



Рис. 3. Изменение статического давления за компрессором в зависимости от наработки

В настоящее время для предотвращения износа профилей лопаток используются входные очистительные устройства. Для повышения эффективности работы двигателя необходима отработка метода и средств периодической очистки проточного тракта ГТД при эксплуатации его в различных климатических зонах. Существенное повышение эффективности работы можно получить при внедрении очистки не только на холод-

ных прокрутках двигателя во время проведения регламентных работ, но и на режиме без остановки ГПА, т.е. применение комбинированного метода влажной очистки. В докладе предлагается для обсуждения система влажной очистки, позволяющая проводить периодическую промывку на любых режимах работы двигателя, в том числе и на холодных прокрутках.

УДК 621.431.75

### МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ СКВОЗНОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ

Ермаков А.И., Чемпинский Л.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

### METHOD OF INNOVATIVE ENGINEERING TRAINING BASED ON PASS-THROUGH PARAMETRIZATION

*Ermakov A.I., Chempinskiy L.A. The contents of technical specialist training on SSAU aircraft engine faculty based on typical parts 3D-parametric models pass-through usage are explained.*

Идея разработки первых САПР в машиностроении заключалась в ликвидации рутинного труда проектировщика, доля которой превышала 80%.

С появлением первых САПР эта доля увеличилась. Теперь конструктор кроме необходимости создать эскиз, должен был уметь составлять, редактировать, отлаживать

программу вычерчивания плоских контуров на графопостроителе.

В новое время появилась новая задача. Теперь конструктору, в частности для выпуска необходимой документации, необходимо предварительно создать 3D модель проектируемой конструкции. Процесс построения 3D модели изделия (в номинальных размерах, не говоря уже о необходимости

редактирования ее поверхностей, например, на середину поля допуска для изготовления по ней деталей) порой занимает не меньше времени, чем традиционное вычерчивание вручную.

Ответ на вопрос: «Как сделать, чтобы конструктору не приходилось много чертить, а технологу – писать?» - в использовании параметрических геометрических моделей, по крайней мере, типовых деталей. Такой подход позволяет не только значительно снизить долю рутинного труда проектировщика, но нацелить его на реализацию не менее важных задач, связанных с необходимостью назначения технических требований на изготовление, сборку, доводку спроектированных изделий.

Существенные достоинства параметрического моделирования состоят в обеспечении возможностей резкого снижения трудоемкости объемного и плоского геометрического моделирования изделий и их деталей, за счет выбора из базы данных параметрической модели с нужной конфигурацией и изменению ее размеров до требуемых значений при сквозном проектировании; реализации актуальной задачи перерасчета геометрических параметров модели детали, параметрического технологического проектирования, когда элементы проектируемого технологического процесса (операционные размеры и эскизы, модель технологической оснастки, управляющая программа) привязаны к параметрической модели объекта проектирования, и имеется возможность автоматического и/или автоматизированного их изменения в соответствии с изменением геометрии параметрической модели объекта.

Разработанная коллективом преподавателей методика включает последовательное изучение способов параметризации геометрических объектов, принципов построения 2D и 3D параметрических моделей, возможностей их редактирования и использования в практике учебной деятельности на кафедрах факультета.

Изучение основ параметризации осуществляется на кафедре инженерной графики путем выполнения студентами заданий по вновь разработанным преподавателями темам:

-параметрическое черчение и чертежи типовых соединений деталей;

-построение 3D параметрических моделей типовых деталей;

-составление сборочных и рабочих чертежей типовых деталей по 3D моделям.

В процессе выполнения заданий студенты последовательно осваивают способы создания плоских параметрических моделей крепежных деталей (гаек, шайб, болтов, винтов, шпилек, шпонок, заклепок и пр.), приобретают навыки построения чертежей различных соединений деталей (болтом, винтом, шпилькой, шпонкой и пр.) с использованием параметрических баз 2D и 3D данных крепежа; в среде модуля ADEM CAD и табличного редактора MS Excel учатся создавать объемные параметрические модели различных типовых деталей редуктора (валов, втулок, уплотнений и т.д.), осваивают создание 3D сборок, сборочных чертежей и рабочих чертежей деталей по 3D параметрическим моделям и редактируют их.

Таким образом, создаются условия более эффективного выполнения курсовой работы по метрологии и основам взаимозаменяемости, где появляется возможность качественной и количественной оценки характера соединения сопрягаемых деталей в зависимости от качества и его оптимизации на следующей кафедре учебного цикла – механической обработки материалов - за счет сокращения времени на выполнение ее графической части.

В ходе выполнения курсового проекта по деталям машин за счет упрощения и ускорения выполнения графической части проекта у студентов появилась возможность инженерного анализа в среде CAE системы ANSYS, оптимизации конструкции на этой основе, осознанного формулирования и уточнения технических требований на сборку редуктора и изготовление отдельных деталей.

На выпускающей кафедре конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов на основе разработанных там параметрических баз типовых деталей газотурбинного двигателя (дисков, валов, лопаток компрессора и турбины, колес и пр.) в ходе выполнения курсовых работ, курсовых и дипломных проектов стала возможна де-

тальная проработка конструкций. Теперь сэкономленное время позволяет студенту-конструктору выполнить конструкцию двигателя в целом на совершенно новом качественном уровне.

На кафедре производства двигателей летательных аппаратов на основе созданных параметрических баз данных объемных параметрических моделей типовых деталей в ходе выполнения курсового и дипломного проектирования студентами - технологами осуществляется проектирование, в частности, групповых технологических процессов изготовления типовых деталей.

В презентации к докладу приведен пример сквозного параметрического моде-

лирования, где в зависимости от изменения геометрических параметров лопатки последовательно автоматически изменяются: геометрия заготовки, управляющие программы на оборудование с ЧПУ для изготовления деталей штампа; геометрия и процесс изготовления шаблонов для распределения припуска на электроэрозионном вырезном с ЧПУ станке; параметрическая модель приспособления для подготовки баз; процесс изготовления электродов для осуществления ЭХО. В случае изменения геометрических параметров лопатки (например, угла закрутки) автоматически изменяются параметры (процессы) изготовления технологической оснастки.

УДК 621.431.75

## **ПРИНЦИПЫ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Проничев Н.Д., Чемпинский Л.А., Шитарев И.Л.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

### **CONCEPTS AND CONTENT OF TECHNICAL EDUCATION FOR INNOVATIVE ENGINEERING INDUSTRY**

*Pronichev N.D., Chempinskiy L.A., Shitarev I.L. The report is devoted to actual problems of technical education on basis of systems approach in the university environment. Underlying principles of technical education satisfying modern manufacturing requirements are preconceived. Teaching methods and content of technical education on the aerospace engine production facility of SSAU are expounded.*

Проблемы технологической подготовки производства (ТПП) в полном объеме студенты изучают при освоении общепрофессиональных и специальных дисциплин. Для системной интеграции учебного процесса специальных кафедр были разработаны базовые принципы инновационного развития специальности: системный подход к подготовке специалистов; сквозное использование информационных технологий (ИТ) в едином информационном пространстве; снижение технической загруженности студентов и углубление на этой основе знаний в предметной области; интегрированная автоматизация ТПП; много-вариантность в ТПП и выбор оптимальных технологических решений; глубокая интеграция учебного и производственного процессов; использование оборудования мирового уровня.

Подготовка специалистов, владеющих автоматизированным проектированием, строится на изучении комплекса тем: диаграммы UML – основа объектно-ориентированного подхода подготовки данных и алгоритмов ТПП; СУБД при создании производственных технологических процессов; разработка и освоение работы в среде АРМ технолога; создание баз данных 2D и 3D моделей ГТД; создание баз данных оборудования и материалов; проектирование и создание баз данных средств технологического оснащения (СТО); проектирование и создание баз данных наладок к СТО; проектирование и создание баз данных различного инструмента; создание баз данных режимов механообработки; автоматизированное создание техдокументации; подготовка и про-