

*О.Б. КОСТЫГОВА, С.С. ДОБРОТВОРСКИЙ, Л.Г. ДОБРОВОЛЬСКАЯ*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО ЦИКЛА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ- ИЗГОТОВЛЕНИЕ»**

В статье рассматривается вопрос повышения эффективности изготовления корпусных деталей путем применения интегрированных циклов и САПР. Определена схема взаимодействий интегрированных модулей сквозного цикла проектирования-изготовления. Приведены практические рекомендации использования трехмерного моделирования и безбумажного документооборота.

У статті розглядається питання підвищення ефективності виготовлення корпусних деталей шляхом застосування інтегрованих циклів і САПР. Визначено схему взаємодій інтегрованих модулів кризового циклу проектування-виготовлення. Наведено практичні рекомендації використання тримірного моделювання та безпапірного документообігу.

Сквозной цикл проектирования и изготовления деталей (Рис.1) предполагает корпоративную работу отделов конструкторских, технологических, программных, оснащения и т.д., в едином информационном пространстве. Каждый из участников сквозного цикла выполняет свою поставленную задачу для достижения общей цели. Корпусные детали являются наиболее сложными в проектировании и изготовлении (из-за большого количества внутренних и наружных поверхностей). Потеря информации при согласовании и ведении конструкторской документации является неотъемлемой частью процесса подготовки производства. Решение такой глобальной проблемы под силу только интегрированным системам автоматизированного проектирования и подготовки производства. Такие системы являются внутренней информационной средой в сквозном цикле проектирования и изготовления деталей в машиностроении.

Переход на машинное проектирование позволяет существенно сократить сроки разработки конструкторской и технологической документации и тем самым ускорить начало производства новых изделий. Одновременно повышается качество как самих конструкторских разработок, так и выпускаемой документации.

На Рис.1 представлено взаимодействие автоматизированных систем различных уровней на этапах жизненного цикла изделий.

Уровень взаимодействия систем функционального, конструкторского и технологического проектирования включает в себя следующие системы:

- система CAE (Computer Aided Engineering) – система расчётов и инженерного анализа;
- система CAD (Computer Aided Design) – система конструкторского проектирования;

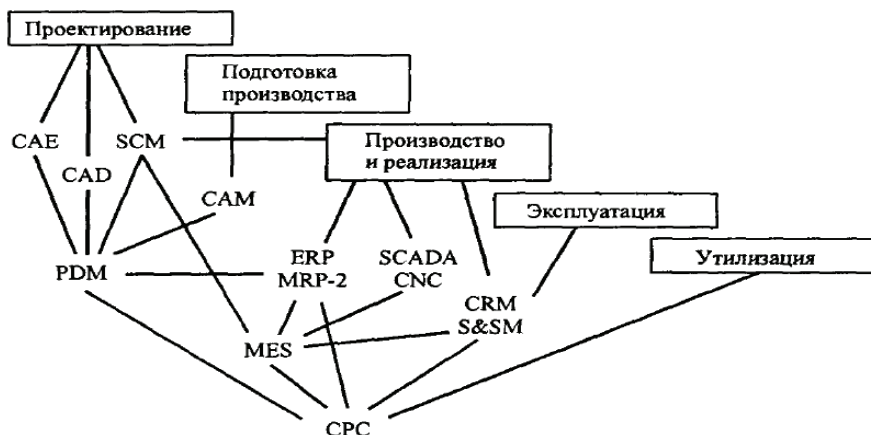


Рис.1 – Взаимодействие автоматизированных систем на этапах жизненного цикла изделий

- система CAM (Computer Aided Manufacturing) – система автоматизированного производства. Составной частью данной системы является система CAPP (Computer Aided Process Planning) – система технологической подготовки производства.

- система PDM (Product Data Management) – система управления проектными данными;

- система SCM (Supply Chain Management) – система управления цепочками поставок.

Уровень автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) характеризуют системы:

- система ERP (Enterprise Resource Planning) – система планирования и управления предприятием;

- система MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning) – система планирования производства и требований к материалам;

- система MES (Manufacturing Execution Systems) – производственная исполнительная система;

- система CRM (Customer Requirement Management) – система управления отношениями с заказчиком;

- система S&SM (Sales and Service Management) – система для решения маркетинговых задач на этапе реализации продукции.

Уровень систем автоматизированного управления технологическими процессами может быть представлен следующими системами:

- система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – система для выполнения диспетчерских функций и разработки программного обеспечения для встроенного оборудования;

- система CNC (Computer Numerical Control) – программное управление технологическим оборудованием;
- система CPC (Collaborative Product Commerce) – система управления данными в интегрированном информационном пространстве.

Различают четыре основных источника повышения эффективности производства и экономии:

- применение прогрессивных технологических процессов;
- увеличение производительности оборудования;
- снижение трудовых затрат;
- экономия, получаемая от проведения организационно-технических мероприятий и улучшения качества выпускаемых изделий.

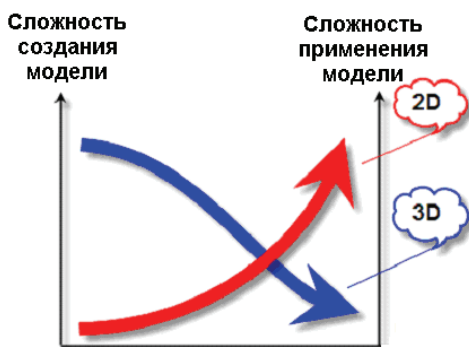


Рис. 2 – Сравнительная характеристика 2D и 3D моделей

Создание технологического процесса с помощью модулей CAM, CAPP, SCM и CNC, по заранее созданной модели (CAD-модуль) упрощается в несколько раз. Из рис. 2 видно превосходство трехмерных моделей над двухмерными, для подготовки производства и ведении конструкторско-технологической документации.

Создание технологического процесса и оснастки литья и штамповки, с применением CAD-, CAE-модулей, значительно упрощается. При проектировании оснастки, конструктор пользуется 3D-моделью детали, что позволяет визуально выполнить все необходимые конструкторские элементы в полном объеме, что в свою очередь позволяет снизить коэффициент ошибки инженера и повысить производительность труда. CAE-модуль литейщика позволяет проанализировать такой процесс как плавление металла и все его стадии кристаллизации и охлаждения; определить наиболее эффективные места и методы инъекции. Изготовление литейной оснастки в CAD-модуле чрезвычайно просто – разработчики САПРов позаботились об этом: созданы колоссальные базы (наработки) штампов и кокилей, которые доступны во всемирной сети Internet.

Проектирование и подготовка производства в интегрированных автоматизированных системах дает возможность применить прогрессивные технологические процессы для изготовления корпусных деталей, и не только. Модули ERP, MRP и MES позволяют технологу интерактивно создавать технологический процесс обработки детали, объектно ориентируют этот процесс на наилучший вариант, контролируя его и приспособлявая к различным ситуациям на производстве, сообщая об этом пользователю. Посредством модуля CRM, технолог «черпает» реальную информацию с производства, а не теоретическую (загрузка оборудования параметры оборудования и т.д.), тем самым выполняя мониторинг рабочей среды. На уровне центрального управленческого органа (модуль СРС) выполняется мониторинг всего жизненного цикла изделия, который контролирует и корректирует все процессы, происходящие в интегрированной информационной среде.

Увеличение производительности оборудования достигается путем уменьшения вспомогательного времени на обслуживание станка. Прямопропорциональная зависимость КПД станка и машинного времени на обработку характеризует стремление вспомогательного времени к нулю, а Тмаш и КПД – к 100%. Т.е. применение интегрированного цикла для изготовления корпусных деталей характеризуется такой цепочкой (исходя из зависимости на рис. 2): А) сложность моделирования 3D-модели → Б) лег-кость проектирования ТП → В) легкость подготовки производства → Г) лег-кость редактирования и модернизации изделия. Следует заметить, что потеря информации между звеньями интегрированной информационной среды отсутствует, что является огромным достоинством такой системы. По упомянутой выше цепочке, можно ориентировочно судить о трудовых затратах, связанных с созданием нового изделия или модернизацией старых. Использование интегрированного цикла «проектирование-изготовление» чрезвычайно удачно себя показало при модернизации или коррекции ранее разработанных изделий, т.к. в этом случае необходимо лишь изменить 3D-модель изделия, а последующие этапы (подготовка производства и производство) система пересчитывает и корректирует сама, и сообщает пользователю о результатах расчета и о существовании конечного значения решения поставленной задачи. Саму модернизацию или коррекцию изделия, система понимает как вариант исполнения и поэтому исходный элемент объекта модернизации сохраняется, а появляется версия продукта, которая есть зеркальным отображением первоисточника, но с соответствующими доработками.

Использование интегрированного цикла «проектирование-изготовление» было реализовано на детали «Корпус насоса» - рис. 3. В рамках государственного предприятия «Харьковский Машиностроительный Завод ФЭД», на котором производится данная деталь, был проанализирован технологический процесс и маршрут изготовления корпуса, и на его базе разработан сквозной цикл «проектирование-изготовление» в информационно-интегрированной среде сквозного проектирования. За базовую САПР был принят SolidWorks (CAD-модуль), который позволяет интегрировать в себя

модули САМ и САЕ, а также может взаимодействовать с внешними системами типа PDM, PLM, ERP и MRP. Реализация сквозного цикла проектирования и изготовления позволило снизить трудовые затраты инженерной работы на 32%, повысить надежность системы на 17%, а также создание и ведение электронного архива, что в свою очередь повысило скорость поиска нужной информации и надежность трансляции данных.

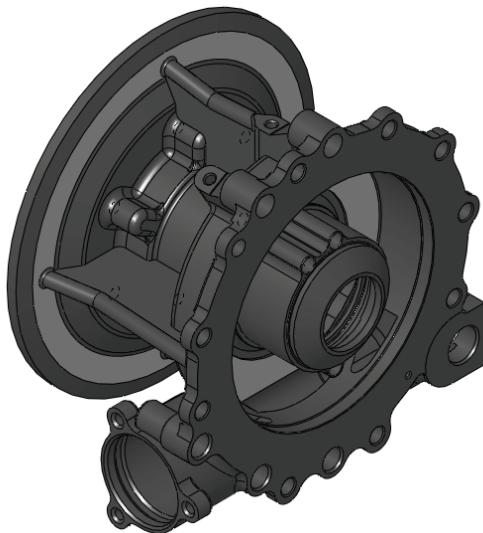


Рис. 3 – Корпус насоса

Таким образом, повышение эффективности изготовления корпусных деталей путем применения сквозных циклов проектирования и изготовления полностью себя оправдывает, и является актуальной темой в машиностроении. С целью снижения затрат и времени на проектирование, подготовку производства и изготовления изделия, промышленным предприятиям рекомендуется внедрение таких систем. На современном этапе предпочтительными по соотношению цена/качество являются такие системы: «SolidWorks», «Pro\Engineer», «САТІА», и другие. А наиболее подходящими (по ЕСКД и ГОСТ) и эффективными в условиях пост-Советских государств являются: «АСКОН», «ТОП-Системы» и «ІNТЕРМЕСН».

Список литературы: 1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с.: ил.

*Поступила в редколлегию 21.04.08*