛА / Коптев А.Н., Миленков А.А., Марьин Б.Н., Иванов Ю.Л. – М.: Машиностроение, 1998.