

области знаний, сопутствующих (соответствующих) современному проектированию и производству изделий.

3. Ориентация на углубленное изучение предметных областей путём исследовательского характера приобретения знаний и самостоятельной работы студентов с использованием специально разработанного методического обеспечения, соответствующего принятой в ИДЭУ методологии подготовки специалистов.

4. Широкое использование в учебном процессе современных средств информационной поддержки процессов проектирования, управления производством и изготовления изделий (лицензионных CAD/CAE/CAPP/ CAM/PDM систем) .

5. Сквозное конструкторско – технологическое проектирование на основе использования 3D моделей изделий, в том числе 3D параметрических моделей типовых и стандартных деталей.

6. Использование в учебном процессе современных информационных технологий и ЧПУ оборудования при решении задач, необходимых производству.

7. Целенаправленная профориентационная работа с учащимися преимущественно инновационных довузовских образовательных учебных заведений.

8. Тесное сотрудничество в подготовке специалистов с базовым предприятием; совместное решение стоящих перед предприятием задач в подготовке кадров, в разработке новых технологических процессов и в из-

готовлении изделий с использованием оборудования с ЧПУ последнего поколения; сопровождение выпускников, переподготовка ИТР и подготовка рабочих дефицитных профессий.

Важнейшую роль в подготовке и переподготовке технологов играет созданный в 2007 году в рамках выполнения проекта «Образование» учебный научно-производственный центр (УНПЦ) САМ – технологий, оснащенный самым современным металлообрабатывающим и контрольно-измерительным оборудованием с ЧПУ.

Занятия студентов в УНПЦ САМ – технологий позволяют последовательно реализовать три уровня обработки на станках с ЧПУ:

- двух – и трёх- координатную обработку на виртуальных моделях и учебных (малогобаритных) станках с ЧПУ;

- двух – и трёх- координатную обработку на виртуальных моделях и производственном оборудовании с ЧПУ;

- много- осевую высокопроизводительную и высокоскоростную обработку на виртуальных моделях и на современном токарно-фрезерном оборудовании с ЧПУ; а также обеспечить: оптимизацию технологических процессов в САЕ-системах; инженерную подготовку обработки на станках с ЧПУ; контроль и настройку инструмента; обработку элементов деталей на электроэрозионных станках объемного копирования и проволоочной резки; контроль обработанных деталей по объёмным моделям.

УДК 621.4 + 004.9

## **АКТИВИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ СКВОЗНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЕЁ ЭТАПОВ**

©2018 А.В. Балякин, В.Г. Смелов, Н.Д. Проничев, Л.А. Чемпинский

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королёва

## **THE ACTIVATION OF TECHNOLOGICAL DESIGN PREPARATION PRODUCTION BASED ON COMPUTER "SKVOZNOI" DESIGN AND ITS STAGES**

Balyakin A.V., Smelov V.G., Pronichev N.D., Chempinsky L.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The work is devoted to discussion of experience of "skvoznoi" specialist-technologist preparation in a technical University , based on possibilities of the modern equipment and computer-aided design systems of technological processes for turbine engine parts manufacture and tests.*

Современные специалисты, владеющие компьютерными технологиями, востребованы на всех предприятиях отрасли.

Основой инновационного развития технологической подготовки производства является возможность автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления и контроля деталей ГТД.

Реализация требований к компетенциям выпускника, изложенных в государственных образовательных стандартах в дисциплинах геометро- модельного цикла осуществляется на основе использования возможностей отечественной лицензионной, свободно распространяемой для выполнения некоммерческих проектов CAD/CAM/CAPP системы ADEM v.8.1. Будущий технолог с момента начала процесса обучения в течение четырех семестров последовательно приобретает опыт работы с новым для него инструментом, несмотря на изначальное отсутствие у большинства опыта черчения. Такая подготовка является базовой: реализация последующих конструкторско-технологических проектов, связанных с созданием 3D и 2D моделей осуществляется на этой основе.

На кафедре инженерной графики в третьем семестре будущие технологи осваивают конструкции приспособлений: по заданным чертежам и аксонометрическому изображению создают последовательно 3D модели деталей приспособлений и 3D сборку, по ней создают и оформляют сборочный чертеж и спецификацию. Затем, в четвертом семестре, по созданным на кафедре технологическим производственным двигателям в ходе выполнения лабораторных работ эскизам строят 3D модели режущего инструмента, тем самым пополняя базу инструмента. База режущего инструмента затем используется при моделировании в САЕ среде ANSYS поведения технологической системы при изучении процессов механической обработки резанием в пятом семестре. Для этого в четвертом семестре будущие технологи, в частности, создают 3D модели технологической системы, а также совершенствуются в 3D моделировании сложных (ажурных) деталей, используемых в авиационном двигателестроении.

Приобретенные знания и навыки работы с 3D моделями позволяют в последующих семестрах при изучении процессов ме-

ханической обработки резанием в ходе выполнения лабораторных работ в среде САЕ системы ANSYS последовательно моделировать, анализировать и оптимизировать условия закрепления заготовки в приспособлении, процессы взаимодействия заготовки и инструмента, поведение технологических систем в целом; моделировать формообразующую оснастку для получения заготовок литьём и штамповкой, анализировать и оптимизировать процессы формообразования заготовок (в среде ProCast и DeFORM). Используя возможности CAPP модуля системы ADEM, создавать автоматизированные рабочие места технолога (APMT) путем формирования 3D баз оборудования, режущего, формообразующего и мерительного инструмента, материалов заготовок, режимов обработки, и пр. Проектировать разнообразные технологические процессы изготовления деталей с использованием, в частности, современного оборудования с ЧПУ, в том числе литьём, штамповкой, механической обработкой резанием, электрофизической обработкой на электроэрозионных станках, лазерной и проволочной резки с автоматическим выводом комплекта технологической документации на печать. В среде CAM модуля системы ADEM проектировать процессы обработки на оборудовании с ЧПУ, путем автоматизированного составления управляющих программ для современных малогабаритных и полноразмерных станков, их симуляции и верификации (в том числе в среде VeriCAD и IMSpost). Производить контроль деталей в процессе изготовления на станке и вне станка по 3D модели детали с использованием современных контрольно-измерительных машин.

Знания, полученные в ходе выполнения лабораторных работ, позволяют выполнить курсовой проект по проектированию технологических процессов изготовления различных деталей ГТД, в том числе групповых технологических процессов, на основе сквозного использования параметрических 3D моделей типовых деталей.

Использование оборудования учебного научно-производственного центра САЕ технологий позволяет также разработать, оптимизировать на моделях, отладить на современном оборудовании и внедрить на ба-

зовом предприятии технологические процессы изготовления и контроля с использованием контрольно-измерительных машин новых сложно-профильных деталей.

Большое значение для подготовки технологов для инновационного производства имеет также центр аддитивных технологий. Аддитивные технологии – это технологии будущего, которые позволяют оптимизировать процессы, выпускать малые партии изделий из труднообрабатываемых материалов и полимеров на основе использования средств быстрого прототипирования. Для реализации этих технологий используется комплекс оборудования: 3D-принтер для из-

готовления мастер – моделей из полимеров, 3D-принтер для изготовления деталей путём селективного лазерного сплавления из порошка, система для вакуумного литья полимеров в эластичные формы, система для вакуумного литья нержавеющей и конструкционных сталей, система лазерной наплавки материалов.

Важнейшую роль в подготовке технологов играют знания и опыт преподавателей, который может быть получен при их участии в научно-исследовательской работе студентов, а также в практической отработке производственных инновационных технологий.

УДК 621.795

## **СТАТИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ КОЛЬЦЕВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДА ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ РАЗНЫХ МАРОК**

©2018 М.А. Васечкин, О.Ю. Давыдов, С.В. Егоров

Воронежский государственный университет инженерных технологий

### **STATIC AND DYNAMIC STRENGTH OF RING WELDING JOINTS OF PIPELINE ELEMENTS MADE OF CORROSION-RESISTANT STEELS OF DIFFERENT BRANDS**

Vasechkin M.A., Davydov O.U., Egorov S.V. (Voronezh state university of engineering technologies, Voronezh, Russian Federation)

*The main stages of obtaining annular welded joints of pipeline elements from various corrosion resistant stainless steels are considered. The characteristics of the static and dynamic strength of annular seams of pipeline assemblies with experimental cylindrical specimens under loading by internal pressure are determined.*

В конструкциях тонкостенных и особо тонкостенных трубопроводов современных изделий машиностроения часто применяются унифицированные элементы (сильфоны, переходники, облегченные фланцы, тройники, отводы), изготовленные из импортных коррозионностойких сталей. В то же время прямолинейные участки трубопроводных коммуникаций выполняют из аналогичных отечественных сталей. При этом наиболее часто встречается сочетание следующей пары: 12X18H10T (ТУ 14-1-2186-77) - сталь 321 (AMS5510).

Несмотря на близкое сходство химических составов и механических свойств, возникают трудности при проектировании трубопроводных коммуникаций, вызванные тем, что при сплавлении кольцевых стыков труб приведённого сочетания сталей аргоно-

дуговой сваркой в сварном шве образуется материал с неизученными свойствами. В частности, отсутствуют сведения о циклической долговечности и статической прочности таких сварных швов, о технологических режимах процесса сварки, способствующих повышению эксплуатационных характеристик сварных соединений.

С целью оценки прочности и долговечности элементов конструкции трубопроводов, изготовленных из сочетания сталей 12X18H10T -321, экспериментальные образцы тонкостенных оболочек были подвержены ресурсным испытаниям и испытаниям статическим внутренним давлением.

Экспериментальные образцы тонкостенных оболочек (рис. 1) изготавливались из листовых заготовок. Прямошовные цилиндрические оболочки из сталей