

Визуализация технологических процессов как инструмент минимизации человеческого фактора в производстве пассажирского самолета

Технологический процесс является основой организации любого производства, а визуализация технологического процесса позволяет повысить эффективность производства. Для разработки технологических процессов на головном заводе-изготовителе используется система управления данными производства Teamcenter и интегрированное программное обеспечение (ПО) "NX Unigraphics".

Рассмотрим особенности и преимущества данной системы:

- Разработка технологических процессов выполняется в Teamcenter в модуле разработки технологической документации.
- Визуальная часть технологических процессов выполняется в формате 2D эскиза, где за основу берется электронная модель изделия.
- Технологические процессы управляются, согласуются и нормируются посредством электронной процедуры.

При разработке в технологических процессах вносятся все необходимые данные производства:

- Вспомогательные материалы (изопропиловый спирт, салфетки и т.д.);
- Основные материалы (грунт, герметик и т.д.);
- Слесарный инструмент (дрели, гайковерты и т.д.);
- Вспомогательный инструмент (струбцины, фиксаторы и т.д.);
- Режущий инструмент (сверла, зенкера, зенковки, развертки и т.д.);
- СТО, станции сборки агрегатов, цеховые краны и т.д.

Во время выполнения сборки по технологическим процессам допускаются ошибки, обусловленные человеческим фактором, например из-за забывчивости знаний технологического процесса или конструкторской документации выполняемой сборки, а также из-за недостаточного опыта и т.д. Это объясняется следующими причинами:

- На запуске производства при малом объеме выпуска группа мастера (мастер, сборщики-клепальщики, герметизаторщики и др.) неоднократно перебрасывается с одной сборки на другую. Частая смена выполняемых операций значительно влияет на качество запоминания информации у сборщика-клепальщика.
- В связи с запуском нового производства произошло значительное расширение штата головного завода-изготовителя. У вновь прибывших сотрудников отсутствует или имеется небольшой опыт работы в авиапромышленности, что, несомненно, приводит к временным затратам на освоение специализации и промедлению на первых этапах работы.
- Конструкторская документация в виде электронных моделей занимает большой объем в памяти компьютера, поэтому выгрузка данных с сервера требует значительного времени и, соответственно, доступ к КД на участке сборки весьма ограничен.

Давайте рассмотрим процедуру оформления документов и ремонта узла в случае совершения ошибки из-за человеческого фактора, например: сборщик забыл какого

диаметра должно быть отверстие. Допустим, совершена ошибка – «прослаблено» отверстие в каркасе самолета, то есть диаметр выполненного отверстия больше на 0,2 мм, чем указано в конструкторской документации.

1. Совершение дефекта сборщиком-клепальщиком на самолете;
2. Предъявление дефекта мастером участка мастеру бюро технического контроля (БТК);
3. Осмотр и составление дефектной ведомости мастером БТК;
4. Передача дефектной ведомости в технологическое бюро;
5. Оформление технологом документа «разрешения на использование». Согласно установленным правилам оформления документ необходимо согласовать со специалистами и получить решение отдела главного конструктора в следующем порядке:
 - 5.1. начальник цеха агрегатно-сборочного производства;
 - 5.2. начальник БТК;
 - 5.3. конструктор;
 - 5.4. начальник конструкторского бюро;
 - 5.5. начальник отдела главного конструктора;
 - 5.6. представитель главного конструктора;
 - 5.7. главный технолог;
 - 5.8. технический директор;
 - 5.9. главный контролер качества продукции;
 - 5.10. представитель заказчика.
6. Изготовление ремонтного комплекта
 - 6.1. Разработка технологического процесса изготовления ремонтного комплекта (инженер-технолог технологического бюро)
 - 6.2. Изготовление ремонтного комплекта крепежа;
 - 6.3. Испытание образцов ремонтного болта лаборантом;
 - 6.4. Приемка мастером БТК.
7. Отправка ремонтного комплекта в цех-потребитель;
8. Исправление дефекта на самолете:
 - 8.1. Разработка технологии ремонта проблемного места;
 - 8.2. Формирование ремонтного комплекта инструмента и необходимых основных и вспомогательных материалов;
 - 8.3. Ремонт отверстия и установка ремонтного комплекта крепежа.

В результате получаем, что на исправление одного простого дефекта тратятся внушительные ресурсы завода, в то время как их можно было бы направить на наращивание темпа производства и освоение новых технологий.

На сегодня из перечня выполняемых операций сборки самолета невозможно полностью вывести человека из производственного процесса, сотрудникам завода приходится выполнять операции, которые могли бы выполнять роботизированные системы. Поэтому в данный момент на технологическом уровне можно и нужно снижать влияние человеческого фактора на результаты работы производства, путем облегчения освоения технического материала при сборке самолетов ручным трудом.

На заводе-изготовителе предусмотрена процедура сокращения повторяющихся дефектов, но влияние человеческого фактора, который значительно замедляет выпуск изделия, сложно уменьшить с помощью регламентирующих документов.

Хотелось бы отметить, что задача уменьшения влияния человеческого фактора должна решаться в первую очередь с помощью организационных мер и обучения специалистов. Благодаря недавнему внедрению информационной системы деятельность завода подверглась определенному реинжинирингу, наступил удобный момент для решения задачи уменьшения влияния человеческого фактора на результаты работы предприятия.

Отметим также, что одна из основных функций информационных технологий и информационных систем – это разгрузка человека от рутинных операций там, где требуется постоянное внимание и простое следование инструкциям, где нужно выполнять много однообразных действий, где человек может допускать ошибки в силу разных (психологических, физиологических...) факторов.

Другая функция информационных технологий – помочь человеку мобилизовать его творческий потенциал и усилить его интеллектуальные возможности, в том числе, за счет выполнения машиной большого объема вычислений и обработки массивов данных и дальнейшего представления результатов этих вычислений в удобной для восприятия человеком форме, как говорил Ричард Хемминг: «Цель расчетов – не числа, а понимание».

Предлагаемое решение:

Для визуализации особо ответственных технологических процессов предлагается использовать уже установленное в Корпорации «Иркут» программное обеспечение Cortona3D (далее Cortona3D), которое позволит минимизировать негативное влияние человеческого фактора за счет внедрения визуализации ТП в производство. На сегодняшний момент Cortona3D установлено в конструкторском бюро инженерного центра ПАО «Корпорация «Иркут» и в нем разрабатывается каталог деталей и эксплуатационная документация.

Предлагается использовать существующее Cortona3D для установки на рабочем месте мастера и отображения сценария технологической операции в соответствии с установленной последовательностью действий, и установки на рабочем месте технолога при подготовке производства.

- Сначала, исходя из технологического процесса, определяются операции, которые должны быть визуализированы.

- Затем формируется список операций и переходов в порядке их выполнения. Для каждого перехода создается интерактивная трехмерная анимация.

- Далее определяется содержание каждой анимации, которое может быть наполнено текстом перехода, регистрацией измеряемых данных, фиксацией затраченного времени на выполнение перехода, предупреждающими табличками для привлечения внимания к особо тонким моментам. Сама же подвижная иллюстрация может быть реализована разными способами. Cortona3D позволяет поворачивать и подсвечивать детали, скрывать

обстановку или показывать её в необходимые моменты, имитировать движение подвижных элементов.

- Затем визуализированный технологический процесс (ВТП) сохраняется на сервере утвержденных документов.

В простейшем варианте применения в производстве Cortona3D устанавливается на компьютер рабочего места мастера. При этом мастер может легко и быстро увидеть пошаговую инструкцию по выполнению выбранной операции, здесь же в нужный момент ему предоставляются требования к материалам, инструменту, необходимые пояснения, спецификации, эскизы, схемы, чертежи – все, что технолог посчитал нужным внести в ВТП.

Применительно к головному заводу-изготовителю, на первоначальном этапе предполагается интеграция в существующую СУДП Teamcenter модуль Cortona3D, который позволит дополнить рабочие технологические процессы визуализированными и интерактивными роликами сборки.

Общая схема визуализации показана на рис. 1. Предполагается, что перед началом создания ВТП технологический процесс уже разработан.



Рисунок 1. Схема подготовки и осуществления визуализации технологических процессов

Большим преимуществом является возможность отслеживания выполнения действий сборщиков-клепальщиков в рамках технологического процесса путем разработки пошагового визуализированного технологического процесса с фиксацией данных о каждом выполненном переходе. Начальник цеха или подразделения имеет возможность отслеживать соответствие фактического выполнения этапов сборки ранее

утвержденным планам. При соблюдении регламентов достаточно быстро выявляются узкие места в технологических процессах, на которых сотрудники, например, не успевают выполнять требуемые операции в срок. Эта информация может служить сигналом руководству о том, что на этом участке нужно оптимизировать работу. Это не означает, что проблему нельзя было бы решить без информационной системы, но система позволяет постоянно собирать статистическую информацию, которая помогает решить проблему человеческого фактора более наглядным и эффективным способом.

Еще один важный момент, это возможность просмотра визуализированных технологических процессов, подготовленных с использованием Cortona3D как на стационарном компьютере, так и на мобильном устройстве, что позволяет использовать современную технологию дополненной реальности.

Плюсы Cortona3D:

1. Удобство написания технологического процесса сборки с использованием метода инвертирования.
2. Достаточное количество инструментов для создания визуального представления процесса.
3. Возможность вращения, приближения/удаления 3D-модели сборки в процессе просмотра визуализированного представления.
4. Возможность правки эскиза (поддерживается векторная графика).
5. С помощью дополнительного плагина возможна выгрузка технологического процесса из ПО и формирование комплекта технологических документов.
6. ПО позволяет работать с достаточно большими сборками.
7. Возможность просмотра технологических процессов, подготовленных в ПО, на мобильных устройствах.
8. Не требуется тратить время на повторные объяснения технологий.
9. Единая среда для создания (редактирования) 2D/3D-графики, текстов, процедур, каталогов, связей.
10. Не требуется опыт работы с CAD-программами.
11. Наглядность: интерактивные трехмерные анимации, созданные в ПО, наглядно объясняют сложные процедуры, обеспечивая снижение риска ошибок и лучшую усваиваемость информации, в случае каталога деталей – наглядность сложных сборок, созданных с использованием сечений, разборов, выносок, подсветки и других возможностей ПО, позволяет безошибочно идентифицировать требуемые детали.
12. Механизм мгновенного обновления ранее созданной документации.
13. Поддержка отраслевых стандартов.
14. Защита интеллектуальной собственности.
15. Интеграция в существующие ТП.
16. Различные варианты доставки ВТП (в том числе для просмотра без подключения к сети «Интернет»).
17. Звуковое сопровождение ВТП.

Минусы Cortona3D:

1. Отсутствует возможность 3D-моделирования с нуля. Это является минусом лишь отчасти, так как ПО позволяет импортировать существующие конструкторские

данные в форматах JT, NX и других. Есть возможность использования в моделировании библиотеки параметрических объектов типа «шланг», «пружина», «трос» и других

2. Нет возможности графического представления изготовления детали механообработкой.

На разных этапах внедрения Cortona3D используется в следующих целях:

1. Создание интерактивных роликов для карт эскизов существующих рабочих ТП.

2. Проектирование участков сборки.

3. Сборка самолета по ВТП с фиксацией параметров и времени в облачном сервисе.

4. Сборка с очками дополненной реальности и распознавания окружения по технологии «свободные руки».

Согласно государственным стандартам технологические операции должны выполняться в строгом соответствии с разработанной технологической документацией. Задача соблюдения этого соответствия лежит в основе технологической дисциплины, которая, в свою очередь, является важнейшим фактором достижения качественных показателей в производстве. Поэтому при правильно организованном производственном процессе исполнитель перед началом выполнения новой операции обязан изучить технологические документы на нее. Основные из них – операционная карта, карта эскизов, технологическая инструкция – определены ГОСТ 3.1102.

Эти документы целиком или частично могут быть включены в сценарий выполнения технологических операций в Cortona3D и быть постоянно доступны в процессе работы. Кроме того, в сценарий могут быть внесены и необходимые конструкторские документы, и фотографии, иллюстрирующие приемы работы.

Таким образом, предлагаемая система не заменяет собой (и не имеет права заменять) имеющийся технологический процесс, но позволяет быстро донести его до исполнителя, что экономит рабочее время.

Кроме того, ни для кого не секрет, что иногда работники недостаточно хорошо знают технологию, потому что просто не хотят перелистывать массу технологических документов и разбираться в них. Предлагаемое решение позволяет в максимальной степени «донести» до исполнителя все технологические тонкости, на изучение которых у него нет времени. А это уже решение, влияющее на качество подготовки производства и персонала.

К результатам внедрения можно отнести и личный опыт. В рамках III конкурса научно-технических работ в ПАО «Корпорация «Иркут» была создана интерактивная анимация, отображающая 7-й раздел инструкции по проверке герметичности топливных баков на АО «АэроКомпозит-Ульяновск». В процессе демонстрации визуализированной технологии задавались более глубокие вопросы, чем при прочтении инструкции в текстовом виде во время согласования.

Визуализацию технологических процессов внедряют зарубежные производители (Airbus, Boeing, Bombardier и др.) Понимание того, что производство, работающее без ошибок приносит большую прибыль, более прогнозируемо, позволяет выполнять

обязательства перед заказчиком в срок и выстраивать стратегию захвата рынка, является для них одним из ключевых.

Задача визуализации технологических операций востребована и со временем будет иметь огромное значение в производстве. Повсеместное внедрение автоматизированных информационных систем управления производством, которое сейчас активно происходит, позволяет объединить задачи визуализации технологии и фиксации производственных результатов в реальном времени. Результат этого внедрения сможет обеспечить минимизацию производственных ошибок, снижение влияния человеческого фактора в производственном процессе, реализацию прослеживаемости в производстве, совершенствование механизмов оперативного управления производством, формирование единой информационной базы, основанной на практическом опыте и доступной персоналу корпорации в режиме 24/7.