Секция 1

«НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Содержание

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗМЕРНОГО АНАЛИЗА
Андреева Ю.В. 7

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОЧИХ
Андреева Ю.В., Буркина О.М. 11

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ
Ахмедьянова Г.Ф. 14

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ
Баширова Е.В., Середа Е.В. 20

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУЛЕВОГО ПРИВОДА ВОЗДУШНОГО СУДНА
Быков Н.А., Горбунов А.А. 24

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФЮЗЕЛЯЖА ВОЗДУШНОГО СУДНА
Быкова И.С., Припадчев А.Д., Горбунов А.А. 29

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОК ИЗДЕЛИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ
Ваншина Е.А., Ваншин В.В. 32

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ КАК ФАКТОРЫ АКТИВИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ
Власов Ю.Л. 40

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ЗАДАЧ ПО РАЗДЕЛУ «СТАТИКА» НА ПРИМЕРЕ ПЛОСКОЙ СИСТЕМЫ СИЛ
Гаврилов А.А., Морозов Н.А. 45

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ
Гаврилова М.В. 50

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
Гаибова Т.В., Шумилина Н.А. 54

ИЗУЧЕНИЕ ДАТЧИКОВ, ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ И ПРОГРАММИРУЕМОГО РЕЛЕ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
Галина Л.В., Проскурин Д.А. 60

ВОПРОС О НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ АППАРАТА С ПЕРЕМЕШИВАЮЩИМ МЕХАНИЗМОМ
Герасимова Е.В. 63

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЫЛА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ
Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Быкова И.С., Горьков В.С. 66

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ШЛАНГО-КАБЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ
Денисов Д.А., Соловьёв К.Н. 72

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНО-ПАЯНЫХ КОРПУСОВ ОТСЕКОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ВИДЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ
Денисов П.П., Шевченко В.В. 76

ЭТАПЫ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА
Дмитриев А.Ю., Марусич К.В. 84

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ
Жежера Н.И., Макаренко В.С., Кирюшин В.С. 87

ТУННЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ-СУШИЛКА ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ РАЗРЕЖЕНИЯ ПЕЧНЫХ ГАЗОВ
Жежера Н. И., Сабанчин В.Р. 92

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ШАХТНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО РАЗРЕЖЕНИЮ ПЕЧНЫХ ГАЗОВ
Жежера Н. И., Тюков Н.И. 96

РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ФАКЕЛЬНОГО СТВОЛА
Заграничный А.Н. 103

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «ОСНОВЫ ЕДИНОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»
Ильин О.Н. 107

ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ БАШЕННЫХ КРАНОВ
Исекенова Д.М. 113

РОЛЬ И МЕСТО ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ
Каменев С.В., Кондров А.П. 117

ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ БАШЕННОГО КРАНА
Колотвин А.В., Исекенова Д.М. 123

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРЫЛА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
Кондров Я.В., Тамеев Д.О. 127

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
Константинов В.С. 130

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ (НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 15.03.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»)
Кравцов А.Г., Михайлов В.Н., Михайлова Е.Н. 138

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 08Х14, 06Х14 ПРИ НОРМАЛИЗАЦИИ, ЗАКАЛКЕ И РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОТПУСКА
Краснов Д.В., Мукатдаров Р.И., Юршев В.И., Елагин В.В., Юршев И.В., Черникова Н.Н. 143

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»
Кудина Л.И. 146

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Леднев А.В., Горбунов А.А. 149

О НЕОБХОДИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ
Марусич К.В. 152

АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА
Миназова А.А., Горбунов А.А. 155

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЛА
Михайлов А.Ю., Осипов Е.В. 158

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ В СИСТЕМЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Мосалева И.И. 162

РОЛЬ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ
Мосалева И.И. 167

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «МОЗГОВОГО ШТУРМА» В ДИСЦИПЛИНЕ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»
Назин Е.В., Черноусова А.М. 172

ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
Насыров Ш.Г. 176

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ САПР «SPRUT- ТП» НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ВНЕДРЕНИЯ
Нурмуханова А.А., Белоновская И.Д. 179

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН
Пизинцали Л.В., Пизинцали В.В., Ермошина Н.Л. 182

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ
Поляков А.Н., Каменев С.В., Романенко К.С., Кузьменко Н.А. 187

КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ИЕРАРХИЧНОСТИ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИЙ
Пояркова Е.В. 191

ОЦЕНКА ДЕФЕКТНОСТИ МАТЕРИАЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА РАЗНЫХ МАСШТАБНЫХ УРОВНЯХ
Пояркова Е.В. 199

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПОВРЕЖДЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИЙ С ПОЗИЦИИ ФРАКТАЛЬНОГО ДЕТЕРМИНИЗМА
Пояркова Е.В. 205

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ
Припадчев А.Д., Горбунов А.А., Быкова И.С., Ковалева Я.И. 210

ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОЛЕТА
Проскурин В.Д., Тимаков Е.В. 213

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ОГУ
Радыгин А.Б., Щавелев Е.В., Белов С.В., Сердюк А.И. 217

ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЛОЙНЫХ КОНТУРОВ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Ракитин С.Ю., Илькубаев А.А. 223

ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Селянин Е.А., Горбунов А.А. 231

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ, ДАВЛЕНИЕМ И УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ
Сергеев А.И., Русяев А.С., Корнипаев М.А. 235

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛА С ДРЕВЕСИНОЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS
Соболев М.М., Руднев И.В., Абрамов В.А. 238

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ЕГО ЧАСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Соколов А.В., Горбунов А.А. 242

О ВОПРОСЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД
Соловьёв К.Н., Денисов Д.А. 245

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ НЕСУЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
Спиридонов А.Н., Горбунов А.А. 248

СИСТЕМА РАСКРЫТИЯ РУЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Сулейманов М.Р. 252

МЕСТО, РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ
Сулейманов Р.М. 257

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОНОВОК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ
Тамеев Д.О., Кондров Я.В 260

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ГОЛОВНЫХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ
Химич А.В. 263

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ СРЕДСТВАМИ PROCESS SIMULATE И ROBCAD
Цыбиногин В.В., Марусич К.В. 269

АСПЕКТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Чекрыгина В.В., Шерстобитова В.Н. 273

КОНСТРУКЦИЯ ОТСЕКА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПЕРЕДАЮЩЕГО ЧАСТЬ НАГРУЗКИ НА КОРПУСА ПРИБОРОВ
Шевченко В.В. Денисов П.П. 277

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗМЕРНОГО АНАЛИЗА

Андреева Ю.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На производстве, прежде чем какое-либо изделие будет изготовлено и передано в эксплуатацию, необходимо осуществить большой объем подготовительных работ, связанных с технологической подготовкой производства. От качества проектирования и глубины проработки технологических процессов зависит эффективность машиностроительного производства. Одной из важных составляющих технологической подготовки производства является размерный анализ.

Размерный анализ – это комплекс расчетно-аналитических действий, осуществляемых при разработке и анализе конструкций и технологических процессов [1].

При помощи размерного анализа можно существенно сократить материальные затраты и трудоемкость изготовления деталей, а также уменьшить риск возникновения брака. Именно размерный анализ способствует созданию качественных и надежных изделий, поскольку постоянно растут требования к качеству машиностроительной продукции. Также он позволяет обеспечить необходимую точность функциональных параметров изделий и согласовать между собой многие основные характеристики разных этапов жизненного цикла конструкции. Точность − важный показатель детали, от нее зависят надежность, экономичность, производительность, уровень вибраций и шума всей конструкции, что в свою очередь характеризует качество продукции. Размерные анализ устанавливает взаимосвязь деталей, последовательность сборки конструкции, проводит проверку размеров и допусков на корректность в представленном чертеже, оценивает качество технологических процессов. Проектирование технологических процессов производится в соответствии с данными, которые предоставляет размерный анализ. Это размеры и предельные отклонения, необходимые для заполнения технологических карт, управляющих программ для станков с ЧПУ, расчета режимов резания.

Размерный анализ является рутинным и трудоемким процессом. Выполнение всех размерных расчетов вручную требует больших временных затрат – от 20 до 80 часов. Дело в том, что для решения одной цепи необходимо применение 15 - 18 формул, причем даже для простых деталей число связанных цепей обычно более 10. Также расчет обычно выполняется неоднократно, в связи с тем, что зачастую не удается предусмотреть правильное решение в первом варианте технологии. Связанные цепи решаются не в порядке их выявления, а определяются по наличию условия решения цепи (возможность решения цепи определяется наличием в ней только одного замыкающего размера и одного размера с неизвестным номиналом)[2]. Это определяет актуальность автоматизации размерного анализа при проведении технологических размерных расчетов.

Автоматизация размерного анализа предполагает постоянное использование ЭВМ в процессе решения задач размерного анализа. При этом конструктор (проектировщик, технолог) должен решать задачи творческого характера, а ЭВМ – рутинные задачи, связанные с вычислениями. Для упрощения размерного анализа, а следовательно для экономии времени разрабатываются специальные программы, которые используются автономно или в комплексе с другими программными средствами автоматизации инженерного труда.

Большинство существующих автоматизированных систем размерного анализа требует кодирования информации о звеньях технологических операционных размерных цепей. Для этого требуется предварительно построить размерную схему технологического процесса, назначить операционные допуски и минимальные припуски с помощью справочной литературы. В таких случаях автоматизированная система размерного анализа производит только формирование и расчет размерных цепей. При этом трудоемкость расчетов остается достаточно высокой. Еще одним недостатком таких автоматизированных систем является наличие ошибок, которые возникают при вводе большого количества числовой информации.

Программный комплекс SolidWorks реализует выполнение размерного анализа в 3D-моделях сборок с использованием специализированных приложений TolAnalyst и CETOL 6 Sigma. Благодаря функциональным возможностям этих приложений пользователь может управлять допусками размеров через уникальную систему размерного анализа, которая позволяет надежно осуществлять разработку новой продукции от стадии 3D-модели до изготовления и монтажа. При этом процесс моделирования отклонений форм и размеров становится проще, появляется возможность выявления недочетов в допусках и посадках на ранних этапах в процессе проектирования. Применение инструментов TolAnalyst и CETOL 6 Sigma позволяет сократить путь конечного продукта от стадии эскизного проекта до подготовки производства и изготовления прототипа на 50-75%, что приводит к уменьшению количества последующих дорогостоящих изменений в конструкции [3].

В САПР Компас-3D имеется библиотека расчета размерных цепей. С ее помощью возможно решение только обратной задачи, когда по известным значениям номинальных размеров, допусков, предельных отклонений составляющих звеньев определяются номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена. Решение прямой задачи в библиотеке не реализовано. Расчеты можно произвести методом максимума-минимума или теоретико-вероятностным методом [4].

Плоский чертежный графический редактор APM Graph является составной частью систем автоматизированного проектирования APM Win Machine и APM Civil Engineering, которая также может использоваться как самостоятельный программный продукт. В APM Graph тоже можно проводить расчет размерных цепей. Пользователям предлагается возможность задания допусков и посадок путем их выбора из базы данных. Имеются встроенные

функции для расчета линейных и угловых размерных цепей методом предельных допусков и вероятностным методом [5].

В системе автоматизированного проектирования NX 7.5 внедрен модуль Tolerance Stackup Validation, который проводит анализ трехмерных размерных цепочек и допусков. Данный модуль дает возможность быстро провести минимальный/максимальный статический анализ полей допусков прямо на модели изделия и получить первую оценку собираемости на начальном этапе проектирования [6]. Применение NX Tolerance Stackup Validation гарантирует изготовление сборочного агрегата в соответствии с заданной посадкой, формой и функциональностью.

В Оренбургском государственном университете была разработана программа АСТРА (Автоматизированная Система Технологического Размерного Анализа) для автоматизации размерных расчетов. При ее применении не требуется определение точности размерных связей и минимальных припусков на обработку, построение размерных схем технологического процесса, формирование и расчет размерных цепей. Это осуществляется включением в состав системы достаточно полной базы данных, включающей: точность исходных заготовок, точность обработки различными методами, стандартные значения допусков, элементы минимальных припусков. Работа с системой сводится к описанию исходных данных по детали, исходной заготовке и технологическому процессу. Исходными данными для работы с системой являются уточненный чертеж детали, определяющий конфигурацию исходной заготовки эскиз и маршрут обработки [7].

Таким образом можно сделать выводы о том, что аппарат размерного анализа технологических процессов представляет собой строго формализованный инструментарий, отображающий последовательность проектирования, расчета и анализа маршрутно-операционных технологических процессов механической обработки. В условиях современного производства автоматизация размерного анализа улучшает качество проектных работ, повышает технологичность конструкций, сокращает издержки и сроки подготовки производства к выпуску новой продукции. Установлено, что с применением размерного анализа требуется минимальная корректировка технологических процессов изготовления изделий. Несмотря на сложность, наличие систем автоматизированного размерного анализа, раскрытое на примере систем АСТРА, SolidWorks, NX 7.5, Компас-3D и APM Graph, успешно доказывает возможность применения аппарата размерного анализа при разработке систем автоматизированного проектирования технологических процессов.

Список литературы

1. Матвеев, В.В. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М. М. Тверской, Ф. И. Бойков – М.: Машиностроение, 1982. –264 с.

2. Белашов В.А., Белашов А. В., Белашов М.В. Размерный анализ технологий в редакторе технологических процессов РТП2000: Учебно – методическое пособие. – Пенза: Пензенский гос. университет, 2008. – 49 с.

3. Шаломеенко М.А. Размерный анализ в SolidWorks / М.А. Шаломеенко // САПР и графика, 2010.- 10. – С. 40-42.
4. САПР Компас-3D. Расчет размерных цепей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cadregion.ru/kompas-3d/sapr-kompas-3d-raschet-razmernyx-cepej.html (дата обращения: 15.12.2015).
5. APM_Graph [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://apm.ru/produkti/programmnie_kompleksi/sistema_rascheta_proektirovaniya_obeobek_mashinostroeniya/APM_Graph/ (дата обращения: 15.12.2015).
6. NX Tolerance Stackup Validation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://plmclub.ru/modules/nx-tolerance-stackup-validation (дата обращения: 15.12.2015).
7. Абрамов, К.Н. Технологические размерные расчеты и их автоматизация: учебное пособие / К.Н. Абрамов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 111 с.

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОЧИХ

Андреева Ю.В., Буркина О.М.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В современном мире в условиях технического прогресса производственное оборудование и технологические процессы непрерывно меняются, совершенствуются и усложняются.

Производственные сферы находятся под постоянным давлением не только со стороны своих конкурентов, которые предлагают более дешевую продукцию, но также и со стороны производителей высокоразвитых стран, вкладывающих большие средства в промышленность для повышения собственной конкурентоспособности.

Поэтому для достижения признания и успеха на мировом рынке предприятия должны добиваться конкурентоспособности своей продукции путем укрепления позиций в сфере использования современных технологий.

Для реализации этих задач организации должны инвестировать средства в системы автоматизации.

Под автоматизацией производственных процессов понимается применение такого оборудования (роботы, станки с ЧПУ), которое даст возможность выполнять технологический процесс по заранее заданному режиму. При этом человек не применяет физическую силу, а только контролирует корректную работу машин.

Выделяют следующие виды автоматизации:

− частичная;

− комплексная;

− полная.

Автоматизацию одной или нескольких не связанных операций производственного процесса называют частичной. Она применяется когда непосредственное управление сложным быстротечным процессом становится практически недоступным для человека или когда процесс ведется в опасных для жизни условиях.

Комплексная автоматизация обеспечивает выполнение производственного процесса в автоматическом режиме. При этом функции человека сводятся к контролю над ходом процессов и работы оборудования.

При полной автоматизации функции человека по управлению производством полностью выполняют машины. В таком случае исключаются ошибки, которые может допустить оператор.

Примером полной автоматизации служат гибкие производственные системы. Гибкая производственная система (ГПС) – управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящая из разных сочетаний гибких производственных модулей и (или) гибких производственных ячеек, автоматизированной системы технологической подготовки производства и систем обеспечения

функционирования, обладающая свойством автоматизированной переналадки при изменении программы производства изделий, разновидности которых ограничены технологическими возможностями оборудования [1].

Отличительной особенностью ГПС является возможность ее функционирования в безлюдном режиме (как минимум 8 часов) при прямом управлении от центральной ЭВМ.

В машиностроении автоматизация применяется в основном в крупносерийном и массовом производстве.

Автоматизация процессов на производстве является одним из наиболее эффективных путей повышения не только производительности труда, но и улучшения условий труда рабочих.

Внедрение систем (устройств) автоматического и дистанционного регулирования производственного оборудования, технологических процессов, подъемных и транспортных устройств, применение промышленных роботов в опасных и вредных производствах в соответствии с требованиями стандартов - одна из первоочередных мер в обеспечении безопасности работающих [2].

В условиях автоматизации производства меняется производственное оборудование и ход технологических процессов.

Меняется также и нагрузка на рабочего. Механизация как первая ступень к автоматизации, выполняет задачу уменьшения доли тяжелого физического труда в процессе работы, также способствует увеличению производительности, обеспечивает возможность снижения аварий и травматизма. Существует комплексная механизация, которая предусматривает механизацию последовательных технологических операций, составляющих отдельный процесс производства. Одновременно с этим будет возрастать доля умственного труда по управлению оборудованием, станками и контролю над их работой.

Автоматизация представляет более высокую ступень механизации, она освобождает работника от непосредственного участия в ходе работы, оставляя за ним функции управления и контроля. Автоматизация производства является важным фактором облегчения и оздоровления условий труда [3]. Можно выделить следующие достоинства автоматизации, положительно влияющие на условия труда:

− уменьшение количества профессиональных заболеваний;

− сокращение затрат на социальное обеспечение за счет сокращения травматизма на производстве на котором выполняют опасные технологические операции;

− сокращение затрат на лечение и на мероприятия по охране труда и технике безопасности;

− сокращение производственных затраты, которые могут возникнуть при потере внимания за ходом процесса с высоким уровнем повторяемости операций.

Совершенствование техники, обусловленное автоматизацией, хоть и создает предпосылки для улучшения условий труда, но также может стать причиной негативного влияния на рабочего, например на

психофизиологическое перенапряжение работающего, так как при обслуживании автоматизированных производственных систем снижается физическая и возрастает психофизиологическая нагрузка. Но при этом число несчастных случаев на автоматизированном производстве чрезвычайно мало, так как труд рабочего в основном сводится к наблюдению за оборудованием.

Основными причинами возникновения опасных и вредных производственных факторов, влияющие на рабочих при использовании автоматизированного оборудования являются:

− нарушение требований к эксплуатации оборудования;

− нарушение требований к безопасности труда при организации автоматизированного участка, которые связаны с неправильной планировкой оборудования, пультов управления, транспортно-накопительных устройств;

− ошибочные действия оператора при наладочных, регулировочных и ремонтных работах оборудования или во время работы его в автоматическом цикле;

− поломка или отказ технологического оборудования, промышленных роботов и манипуляторов;

− появление человека в рабочем пространстве оборудования;

− нарушение требований инструкций по технике безопасности;

− отказы в функционировании средств диагностической и аварийной сигнализации, отказы в отображении информации;

− ошибки в работе устройств в части программного управления и ошибки при программировании.

Несмотря на вышеперечисленные причины возникновения опасных факторов на производстве, которые влияют на безопасность труда, можно сделать вывод о том, что чем более механизировано и автоматизировано производство, тем меньше вероятность появления аварий и травматизма рабочих. Особенно при внедрении гибких производственных систем, которые способны функционировать определенное количество времени в безлюдном режиме, минимизируются производственные риски, связанные с охраной труда. Таким образом, автоматизация призвана обеспечить повышение производительности предприятия, а также создать безопасные условия труда для рабочих.

Список литературы

1. ГОСТ 26228-90. Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.- Москва: Изд-во стандартов, 1991.- 11с.

2. Охрана труда в электротехнической промышленности: Учебник для техникумов/Н. А. Чекалин, Г. Н. Полухина, Г. Г. Тугуши. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984. — 272 с, ил.

3. Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении: Учебник. - М.: Высш. школа, 1980. - 294 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Ахмедьянова Г.Ф.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Формируемая национальная система инновационной экономики требует компетентных, конкурентоспособных специалистов инженерно-технического профиля, готовых к творческой и инициативной деятельности [1].

Задачи профессиональной педагогики в этом направлении определяются Законом РФ «Об образовании в Российской Федерации», Национальной доктриной образования в РФ до 2025 года, приоритетными направлениями развития образовательной системы РФ, Федеральной целевой программой развития образования на 2013 – 2020 гг.

В основу всех этих документов положен компетентностный подход как основная идеологическая платформа развития и контроля квалификации выпускников. Высшее техническое образование в целом отвечает общественным запросам на грамотных инициативных бакалавров при выполнении требований федеральных образовательных стандартов инженерных направлений подготовки и определяет такие качества бакалавров, как профессиональная подготовленность, осознание ответственности за принимаемые инженерные решения.

По словам президента РФ В.В. Путина, «Сегодня лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создавать прорывные технологии и на их основе формировать собственную мощную производственную базу. Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости». В настоящее время, когда необходимость технологической модернизации производства рассматривается руководством страны как вопрос национальной безопасности, возрастают требования к содержанию и качеству подготовки инженерно-технических кадров для российской экономики. В первую очередь это касается подготовки инженерных кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса [2].

Развитие производственных отраслей неразрывно связано с деятельностью инженерных кадров [3]. Проведенный анализ инженерного образования в России показал, что в XVIII-XIX веках российские инженерные вузы готовили студентов не только к технической деятельности, но и к профессиональному выполнению функций руководителя предприятия, к роли государственного служащего [4].

В конце XX века политический и экономический кризисы обусловили разобщенность высшего образования, академической науки и

промышленности, что вызвало снижение качества инженерного образования и отрыв его от нужд производства.

Так, подчеркивая значимость управленческой компетентности для инженера, И.Б. Федоров на очередном съезде Ассоциации технических университетов подчеркнул, что «очень важно, чтобы каждый выпускник инженерного вуза владел навыками управления и менеджмента» [5].

Инженер с высшим образованием должен быть одновременно и ученым, и техническим специалистом, и организатором, и руководителем промышленного производства, поэтому системно-аналитические и управленческие компетенции – основополагающие в инженерной профессии

Подготовка же специалистов аэрокосмического направления осуществляется структурными подразделениями университета и является, по существу, многоступенчатой, территориально распределенной открытой многопрофильной макросистемой. В настоящее время институт осуществляет подготовку специалистов на основе новейших достижений естественных и технических наук, автоматизированного проектирования и высоких технологий, что обеспечивает системность высшего технического образования выпускников и их готовность к самостоятельной практической работе [6].

Решение обозначенных проблем видится в специально организованном образовательном процессе, для которого характерно поэтапное формирование инженерной компетентности будущего специалиста. По мнению А.И. Сердюка, Н.А. Онищенко под инженерной компетентностью понимают качество личности, отражающее готовность к решению актуальных и перспективных аэрокосмических задач с осознанием социальной значимости и личной ответственности за результаты профессиональной деятельности, способность к постоянному самосовершенствованию и ориентация на профессиональную успешность [6].

Национальные программы развития образования нацеливают высшую школу на смену образовательной парадигмы: от «передачи знаний» к «освоению деятельности». В настоящее время спрос на рынке труда формируется работодателем. Требования к профессиональным качествам выпускников вузов, устанавливаемые работодателем, должны быть интересны как студентам, которые должны стремиться соответствовать этим требованиям, так и вузу, ориентированного на успешное трудоустройство своих выпускников.

Сейчас на первом плане в образовательном процессе находятся изучаемые дисциплины, а компетенции рассматриваются как побочный результат изучения дисциплин. В то же время результатом образовательного процесса должна быть высокая компетентность выпускника. Остроту этого противоречия можно снизить внедрением новых подходов к организации процесса обучения, совершенствованием программы подготовки, что позволяет наиболее эффективно формировать профессиональные компетенции у студентов [7,8].

В стандарте компетенции поделены на общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные, а для прикладного бакалавриата

выделены еще и профессионально-прикладные. Однако такая классификация связана с выделением областей человеческой деятельности и оторвана от обучающегося. Компетентность же есть качество человека, и она должна быть в каких-то аспектах тесно связана с личностями выпускников [9].

В этой связи стандарты профессионального образования нового поколения определяют системно-аналитическую и управленческую компетентность как необходимый образовательный результат выпускника технических специальностей вуза.

Под управленческой компетентностью выпускника технических специальностей мы понимаем комплекс мобильных эмоциональных, интеллектуальных, коммуникативных, должностных, персональных и организационных компетенций будущего инженера, которые в условиях рыночной экономики характеризуют его готовность к решению системно-аналитических и управленческих задач профессиональной деятельности, отвечающих требованиям производственного процесса, современных социокультурных норм общества.

При этом профессиональные компетенции понимаются, как способность/готовность выпускника вуза использовать свои знания, умения, навыки, склонности и личностные качества для анализа и оценки ситуации и нахождения обобщенного способа (процедуры) продуктивного и качественного решения (выполнения) профессиональных задач [10]. Согласно Федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования системно-аналитические и управленческие компетенции выделены в рамках общекультурных и профессиональных компетенций. Хотя в той или иной форме они присутствуют во всех направлениях машиностроительного цикла, наиболее отчетливо они сформулированы в направлении подготовки - 27.03.03 системный анализ и управление [11]. Из 25 компетенций выбрано 7, выпускник должен обладать следующими *общекультурными компетенциями:*

- способностью использовать основы философских знаний, анализировать главные этапы и закономерности исторического развития для осознания социальной значимости своей деятельности (ОК-1); учить взаимосвязи всех вещей в природе, системному мышлению.

- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-4); организовать-ся вокруг решения какой либо задачи

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5); Без самоорганизации и самооуправления не сможешь управлять другими людьми

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук (ОПК-1);

- способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами, работать с

традиционными носителями информации, базами знаний (ОПК-2); В этих компетенциях сделан акцент на теоретические основы системного анализа и управления без знания которых управление не будет оптимальным правильно организованным, эффективным.

- способностью использовать принципы руководства и администрирования малых групп исполнителей (ОПК-5); Эта компетенция умение вести за собой коллектив, организовывать командную работу с поручением отдельных функций членам коллектива.

профессиональными компетенциями (ПК) - проектно-конструкторская деятельность:

- способностью применять методы системного анализа, технологии синтеза и управления для решения прикладных проектно-конструкторских задач (ПК-4); Умение разбить проект на части и подобрать подходящих исполнителей и обеспечить контроль.

От профессионального образования требуется сегодня ориентация на прогностические модели будущего инженера, поиск и внедрение новых форм интеграции образования, науки и производства, обеспечивающих формирование системно-аналитических и управленческих компетенций выпускника.

Конечно, для грамотного управления и системного анализа управленческих ситуаций необходимо обладать специальными знаниями, которые дают преподаватели соответствующих дисциплин. Здесь мы сосредоточим внимание на особенностях, профессионально-личностных качествах и навыках, которые нельзя почерпнуть из учебников.

Формировать такие компетенции можно такими основными инструментами: тренинговые упражнения; деловые игры (инженерные игры); квазипрофессиональные модели.

Из практики профессионального образования (М.В. Буланова-Топоркова, А.А. Вербицкий, И.Г. Маричев, Т.М. Сорокина, Л.Д. Щедровицкий) видно, что инженерные игры формируют у студентов новые инженерные знания, интеллектуальные и практические умения, дают опыт творческой деятельности, ценностного отношения к профессии. Исследователями выявлены абстрагирующие, моделирующие, имитационные, креативные и инновационные свойства инженерных игр, определяющие их продуктивность.

На занятиях можно рассматривать игры, сочетающие моделирование с состязательностью; сочетание учебной игры с направляемой (структурированной) дискуссией.

Можно сказать, что деловые игры воспроизводят способы решения инженерных задач, имитирует инженерную деятельность, моделирует систему производственных отношений, является педагогическим средством формирования управленческого потенциала будущего специалиста.

Основными видами деятельности студентов старших курсов являются квазипрофессиональная, профессиональная и научная, реализуемая в исследовательской работе, преддипломной практике, курсовом и дипломном проектировании. Такая организация учебного процесса формирует способность

трансформировать знания и осуществлять их перенос в новые ситуации, повышает темп и эффективность познавательной деятельности, развивает творческие способности и чувство уверенности. Квазипрофессиональные модели применительно к различным ситуациям, близкие к производственным, практика на предприятии. Студенту задается сложная ситуация, где нужно принять быстрое оптимальное решение.

Другая ситуация связанная с производством, например срочный заказ, который в рамках производственных мощностей выполнить нельзя. Нужно срочно найти субподрядчиков, грамотно разделить работу, организовать выполнение своей части работы и наконец, интегрировать полученные результаты.

Студента посылая на практику, преподаватель должен поставить ему практические задачи наблюдательного характера; какие проблемы возникают, на каких уровнях (кем) и как они разрешаются, как взаимодействует коллектив при решении возникающей проблемы. Конечно, студента не посвятят в крупные проблемы, но нужно настроить его на наблюдательность за такого рода производственными задачами.

Таким образом, формирование таких важных системно-аналитических и управленческих компетенций не должно ограничиваться одним преподавателем пусть даже самым опытным, как правило, владеющим достаточным уровнем знаний в области психологии и педагогики для получения положительного эффекта от реализации применяемых различных педагогических средств. Желательно чтобы большинство преподавателей машиностроительных направлений применяли описанные выше инструменты в своей педагогической практике. В этом случае наши выпускники будут настоящими организаторами производства.

Список литературы

1. Пищухин, А.М. Развитие творческого потенциала студентов на примере использования спутниковых технологий/А.М. Пищухин, И.Д. Белоновская, Г.Ф. Ахмедьянова//Фундаментальные исследования. 2012. №11-1. С. 90-94.

2. Сердюк, А.И. Сотрудничество вуз - предприятие ОПК на примере аэро-космического института ОГУ / А.И. Сердюк, Е.В. Щавелев, А.Б. Савельев // «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет». - 2015 г. - С. 137-143.

3. История профессионального образования в России / под науч. ред. С. Я. Батышева, А.М. Новикова, Е.Г. Осовского. М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 2003. - 672 с.

4. Сапрыкин, Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы / Д.Л. Сапрыкин // Высшее образование в России. – 2012. - №1. – с. 125-137.

5. Федоров, И.Б. Инженерное образование: состояние, проблемы, перспективы/ И.Б. Федоров // Высшее образование в России. – 2008. – №1. – с. 3-11.

6. Сердюк, А.И. Аэрокосмическое образование в Оренбуржье: проблемы, поиски, решения / А.И. Сердюк, Н.А. Онищенко// Высшее образование в России. - 2009. - № 3. - С.104 -111
7. Ахмедьянова, Г.Ф. Формирование профессиональной компетентности на основе педагогического проектирования и организации учебной деятельности /Г.Ф. Ахмедьянова //Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. -№2. -С. 16-20.
8. Ахмедьянова, Г.Ф. Проектирование образовательного маршрута в пространстве компетенций. / Г.Ф. Ахмедьянова, А.М. Пищухин// Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. -№3. – С. 21-24
9. Михелькевич, В.Н. Системно-деятельностный подход к развитию и формированию у студентов профессиональных компетенций и личностных профессионально-значимых качеств. // В.Н. Михелькевич, Д.В. Попов / Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2014. № 3 (23). С. 135-145.
10. Ахмедьянова Г.Ф. О профессиональной компетентности будущего бакалавра в сфере системного анализа и управления /Ахмедьянова Г.Ф., Сахарова Н.С.// Современные информационные технологии в науке, образовании и практике. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Оренбургский государственный университет. Оренбург, 2014. С. 288-291.
11. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Системный анализ и управление (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.osu.ru/docs/fgos/vo/bak_27.03.03.pdf

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ

Баширова Е.В., Середа Е.В.
Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, г. Орск

На современном этапе развития производства важная роль отводится машиностроению, поскольку без применения и совершенствования технологий машиностроения невозможно решить поставленные задачи импортозамещения, в силу того, что машиностроение является технологическим ядром российской промышленности.

Инновационное развитие предприятий машиностроительной отрасли непосредственно связано с компетенциями специалистов, которых готовят высшие учебные заведения профессионального образования. Образовательные стандарты регламентируют, что специалист должен обладать не одной, а рядом компетенций, то есть быть компетентным в своей профессиональной деятельности. Подготовка специалистов, обладающих определенными компетенциями, позволит обеспечить инновационное развитие отрасли.

Компетенции – это интегративная целостность знаний, умений и навыков, обеспечивающих профессиональную деятельность, это способность человека реализовывать на практике свою компетентность. Поскольку реализация компетенций происходит в процессе выполнения разнообразных видов деятельности для решения теоретических и практических задач, то в структуру компетенций, помимо деятельностных (процедурных) знаний, умений и навыков, входят также мотивационная и эмоционально-волевая сферы. Важным компонентом компетенций является опыт – интеграция в единое целое усвоенных человеком отдельных действий, способов и приемов решения задач [1].

Сложнейшие проблемы модернизации национальной экономики и создания условий для продвижения отечественной продукции не только на внутренний, но и внешний рынок настоятельно требуют повышения качества продукции промышленного производства. В связи с этим основными инструментами достижения высокого качества выступают стандартизация и метрологическое обеспечение производства. Стандартизация создает организационно-техническую основу изготовления высококачественной продукции, основывается на достижениях науки, техники и практическом производственном опыте, определяет экономически оптимальные решения многих народнохозяйственных, отраслевых и внутрипроизводственных задач. Инновационное развитие современного производства невозможно без достоверных данных о характеристиках изделий, а получение таких характеристик, в свою очередь, не может быть достигнуто без обеспечения единства и требуемой точности измерений. Метрологическая деятельность неразрывно связана с деятельностью в области стандартизации в силу того, что

любой процесс постановки продукции на производство, в том числе и процесс измерений, выполняется в соответствии с требованиями и правилами, регламентируемыми нормативными документами [2].

Анализ федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования показывает, что в результате освоения основной образовательной программы бакалавриата, выпускник должен обладать общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями. В составе профессиональных компетенций федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, одно из ведущих мест занимают профессиональные компетенции в области стандартизации и метрологического обеспечения производства, которые представляют собой следующие способности:

- разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию;
- разрабатывать документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции;
- выполнять работы по стандартизации;
- участвовать в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции;
- выбирать методы и средства измерения эксплуатационных характеристик изделий [3].

Учитывая важность перечисленных профессиональных компетенций в обеспечении качества промышленной продукции, целесообразно их объединить и условно назвать нормативно-метрологической компетенцией.

Нормативно-метрологическая компетенция – совокупность взаимосвязанных знаний, умений, навыков, личностных качеств, обеспечивающих способность будущего инженера к продуктивному выполнению обобщенных профессиональных действий в области стандартизации и метрологического обеспечения производственного процесса [2].

Выделение в профессиональной подготовке студентов данной интегративной компетенции позволит качественно исследовать ее роль в инженерной деятельности по стандартизации, нормированию точности и метрологическому обеспечению производства, охарактеризовать ее структуру, содержание, функции и специфику, а также разработать педагогические меры повышения уровня ее сформированности у будущих бакалавров.

Графические дисциплины для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05, являются профессионально ориентированными дисциплинами, изучаемыми студентами на первом курсе. Их значение в развитии компетенций будущего выпускника данного направления можно

оценить как первостепенное, поскольку в России и ряде европейских стран, схожие структуры нормативно-технической документации, такие как спецификации, чертежи, системы посадок и допусков элементов деталей и их сопряжений.

В этом случае возрастает значение инженерной графики, как средства представления и обработки информации.

Остановимся на формировании следующих компетенций ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в рамках изучения графических дисциплин:

- способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров;
- способность использовать современные информационные технологии при проектировании машиностроительных изделий, производств [3].

Начиная с первого курса, студенты направления подготовки 15.03.05 изучают инженерную и компьютерную графику. Содержание графической подготовки включает в себя типы графических изображений, формы графического представления информации, графические методы и способы отображения и чтения информации об объектах. Существующая модель преподавания графических дисциплин предусматривала модель, не требующую знания компьютера, как средства управления графической информацией. Современный процесс проектирования и разработки продукции идёт от разработки трёхмерной модели к рабочим чертежам и, следовательно, меняются требования к современному проектированию. К ним можно отнести полную информатизацию; создание трехмерных моделей; создание трехмерных сборочных единиц [4]. Методику преподавания графических дисциплин необходимо разрабатывать по аналогичным принципам.

Список литературы

1. Зеер, Э. Идентификация универсальных компетенций выпускников работодателем / Э. Зеер, Д. Заводчиков // Высшее образование в России. – 2007. - №11. – С. 39-45.

2. Баширова, Е.В. Формирование профессиональных компетенций в области стандартизации и метрологического обеспечения производства будущего инженера : автореф. дис. … канд. пед. наук / Е. В. Баширова. – Екатеринбург, 2011. – 24 с.

3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата). – Режим доступа : http://www.osu.ru/doc/3341. – 09.12.2015.

4. Жигалов, И. Е. Формирование профессиональных компетенций при изучении геометро-графических дисциплин / И. Е. Жигалов, М. И. Озерова // Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – том 14, № 1(2). – С. 702-704.

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУЛЕВОГО ПРИВОДА ВОЗДУШНОГО СУДНА

Быков Н.А., Горбунов А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

В настоящее время развитию систем автоматизированного проектирования (САПР) используемых в авиастроении способствует, с одной стороны применение быстродействующих ЭВМ, а с другой разработка специализированного программного обеспечения базирующегося на математических моделях и методике их применения в рамках наложенных ограничений. Применение специализированных САПР позволяет получать проектные решения на различных этапах проектирования летательных аппаратов (ЛА), однако, не все элементы ЛА в настоящее время проектируются автоматизированным способом. Одним из этих элементов является исполнительный механизм для магистральных воздушных судов (ВС) [1].

Исполнительный механизм магистрального ВС включает в себя гидравлический рулевой привод, проектирование которого целесообразно осуществлять автоматизированным способом. Гидравлический рулевой привод (ГРП) имеет ряд отличительных особенностей, учет которых необходимо вести на этапе эскизного проектирования, к которым относят:

– большой диапазон скоростных и нагрузочных условий эксплуатации;

– температурные и функциональные ограничения;

– разброс режимных характеристик связанный с одновременным протеканием сложных гидродинамических явлений в проточной части гидроусилителя.

Высокие требования к техническим и эксплуатационным характеристикам, предъявляемым ГРП, вызывают необходимость в создание САПР учитывающей факторов в условиях заданных ограничений. Поэтому появляется необходимость в разработке новых моделей и методов проектирования. Для повышения качества проектирования ГРП необходимо обеспечить рост допустимых размерностей моделей, применять методы декомпозиции, системного анализа и параметрического синтеза [2].

Математическая модель струйного ГРП может быть представлена в виде системы дифференциальных уравнений (1). Данная система состоит из уравнения динамики электромеханического преобразователя (ЭМП), уравнения электрической цепи усилителя ЭМП, уравнения измерителя рассогласования, уравнения баланса расходов в гидрораспределителе, уравнения движения привода, уравнения нагрузки и уравнения движения выходного звена гидропривода.

$$
\begin{cases}
J_{ЭМП} \cdot \dfrac{d^2\alpha}{dt^2} = K_{MI} \cdot I - K_{M\alpha} \cdot \alpha - b_{ЭМП} \cdot \dfrac{d\alpha}{dt} - C_П \alpha - M_{ГД}\ , \\
U = R_{ЭМП} I + L\dfrac{dI}{dt} + K_{ПЭ}\dfrac{d\alpha}{dt}, \\
U = K_U U_\Sigma\ , \\
U_\Sigma = U_{вх} - K_{ос} \cdot y\ , \\
\left(\dfrac{W_0 + A_y}{E} + C_н\right) \cdot \dfrac{dP_Д}{dt} + A\dfrac{dy}{dt} = \mu_Q^m Q_T \times \begin{cases} \dfrac{1}{2}\left[(1+z)\sqrt{1-\dfrac{P_Д}{\xi_p^m}} - (1-z)\sqrt{1+\dfrac{P_Д}{\xi_p^m}}\right], \\ z \le z_н; \\ \sqrt{1-\dfrac{P_Д}{\xi_p^m}} \quad , z_{\max} > z > z_н\ , \end{cases} \\
M\dfrac{d^2y}{dt^2} = C_c(y - y_н) - b\dfrac{dy}{dt} - R - F_{TP}^н sign(\upsilon_{н'}) - C_c y_н\ , \\
m\dfrac{d^2y}{dt^2} = A_{рД} - b_n\dfrac{dy_n}{dt} - F_{TP}^n sign(\upsilon_n) - C_c(y - y_n), \\
F_{TP}^н = (F_{TP}^н)_0\, sign\dfrac{dy_н}{dt}\ , \\
F_{TP}^n = (F_{TP}^n)_0\, sign\dfrac{dy_n}{dt}\ .
\end{cases}
\tag{1}
$$

где $J_{ЭМП}$ – момент инерции всех подвижных частей ЭМП, приведённый к оси вращения якоря; α – угол поворота якоря; K_{MI}, $K_{M\alpha}$ – коэффициенты, характеризующие, соответственно, моментную характеристику и жёсткость магнитной пружины ЭМП; I – ток в обмотке управления; $b_{ЭМП}$ – коэффициент вязкого трения, ЭМП; $C_П$ – жесткость внешней центрирующей пружины ЭМП; $M_{ГД}$ – момент от гидродинамического воздействия обратных потоков струйного гидравлического усилителя (СГУ); U – напряжение на обмотках электромеханического преобразователя; $R_{ЭМП}$ – суммарное активное сопротивление контура усилителя и обмоток управления; L – индуктивность обмоток управления преобразователя; $K_{ПЭ}$ – коэффициент противо-ЭДС; K_U – коэффициент усиления усилителя по напряжению; m – приведённая масса подвижных частей гидроцилиндра и жидкости в его полостях; C_c – коэффициент жёсткости кинематической связи штока гидроцилиндра с нагрузкой; y_n – перемещение нагрузки; b_n – коэффициент вязкого трения поршня; F_{TP}^n и $F_{TP}^н$ – сила сухого трения поршня гидродвигателя и нагрузки соответственно; $l_{тр}$ – расстояние от оси якоря ЭМП до среза сопла струйной

трубки; U_{Σ} – сигнал рассогласования, выраженный через напряжение тока; $U_{вх}$ – входной сигнал управления; $K_{ос}$ – коэффициент главной обратной связи, определяемый датчиком обратной связи; M – масса гидропривода; $\upsilon_н$ и $\upsilon_п$ – скорости перемещения нагрузки и поршня соответственно; $P_Д$ – гидродинамическая сила; z – перемещение струйной трубки; y – перемещение поршня гидроцилиндра.

Математическая модель имеет ряд ограничений:

– в качестве гидрораспределителя используется струйный гидрораспределитель с одинаковыми гидравлическими параметрами;

– нагрузка гидрораспределителя симметричная;

– коэффициенты восстановления давления и расхода, давления слива и питания постоянные величины;

– рабочая жидкость сжимаема, а нерастворённый воздух в системе отсутствует;

– объёмные потери не учитываем;

– волновые процессы не влияют на рабочие.

Ограничение, учитывающие конечное значение давления питания и слива насосной станции:

$$p_c \le p < p_n \,. \tag{2}$$

Ограничения максимального перемещения струйной трубки и поршня гидроцилиндра:

$$|z| \le |z_m| \quad и \quad |y_n| \le |y_m| \,. \tag{3}$$

Наиболее адекватное численное моделирование характеристик ГРП позволит добиться сокращения временных и финансовых затрат на проектирование, частично заменить экспериментальную отработку на математическое моделирование [3].

Для оценки математической модели и снижения времени реализации процесса проектирования ГРП необходимо использовать средства концептуального проектирования автоматизированных систем. Эти средства образуют системы, которые называются CASE-системами. CASE имеет двойственное объяснение, Computer Aided System Engineering – направление на поддержку концептуального проектирования, Computer Aided Software Engineering – автоматизированное проектирование программного обеспечения. CASE средства должны использоваться в авиастроении для моделирования, а также для поддержки и улучшения методов структурного анализа и проектирования. CASE-системы должны иметь наивысшую потребность на ранних стадиях проектирования, а именно на первых этапах анализа и спецификаций требований для ГРП. Потребность CASE на ранних стадиях проектирования объясняется тем, что цена ошибки намного выше, чем цена

ошибки, выявленная на более поздних стадиях. CASE технологии обладают рядом преимуществ, перед традиционными методами проектирования:

– повышение качества создаваемого применения за счёт автоматизированного контроля и производства;

– повторное использование элементов разработки;

– снижение времени реализации процесса, что даёт на ранних стадиях проектирования увидеть модель системы и дать ей оценку;

– уменьшить количество работников, занимающихся подготовкой документации;

– коллективная разработка изделий в реальном времени [4].

Другим важным направлением развития в авиастроении можно выделить создание интегрированных автоматизированных систем, которые разрабатывается в CALS-технологиях или технологиях информационной поддержки жизненного цикла ГРП.

Новые информационные технологии дают совершенно новые возможности создания и организации процесса автоматизированного проектирования ГРП. При использовании CALS-технологий появляется возможность чёткого прослеживания жизненного цикла ГРП и самолёта в целом. Прослеживание жизненного цикла ГРП должно выполняться от начала его предварительного проектирования и до его полного изготовления, эксплуатации и утилизации. При помощи средств CALS необходимо выполнять комплексное моделирование жизненного цикла ГРП. Такое моделирование должно иметь следующее:

– модели и процессы разработки новых перспективных ГРП;

– технологическую организацию производства;

– серийное производство;

– модели и процессы эксплуатации;

– обслуживание изделий.

Моделирование в авиастроении с использованием средств CALS позволит повысить точность и достоверность прогнозов проектирования, а также дать прогноз спроса на новые ГРП и показать себестоимость их производства. Тем самым уменьшится риск реализации новых проектов в авиастроительной сфере.

Кроме прогнозирования ожидаемых результатов необходимо проводить анализ рисков, который должен иметь следующее:

– обзор чувствительности результатов исполнения проекта к изменениям проектных значений;

– изображение менее и более благоприятных показателей исполнения проекта;

– разработанную методику мер для управления рисками.

Программы, методы и стандарты, разрабатываемые в CALS, создают единое информационное пространство автоматизированного проектирования и контроля при разработке и реализации новых проектных решений [5].

Проектирование гидравлического рулевого привода воздушного судна должно быть автоматизированным. Это позволит решить проблемы получения требуемых динамических и статических характеристик ГРП, обеспечить рациональный выбор, стабильность и оптимальность рассчитываемых параметров во всём диапазоне сигналов управления и развиваемых усилий и скоростей, а также требуемое качество переходных процессов.

Список литературы

1. *Егер, С.М. Основы автоматизированного проектирования самолётов: Учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов./ С.М. Егер, Н.К. Лисейцев, О.С. Самойлович. - М.: Машиностроение, 1986. - 232 с.,ил.*
2. *Гамынин, Н.С. Гидравлические приводы летательных аппаратов / Н. С. Гамынин, В.И.Карев, А. М. Потапов, А. М. Селиванов. М. :Машиностроение, 1992. 368 с.*
3. *Месропян, А. В. Математическое моделирование переходных процессов в струйных гидравлических рулевых машинах / А.В. Месропян// Вестник УГАТУ.– Уфа, 2006. Т.7 №2 (15). –С.166–171.*
4. *Сайт CASE-технологии – Режим доступа: http://bourabai.ru/is/case/*
5. *Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»; Е.В. Судов, А.И. Левин. – М.:2002.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФЮЗЕЛЯЖА ВОЗДУШНОГО СУДНА

Быкова И.С., Припадчев А.Д., Горбунов А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Математическое моделирование занимает особое место в процессе инженерного анализа и проектирования воздушного судна (ВС). Под математической моделью фюзеляжа ВС будем понимать формально описанную систему, которая, отображая или воспроизводя объект исследования (фюзеляж), способна замещать его так, что ее изучение дает нам необходимую информацию об этом объекте.

После того, как четко сформулирована цель проектирования (определена целевая функция), необходимо составить наиболее полный перечень возможных решений. После этого составляется перечень существенных ограничений (летно-технические характеристики), которые должны быть учтены при принятии решения. Применение аналитических методов открыло широкую возможность для проведения параметрических исследований по определению влияния изменения проектных параметров и ограничений на технико-экономические характеристики ВС, это используется для решения задач по отысканию наивыгоднейших (оптимальных) параметров ВС, удовлетворяющих выбранному критерию оценки совершенства проектных решений. На вышеизложенных положениях основаны методы оптимального проектирования ВС [1]. При этом основной областью применения этих методов является не только общее проектирование ВС — определение основных параметров, аэродинамической схемы, компоновки, центровки и т.д., но и оптимизация отдельных агрегатов ВС — поиск наилучшей их "внутренней структуры", например, конструктивно-силовой схемы, его систем и т.п.

При оптимизации отдельно взятого агрегата возникает вопрос о правильном выборе критерия ее оценки.

В большинстве работ, посвященных оптимизации агрегатов, используются искусственные критерии оценки. Обычно в качестве такого критерия применяется минимум веса агрегата. При этом предполагается, что параметры, определяющие его форму и связь с другими агрегатами, неизменны. Однако можно показать, что во многих случаях это приводит к неверным результатам. Так, уменьшение веса фюзеляжа ВС за счет совершенствования его конструктивно-силовой схемы приводит к нарушению принятых условий неизменности: изменяются нагрузки на фюзеляж, характеристики пассажирского (или грузового) салона и т.д., установленные при оптимизации ВС в целом. Это требует изменения параметров, определяющих форму фюзеляжа, чего нельзя сделать, исходя из критерия минимума его веса.

Применение критерия оптимальности всего ВС для оптимизации агрегата вместо искусственного критерия требует оперирования математической моделью ВС в целом, учитывающей связи между отдельными его агрегатами и удовлетворяющей системе ограничений, вытекающих из заданных летно-технических характеристик. Использование при этом вместо приближенной математической модели агрегата (применяющейся при общем проектировании более точной, имеющей большее количество искомых параметров модели, которая и позволяет собственно оптимизировать "внутреннюю структуру " агрегата (например, основанной на методике конечного элемента), приводит к резкому увеличению времени решения подобных задач или вообще к возможности их реализации на современных электронно-вычислительных машинах (ЭВМ) [2].

Таким образом, после формализации на основе математического моделирования задача проектирования фюзеляжа может быть сведена к задаче нахождения глобального экстремума функции многих переменных (параметров) при ограничениях на эти параметры в виде заданных летно-технических характеристиках. Критерий после его установления не должен также требовать в процессе оптимизации частого обращения к общей математической модели ВС [3].

Построим схему математической модели всего ВС, рисунок 1.

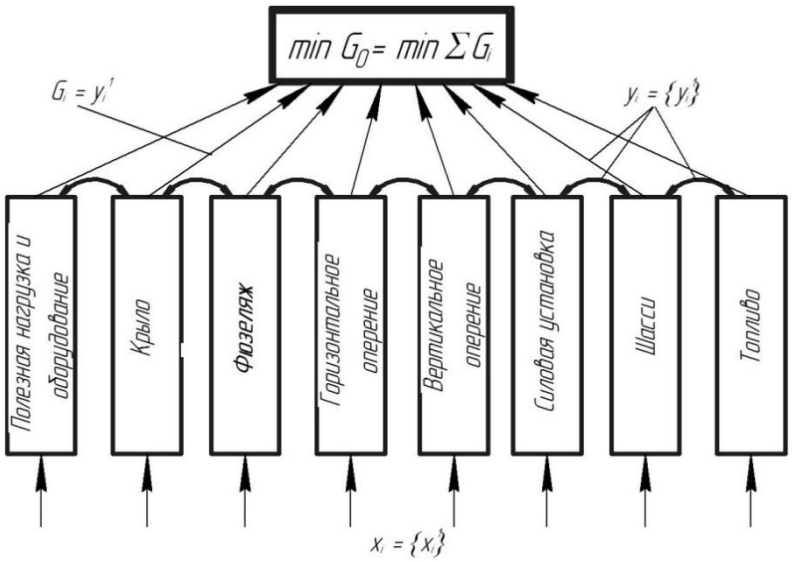


Рисунок 1 — Схема математической модели ВС

За критерий оценки ВС в этой модели принят минимум его взлетного веса ($minG_0$), что позволяет при выбранной схеме ВС и заданных летно-технических характеристиках получить ВС, оптимальный и по другим критериям (себестоимость 1-го т-км, приведенные затраты и т.п.).

Принятая математическая модель воспроизводит ВС как сложную, двухуровневую иерархическую систему, на верхнем уровне которой находится ВС «в целом», представленный своим критерием оценки, а на нижнем — математические модели отдельных агрегатов (в том числе фюзеляжа).При этом

модель фюзеляжа характеризуется совокупностью своих выходных характеристик $y_i = \{y_i^1\}$ (весовых, функциональных и т.п., в частности, $G_i=y_i^1$), которые являются также зависимыми параметрами для других агрегатов (этим обеспечивается реализация в общей модели ВС взаимовлияния агрегатов). В то же время каждый агрегат имеет свою совокупность независимых параметров

$x_i = \{x_i^1\}$ (абсолютные и относительные размеры и т.д.).

В дальнейшем будем предполагать, что известны функции, связывающие изменения выходных характеристик y с изменением независимых параметров x:

$$y_i = f_i(y, x_i), \tag{1}$$

а требования летно-технических характеристик, если они органически не вошли в математическую модель, представлены системой ограничений типа

$$g\,(y)=0.^{*} \tag{2}$$

При рассмотрении процесса проектирования фюзеляжа ВС необходимо выбрать те параметры, которые оказывают максимальное влияние на процесс проектирования этого агрегата, к которым относим конструктивно-геометрические, аэродинамические, массовые, прочностные, эргономические. Составляя математическую модель фюзеляжа ВС, невозможно исследовать одновременно в совокупности все отдельные множества вышеуказанных характеристик, поэтому подробнее их следует рассматривать отдельно.

Список литературы

1. *Егер С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. Под ред. С.М. Егера. – 4-е изд. – М.: Логос, 2005. – 648 с. – ISBN 5-98704-022-1.*
2. *Вопросы проектирования самолетов / под. ред. С.М. Егера: Тематический сборник научных трудов института. – Выпуск 394. – Москва, 1977. – 87 с.*
3. *Лэсдон Л.С. Оптимизация больших систем. – Физматгиз, 1975.*

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОК ИЗДЕЛИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Ваншина Е.А., Ваншин В.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

В настоящее время высокий уровень развития производства, активное внедрение новых технологий, связанных с созданием конкурентоспособной продукции, предъявляют высокие требования к подготовке квалифицированных специалистов соответствующих уровней и профилей, конкурентоспособных на рынке труда, компетентных, ответственных, свободно владеющих своими профессиями и ориентирующимися в смежных областях деятельности, способных к эффективной работе по специальности (направлению подготовки) на уровне мировых образовательных стандартов, готовых к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

В связи с введением новых Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) перед преподавателями графических кафедр возник вопрос, связанный с пересмотром содержания и методики преподавания начертательной геометрии и инженерной графики, являющимися базой инженерного образования, формирующего базовые знания, необходимые для дальнейшего изучения специальных дисциплин учебных планов, применяющих графическое представление информации и при выполнении курсовых работ и дипломного проекта.

Анализ научно-педагогической литературы свидетельствует о том, что, несмотря на большое количество исследований по методике преподавания графо-геометрических дисциплин, *применение моделирования в преподавании графо-геометрических дисциплин* требует особого внимания и отдельного научного исследования, – этим и определяется **актуальность** темы работы.

Целью работы является разработка дидактических материалов на основе моделирования и внедрение их в учебный процесс по графо-геометрическим дисциплинам.

Задачи работы обусловлены поставленной целью и заключаются в разработке и создании дидактических материалов по графо-геометрическим дисциплинам на основе объемного и плоского моделирования; внедрении дидактических материалов в учебный процесс по графо-геометрическим дисциплинам; применении дидактических материалов в учебно-методических комплексах по графо-геометрическим дисциплинам.

Применение основных типов математических моделей геометрических объектов при моделировании сложных тел, ограниченных криволинейными поверхностями, значительно упрощает решение большинства инженерно-

геометрических задач автоматизированного конструирования и технологической подготовки производства.

Компьютерные геометрические модели в САПР подразделяют на две группы: 2d-модели (плоские, двумерные) и 3d-модели (объемные, трехмерные).

Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмами, цилиндрами, пирамидами, конусами и т.д.). Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить сложную модель.

Трехмерная модель в системе КОМПАС-3D состоит из объемных элементов, которые образуют в ней грани, ребра и вершины. Для создания этих элементов в системе используется перемещение (операция) плоских фигур (эскизов) в пространстве.

Процесс создания трехмерной модели заключается в многократном добавлении или вычитании дополнительных объемов.

Одним из важнейших инструментов систем объемного геометрического моделирования является механизм получения плоских проекционных видов.

2d-модель – чертеж общего вида – это чертеж, содержащий данные, определяющие конструкцию изделия, взаимодействие его частей, служащий для пояснения принципа работы изделия и разработки рабочей документации.

Деталирование – это выполнение чертежей деталей по чертежам общего вида при разработке нового изделия или замене изношенных и поврежденных деталей в работающем оборудовании.

Студенты в процессе изучения инженерной и компьютерной графики выполняют следующие задания по темам «Сборочный чертеж», «Деталирование», «Моделирование деталей и сборок изделий»:

Задание 1.1. По заданному растровому изображению (*.bmp) выполнить 2d-модель (чертеж общего вида) изделия (*.cdw).

Пример изображения 2d-модели (чертежа общего вида) изделия «Тяга» и спецификации к ней приведены в таблице 1.

Задание 1.2. Выполнить деталирование чертежа общего вида изделия из задания 1.1 (*.cdw).

Пример изображения 2d-моделей (чертежей) оригинальных деталей, входящих в сборку изделия «Тяга», приведены в таблице 2.

Задание 1.3. Выполнить 3d-модели входящих в сборку деталей изделия из задания 1.2 (*.m3d).

Пример изображения 3d-моделей оригинальных деталей, входящих в сборку изделия «Тяга», приведены в таблице 2.

Задание 1.4. Выполнить 3d-модель сборки изделия из задания 1.3 (*.a3d).

Пример изображения наглядной 3d-модели сборки изделия «Тяга» приведен на рисунке 1.

Техническое описание устройства изделия «Тяга».

Тяга является промежуточным звеном механизмов различных машин.

Тяга состоит из корпуса поз. 1 и крышки поз. 2. Для уменьшения износа поверхностей вкладышей поз. 5, 6, подвергающихся в процессе работы трению, через отверстия в крышке и вкладыше подводится густая смазка.

Серьга поз. 3 может вращаться вокруг оси поз. 4, закрепленной в корпусе винтами поз. 8. Серьгой поз. 3 тяга соединяется с другими механизмами.

Таблица 1 – Изображения 2d-модели и ее спецификации сборки изделия «Тяга»

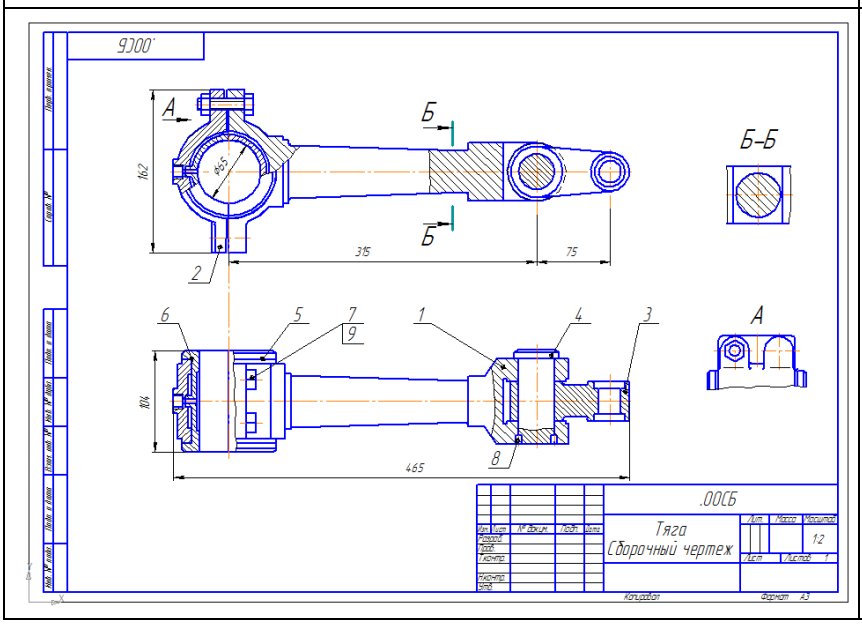
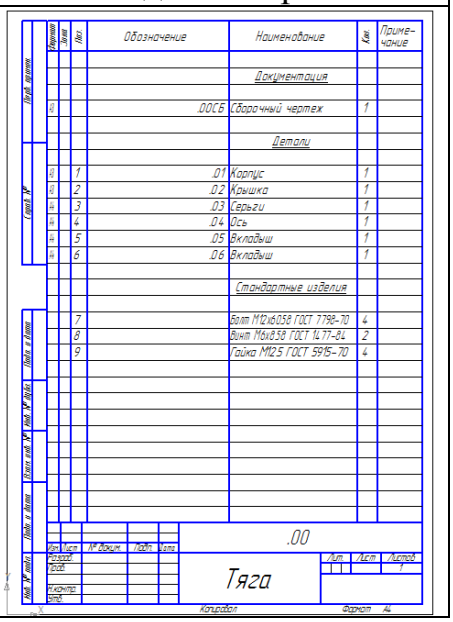
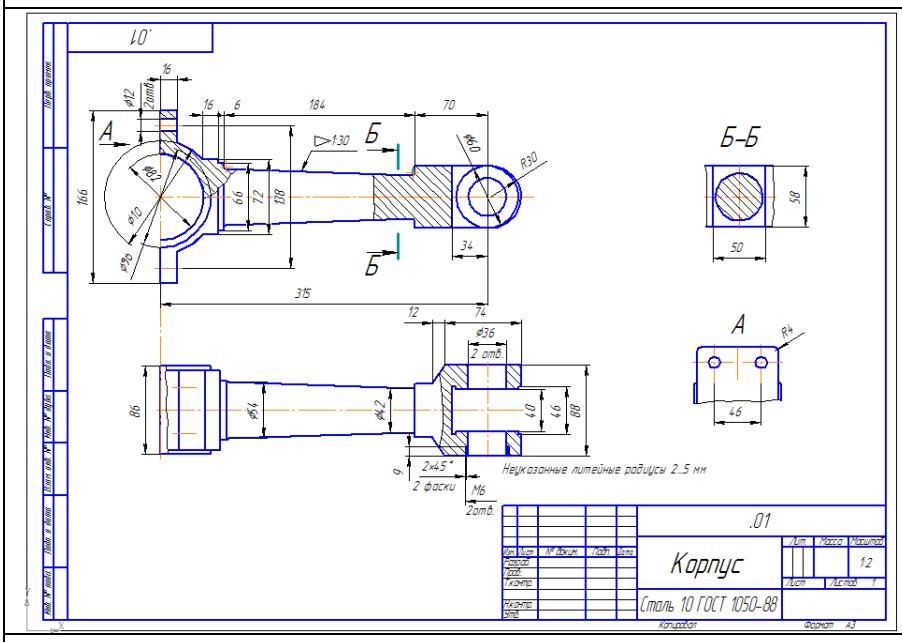
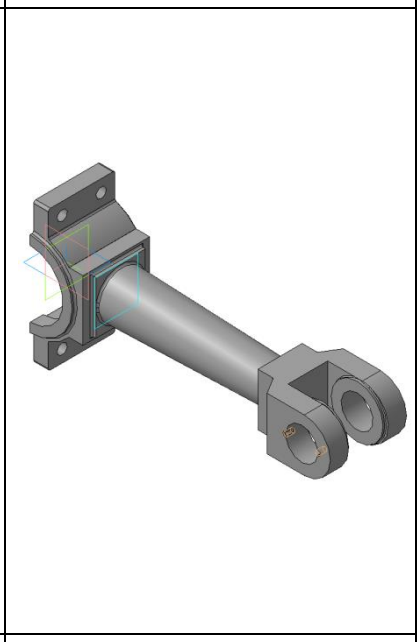
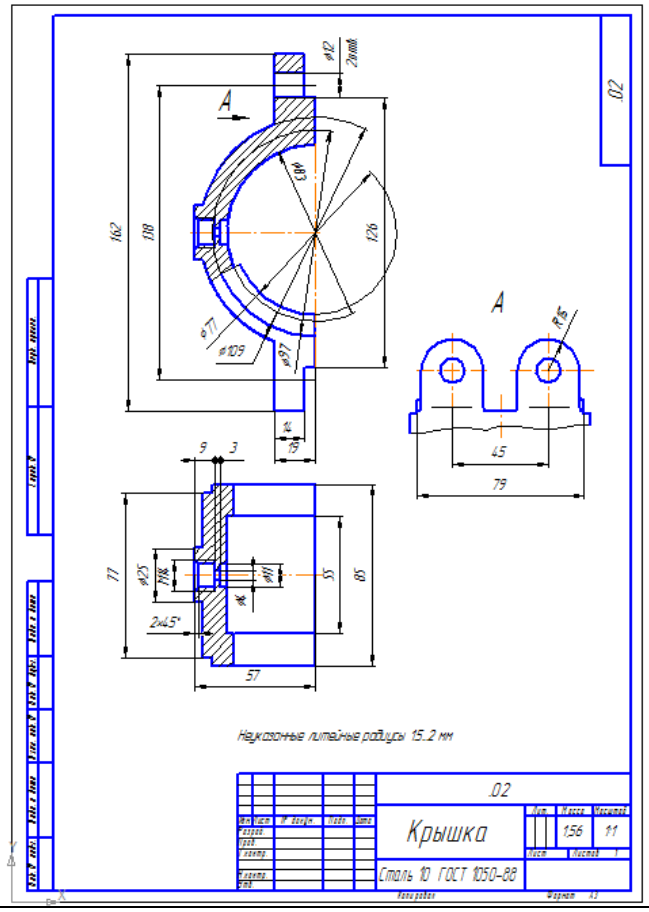
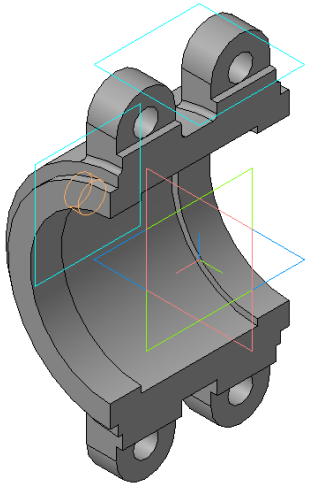
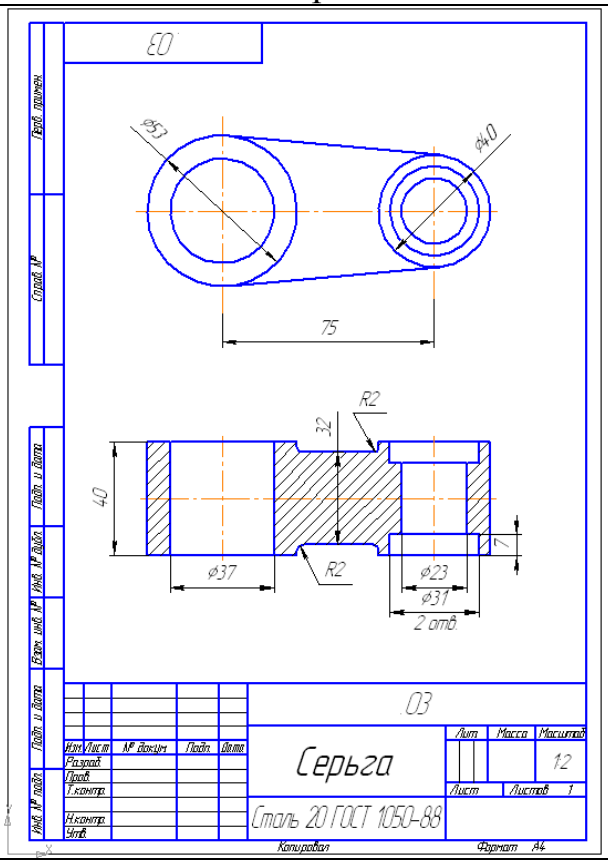
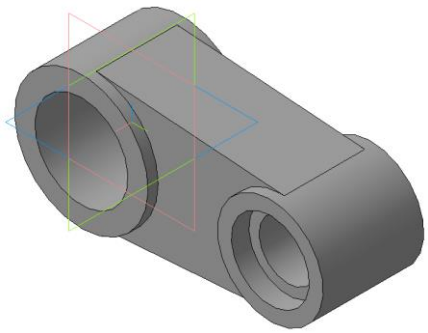
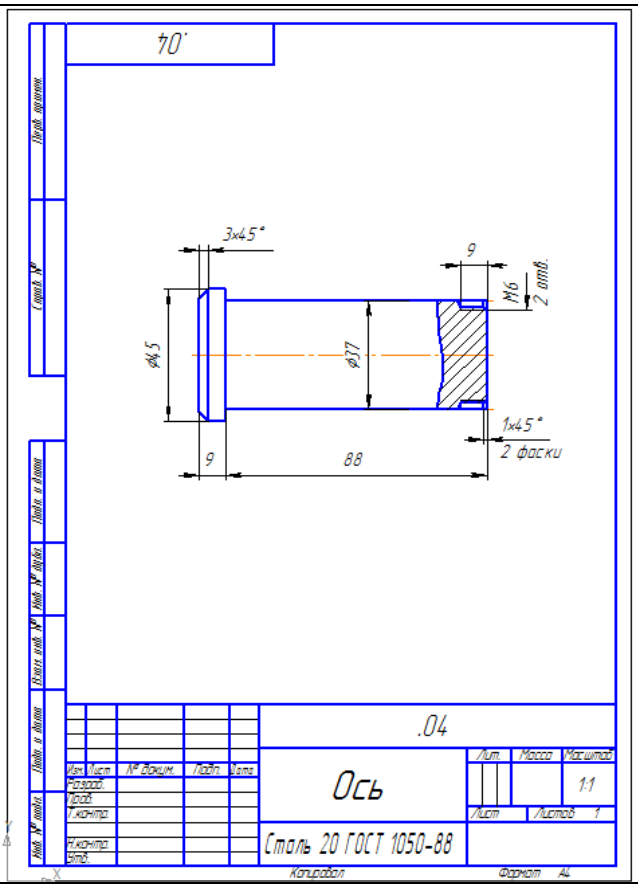
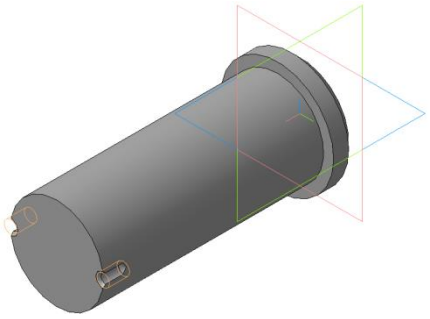
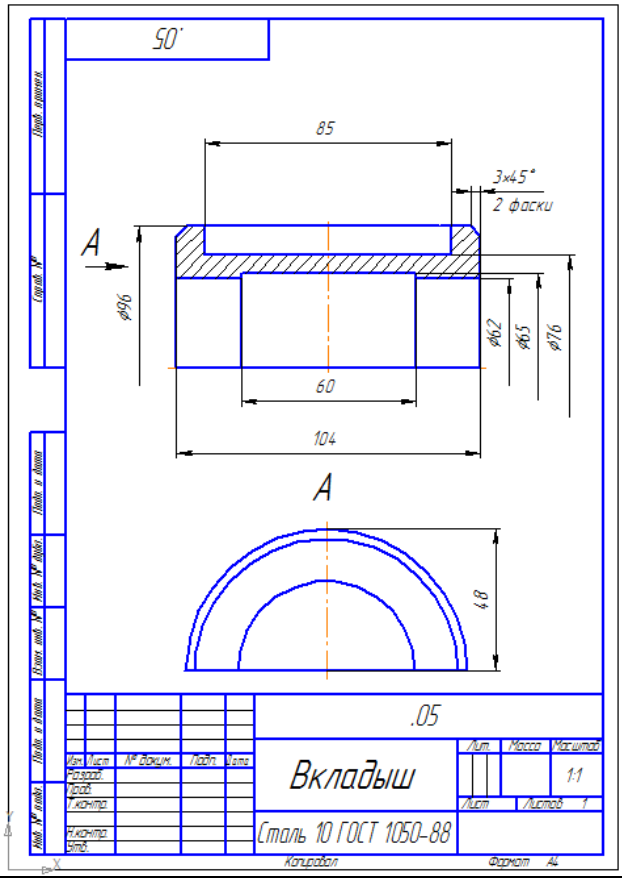
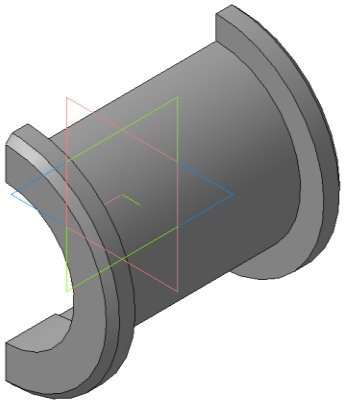
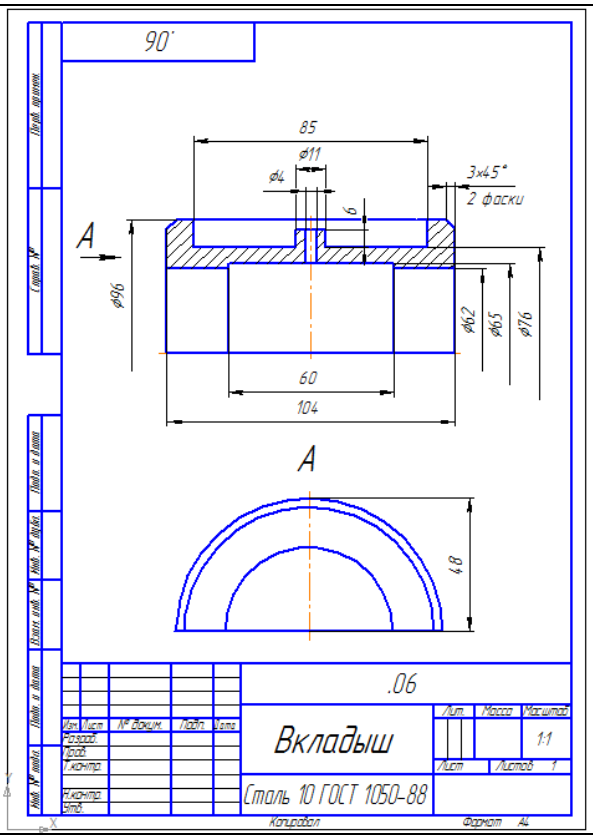
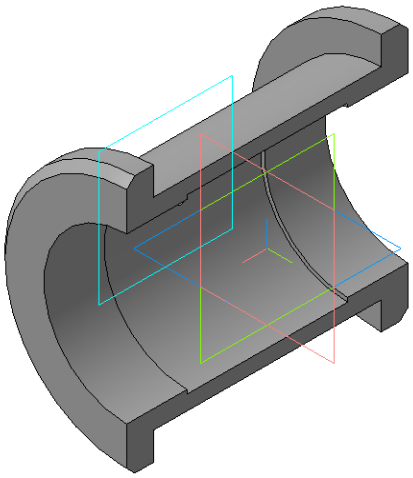
Изображение 2d-модели сборки	Изображение спецификации к 2d-модели сборки
	

Таблица 2 – Изображения 2d- и 3d-моделей оригинальных деталей, входящих в сборку изделия «Тяга»

Изображение 2d-модели детали	Изображение 3d-модель детали
1	2
	
поз.1 «Корпус»	поз.1 «Корпус»

1	2
	
поз. 2 «Крышка»	поз.2 «Крышка»
	
поз. 3 «Серьга»	поз.3 «Серьга»

1	2
	
поз. 4 «Ось»	поз.4 «Ось»
	
поз. 5 «Вкладыш»	поз. 5 «Вкладыш»

1	2
	
поз. 6 «Вкладыш»	поз. 6 «Вкладыш»

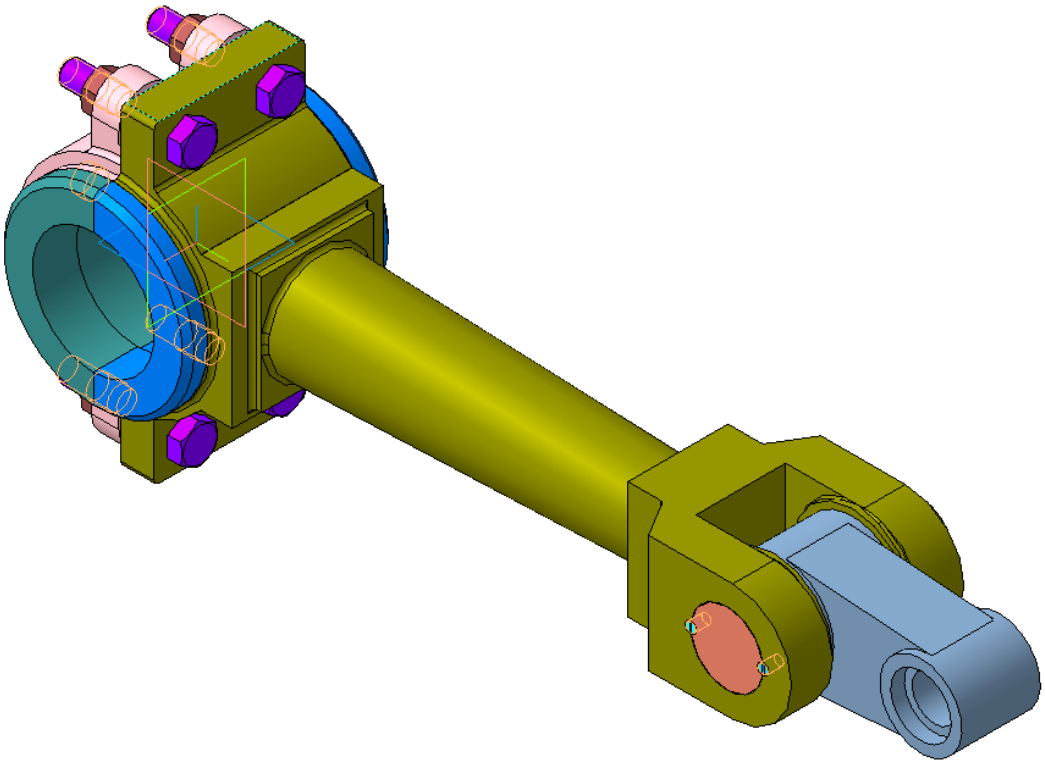


Рисунок 1 – 3d-модель сборки изделия «Тяга»

Использование объемного и плоского моделирования в преподавании графо-геометрических дисциплин позволяет визуализировать объект, создать его образ, использовать цвет, но не должно отвлекать внимание студентов от решения поставленных инженерно-геометрических задач. Умение анализировать комплексный чертеж, расчленить объект сложной геометрической формы на простые составляющие геометрические тела – позволит легко переходить от 3d-моделей к их 2d-моделям (плоским ассоциативным чертежам), что значительно упрощает процесс редактирования чертежей.

Разработка и создание дидактических материалов (наглядных комплектов индивидуальных заданий по темам «Сборочный чертеж», «Деталирование», «Моделирование деталей и сборок изделий») на основе 3d- и 2d-моделирования с использованием современных средств, методов и алгоритмов компьютерной графики в системе КОМПАС-3D, их применение в преподавании графо-геометрических дисциплин, включение в состав учебно-методических комплексов дисциплин графического цикла, позволяет внедрять активные методы обучения для оптимизации учебного процесса по графо-геометрическим дисциплинам.

Список литературы

1. *Ваншина, Е. А. Проблемы компьютеризации преподавания графических дисциплин / Е. А. Ваншина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №2. – С.143. – ISSN 1814-6457.*
2. *Ваншина, Е. А. Сборочный чертеж. Деталирование: методические указания / Е. А. Ваншина, Л. В. Горельская. – Зарегистрировано в РИС ФГБОУ ВПО ОГУ 09.07.2012. Рег. учетн. №20В06822012.– Оренбург: ОГУ, 2012. – 47 с.*
3. *Ваншина, Е. А. Компьютерный лабораторный практикум «Сборочный чертеж. Деталирование» / Е. А. Ваншина, Л. В. Горельская, С. И. Павлов. – Зарегистрировано в УФЭР ОГУ 13.02.2013. Рег. учетн. №793. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 9,96 Мб.*
4. *Ваншина, Е. А. Инженерная графика. Практикум (сборник заданий): учебное пособие по курсу «Инженерная графика» / Е. А. Ваншина, А. В. Кострюков, Ю. В. Семагина. – Зарегистрировано в РИС ФГБОУ ВПО ОГУ 21.12.2012. Рег. учетн. №21В121732012. – Оренбург: ОГУ, 2010. – 194 с. – ISBN 978-5-7410-1022-8. – Электрон. изд. на 1 CD-R. ФГБОУ ВПО «Оренбургский гос. ун-т». Регистр. св-во обязат. федер. экземп-ра электр. изд. ФГУП НТЦ «Информрегистр» №29709, издание зарегистрировано 27.03.2013 г., номер гос. регистр. 0321300411.*
5. *Ваншина, Е. А. Общие принципы твердотельного моделирования деталей / Е. А. Ваншина // Интеграция науки и образования как условие повышения качества подготовки специалистов: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – С.34-37. – CD-R [электронный ресурс]. – ISBN 978-5-7410-0738-9*
6. *Ваншина, Е. А. Создание трехмерных моделей сборок в системе КОМПАС / Е. А. Ваншина // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии,*

инновации. Материалы международной научной конференции. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010. – 5 с. – CD-R [электронный ресурс]. – ISBN 978-5-7410-1062-4.
7. Ваншина, Е. А. Объемное моделирование в преподавании графо-геометрических дисциплин в вузе / Е.А. Ваншина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – С.1803-1807. – CD-R [электронный ресурс]. Регистр. св-во ФГУП НТЦ «Информрегистр» №30008 от 22.04.2013 г., издание зарегистрировано 22.04.2012 г., номер гос. регистр. 0321300710. – ISBN 978-5-4417-0161-7
8. Ваншина, Е. А. 3D-моделирование сборок изделий в САПР / Е. А. Ваншина // Технические науки – от теории к практике: материалы XXI международной заочной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – С.7-11. – ISBN 978-5-4379-0285-1.
9. Ваншина, Е. А. Моделирование деталей и сборки изделия методами компьютерной графики – профессиональная компетенция студентов технического профиля / Е. А. Ваншина, Л. Я. Гущин // Реализация компетентностного подхода в сфере инженерной подготовки. Материалы I Международной научно-практической очно-заочной конференции. – Оренбург: ПГУТИ, 2015.– С.45-49.
10. Ваншина, Е.А. Построение 3D- и 2D-моделей деталей и сборки изделия для развития профессиональных компетенций студентов технических направлений / Е. А. Ваншина, В. В. Ваншин // Научный альманах. – 2015. – №9. – С.684-687. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – ISSN 2411-7609.

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ КАК ФАКТОРЫ АКТИВИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Власов Ю.Л.
Оренбургский государственный университет г. Оренбург

Всех студентов, которые учатся в ВУЗе, можно условно разделить на несколько групп. Одну группу, пусть не самую большую, составляют студенты, которым считают знания, получаемые на занятиях, недостаточными. Поэтому на практических занятиях по теоретической механике таким студентам предоставляется возможность помимо плановых задач, решать задачи повышенной трудности [1]. Одним из способов проверить свою подготовку по решению таких задач является участие в олимпиадах по теоретической механике.

В Оренбургском государственном университете на кафедре машиноведения (объединенные кафедры теоретической механики, сопротивления материалов, деталей машин и прикладной механики) ежегодно проводятся олимпиады по теоретической механике среди студентов технических направлений подготовки.

Порядок проведения олимпиад показан на рисунке 1.

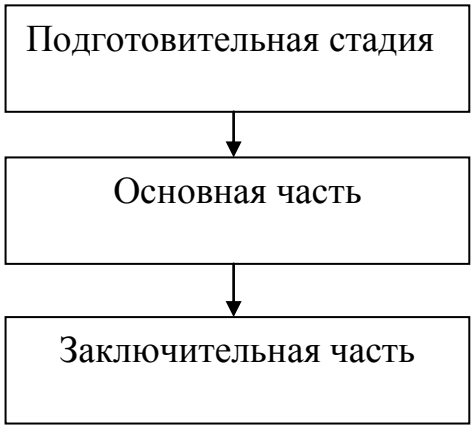


Рисунок 1 – Порядок проведения олимпиады

Подготовительная стадия состоит из нескольких этапов:

- создание оргкомитета и жюри;
- разработка регламента проведения олимпиады;
- подготовка задач (две задачи по статике, две задачи по кинематике и три задачи по динамике);
- информационное обеспечение олимпиады (объявления на сайте osu.ru и на стенде кафедры; объявления на лекциях и практических занятиях ведущими преподавателями).

- проведение дополнительных занятий со студентами – участниками олимпиады, на которых рассматриваются примеры задач прошлых лет с решениями.

На олимпиаду приглашаются студенты аэрокосмического института, транспортного, архитектурно-строительного, электроэнергетического факультетов и факультета биотехнологий и пищевой инженерии.

Основная часть включает:

- приветствие участников олимпиады членами оргкомитета;
- непосредственное проведение олимпиады: студентам дается три часа на решение задач;
- шифровку работ;
- проверку, расшифровку работ и подведение итогов.

На заключительной стадии подводятся итоги олимпиады оргкомитетом и размещаются задания с решениями на стенде кафедры.

Победитель олимпиады получает дополнительно 20 баллов к рейтингу по дисциплине «Теоретическая механика»; призеры – по 10 баллов. К тому же преподавателя могут самостоятельно предусмотреть дополнительные балы для студентов решивших задачи по определенным разделам теоретической механики.

В таблицах 1-2 содержаться данные о результатах двух олимпиад по теоретической механике.

Буквы в номерах задач в таблицах обозначают раздел дисциплины: С – статика; К – кинематика; Д – динамика.
Максимально возможное количество баллов определялось произведением числа представленных решений на балл за данную задачу.

Таблица 1 – Анализ результатов решения задач олимпиады «Весна– 2014»

Номер задачи	*Балл*	*Число представленных решений*	*Максимально возможное количество баллов*	*Общее количество полученных баллов*	*Средний балл*	*Коэффициент сложности задачи*
С1	*5*	*12*	*60*	*50*	*4,17*	*0,166*
С2	*10*	*8*	*80*	*30*	*3,00*	*0,700*
К1	*5*	*9*	*45*	*35*	*3,89*	*0,222*
К2	*10*	*5*	*50*	*30*	*6,00*	*0,400*
Д1	*5*	*11*	*55*	*30*	*2,73*	*0,454*
Д2	*10*	*8*	*80*	*21*	*2,63*	*0,737*
Д3	*15*	*3*	*45*	*5*	*1,67*	*0,889*

Средний балл рассчитывался по формуле [2] :

$$N_{cp} = \frac{N}{N_p},$$

где N *- общее количество баллов, полученное всеми студентами;*

N_p *- количество представленных решений.*

Коэффициент сложности задачи определяется по формуле:

$$K_{cё} = 1 - \frac{N_{cp}}{N_{\max}} = 1 - \frac{N}{\sum_{i=1}^{n} N_{\max i}},$$

где $N_{\max}$ *- максимальный балл за задачу*

$\sum_{i=1}^{n} N_{\max i}$ *- сумма максимальных баллов за все n задач.*

Таблица 2 – Анализ результатов решения задач олимпиады «Осень – 2014»

Номер задачи	*Балл*	*Число представленных решений*	*Максимально возможное количество баллов*	*Общее количество полученных баллов*	*Средний балл*	*Коэффициент сложности задачи*
С1	*5*	*14*	*70*	*45*	*3,21*	*0,357*
С2	*10*	*9*	*90*	*25*	*2,78*	*0,722*
К1	*5*	*10*	*50*	*20*	*2,00*	*0,600*
К2	*15*	*6*	*90*	*40*	*6,67*	*0,555*
Д1	*5*	*8*	*40*	*6*	*0,75*	*0,85*
Д2	*10*	*3*	*30*	*5*	*1,67*	*0,833*
Д3	*15*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*

Самые большие трудности, как всегда, вызвали задачи по динамике. Это объясняется тем, что динамика – это заключительный раздел теоретической механики и студенты либо не проходили темы, по которым представлены задачи, либо не полностью усвоили.

Самые высокие результаты студенты показывают при решении задач по статике, что не удивительно. Большинство преподавателей считают именно этот раздел теоретической механики наиболее простым, как с точки зрения механики, так и математики [3,4].

В таблице 3 представлено число студентов, принимавших участие в олимпиаде от различных факультетов.

Самыми активными участниками олимпиад по теоретической механике являются студенты архитектурно-строительного факультета. Преподавателям остальных факультетов рекомендуется обратить более пристальное внимание на самостоятельную активизацию познавательной деятельности студентов.

Таблица 3 – Число студентов, принимавших участие в олимпиаде

Факультет (институт)	Кол-во студентов, принявших участие в олимпиаде	
	Весна– 2014	Осень -2014
Архитектурно-строительный факультет	22	16
Аэрокосмический институт	4	2
Транспортный факультет	2	2
Электроэнергетический факультет	7	1
Факультет биотехнологий и пищевой инженерии	0	2

Таким образом, при самостоятельном освоении курса теоретической механики, как в сокращенном объеме, так и при углубленном изучении, наибольшие трудности возникают при изучении динамики [5]. Это связано с более трудными математическими выкладками в частности, со составлением и решением дифференциальных уравнений, математическим моделированием движения объектов [6]. Поэтому, уже при изучении математики и математического анализа, на это следует обратить самое пристальное внимание.

Полученный анализ результатов и экзаменационные оценки участников олимпиад показывает, что участие студентов в различных турах олимпиад позволяет повысить качество преподавания теоретической механики, прививает интерес студентов к самостоятельной работе и открывает в дальнейшем им путь в науку и любовь к творческой деятельности.

Список литературы

1. *Власов, Ю. Л. Предметные олимпиады как фактор самостоятельной активизации познавательной деятельности студентов / Ю. Л. Власов, Л. И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. –Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – С. 599-602 – ISBN 978-5-4417-0161-7.*
2. *Власов, Ю. Л. Анализ проведения студенческих олимпиад по теоретической механике / Ю. Л. Власов, Л. И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. –*

Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. С. 204-207 – ISBN 978-5-4417-0309-3.

3. Гаврилов, А. А. Автоматизирование формирования заданий для самостоятельной работы студентов на примере задач по разделу «Динамика системы» дисциплины «Теоретическая механика» / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013 - С. 603-607 - ISBN 978-5-4417-0161-7.

4. Кудина, Л. И. Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики / Л. И. Кудина, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014 - С. 337-340.

5. Морозов, Н. А. Оценка самостоятельной деятельности студентов технических направлений подготовки / Н. А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С. 373-376 - ISBN 978-5-4417-0309-3

6. Морозов, Н. А. Совершенствование центробежной очистки автомобильных эксплуатационных материалов от механических примесей: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.22.10 / Морозов Николай Анатольевич; ОГУ - Оренбург, 2006. – 194 с.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ЗАДАЧ ПО РАЗДЕЛУ «СТАТИКА» НА ПРИМЕРЕ ПЛОСКОЙ СИСТЕМЫ СИЛ

Гаврилов А.А., Морозов Н.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Роль самостоятельной деятельности студентов и время, отводимое на эту деятельность, в настоящее время постоянно возрастают, что связано с внедрением многоуровневой системы образования. При этом студент не только закрепляет полученные ранее теоретические знания и осваивает алгоритмы решения задач, но и формирует новое знание. Особенно это актуально для студентов младших курсов, где самостоятельная работа закладывает основы будущей исследовательской деятельности [1].

В теоретической механике одним из направлений самостоятельной работы является решение задач, выполнение расчетно-графических работ [2, 3]. Литература и сборники заданий по рассматриваемой дисциплине представлены достаточно широко и постоянно пополняются новыми. Между тем, задачи из сборников решаются неоднократно, что вызывает у студента искушение воспользоваться готовым решением.

Для того чтобы избежать повторения условий выдаваемых заданий и исключить возможность использования готовых решений предлагается автоматизировать формирование заданий для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теоретическая механика» с использованием программного обеспечения.

Такой подход может быть применен для различных разделов теоретической механики. В данном случае, он предлагается для формирования задач по статике.

Порядок формирования задания подробно рассмотрен в [4] и приведен на рисунке 1. Программа реализована на примере плоской произвольной системы сил в пакете Microsoft Office с использованием макросов.

Этапы ввода данных и вывода заданий принципиально не отличаются для всех задач, поэтому подробнее рассмотрен только этап формирования заданий. В таблицах 1 и 2 представлены основные типы опор и нагрузок.

Автоматизированное создание расчетной схемы имеет некоторые особенности – требуется избежать некорректных условий. На рисунке 2а приведена сформированная расчетная схема, а схема, показанная на рисунке 2б, не имеет решений при определении реакций опор, так как представляет собой механизм.

Во избежание этого требуется проверка ограничений (они приведены в таблице 1). Например, при наличии подвижного и неподвижного шарниров, проверяется, что линия реакции подвижной опоры не проходит через неподвижную. Подобный подход используется и для корректировки схемы, прилагаемых нагрузок.

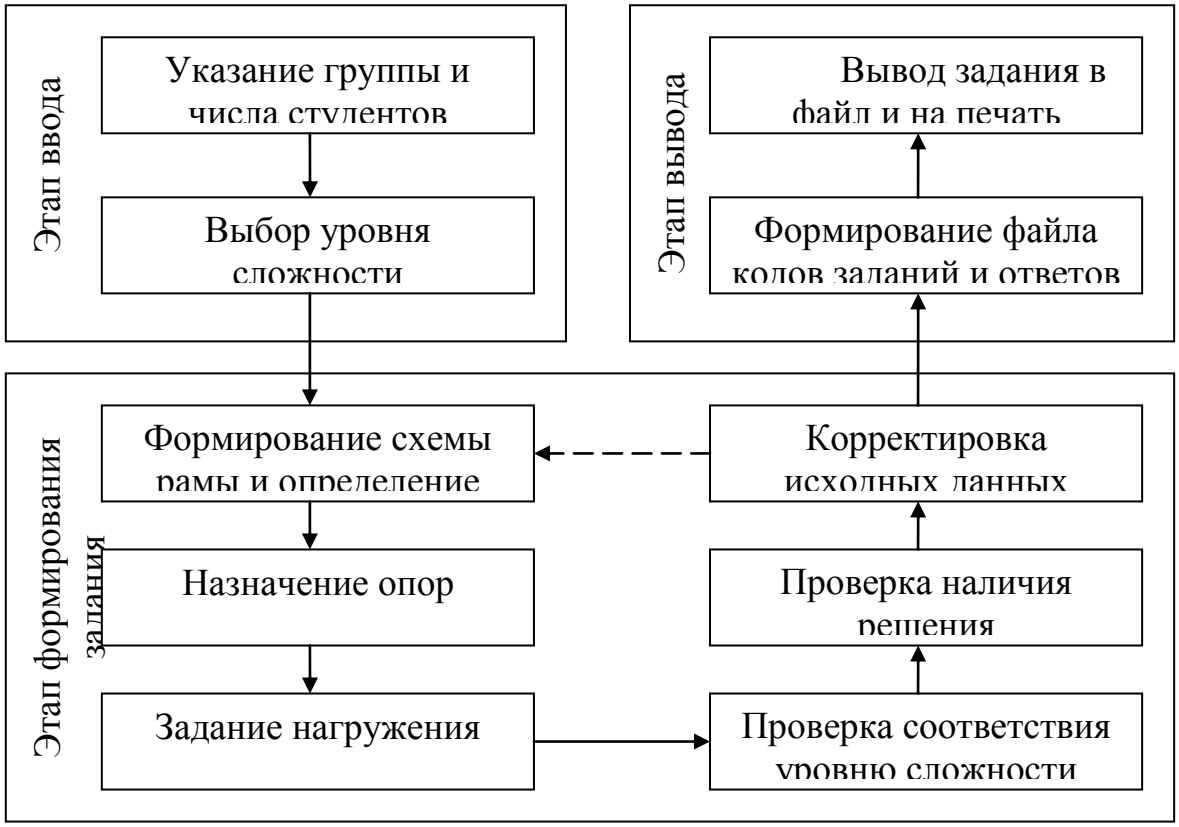
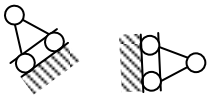


Рисунок 1 – Алгоритм формирования задания

Таблица 1 – Типы опор с характеристиками

Наименование опоры	Неподвижный шарнир	Подвижный шарнир	Жесткая заделка	Скользящая заделка
Схема				
Число налагаемых ограничений	2	1	3	2
Варианты наименования ограничений	X1, Y1	Y1	X1, Y1, Z1	X1, Z1
Варианты схем				

Для компактного хранения заданий, выданных студентам, и оперативной их проверки применяется система шифрования, которая позволяет все параметры задания представить в виде числа в восьмеричной системе исчисления (рисунок 3), а хранить в виде числа в шестнадцатеричной системе. Пример перевода содержания задания в шифр: $25647324_8 \rightarrow 574ED4_{16}$.

Таблица 2 – Варианты нагружения

Наименование нагрузки	Сосредоточенная сила	Распределенная нагрузка	Пара сил	Груз
Схема	↓			↓
Характеристики	Точка приложения, модуль, угол наклона	Точка начала / конца приложения, величина в начале / конце, направление	Точка расположения, модуль	Точка приложения, модуль, угол наклона
Варианты схем	Угол наклона к вертикали / горизонтали	Равномерно / линейно распределенная нагрузка	-	Опирается на раму / прикрепляется через нить

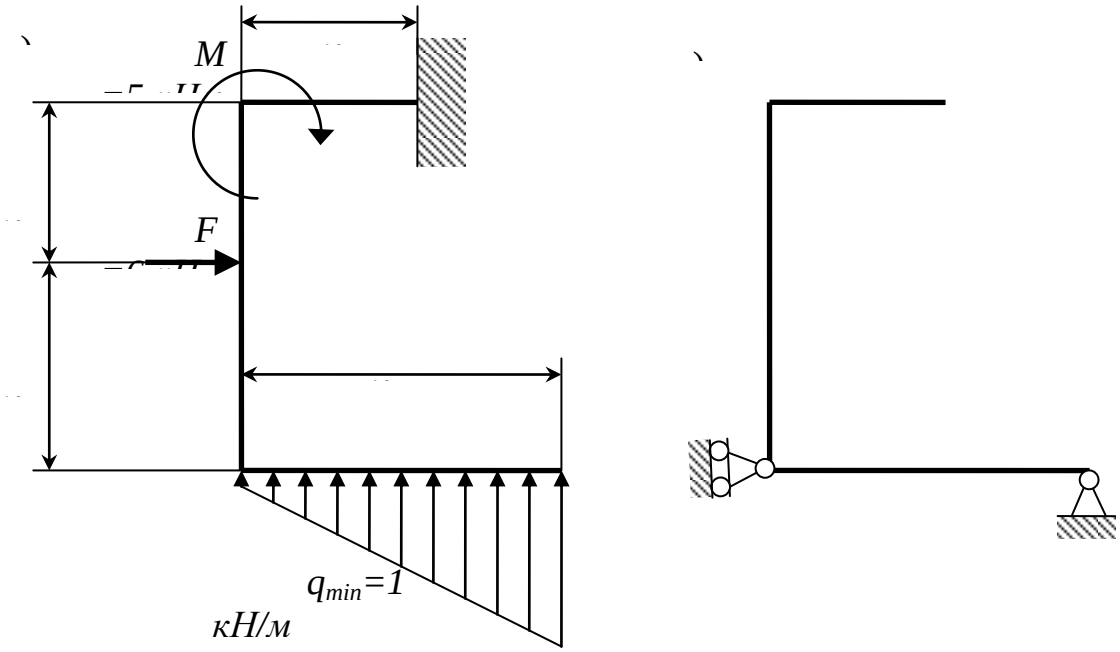


Рисунок 2 – Расчетная схема рамы (*а* – пример задания; *б* – задание, требующее корректировки)

Рисунок 3 – Значение элементов шифра задания

Автоматизация создания задания позволяет не только сформировать новое задание, но и предусмотреть уровень его сложности, учесть отдельные факторы, влияющие на трудоемкость.

Предлагаемый подход является оптимальным для использования совместно с современными технологиями обучения, например при модульной технологии [5, 6] и использовании балльно-рейтинговой системы [7].

Список литературы

1. *Куча, Г. В. Организация самостоятельной работы студентов при преподавании теоретической механики / Г. В. Куча, И. И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 29-31 января 2014 г. – Оренбургский гос. ун-т. — С. 344-347.*
2. *Морозов, Н. А. Оценка самостоятельной деятельности студентов технических направлений подготовки / Н. А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С. 373-376.*
3. *Сердюк, А.И. Научно-методический подход к подготовке современных технических специалистов / А.И. Сердюк, Е.В. Пояркова // «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: Участок оперативной полиграфии ОГУ, 2015.– С. 131-136.*
4. *Гаврилов, А. А. Автоматизирование формирования заданий для самостоятельной работы студентов на примере задач по разделу «Динамика системы» дисциплины «Теоретическая механика» / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. - С. 603-607.*
5. *Власов, Ю. Л. Модульное обучение студентов транспортных направлений подготовки по дисциплине «Теоретическая механика» / Ю. Л. Власов, Л. И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. –Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. - С. 594-598.*
6. *Власов, Ю. Л. Модульная технология обучения студентов по дисциплине «Прикладные задачи динамики твердого тела» / Ю. Л. Власов, Л. И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. - С. 214-218.*

7. Куча, Г. В. Пилотный проект, используемый при подготовке бакалавров транспортного факультета / Г. В. Куча, И. И. Мосалева, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. - С. 624-628.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Гаврилова М.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Проблема автоматизации сборочных процессов, связанных с производством авиационных изделий на АО «ПО «Стрела» объясняется сложностью современных сборочных машин, малой их рентабельностью в эксплуатации, малой технологичностью конструкций машин и деталей (неприспособленностью их к условиям автоматизации сборки, отсутствием универсальных и агрегатируемых конструкций средств механизации и автоматизации, неполным обеспечением рабочих мест сборщиков современными механизированными инструментами). Несмотря на существующие проблемы, вопрос автоматизации сборки является наиболее актуальной, необходимой для последующего увеличения производительности и усовершенствования качества изделий авиационного машиностроения.

Например, известен опыт автоматизации сборочных процессов противокорабельной ракеты «Яхонт». Противокорабельная крылатая ракета (ПКР) "Яхонт" предназначается для уничтожения надводных военно-морских группировок и одиночных кораблей в условиях мощного огневого и радиоэлектронного противодействия. Ракета "Яхонт" исполнена по нормальной аэродинамической схеме с трапециевидным складным крылом и оперением. Аэродинамика планера в сочетании с высокой тяговооруженностью обеспечивает "Яхонту" высокую маневренность позволяющую ракете выполнять эффективные маневры уклонения от средств противника. Сама ракета заключена в герметичный транспортно-пусковой контейнер (ТПК). О плотности компоновки свидетельствует почти полное отсутствие зазоров между фюзеляжем крылатой ракеты и внутренней поверхностью ТПК [1].

В процессе автоматической сборки собираемые элементы занимают различные относительные положения в пространстве, при этом их положения находятся в прямолинейных (прямоугольных, косоугольных) и криволинейных (цилиндрических, сферических) системах координат. Для успешного выполнения процесса автоматической сборки надлежит совместить системы координат базовой и присоединяемой деталей без нарушения качества сопрягаемых поверхностей при их автоматическом соединении.

Чтобы определить условия автоматической собираемости, необходимо определить итоговое смещение осей при первоначальном контактировании деталей при их соединении в плоскости, нормальной оси сопряжения. Гарантированным такой расчет итогового смещения будет при условии, что он выполнен для самого неблагоприятного относительного расположения осей сопрягаемых поверхностей, при котором их смещение и перекос лежат в одной

плоскости, а направление перекоса осей приводит к увеличению их относительного смещения [2].

Особенность изделий авиационной промышленности состоит в сложной пространственной форме собираемых элементов сборки и технологичность авиационных изделий. Далее кратко рассмотренные эти особенности.

Сложная пространственная форма собираемых элементов сборки.

Когда формулируются геометрические условия автоматической собираемости принимается, что элементы технологической системы оборудование-оснастка-сборочные детали (СООСД) в процессе сборки деталей упруго не деформируются под действием силы сборки, при этом принимается во внимание лишь то воздействие, которое нужно для перемещения соединяемой детали и выборки всех зазоров, образуемых элементами технологической системы СООСД.

Геометрические условия автоматической собираемости рассматриваются с момента контактирования собираемых деталей друг с другом до момента окончания выполнения соединения, т.е. на втором и третьем этапах соединения деталей. Данные условия определяются этапом сборки, на котором обеспечивается минимальное значение допускаемого относительного смещения осей сопрягаемых поверхностей собираемых деталей в плоскости, перпендикулярной их оси сопряжения (сборки). При этом расчет условий автоматической собираемости обычно выполняют для самого опасного случая, когда угол перекоса между осями сопрягаемых поверхностей находится в плоскости максимальных смещений осей. При этом пространственная задача сводится к плоской, а расчет становится гарантированным.

Технологичность авиационных изделий.

В основу разработки технологических процессов автоматической сборки положены технический и экономический принципы. В соответствии с техническим принципом необходимо, чтобы разработанный техпроцесс полностью обеспечивал выполнение требований рабочего чертежа и технических условий приемки изделия. В соответствии с экономическим принципом, сборку изделия нужно вести с минимальными затратами овеществленного и живого труда и с минимальными издержками производства.

В сборочном чертеже изделия должны быть приведены: нужные проекции и разрезы, спецификация составляющих его элементов, посадки в сопряжениях, масса изделия и его составных частей [3].

Необходимо, чтобы технические условия учитывали: высокую точность, герметичность сопряжений, обеспечивающие высокое внутреннее и внешнее давление на составляющие изделия, жесткость и сопротивление агрессивным жидкостям стыков, силы, действующие на затяжку соединений. Особенно следует обратить внимание на статическую и динамическую балансировку вращающихся деталей и частей, которая должна быть выполнена с очень высокой точностью. В современных аппаратах авиационного производства кроме клепки, применяется электроннолучевая сварка, сварка трением-перемешиванием, предназначенная для стыковой сварки изделий из листов

алюминия и его сплавов толщиной от 2 до 30 мм при температурах ниже температуры плавления.

Современные автоматизированные методы сборки развиваются с учетом внедрения активных средств контроля сборочного процесса, в условиях промежуточного контроля используют:

- ультразвуковой
- магнитопорошковый и феррозондовый контроль
- вихретоковый
- визуальный
- вибродиагностический
- ультразвуковая толщинометрия

Для окончательного контроля сборки используют такие устройства как портативные измерительные манипуляторы, лазерные сканеры.

При выборе уровня автоматизации сборочного процесса изделий авиа и ракетостроения следует учитывать особенности каждого. Автоматизация отдельных сборочных операций решается в ряде случаев сравнительно просто. Однако она не всегда дает нужный эффект. Если работа протекает по полуавтоматическому циклу с ручным съемом деталей, то высвобождения рабочих в этом случае добиться не удается. В этом случае можно только повысить безопасность труда и качество сборки, что наиболее подходит для АО «ПО «Стрела». Повышение производительности труда позволяет сократить число дублеров на данной сборочной операции. Большого эффекта достигают при полной автоматизации отдельных операций сборки с подачей деталей из бункеров и автоматическим удалением собранных изделий. В этом случае рабочий полностью освобождается от непосредственного участия в работе сборочного автомата. Необходима только периодическая загрузка бункеров, наблюдение за работой автомата, его регулировка и поднастройка через определенные промежутки времени.

Таким образом, процессы сборки сложных изделий авиа и ракетостроения могут быть автоматизированы на основе общих принципов автоматизации сборочных процессов. В то же время в самой основе эффективной организации прецизионной сборки лежат два условия: необходимость хранения в размерноориентированном состоянии и необходимость применения ЭВМ для расчета сборочных комплектов деталей. Если при этом учесть, что прецизионные изделия изготавливают обычно сравнительно небольшими партиями, что требует оперативной перенастройки сборочного процесса, а ЭВМ, так или иначе необходимая для выполнения сборочного процесса, может быть использована в целях управления самим процессом и его перенастройкой, то применение гибких производственных систем следует признать естественной формой эффективной организации прецизионной сборки.

Независимо от сложности собираемого прецизионного изделия характер выполняемых операций распределяется следующим образом:

- операции, связанные с захватом и транспортировкой деталей составляют 50..60 %;

- операции установки деталей в накопители и на рабочие позиции – 25..30%;

- операции измерения сопрягаемых изделий – 10 %;

- операции непосредственного соединения деталей по сопрягаемым поверхностям – 3..6 % [2].

В сумме относительное число операций захвата деталей, транспортировки и установки (до 85 %) резко преобладает над числом основных технологических операций (примерно на 15 %), к которым, кроме собственно сборочных, следует отнести и контрольные операции. В связи с этим сокращение общей трудоемкости следует производить за счет автоматизации процессов, связанных, прежде всего, с отбором деталей в сборочные комплекты, т.е. процесса размерного комплектования.

Следовательно, автоматизация – единственная возможность увеличения производительности труда, технического уровня и качества выпускаемой авиационной продукции. Зачастую, автоматизация позволяет увеличить производительности процесса сборки в десять и более раз, одновременно увеличивая качество изделий.

Список литературы

1. *Карпенко, А.В. Отечественные авиационные тактические ракеты / А.В.Карпенко, С.М. Ганин // "Бастион". – 2000. – №1.*
2. *Ласуков, А.А. Автоматизация сборки в машиностроении: учебное пособие / А.А. Ласуков. Юргинский технологический институт. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010 - 176 с.*
3. *Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства: учеб. для машиностроит. спец. вузов / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др.; под ред.Ю.М. Соломенцева. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк.,1999. - 312 с.*

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Гаибова Т.В., Шумилина Н.А.
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Обязательной составляющей умений и навыков, формируемых в процессе обучения в рамках компетенций по направлениям «Управление в технических системах» и «Системный анализ и управление» является способность решать задачи проектирования и управления в сложных технических и организационных системах. Именно эти задачи являются основой для формирования большинства трудовых функций, входящих в профессиональные стандарты, соответствующие рассматриваемым направлениям.

Для успешной подготовки дипломированного специалиста, конкурентоспособного на рынке труда, каждая дисциплина учебного плана должна опираться на практико-ориентированные методики обучения, позволяющие сформировать необходимые навыки в рамках компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом.

На практике, зачастую, разработанные и используемые в учебном процессе фонды учебных заданий направлены только на закрепление теоретических знаний, не позволяя в процессе изучения дисциплины сформировать навыки, необходимые в трудовой деятельности. В лучшем случае возможность подготовки к выполнению трудовых функций откладывается до процесса дипломного проектирования. Причем, может сильно его замедлить и превратить в неподъемную для студента задачу. Подчас руководитель выпускной квалификационной работы вынужден восполнять пробелы учебной деятельности, вызванные именно недостаточным для практики уровнем применимости в дальнейшей профессиональной деятельности решаемых учебных задач.

Отрицательно это сказывается и на самом процессе трудоустройства, потому что бывает, что дипломированный специалист сам с трудом осознает, какие профессиональные навыки и трудовые функции он может предложить на рынке труда, для каких предприятий он может представлять интерес, какие перспективы профессионального роста перед ним открыты. Отчасти, это может являться и причиной снижения интереса студента к учебе и, как следствие, плохой успеваемости и пропусков занятий.

Именно поэтому разработка практических заданий, позволяющих как закрепить изученные теоретические положения, так и подготовиться к выполнению трудовых функций является задачей особой важности, инструментом формирования связи учебной деятельности в ВУЗе и будущей профессиональной деятельности.

В соответствии с принципами нисходящего проектирования, содержание и структура комплектов контрольных заданий должна определяться исходя из целей обучения.

Ориентиром при реализации образовательной деятельности по направлениям подготовки «Системный анализ и управление» и «Управление в технических системах» являются такие профессиональные стандарты, как «Специалист по автоматизированным системам управления производством» [1], «Системный аналитик» [2], «Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов» [3].

Основные цели профессиональной деятельности, изложенные в соответствующих стандартах, выглядят следующим образом:

- исследование, разработка и эксплуатация средств и систем автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством применительно к конкретным условиям производства на основе отечественных и международных нормативных документов [1];
- разработка, восстановление и сопровождение требований к программному обеспечению, продукту, средству, программно-аппаратному комплексу, автоматизированной информационной системе или автоматизированной системе управления на протяжении их жизненного цикла [2];
- проектирование и оформление технологических процессов изготовления изделий с применением средств автоматизации [3].

Вышеперечисленные цели должны представлять собой желаемый конечный результат обучения и являться ориентиром при формировании комплектов учебных заданий в процессе освоения дисциплин, заданий на учебную и производственную практику, курсовое и дипломное проектирование.

Для реализации целей обучения посредством освоения дисциплин учебного плана, необходимо сформировать перечень проектных задач, которые будут контролироваться при проведении итоговой государственной аттестации (ИГА) и определить связь между этими задачами и дисциплинами учебного плана.

Например, для проверки компетентности выпускника по направлению подготовки 27.03.03 – Системный анализ и управление в соответствии с требованиями соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и профессиональных стандартов [1,2] были выделены следующие проектные задачи:

1) анализ и моделирование предметной области разрабатываемой системы;
2) определение функций и структуры проектируемой системы;
3) разработка математического обеспечения системы;
4) разработка информационного обеспечения системы;
5) экспериментальная апробация математических моделей и алгоритмов.

В таблице 1 представлены связи дисциплин учебного процесса с ключевыми навыками, проверяемыми на этапе итоговой государственной аттестации.

Таблица 1 – Связи дисциплин учебного процесса с проектными задачами, контролируемыми при проведении итоговой государственной аттестации (фрагмент)

Наименование дисциплин	Проектные задачи, контролируемые при проведении ИГА				
	1	2	3	4	5
Информатика					+
Теория и технология программирования					+
Базы данных	+			+	+
Системный анализ, оптимизация и принятие решений	+	+	+	+	+
Вычислительная математика			+		+
Математические методы системного анализа			+		+
Методы оптимизации систем			+		+
Теория автоматического управления		+	+		
Математические методы теории автоматического управления			+		
Моделирование систем	+	+	+	+	+
Прикладные математические модели			+	+	+
Интеллектуальные технологии представления знаний			+		
Проектирование экспертных систем	+	+	+	+	+
Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов	+	+	+	+	+
Инструментальные средства разработки систем	+	+	+	+	+
Управление проектами	+	+	+	+	+

В основу формирования проблематики выпускных квалификационных работ положены шесть тематических шаблонов:

1) разработка системы поддержки принятия решений;

2) разработка экспертной системы;

3) разработка автоматизированного рабочего места;

4) разработка системы управления качеством технологического процесса;

5) разработка системы автоматического управления технологическим процессом;

6) автоматизация документооборота.

Каждый шаблон подразумевает решение задачи проектирования и/или управления.

Ввиду того, что современные технологии проектирования и управления базируются на системном подходе, особую важность при решении подобных задач приобретает навык быстрого освоения предметной области рассматриваемой задачи с конкретным объектом исследования.

Формирование такого навыка в учебном процессе, по нашему мнению, должно базироваться на следующих принципах:

- практико-ориентированности - выполняется за счет структуризации предметной области и выделения в ней типовых объектов и процессов, а также соответствующих задач проектирования и управления;

- рассмотрения структуры источников информации, необходимых для получения информации об объекте исследования;

- использования шаблонов моделирования объектов исследования и соответствующих типовых задач проектирования и управления;

- перехода от освоения теоретических основ изучаемой дисциплины к практическим заданиям по проектированию рассматриваемых объектов и процессов посредством отработки практических заданий «технологического» уровня, позволяющих создать прочную основу знаний о рассматриваемом объекте/процессе, закрепить навык поиска информации, необходимой для решения задач проектирования и управления, подготовив тем самым студента к восприятию постановок проектных задач и построению множества проектных альтернатив;

- формирования заданий не только малой, но и большой размерности, чтобы использование изучаемых специальных методов и средств (в том числе информационных технологий) стало очевидно обязательным.

В таблице 2 представлен фрагмент разработки примерных учебных заданий для формирования проектных компетенций в рамках двух дисциплин учебного плана направления подготовки 27.03.03 - Системный анализ и управление.

Задания технологического типа предназначены для освоения типовых учебных задач проектирования малой размерности совместно с преподавателем или по предложенному шаблону. Количество заданий должно быть достаточным для формирования устойчивого навыка разработки проектных элементов рассматриваемого типа. Преподавателю разумно создавать при этом банк учебных проектных ситуаций.

Задания проектного типа представляют собой проектные элементы, которые впоследствии могут использоваться при курсовом проектировании или выполнении выпускной квалификационной работы.

Начальный и продвинутый уровни заданий различаются размерностью решаемой проектной задачи, наличием и полнотой исходных данных для проектирования, наличием / отсутствием дополнительных требований к объекту проектирования.

Таблица 2 – Примеры учебных заданий для формирования проектных компетенций в рамках дисциплин (фрагмент)

Наименование дисциплины	Тип заданий для формирования проектных компетенций			
	технологический		проектный	
	начальный уровень	продвинутый уровень	начальный уровень	продвинутый уровень
Базы данных	Разработка базы данных на основе предложенного преподавателем описания информационных потребностей пользователей (не более 3 сущностей, не более 4 атрибутов для каждой сущности)	Разработка базы данных на основе предложенного преподавателем описания информационных потребностей пользователей (не менее 9 сущностей, не менее 8 атрибутов для каждой сущности)	Разработка базы данных на основе самостоятельного анализа информационных потребностей объекта исследования (не более 3 сущностей, не более 4 атрибутов для каждой сущности)	Разработка базы данных на основе самостоятельного анализа информационных потребностей объекта исследования (не менее 8 сущностей, не менее 8 атрибутов для каждой сущности)
Системный анализ, оптимизация и принятие решений	Разработать модель черного ящика процесса в соответствии с предложенным шаблоном (напр., модель черного ящика технологического процесса производства) без определения точки зрения на модель	Разработать модель черного ящика рассматриваемого процесса в соответствии с предложенным шаблоном и определенной преподавателем точкой зрения	Разработать макет интерфейса системы с помощью инструментов быстрого прототипирования (количество функций системы – не более 2)	Разработать макет интерфейса системы с помощью инструментов быстрого прототипирования (количество функций системы – не менее 4)

	Провести анализ проблемной ситуации, предложенной преподавателем (количество заинтересованных в проблеме лиц – не более 5, количество целей – не более 3)	Провести анализ проблемной ситуации, предложенной преподавателем (количество заинтересованных в проблеме лиц – не менее 9, количество целей – не менее 6)	Разработать требования к функциям системы и подсистем на основе анализа предметной области (количество заинтересованных лиц – не более 5, локальных целей – не более 3)	Разработать матрицу трассировки требований к системе на основе анализа предметной области системы (количество заинтересованных лиц – не менее 9, локальных целей – не менее 6)

Таким образом, каждая дисциплина учебного плана должна быть доведена до требуемого профессиональным стандартом и рынком труда уровня практических навыков будущего специалиста.

Список литературы

1. *Специалист по автоматизированным системам управления производством [Электронный ресурс] : профессиональный стандарт. / Реестр профессиональных стандартов. – Мин.-во труда и соц. защиты РФ. – Режим доступа : http://profstandart.rosmintrud.ru/ . – 13.10.2014.*
2. *Системный аналитик [Электронный ресурс] : профессиональный стандарт. / Реестр профессиональных стандартов. – Мин.-во труда и соц. защиты РФ. – Режим доступа : http://profstandart.rosmintrud.ru/ . – 28.10.2014.*
3. *Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов [Электронный ресурс] : профессиональный стандарт. / Реестр профессиональных стандартов. – Мин.-во труда и соц. защиты РФ. – Режим доступа : http://profstandart.rosmintrud.ru/ . – 25.03.2015.*

ИЗУЧЕНИЕ ДАТЧИКОВ, ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ И ПРОГРАММИРУЕМОГО РЕЛЕ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Галина Л.В., Проскурин Д.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время в соответствии с утвержденными образовательными стандартами высшего образования большое внимание уделяется вопросам материально-технического и программного обеспечения лабораторий и учебных аудиторий. Вследствие чего возникает необходимость использовать в учебном процессе современные комплекты типового лабораторного оборудования. Примером такого современного учебного оборудования может служить комплект «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р (рисунок 1), имеющийся на кафедре Систем автоматизации производства Оренбургского государственного университета.

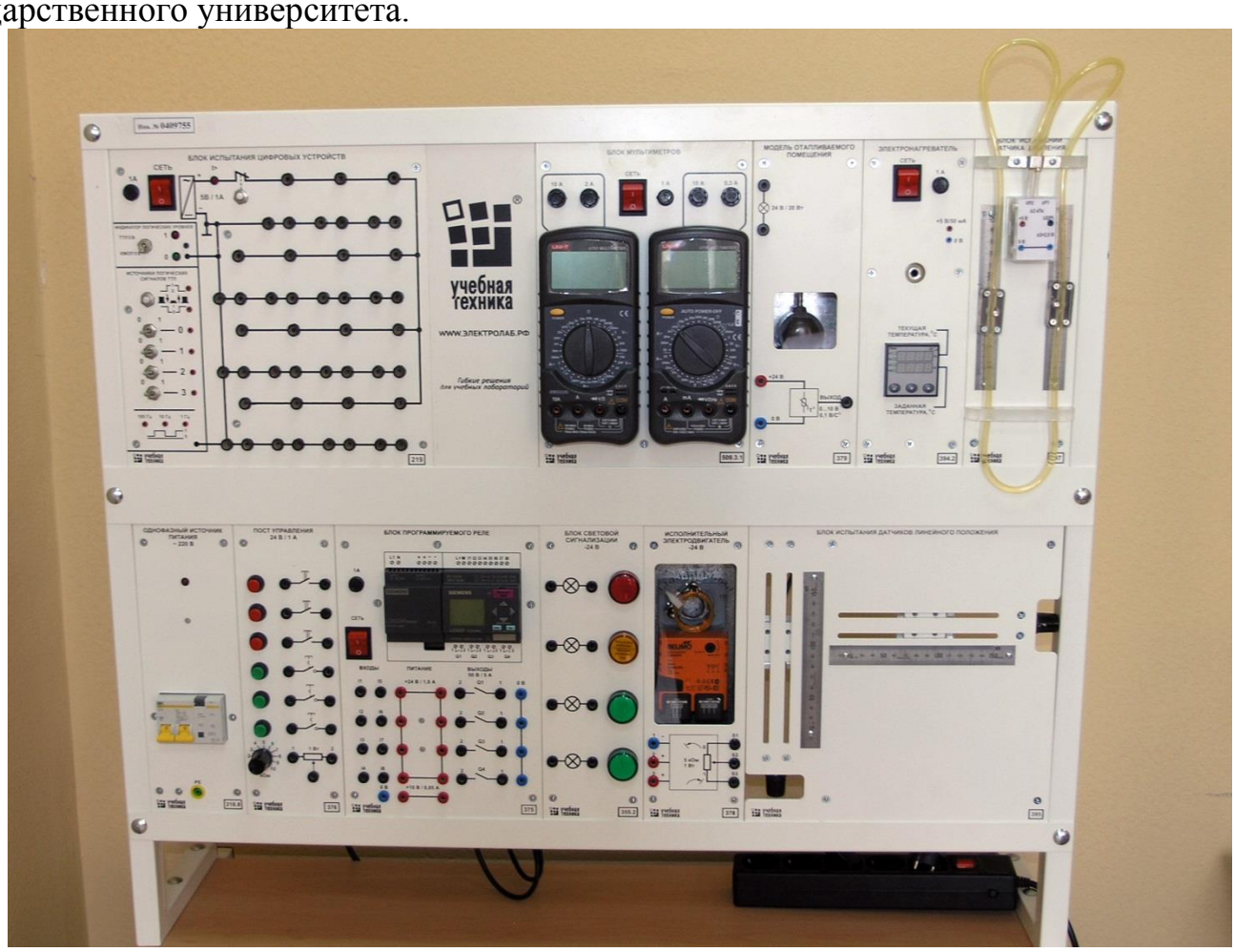


Рисунок 1 – Комплект «Основы автоматизации производства»

Аппаратная часть учебного стенда выполнена на основе современного оборудования по блочному (модульному) принципу, позволяющему производить не только базовые эксперименты, указанные в сопроводительной документации, но и более широкий круг задач моделирования. Малая

мощность силовых элементов, защита электрических цепей от эксплуатационных коротких замыканий, применение устройства защитного отключения позволяют повысить надежность и электробезопасность оборудования.

Учебный стенд состоит из следующих универсальных и специализированных блоков и измерительных приборов: однофазный источник питания, блок испытания цифровых устройств, блок световой сигнализации, блок программируемого реле, пост управления, исполнительный электродвигатель, модель отапливаемого помещения, электронагреватель, блок испытания датчиков линейно положения, блок испытания датчика давления, блок мультиметров, набор цифровых миниблоков, набор датчиков температуры включающий термопреобразователь сопротивления, термоэлектрический преобразователь (термопара типа ХК), полупроводниковый резистор с положительным температурным коэффициентом, набор датчиков линейного положения.

С использованием данного учебного комплекта оборудования возможно проводить лабораторные работы по нескольким направлениям: изучение датчиков технологических параметров, изучение цифровых устройств, изучение аналоговых и аналого-цифровых устройств, изучение устройств управления и автоматических систем.

Наличие такого комплекта на кафедре позволило переработать ряд лабораторных работ по дисциплинам, таким как «Введение в специальность» и «Синтез цифровых систем автоматического управления».

В рамках дисциплины «Введение в специальность» рассматриваются основы понятия автоматизации и элементы, необходимые для реализации автоматизации производства. Наиболее подходящими направлениями являются: изучение датчиков технологических параметров, а именно бесконтактных выключателей, индуктивного датчика линейного положения, резистивного датчика положения, датчика давления и датчиков температуры, а также изучение основ автоматических систем и принципов их работы, на примере системы автоматического управления исполнительным электродвигателем и системы автоматического регулирования температуры.

Раздел изучения датчиков технологических параметров позволяет дать представление о контроле величин различными способами с использованием нескольких типов оборудования. Например, в первой работе рассматриваются три типа бесконтактных датчиков: оптический бесконтактный выключатель ВБО-М18-76У-3111-С, емкостный бесконтактный выключатель ВБЕ-Ц30-96У-2111-ЗА и индуктивный бесконтактный выключатель ВБИ-Ц30-89У-2111-3, что позволяет исследовать зависимость границы зоны включения/выключения от видов датчиков и свойств объекта воздействия.

Вторая и третья работы позволяют исследовать и проанализировать работу двух типов датчиков линейного положения: бесконтактный индуктивный датчик с аналоговым (токовым) выходом типа ДПА-Ф60-40У-2110-Н и резистивный аналоговый датчик (переменный резистор).

Четвертая работа - изучение аналогового дифференциального датчика давления MPXV7002PV. Пятая работа посвящена изучению датчиков температуры: термопреобразователь сопротивления медный типа ТС125-50М.В2.60, термоэлектрический преобразователь ТПК225-010.80 и полупроводниковый резистор с положительным температурным коэффициентом КТ110.

Заключительными работами являются изучение автоматических систем управления исполнительным электродвигателем и регулирования температуры.

При изучении дисциплины «Синтез цифровых систем автоматического управления» студенты имеют возможность опытным путём оценить работу цифровых устройств систем автоматики. При этом обучающиеся знакомятся с принципом действия аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями, базовых логических элементов. Отдельным модулем в стенде выделен блок программируемого реле на базе логического устройства LOGO!12/24RC (Siemens).

Использование данного учебного комплекта оборудования позволяет студентам закрепить теоретические знания в области электромеханических устройств автоматизации и приобрести навыки по сборке электрических схем, проведению измерений в электрических цепях, испытаний блоков и устройств автоматизированных систем.

Список литературы

1 Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р : паспорт ОАПСР.001 ПС

2 Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства. Лабораторные работы / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 192 с.

ВОПРОС О НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ АППАРАТА С ПЕРЕМЕШИВАЮЩИМ МЕХАНИЗМОМ

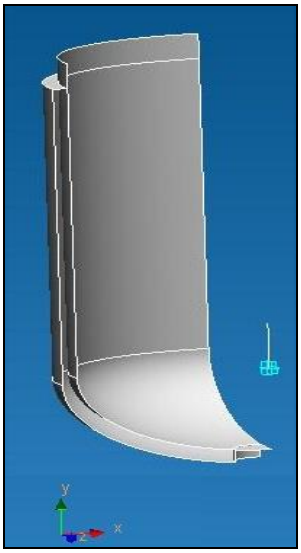
Герасимова Е.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Среди числа наиболее распространенных причин поломки нефтегазового оборудования на объектах подготовки, добычи, транспортирования, переработки и дальнейшего хранения нефти часто встречается коррозия. Коррозия уменьшает общий период службы резервуарного оборудования, оказывает непосредственное воздействие на промышленную безопасность при его применении. Использование стальных резервуаров показывает, что их внутренняя поверхность подвергается таким видам воздействия среды на металл резервуара, как равномерная, язвенная, щелевая, ножевая коррозии и водородное охрупчивание [1,2].

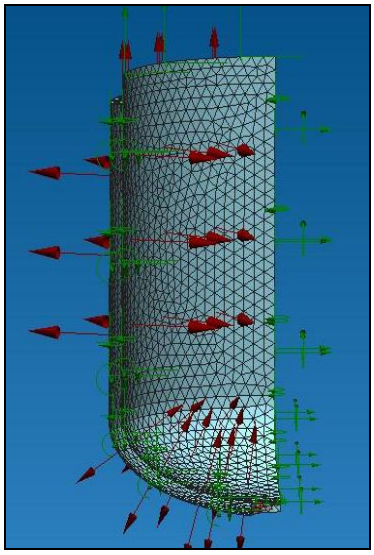
Целью исследования является изучение влияния коррозионных дефектов на прочность аппаратов с перемешивающим устройством. Для достижения поставленной цели проводили расчет и сравнение оболочки аппарата с перемешивающим устройством с дефектом и без дефекта [3].

Моделирование и расчет были проведены в многофункциональном программном комплексе APM WinMachine. При расчёте рассматривается аппарат, представленный на рисунке 1, а. Так как оболочка осесимметрична, то достаточно рассмотреть только её четверть, с соответствующим закреплением кромок – разреза.

На рисунке 1, б показана нагрузка от давления действующая между рубашкой и стенкой резервуара и закрепление, приложенное к боковым ребрам оболочек.



а)



б)

Рисунок 1 - Оболочка аппарата: а) - Геометрическая модель; б) - Схема нагружения

С учетом того, что оболочка может расширяться или сужаться, мы запрещаем на одной грани перемещение по оси Z и повороты вокруг осей Y и Z, на второй перемещение по оси X и повороты вокруг осей X и Y.

Под воздействием давления рубашка растягивается, а стенка резервуара сжимается, максимальные напряжения достигают 403МПа. Опасные напряжения возникают в месте соединения рубашки со стенкой резервуара. Наиболее равномерно оно распределено по стенке рубашки аппарата с перемешивающим устройством (Рисунок 2).

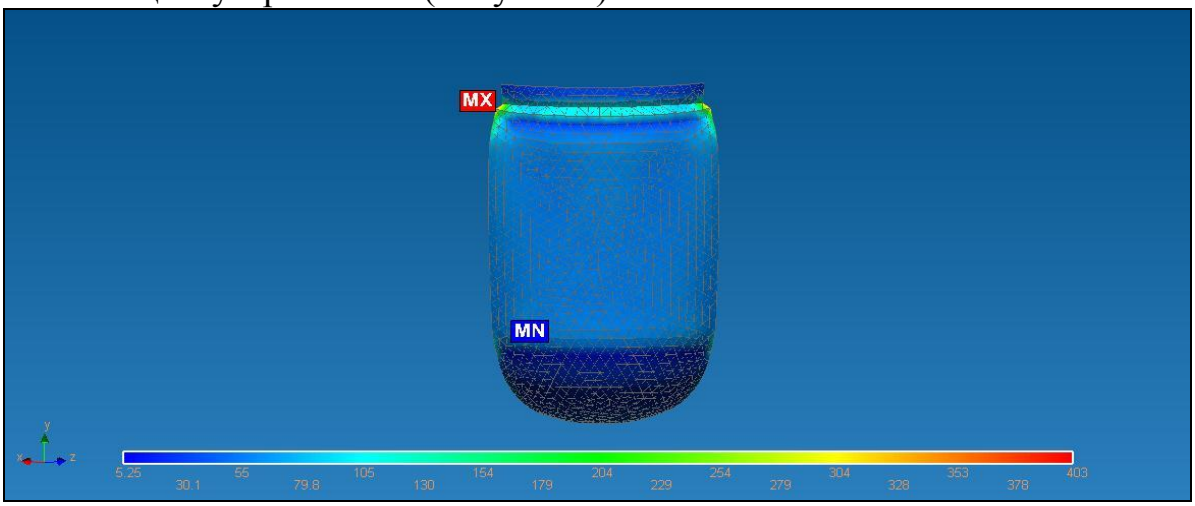
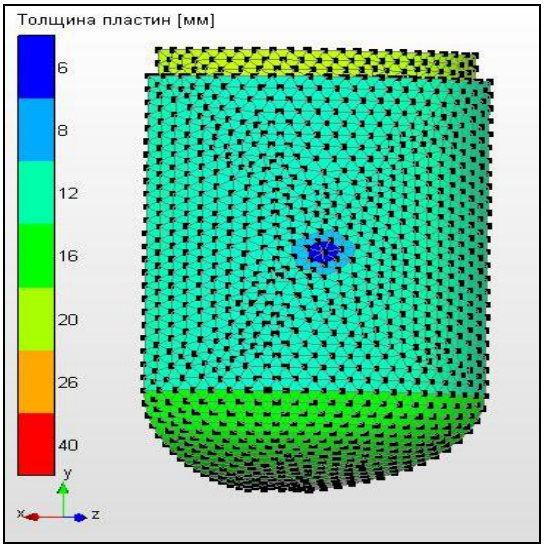


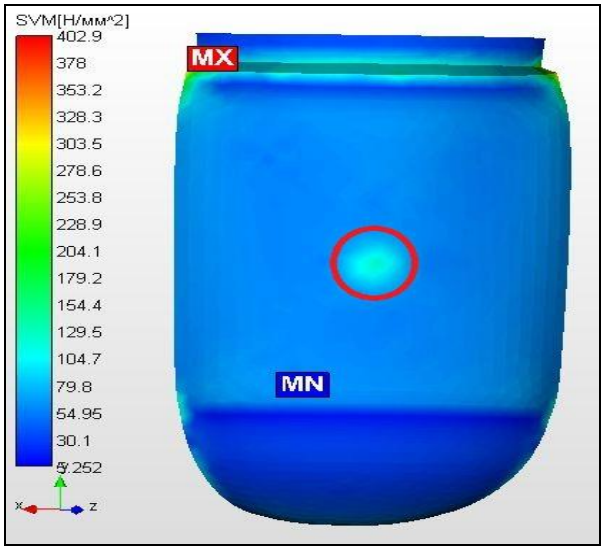
Рисунок 2 - Карта напряжений в оболочке без дефекта

В качестве дефекта была выбрана локальная коррозия, данный тип коррозии смоделирован по средствам уменьшения толщины стенки заданной области. (Рисунок 3, а)

В результате расчёта оболочки с дефектом напряжения увеличились, в области задания коррозии (Рисунок 3, б). Сравнивая полученные результаты в двух расчетах, мы наблюдаем, в области коррозии, повышение напряжений в два раза.



а)



б)

Рисунок 3 - Результаты расчёта оболочки с дефектом: а) Область коррозионного дефекта; б) Карта напряжений

В следствии высоких напряжений и коррозионного взаимодействия среды происходит разрушение оболочки, из-за чего аппарат выходит из строя. [3]

В дальнейшем предполагается, по этой методике рассчитать другие виды дефектов и сравнить их влияние на прочность аппарата с перемешивающим устройством.

Список литературы

1. Антикоррозионная защита резервуаров и оборудования [Электронный ресурс]: официальный сайт ЗАО «Плакарт» – Режим доступа: http://www.plackart.com/articles/134-zashita_rezervuarov_nikitas.html

2. Защита резервуаров от коррозий [Электронный ресурс]: официальный сайт ООО «Колорит Индастриал» - Режим доступа: http://kolorit-ind.ru/stati/tanks_kor/

3. Исследование влияния коррозионных дефектов на прочность трубопроводов [Электронный ресурс]:- портал Самарского научного центра Российской академии наук – Режим доступа: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2012/2012_1_529_533.pdf

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЫЛА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Быкова И.С., Горьков В.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Процесс конструирования и проектирования дополнительных аэродинамических поверхностей (ДАП) в составе облика магистрального воздушного судна (ВС) неразрывно связан с экспериментальными исследованиями в аэродинамической трубе. Исследование аэродинамических моделей ДАП крыла в аэродинамической трубе с использованием методов практической аэродинамики позволяет измерить аэродинамические силы и моменты, определить местные скорости течения воздуха и углы притекания потока, исследовать распределение давления по поверхности ДАП.

Эксперимент в аэродинамической трубе дает возможность наблюдать действительную картину обтекания, и способствует уточнению рассчитанных аэродинамических характеристик на предшествующих этапах проектирования.

При постановке эксперимента необходимо четко сформировать те условия, при которых эксперимент возможен и обеспечивается возможность практического использования его результатов. Для этого необходимо полное геометрическое подобие и выдерживание равенства безразмерных чисел для исследуемых аэродинамических моделей.

Полное геометрическое подобие для аэродинамической модели ДАП достигается на этапе эскизного проектирования за счет применения CAD системы высокого уровня CATIA, на этапе рабочего проектирования использованием высокоточных шаблонов и стапелей для изготовления и сборки аэродинамических моделей по авиационным технологиям, контроль точности аэродинамических обводов с использованием технологий обратного проектирования (Reverse engineering).

На основании вышесказанного аэродинамическая модель ДАП в CAD системе CATIA, представлена на рисунке 1.

Выдерживание равенства всех безразмерных чисел аэродинамического подобия, одновременно, невозможно, это достижимо лишь продувая аэродинамическую модель в натуральном размере в той же среде, в которой будет работать натурное изделие. Для большинства аэродинамических задач существенную роль играют числа Рейнольдса – Re и число Маха – M [1, 2].

Для постановки эксперимента выбрана дозвуковая аэродинамическая труба, замкнутого типа с открытой рабочей частью. Выходное сечение сопла прямоугольное со скошенными углами, имеет ширину *600* мм, высоту *400* мм. Степень поджатия потока в трубе составляет *6*. Длина рабочей части *1000* мм. Рабочая часть служит для размещения в ней исследуемой модели, длина

которой до *400* мм, мидель до *30000* мм^2. Скорость потока на оси рабочей

части изменяется от *2* до *30* м/с в плоскости выходного сечения сопла. Число *Re*, подсчитанное по максимальной скорости потока и по эквивалентному диаметру выходного сечения сопла (*0,55* м), достигает *182000,5 Re*.

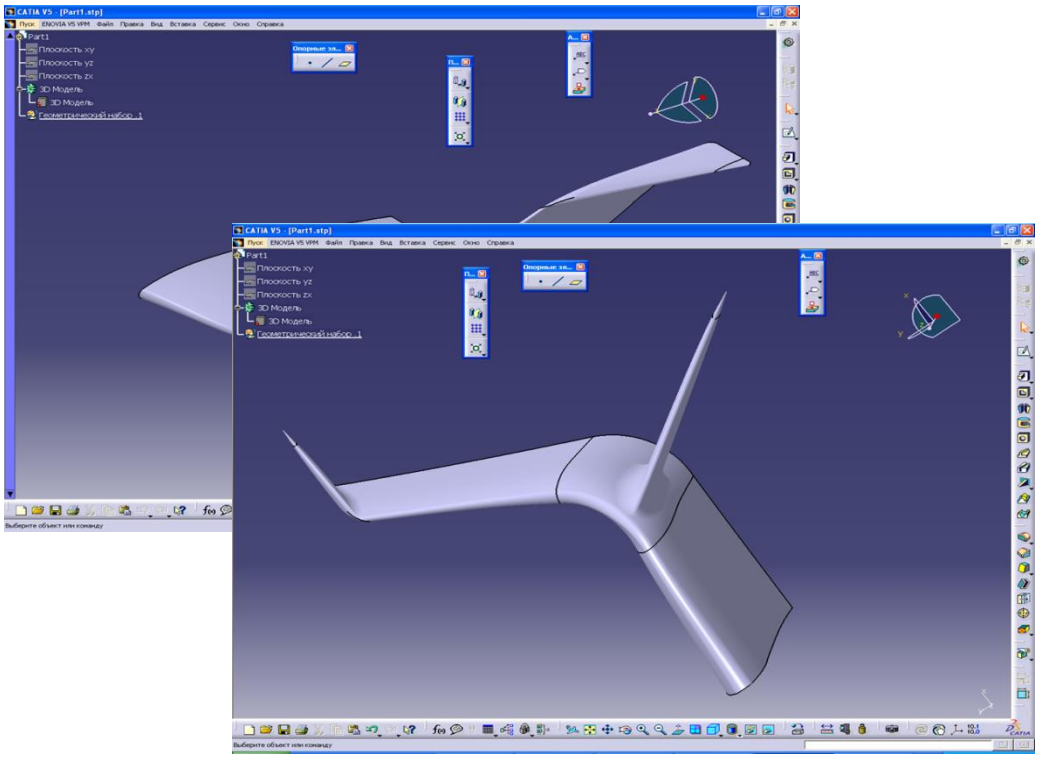


Рисунок 1 — 3D модель ДАП крыла

Все аэродинамические коэффициенты являются функцией числа *Re*, эта зависимость капризна, и общих для нее законов не найдено, поэтому для каждого тела у нее свой индивидуальный характер. Число Маха представляет собой отношение скорости течения в данной точке газового потока к местной скорости распространения звука, в связи с тем, что в исследовании используется дозвуковая аэродинамическая труба, подобие по данному критерию не выдерживается, поэтому используем число *Re*.

В обычных аэродинамических трубах число *Re* получается значительно меньше, чем для натурных изделий, и нахождение истинных значений аэродинамических коэффициентов продувки ведут на нескольких скоростях потока. После чего строятся графические зависимости $C_x = f(\alpha)$, $C_y = f(\alpha)$, по

которым определяют, не стремятся ли полученные кривые к некоторым асимптотам или не получились ли они постоянными. В этом случае, определив пределы, к которым стремятся эти коэффициенты, их определяют и считают их «автомодельными» т.е. не зависящими от числа *Re* и применяют их для дальнейшего расчета. Если таких пределов не получилось выявить, то переход от аэродинамической модели к натурному изделию нецелесообразен.

Для аэродинамической модели с учетом возможностей выбранной аэродинамической трубы проведены весовые испытания, с использованием аэродинамических весов и визуализация обтекания.

В процессе проведения эксперимента была проведена серия продувок с различными установочными углами и скоростями потока для аэродинамической модели.

С целью сравнения полученных результатов эксперимента с результатами существующих моделей ДАП построены графические зависимости. Аэродинамические характеристики моделей аналогов взяты из патентного исследования и анализа научных источников, проводимого с 23.02.2015 г. по 02.11.2015 г., в рамках договора № 14.256.15.5527-МК от 16.02.2015 г.

При проведении весовых испытаний аэродинамическая модель была закреплена на чувствительных элементах аэродинамических весов с помощью специальных державок, обеспечивающих нахождение модели в ядре потока. По измеренным силам и моментам, с учетом заранее выбранных параметров потока в рабочей части, были определены безразмерные аэродинамические коэффициенты, фрагмент которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Безразмерные аэродинамические коэффициенты

Дополнительная аэродинамическая поверхность патент № 2481241	Угол установки модели α^0	Аэродинамические коэффициенты	Скорость потока *V* м/с				
			10	15	20	25	30
	–10	C_x	0,078	0,0807	0,0813	0,0866	0,0865
		C_y	0,494	0,512	0,497	0,566	0,57
	–8	C_x	0,041	0,0428	0,041	0,0487	0,0486
		C_y	0,402	0,42	0,4	0,473	0,477
	–6	C_x	0,013	0,0157	0,021	0,0216	0,0215
		C_y	0,284	0,302	0,3	0,32	0,36
	–4	C_x	0,004	0,0062	0,0087	0,0121	0,012
		C_y	0,153	0,171	0,167	0,215	0,219
	–2	C_x	0,002	0,002	0,0019	0,0079	0,0078
		C_y	0,023	0,041	0,064	0,094	0,099
	0	C_x	0,0001	0,001	0,0062	0,0058	0,0057
		C_y	0,055	0,037	0,01	0,017	0,021
	2	C_x	0,002	0,005	0,0071	0,0067	0,0066
		C_y	0,078	0,096	0,159	0,15	0,154
	4	C_x	0,0032	0,008	0,013	0,0109	0,0107
		C_y	0,209	0,227	0,31	0,281	0,285
	6	C_x	0,011	0,0128	0,0191	0,0187	0,0186
		C_y	0,34	0,358	0,46	0,412	0,416
	8	C_x	0,0225	0,0243	0,0306	0,0302	0,0295
		C_y	0,474	0,489	0,59	0,543	0,547
	10	C_x	0,0389	0,0407	0,047	0,0466	0,0465
		C_y	0,595	0,613	0,676	0,667	0,671

Используя безразмерные аэродинамические параметры для исследуемых аэродинамических моделей, построены графические зависимости, по которым выявлены автомодельные коэффициенты. Зависимость, коэффициента подъемной силы от угла установки спроектированных ДАП и аналогов

приведены на рисунке 2 [3, 4]. Для текущего диапазона углов атаки, при заданной скорости потока, установлено, что коэффициент изменения величины подъемной силы C_y для всех моделей ДАП значительно увеличивается до угла установки модели в пределах от 4^0 до 6^0, причем значения коэффициента подъемной силы C_y для ДАП тип (эллиптическая, крылышко и патент №2481242) больше численного значения коэффициента, чем у типа (шайба и патент №2481241).

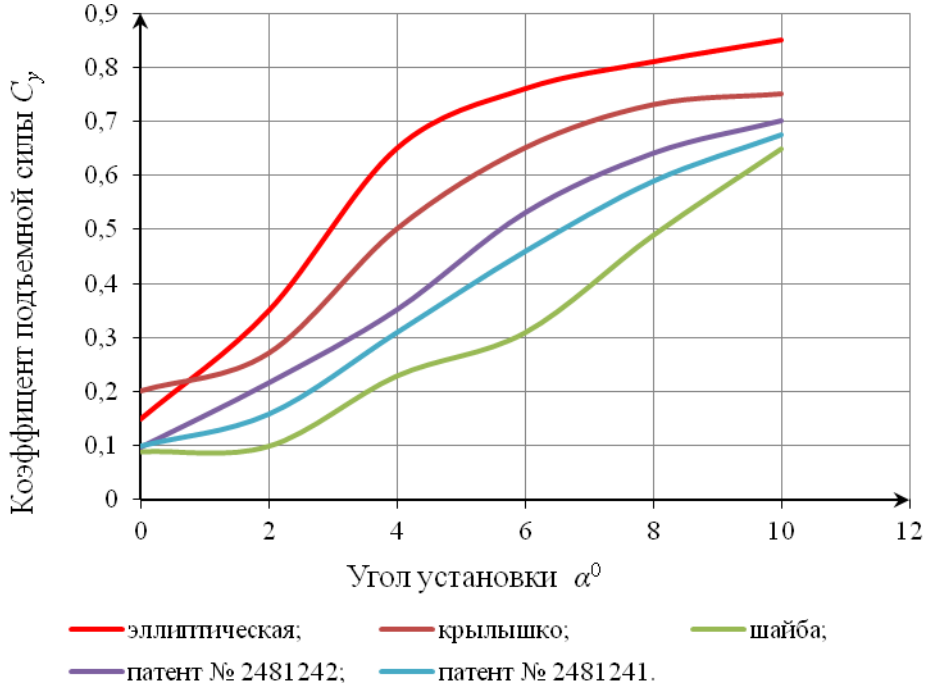


Рисунок 2 — Зависимость изменения коэффициента подъемной силы от угла установки аэродинамической модели

Характер изменения величины подъемной силы обусловлен обликовыми конструктивно-геометрическими и аэродинамическими особенностями ДАП. Дополнительные аэродинамические поверхности, тип: эллиптическая, крылышко и патент №2481242 генерируют до *19* % прироста подъемной силы в сравнении с ДАП шайба и патент №2481241. Причем характер изменения коэффициента подъемной силы C_y с изменением угла установки для разработанных моделей, патент №2481242, 2481241, происходит более линейно без резких изменений величины коэффициента, что в свою очередь положительно сказывается на характер передачи и распределения моментов по размаху крыла. График зависимости коэффициента лобового сопротивления от угла установки спроектированных ДАП и аналогов приведены на рисунке 3.

Зависимость на рисунке 3, иллюстрирует, что ДАП, патент № 2481242, 2481241, имеют меньший коэффициент лобового сопротивления C_x по сравнению с аналогами, а также наблюдается увеличение коэффициента лобового сопротивления между графическими зависимостями ДАП тип (эллиптическая, крылышко) и ДАП тип (шайба, патент №2481242 и патент № 2481241), что связано с их назначением. Причем величина изменения коэффициента лобового

сопротивления C_x для ДАП патент № 2481242, 2481241 имеет наименьший разброс увеличения значения коэффициента C_x с увеличением угла установки моделей ДАП по сравнению с аналогами.

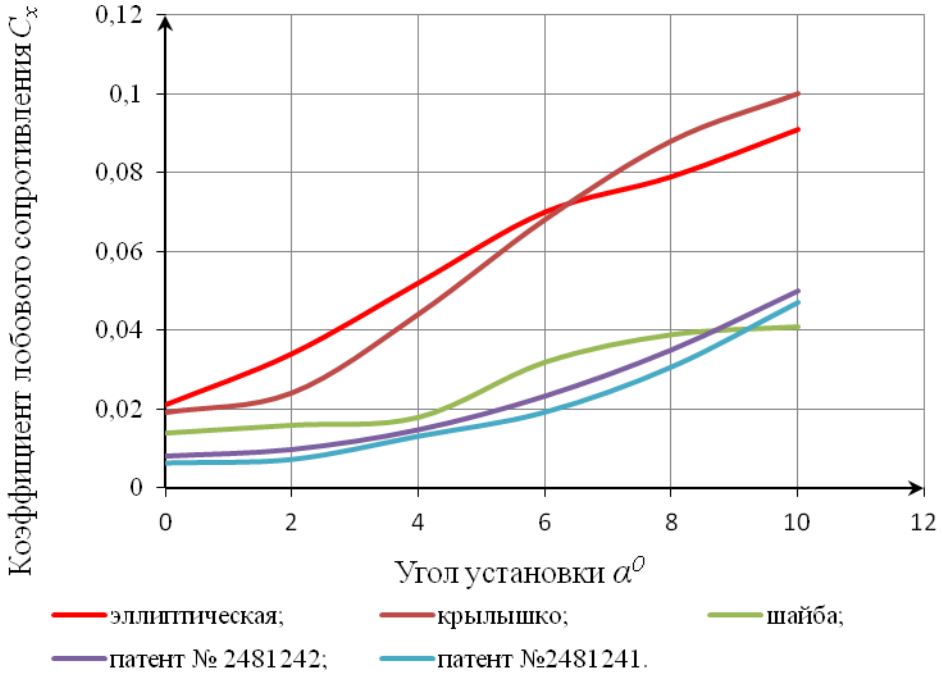


Рисунок 3 — График зависимости коэффициентов подъемной силы от угла установки ДАП

Визуализация обтеканием потока воздуха осуществлялась с помощью приклеивания шелковинок на поверхность моделей ДАП и проводилась с целью проверки работоспособности ДАП. В результате визуализации для ДАП, патент № 2481242, приведенной на рисунке 4, было установлено, что при обтекании потоком воздуха крыла происходит перетекание воздуха с нижней плоскости крыла на верхнюю, ДАП препятствует перетеканию потока воздуха и выравнивает давление на верхней и нижней плоскости крыла, ослабляя мощный концевой вихрь, разбивая его на несколько вихрей меньшей интенсивности. При этом на концевой шайбе, снабжённой дополнительной аэродинамической стреловидной поверхностью малого удлинения с острой передней кромкой, смонтированной с внешней стороны концевой шайбы, образуется поле вертикальных скосов, трансформирующееся в устойчивое вихревое течение с образованием конического вихря, на передней кромке, установленной на концевой шайбе.

На нижней вертикальной аэродинамической поверхности поле вертикальных скосов из-за малого удлинения нижней поверхности не приводит к преждевременному образованию вихря на передней кромке, а трансформируется на конце поверхности в концевой конический вихрь.

Полученные результаты физического моделирования подтвердили аэродинамические характеристики, полученные на предшествующих этапах проектирования, а анализ аэродинамических характеристик ДАП крыла,

полученных во время эксперимента, и характеристик существующих ДАП привел к выводу, что вновь разработанные ДАП конкурентоспособны и обладают высоким коэффициентом аэродинамической эффективности [5].

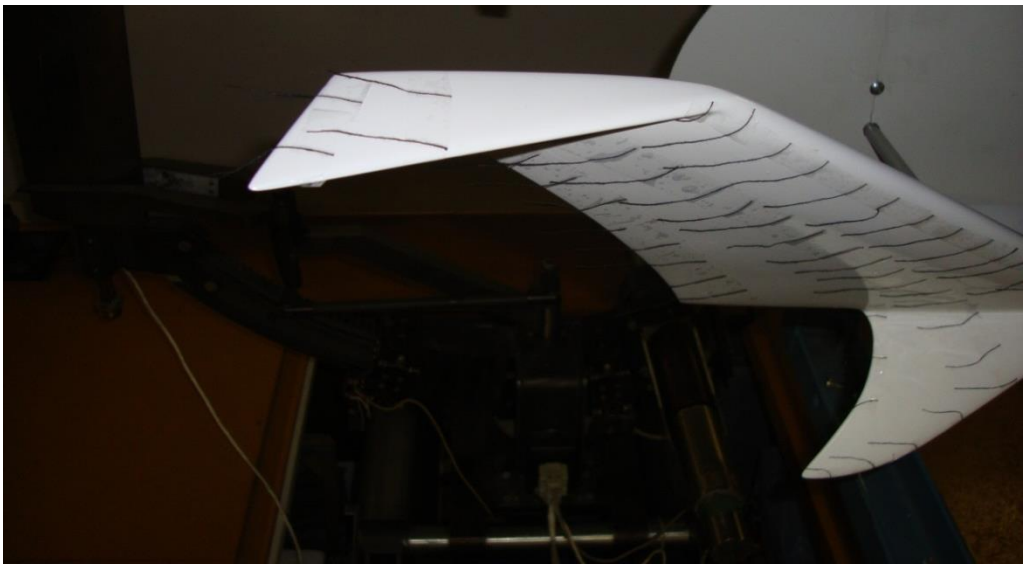


Рисунок 4 — Модель ДАП, патент № 2481242, в процессе продувки

Работа выполнена в рамках договора № 14.Z56.15.5527-МК от 16.02.2015 г., грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых, на выполнение научного исследования по теме «Автоматизация проектирования дополнительных аэродинамических поверхностей крыла как элемента жизненного цикла воздушного судна».

Результаты научного исследования приняты к внедрению в ЗАО МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КАИ ИНЖИНИРИНГ» (г. Казань) и ОАО «Авиатехприемка» (г. Москва).

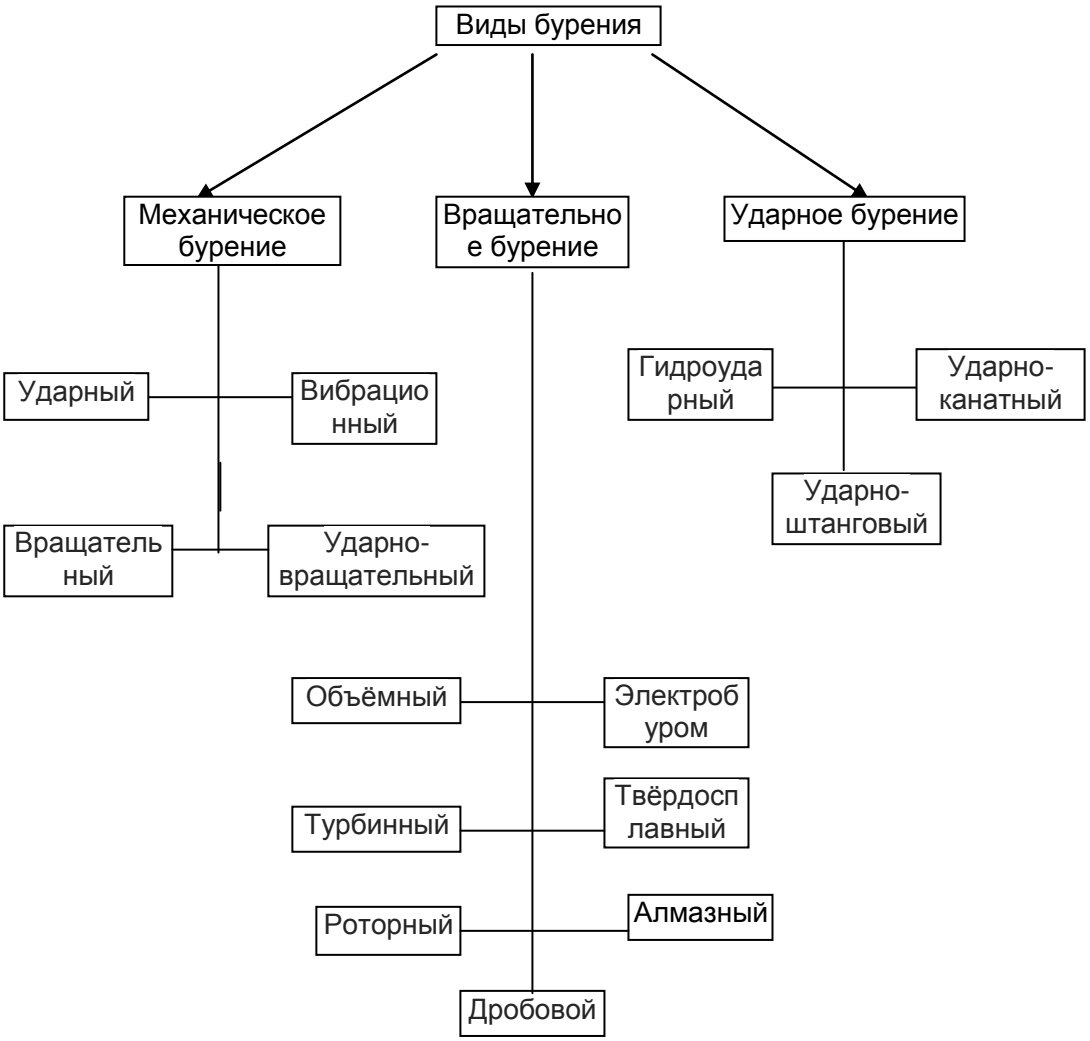
Список используемой литературы

1. *Комаров, В. А. Выбор облика летательного аппарата с использованием технологии многодисциплинарной оптимизации [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. А. Комаров, А. С. Кузнецов; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (7 Мбайт). – Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).*
2. *Raymer, D.P. Aircraft Design: A Conceptual Approach [Text] / Daniel P. Raymer. – Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992. – 391 p.*
3. *Clayton Bargsten Winglets: Striving for Wingtip Efficiency // National Aeronautics and Space Administration. – Washington DC: UNCL, 2011. – C. 68.*
4. *R. Whitcomb, A Design Approach and Selected Wind-Tunnel results at High Subsonic Speeds for Wing-Tip Mounted Winglets, Langley Research Center, 2009.*
5. *Горбунов А.А. Метод проектирования дополнительных аэродинамических поверхностей крыла воздушного судна как элемента управления / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2015. – № 1. – С. 122 –129. ISSN: 2077-7175.*

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ШЛАНГО-КАБЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Денисов Д.А., Соловьёв К.Н.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

При бурении скважины актуальным является снятие напряжений со стенок буровой скважины, так как при обычном виде бурения возникают большие значения напряжения в стенках, что обуславливает крошение породы. Достоинство шланго-кабельного бурения очевидно – резкое сокращение времени на проведение спускоподъемных операций, а также отсутствие напряжения в разбуриваемой породе. Кроме шланго-кабельного бурения существуют и другие виды бурения (рисунок 1).



В основе выбора данного типа бурения лежит, конструкционная зависимость фиксированных размеров площадей разбуривания, вследствие чего в известном способе невозможно уравнять моменты на долотах, изменяющиеся из-за различия свойств породы по глубине и по площади.

Однако применимость данной конструкции способствует снятию вращательного момента с буровой колонны (бурового шланга), возникающего из-за взаимодействия буровых коронок с разбуриваемой породой.

Конструкция состоит из статора 1 на котором расположен один турбобур с помощью радиального и упорного подшипников установлен наружный ротор турбобура 2. К торцу наружного ротора крепятся на поперечных осях три наружных буровые, твёрдосплавные коронки 3 и 4. Через наружные поворотные шайбы 5 и 6 и наружные поводки 7 и 8 наружные буровые коронки связаны с тарелкой 5, установленной на статоре турбобура 1 посредством шлицевого соединения - для предотвращения возможности вращения тарелки вокруг оси устройства и обеспечения возможности ее осевого движения. На внутреннем роторе 10 турбобура с наружной стороны расположены два сателлита 11. Каждый из сателлитов 11 состоит из двух конических шестерен для исключения осевого движения относительно роторов 2 и 10 турбобура и посажен на радиально-упорный подшипник. Оси сателлитов 11 соединены друг с другом водилом и связаны с тарелкой 5 передачей винт-гайка.

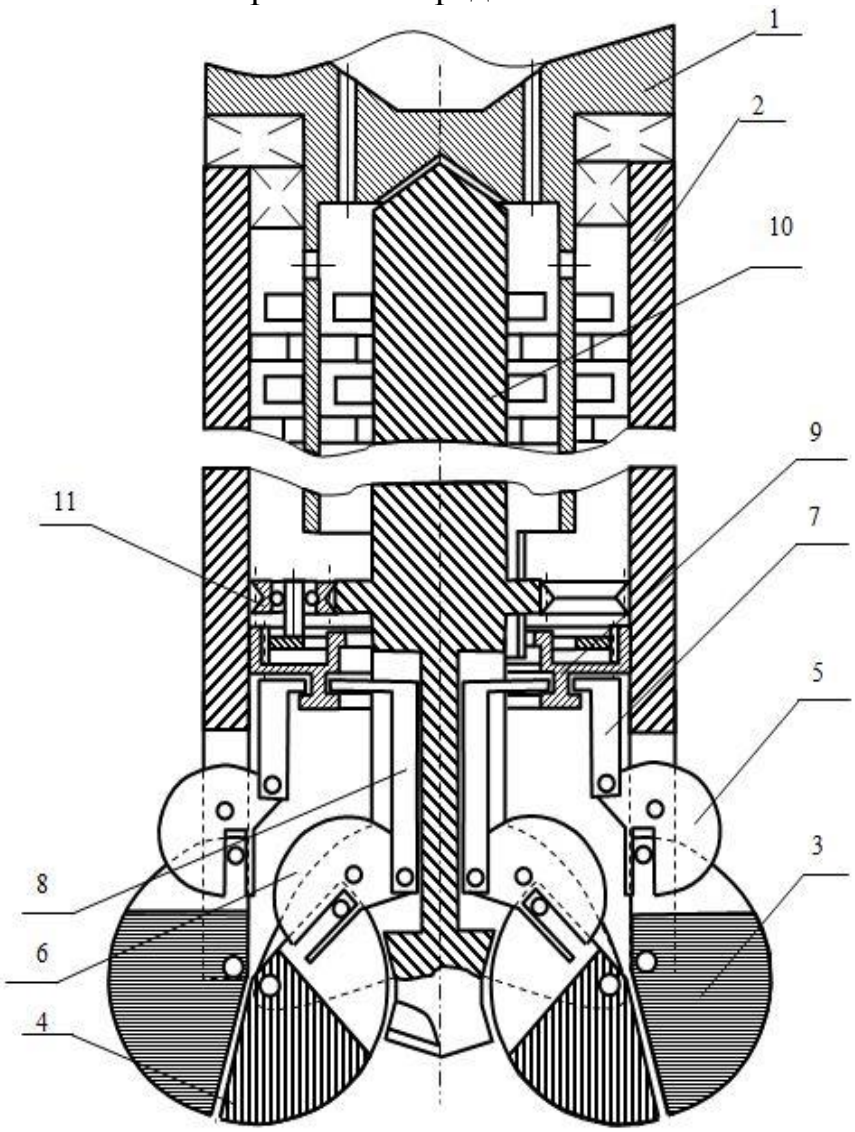
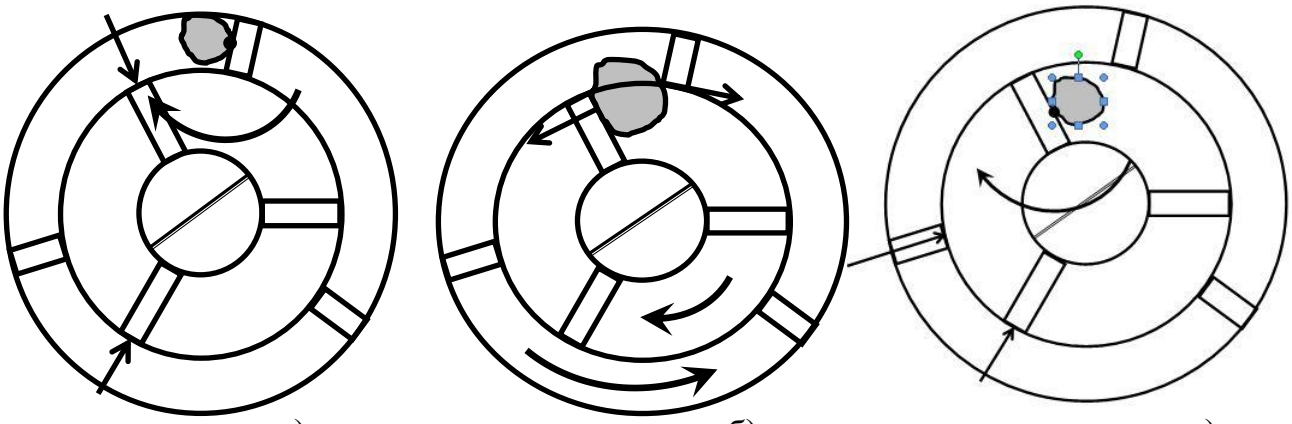


Рисунок 1- Устройство для бурения с изменением разбуриваемых площадей

Работа устройства происходит следующим образом.

Площадь, разбуриваемая внутренними буровыми коронками, является кругом наружными буровыми коронками – кольцом. Эти площади должны быть поделены в пропорции, уравнивающей крутящие моменты, возникающие при бурении.



а) б) в)

Рисунок 2 – Виды :
а) – локальная неоднородность, разбуриваемая с двух сторон,
б) - разбуриваемая кольцевой буровой коронкой, в) - разбуриваемая круговой буровой коронкой.

Таким образом, при использовании представленного устройства и типа бурения авторами решена проблема временного характера на спускоподъемные операции и минимизирования напряжения на стенках скважины.

Список литературы

1. Аникин А.О., Колотвин А.В. Исследование и совершенствование технологии расчёта напряженно-деформированного состояния месторождения нефти и газа // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Оренбургский государственный университет.2014. С.286-287. – ISBN 978-5-4417-0443-4

2. Колотвин А.В. О методологии моделирования напряженно-деформированного состояния при разработке углеводородного сырья //Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». 2013.С.412-424

3. Орлова Е.А., Колотвин А.В. Модель упругой оболочки находящейся в напряжённо-деформированном состоянии //Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии Материалы VI Всероссийской научно-

практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет».2013.С.423-424.

4. *Стетюха Е.И. Техника и технология бурения скважин на гибких бурильных трубах (шланго-кабельное бурение). - Москва : ВИЭМС, 1979. - 71 с. : ил.; 20 см. - (Техника и технология геолого-разведочных работ, организация производства : Обзорная информация / ВНИИ экономики минер. Сырья и геол.-развед. работ).*

5. *Пищухин А.М., Провоторов С.И., Ахмедьянова Г.Ф. Способ бурения и устройство для его осуществления / А.М. Пищухин, С.И. Провоторов, Г.Ф. Ахмедьянова.- Положительное решение о выдаче патента РФ от 25.02.2015, заявка №2013139725/03, опубл. 10.03.2015.*

6. *Гречин Е.Г., Овчинников В.П. Устройство неориентируемых компоновок низа бурильной колонны.//Нефтегазовое дело, 2007 с. - №1.-13 с. [http://www.ogbus.ru]*

7. *Повалихин А.С. Устойчивость стабилизирующих КНБК с оптимальными размерами на проектной траектории. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ВНИИОЭНГ, 1995. – № 5. – с. 29 – 33.*

8. *Гулизадзе М.П., Мамадбеков О.К. Разработка забойных компоновок для стабилизации зенитного угла наклонных скважин // Изв. вузов. Сер. Нефть и газ. – Баку, 1985. -№6. – с. 17-22.*

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНО-ПАЯНЫХ КОРПУСОВ ОТСЕКОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ВИДЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Денисов П.П., Шевченко В.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

При выборе материала для изготовления корпусов летательных аппаратов (ЛА) решающим фактором является минимальная масса при максимальной прочности. По этой причине предпочтение отдается алюминиевым сплавам, а применение сталей, из-за их высокой плотности, ограничено силовыми элементами конструкции, где первостепенной является прочность. Однако, когда прочностных свойств алюминиевых сплавов недостаточно, а применение сталей невозможно из-за жестких ограничений по массе, для изготовления конструкции отсеков применяют титановые сплавы.

Благодаря оптимальному сочетанию таких свойств, как низкая плотность, высокая прочность и коррозионная стойкость, титан оказался незаменимым в производстве современных изделий авиационной и ракетной техники.

В настоящее время титановые сплавы применяются для изготовления деталей, работающих в широком диапазоне температур (от минус 250°С до +600°С), в условиях повышенной коррозии и эрозии, в контакте с криогенным топливом, химически активными жидкостями, карбо- и стеклопластиками, в среде солевых туманов и морской воды[3].

Широкое применение титановых сплавов в конструкциях ЛА позволяет существенно повысить их тактико-технические свойства, долговечность и надежность при эксплуатации, снизить массу и оптимизировать расход металла при изготовлении.

Вместе с тем, титановые сплавы обладают и рядом недостатков. К их числу относятся, прежде всего, низкие антифрикционные свойства и высокая химическая активность при повышенных температурах. При трении титан и его сплавы склонны к схватыванию и задирам.

Температурные ограничения для разных сплавов титана определяются их термической стабильностью - способностью сохранять свой фазовый состав, а следовательно, удовлетворительную пластичность после длительного воздействия рабочих температур, и стойкостью к «проникающему» окислению. При определенных условиях может произойти сквозное насыщение детали кислородом и, как следствие, ее хрупкое разрушение. Проникающее окисление является основным препятствием, не позволяющим повышать рабочую температуру без использования теплоизоляции.

Основные показатели наиболее распространенных материалов приведены в таблице 1[1-5].

Таблица 1

Материал	Плотность, кг/м^3	Температура применения, ^{o}C	Предел прочности при растяжении, МПа	Средняя цена, руб./кг без НДС
30ХГСА	7850	от минус 50 до +150	1000	72
1201Т1Н	2850	от минус 253 до +200	412	505
ВТ6С	4450	от минус 196 до +450	980	3100
ОТ4-1	4550	от минус 196 до +300	735	2100

На диаграмме (рис.1) приведено сравнение основных показателей наиболее распространенных материалов.

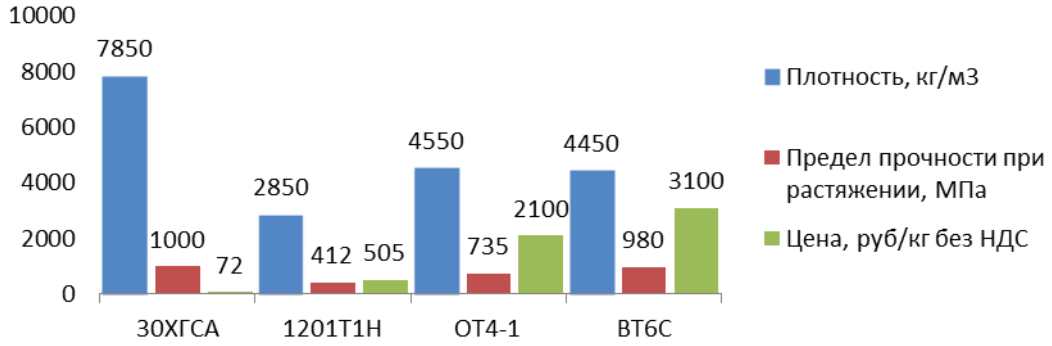


Рис. 1 – Сравнение основных показателей наиболее распространенных материалов

Сравнительный анализ показывает:

1. Титановые сплавы в 2 раза легче сталей при одинаковых показателях прочности, но дороже в 43 раза;
2. Титановые сплавы в 1,5 раза тяжелее алюминиевых сплавов, в 2 раза прочнее, но в 6 раз дороже.

Таким образом, применение титановых сплавов в современной промышленности ограничено, прежде всего, высокой стоимостью. По этой причине при проектировании конструкций из титановых сплавов необходимо добиваться максимального коэффициента использования материала (КИМ).

Рассмотрим изготовление сварно-паяных корпусов изделий из титановых сплавов в виде тел вращения на примере типового корпуса отсека (рис.2).

Типовой корпус отсека состоит из двух силовых рам 1, 2 и тонкостенной обечайки 3 ограничивающей полезный объем.

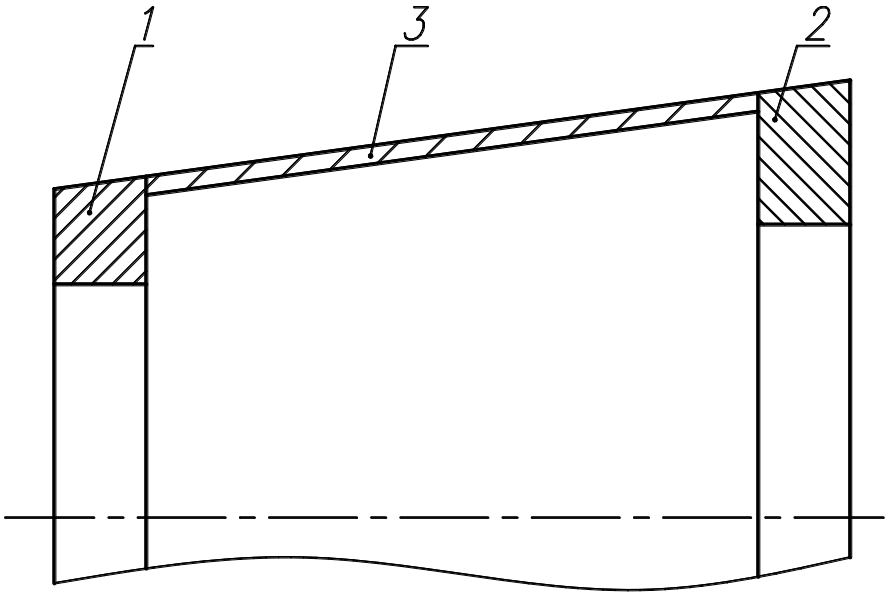


Рис. 2 – Типовой корпус отсека

Силовые рамы изготавливаются механической обработкой из заготовок в виде плит, листов, поковок, штамповок, раскатных колец. Изготовление тонкостенной обечайки возможно следующими способами:

1. Механическая обработка резаньем из таких заготовок как поковки, штамповки, раскатные кольца.
2. Изготовлением из листа закаткой на валках с одним или несколькими продольными сварными швами с последующей термофиксацией и термокалибровкой.
3. Штамповкой из листа с несколькими продольными сварными швами и последующей термокалибровкой после сварки.

Механическая обработка резаньем требует значительных затрат на заготовки при низком коэффициенте используемого материала (КИМ).

Применение технологии штамповки требует использования дорогостоящих штампов и штамповочной оснастки, с последующей термофиксацией сваренной обечайки в среде защитных газов или вакууме. Соответственно, применение штамповки при мелкосерийном изготовлении нецелесообразно.

Закатка на трехвалочной машине листов из ОТ4-1 осуществляется при комнатной температуре с последующей термофиксацией в среде защитных газов или вакууме при температуре 500°-600°С, а листы из ВТ6С закатываются только в нагретом виде на нагретой оснастке при температуре 650°-800°С так же в среде защитных газов или вакууме, что приводит к значительному удорожанию готовой детали. В корпусе рассматриваемого отсека основную эксплуатационную нагрузку воспринимают силовые рамы, тонкостенная обечайка не является силовым элементом, следовательно, с учетом вышеизложенного, ее рационально изготавливать из титанового сплава ОТ4-1, как материала более дешевого и технологичного[7,8].

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что применение заготовок из листа ОТ4-1 увеличивает КИМ обечаек в 13 раз по сравнению с использованием поковок ОТ4-1.

Габаритные размеры обечаек показаны на рис.3.

Таблица 2

Габариты обечаек, мм (D_1xD_2xL см. рис. 3)	410x470x290	475x525x260	540x605x390
Масса готовой обечайки, кг	5,5	5,6	9,7
Масса заготовки из поковки, кг	115	114	231
Масса заготовки из листа, кг	8,8	9,4	14,6
КИМ для поковки	0,048	0,049	0,042
КИМ для листа	0,63	0,60	0,66

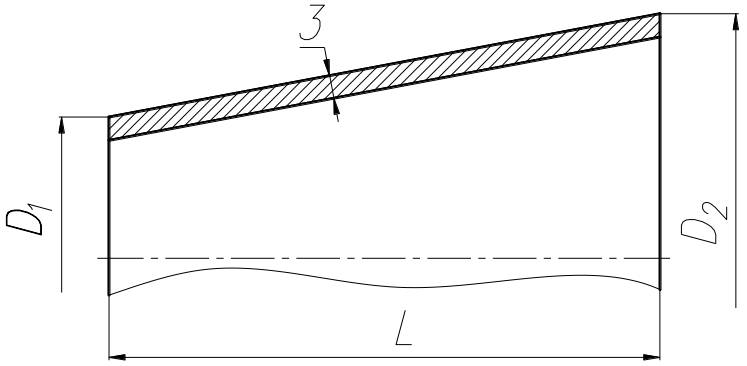


Рис.3 – Габаритные размеры обечаек

Сравнение финансовых затрат на изготовление оболочек из поковок и листов ОТ4-1, приведенных в табл. 3, показывает существенный экономический эффект при использовании листовых заготовок.

Таблица 3

Габариты обечаек, мм (D_1xD_2xL см. рис. 3)	410x470x290	475x525x260	540x605x390
Стоимость заготовок из поковок, руб.	204351	462116	405043
Затраты на обработку заготовок из поковок, руб.	6720	7770	12408

Стоимость обечаек изготовленных из поковок, руб.	211071	469886	417451
Стоимость заготовок из листа, руб.	34650	34650	45000
Затраты на обработку заготовок из листа, руб.	4620	4620	5460
Стоимость обечаек изготовленных из листа, руб.	39270	39270	50460
Разница в стоимости обечаек, руб.	171801	430616	366991

При необходимости организации на обечайках посадочных мест в виде плоских площадок под установку приборов, применение сварки недопустимо, из-за поводок обечайки в околошовной зоне. Обработка резаньем из поковки или плиты для формирования обечайки совместно с посадочной площадкой нерациональна, из-за высокой стоимости заготовки.

Пайка с применением припоев на основе титана решает данную проблему, так как паяный шов при диффузионном методе пайки имеет 0,8 от прочности основного материала $\sigma_в$ и имеет незначительные температурные поводки из-за медленного нагрева и охлаждения всей конструкции.

Применение пайки связано с рядом особенностей как конструкторских, так и технологических, обусловленных, прежде всего высокой температурой пайки, в среднем 900°С при применении припоя на основе титана:

1. Для диффузионной пайки требуется зазор между накладкой и обечайкой не более 0,1 мм с неравномерностью зазора не более 0,05 мм, что требует наличия в конструкторской документации требования по взаимной подгонке посадочных поверхностей на накладке и обечайке. Взаимная подгонка необходима по причине того, что листовая обечайка «дышит» и жестко не держит форму. Точнее 11 квалитета из листа обечайку получить невозможно;

2. Конструкция должна содержать технологический крепеж для скрепления пакета состоящего из накладки, припоя и обечайки рис. 4;

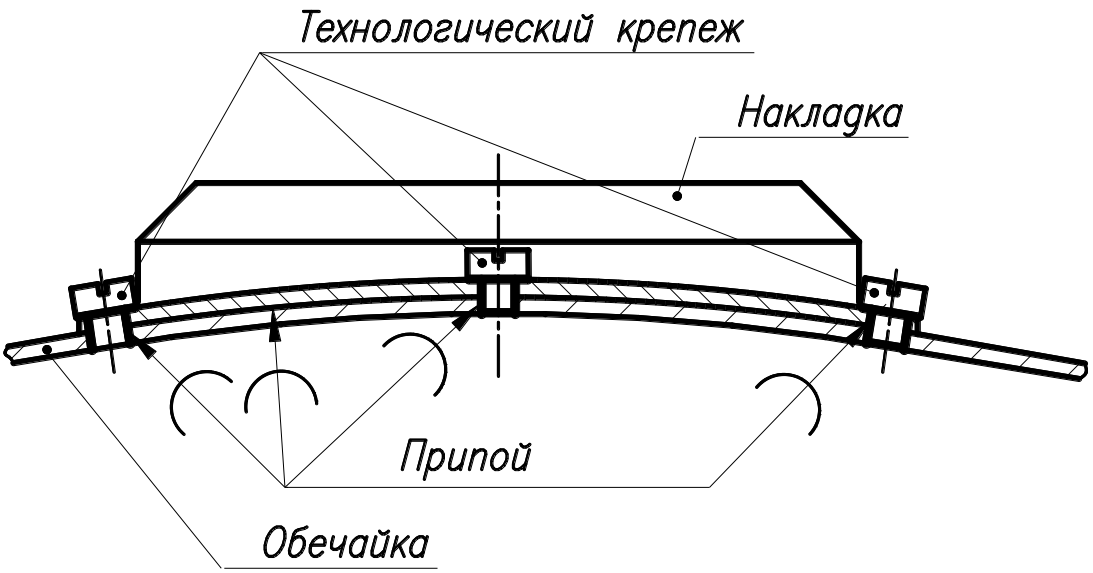


Рис. 4 – Установка технологического крепежа

3. Конструкция накладок, по возможности, должна исключать попадание паяных швов в зону механической обработки;

4. При предъявлении требований по герметичности конструкция должна позволять проводить проверку на герметичность после пайки до обработки чистовых размеров (возможность установки испытательной оснастки и создания технологических поверхностей требуемой шероховатости);

5. Нарезание резьбы по паяному шву невозможно, из-за твердости припоя порядка 70HRC, поэтому резьбовое отверстие должно либо полностью находиться в теле накладки, либо в конструкцию закладывается технологическая гладкая втулка, в которой после пайки выполняется резьбовое отверстие. При достаточной точности втулка может иметь резьбовое отверстие до пайки. Так же конструктор может совместить такую втулку (рис. 5) с технологическим крепежом, используя ее в болтовом соединении для стягивания пакета перед пайкой, состоящего из накладок, припоя и обечайки (рис. 6);

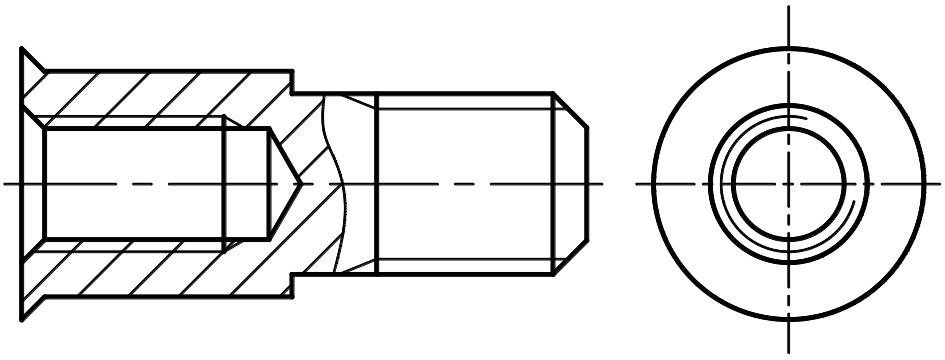


Рис. 5 – Втулка для стяжки пакета с внутренним резьбовым отверстием

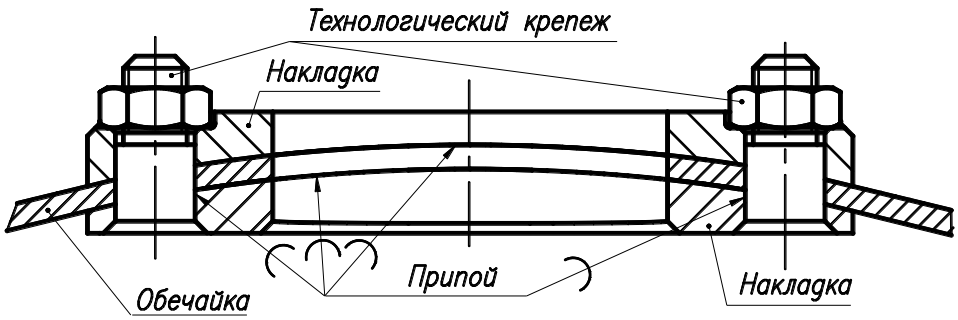


Рис.6 – Использование втулки для стягивания пакета

6. Накладки не должны иметь наружных и внутренних острых углов, т.к. в процессе пайки расплавленный припой концентрируется на острых гранях в виде капель, что приводит к появлению дефектов паяного шва, таких как усадочные раковины и рыхлоты, а так же подрезы. Острые углы необходимо скруглять, по возможности, радиусом не менее 4 мм (рис.7);

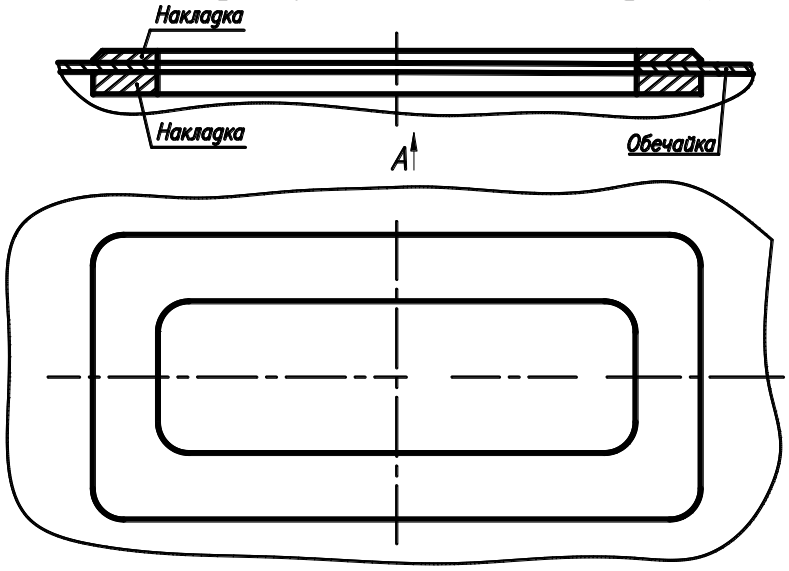


Рис. 7- Скругление устрых углов

7. Для получения качественных швов в конструкцию необходимо закладывать два типа припоя, используемых совместно, – ленточного и порошкового. Ленточный припой применяется для укладки между накладкой и обечайкой, а порошковый припой для обмазки стыка обечайки с накладкой после сборки пакета;

8. Взаимная подгонка деталей для обеспечения зазора не более 0,1 мм и качественная подготовка поверхностей под пайку требуют высокой трудовой дисциплины и строгого контроля на всех этапах производственного цикла;

9. Для исключения поводок во время пайки обязательным является применение термофиксирующей оснастки;

10. Устранение недопустимых дефектов паяных соединений возможно механической обработкой, перепайкой, сваркой или подпайкой [6];

11. Пайку необходимо проводить в вакуумных камерах с высоким вакуумом для исключения образования газонасыщенного и окисленного слоев;

12. Термофиксаторы и оснастку для пайки необходимо изготавливать из материалов не реагирующих с титаном при высоких температурах (нержавеющие стали и керамика).

Таким образом, применение титановых сплавов в конструкции отсеков ведет к улучшению технических характеристик изделия, а применение листовых заготовок и пайки взамен обработки резаньем позволяет в значительной степени сократить расходы, связанные с применением титана в конструкции изделия.

Список литературы

1. *Авиационные материалы: Справочник в 9-ти томах .Том 1 Конструкционные стали.-6-е изд., перераб. и доп./Под общ. ред. А.Т. Туманова. – М.:ОНТИ, 1975.-431с.*
2. *Авиационные материалы: Справочник в 12-ти томах .Том 4 Алюминиевые и берилливые сплавы.-7-е изд., перераб. и доп./Под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.:ВИАМ, 2008.-263с.*
3. *Авиационные материалы: Справочник в 12-ти томах .Том 6 Титановые сплавы.-7-е изд., перераб. и доп./Под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.:ВИАМ, 2010.-96с.*
4. *ОСТ 92-0919-85 Металлы и сплавы черные*
5. *ОСТ 92-0920-85 Металлы и сплавы цветные*
6. *ОСТ92-1190-88 Соединения паяные металлические и керамические. Типовые технологические процессы пайки.*
7. *ПИ.1.2.329-87 Листовая штамповка деталей из титановых сплавов.*
8. *ПИ.1.4.1279-84 Технология листовой штамповки деталей из титановых сплавов.*

ЭТАПЫ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА

Дмитриев А.Ю., Марусич К.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Более двух миллионов изобретений в настоящее время известно в России. Если учесть изобретения, разработанные по всему миру, то получится очень большое число. И оно увеличивается с каждым днём. Поэтому современному специалисту необходимо уметь ориентироваться в этом огромном объёме изобретений и выполнять высококвалифицированный поиск нужной информации.

Патент (от лат. *patens* — открытый, ясный, очевидный от полного наименования — *litterae patentes* — открытое письмо) — правовой документ, подтверждающий исключительное право, авторство и приоритет промышленного образца, изобретения либо полезной модели.

Патентный поиск - это процедура выбора информации по одному или нескольким показателям из большого объёма патентных документов или данных, при этом поиск выполняется только той информации, которая соответствует теме или предмету запроса.

Патентный поиск можно разделить на следующие основные виды (рисунок 1).

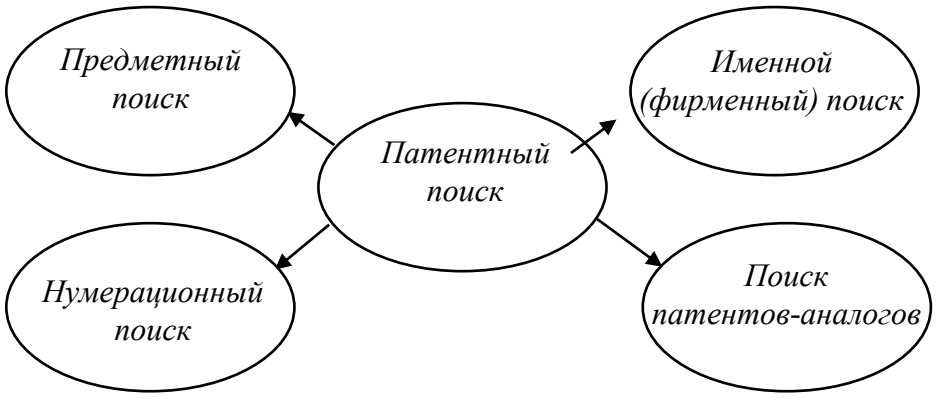


Рисунок 1 – Виды патентного поиска

Предметный поиск – основной вид, заключающийся в поиске по ключевым словам, отражающим основную идею технического решения, которое планируется проверить или найти.

Именной (фирменный) поиск – можно применять, когда известна информация об авторе или организации. Данный вид рекомендуется использовать как дополнением к предметному поиску.

Нумерационный поиск – используется, когда известен номер охранного документа, по которому возможно получить дополнительную информацию об изобретении.

Поиск патентов-аналогов – заключается в поиске патентов, выданных в какой-либо стране и запатентованных затем в других странах мира. Данный вид поиска позволяет найти описание патента-аналога на доступных языках.

Патентный поиск можно условно разделить на следующие этапы (рисунок 2).

На первом этапе поиска необходимо установить предмет поиска, то есть выбрать отдельный узел машины, механизм, машину, технологию, которые необходимо модернизировать [1]. При попытке усовершенствовать весь объект, есть вероятность не получить положительный вариант, поэтому необходимо обязательно конкретизировать направление усовершенствования. После того, как определён предмет поиска, составляется информационная модель технического объекта, на основании которой будет проводиться патентный поиск для выявления похожих технических решений при просмотре описаний изобретений.

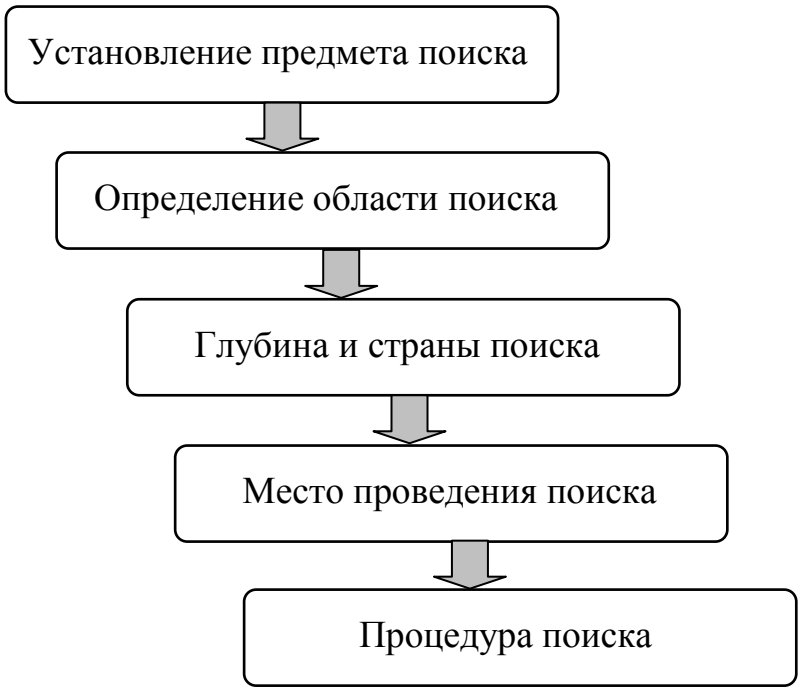


Рисунок 2 – Этапы патентного поиска

На следующем этапе область поиска определяется теми рубриками Международной классификации изобретений, которые выбраны и имеют определённые индексы. Это напрямую зависит от имеющегося в распоряжении патентного фонда.

Затем в зависимости от предмета поиска, времени появления технического объекта, степени его развития, возможностей патентного фонда определяется глубина поиска. За глубину поиска можно принять – 20 лет (время действия патента согласно закону РФ). Для новых разработок, необходимо начинать проводить поиск с первых (по времени) зарегистрированный описаний изобретений.

В последнее время наиболее удобным и простым способом проведения патентных поисков в Российской Федерации является использование банка данных Федерального института промышленной собственности [2] расположенному по адресу http://www.fips.ru/. Рассмотрим один из возможных вариантов поиска на сайте:

- открываем интернет - источник;
- выбираем вкладку «Поиск»;
- в диалоговом окне выбираем ссылку «Поисковая система»;
- выбираем режим бесплатного поиска по базам данных и нажимаем кнопку «Войти» (имя пользователя - guest, пароль – guest);
- в появившемся окне отмечаем галочками все пункты под разделом «Изобретения и полезные модели»;
- затем вводим данные для поиска во вкладке «Формулировка запроса»;
- для получения полной информации о патенте копируем его семизначный номер. Загружаем еще раз страницу http://www.fips.ru/ в новом окне web-браузера. Далее, в меню web-сайта выбираем вкладку «Карта». Затем, в разделе «ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА» нажимаем на ссылку «ОТКРЫТЫЕ РЕЕСТРЫ». В открывшемся окне выбираем необходимый реестр (например, РЕЕСТР РОССИЙСКИХ ИЗОБРЕТЕНИЙ). Вставляем ранее скопированный номер в окно «Номер документа». Нажимаем «Просмотр».

В первую очередь следует внимательно изучать название изобретения, формулу, чертежи и описание устройства. Если в процессе процедуры поиска среди просматриваемых документов будут найдены такие, которые представляют интерес, то их необходимо отложить. В дальнейшем это позволит изучить описание полностью, все его элементы, разобраться не только с внутренним содержанием устройства, но и с его работой. Это необходимо для того, чтобы в дальнейшем подробно их просмотреть и провести более подробный анализ.

Просмотр информации об изобретениях позволяет сформулировать уровень развития техники, определить те решения, которые уже применялись, и определить те, которые ещё не использовались. Такой анализ позволит выявить тенденцию будущего развития изобретения и составить прогноз.

Список литературы

1. Буров, С.В. Патентный поиск: Методические указания / С. В. Буров, И.И. Иванкин. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2009. - 42с.

2. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и торговым знакам (РОСПАТЕНТ)[Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.fips.ru. – 16.12.2015.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ

Жежера Н.И., Макаренко В.С., Кирюшин В.С.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В гидравлических системах автоматизации и управления станков, роботов и экскаваторов широко используются клапанные устройства. Клапанное устройство (рисунок 1) предназначено для защиты гидравлической системы от повышения давления выше заданного значения, а также для перепуска рабочей жидкости в сливные полости гидросистемы, когда гидросистема полностью разгружена.

Клапанное устройство содержит перепускной и предохранительный клапаны. Перепускной клапан содержит седло 2, затвор 1 перепускного клапана с поршнем 3, пружину 4, направляющую втулку 6 и крышку клапана 7. В поршне 3 затвора перепускного клапана выполнено отверстие d_4. Для управления затвором клапана 1 с помощью гидрораспределителя выполнен канал 5. Управление затвором 1 перепускного клапана проводится также предохранительным клапаном. Предохранительный клапан состоит из седла 8, затвора 9 предохранительного клапана, держателя 10 затвора клапана, пружины 11 и регулировочного винта 12.

Давление жидкости подводится к перепускному клапану в камеру А (рисунок 1), а отвод жидкости от обоих клапанов проводится в сливную полость гидрораспределителя по каналу 13.

Работает клапанное устройство следующим образом. При увеличении давления жидкости в камере А выше заданного значения первым открывается предохранительный клапан, а затем, в результате возникающей разности давлений на дроссельном отверстии d_4 поршня, открывается затвор перепускного клапана 1 и рабочая жидкость отводится в сливную полость.

При уменьшении давления в гидравлической системе затвор предохранительного клапана 9 и перепускного клапана 1 закрываются. Когда золотники гидрораспределителя автоматически или вручную переводятся в нейтральное положение, тогда канал 5 соединяется со сливной полостью 13, затвор 1 клапана открывается и перепускает рабочую жидкость на слив.

При перекрытии золотником канала управления 5 затвор 1 перепускного клапана закрывается и прижимается к седлу пружиной и силой от давления жидкости. Таким образом, предохранительный клапан работает только при повышении давления в гидросистеме выше заданного, а перепускной клапан срабатывает при предохранении гидросистемы и при переключении золотника гидрораспределителя из рабочего положения в нейтральное положение или наоборот.

Исследованиями перепускных и предохранительных клапанов установлено, что нестационарное течение жидкости существенно влияет на износ деталей сопряжения затвор - седло. Использование методики определения износа с помощью относительного износа позволило

экспериментально подтвердить теоретическое положение о том, что гидроэрозионный износ имеет существенное значение при длине сопряжения затвор - седло, превышающей 0,20 - 0,30 мм.

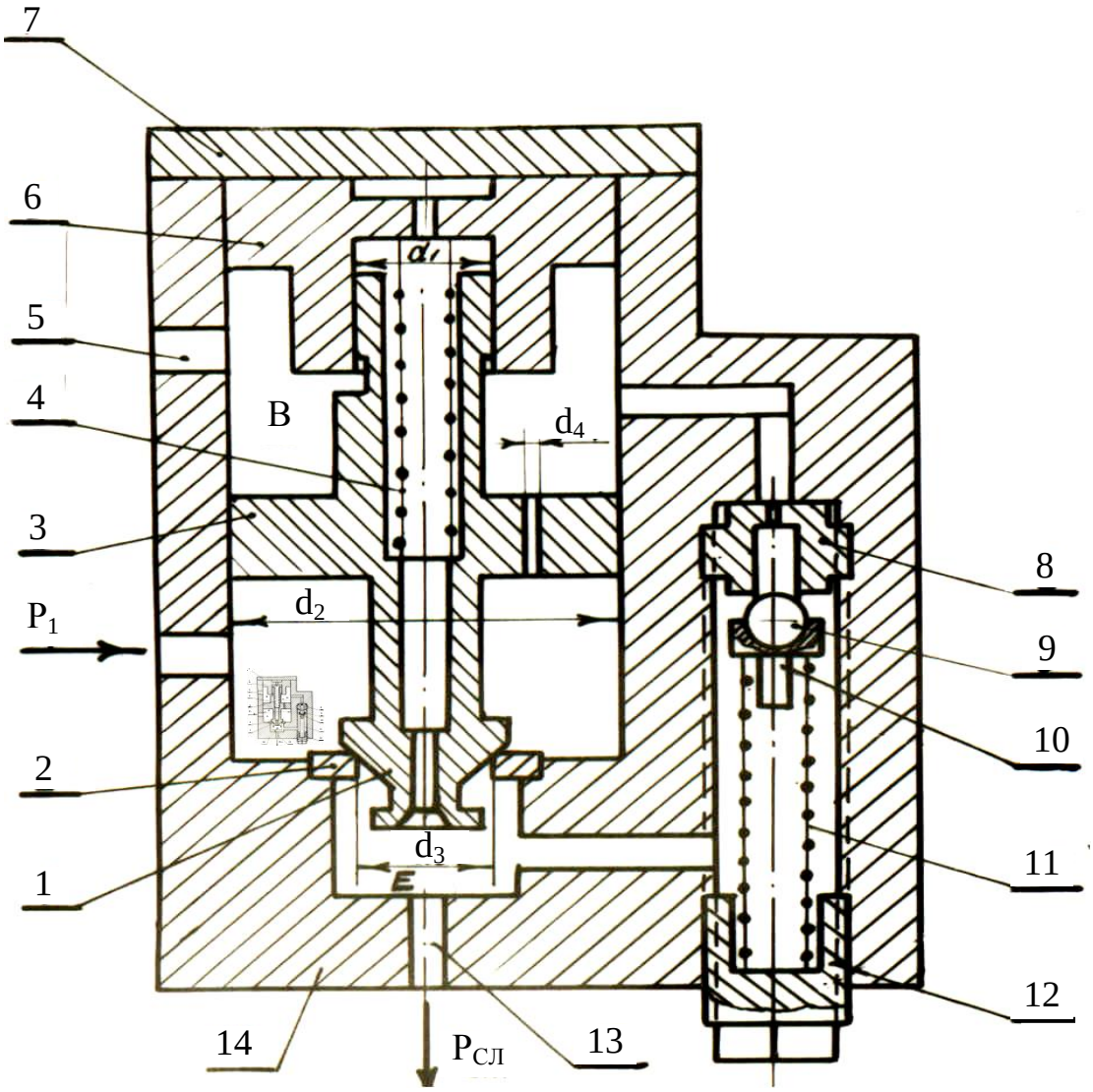


Рисунок 1 – Клапанное устройство гидравлических систем автоматизации и управления

Разрушение деталей при гидроэрозионном износе начинается обычно с потемнения их поверхностей и изменения микрорельефа. Затем степень шероховатости увеличивается, на поверхности появляются отдельные углубления, образуя глубокие очаги разрушения в виде питингов, язвин и трещин.

Однако такой механизм разрушения поверхностей происходит при воздействии на них жидкости. Детали клапанов подвергаются износу не только от действия жидкости, но также и от ударов затвора о седло. В результате большого количества ударов затвора о седло происходит образование нового микрорельефа и пластическое деформирование.

Микрорельеф от гидроэрозионного износа как бы уходит на второй план. Исходя из этого явления, для проверки возникновения гидроэрозионного износа деталей сопряжений затвор - седло проведено моделирование воздействия рабочей жидкости на детали сопряжения затвор - седло. Исследования проводились двумя способами. В первом случае исследования проводились на стенде для испытания клапанов при работе предохранительного и перепускного клапанов в режиме перегрузки. При работе предохранительный клапан совершал колебания в жидкости. В результате этого на плоском затворе клапане появляются следы гидроэрозионного износа. Так как площадь соприкосновения клапана с седлом большая, то даже при ударах контактные давления незначительны и не изменяют картины износа.

Чтобы исключить влияние ударных нагрузок на детали сопряжения затвор - седло был разработан специальный гидромеханический вибратор, схема которого приведена на рисунке 2. Этот вибратор моделирует работу затвора клапана при колебании в жидкости как в условиях эксплуатации, но исключает удары его о седло. Гидромеханический вибратор (рисунок 2) содержит гидродвигатель 1 с штоком 4. Шток 4 совершает возвратно - поступательные перемещения. Через штуцер 2 от гидронасоса жидкость подводится к гидродвигателю под давлением P_1. От гидродвигателя 1 жидкость отводится через штуцер 3.

К гидродвигателю 1 крепится корпус вибратора 11 с помощью переходной втулки 5. В корпус вибратора 11 ввернут специальный винт 14 с каналом 13. Через канал 13 поступает жидкость от гидронасоса лабораторной установки. На винт 14 нанесены миллиметровая резьба и специальная шкала для тонкой установки хода. На винт 14 крепится образец 8 с помощью гайки 9. Образец 8 моделирует седло клапана. Затвор 7 клапана с плоской поверхностью закрепляется к штоку 4 гидродвигателя гайкой 6. Для фиксации винта 14 предназначена накидная гайка 10. После установки образца затвора 7 клапана и образца седла 8 в вибраторе создается между ними зазор, равный 0,1 мм. Если шток 4 гидродвигателя совершает колебания, тогда образец затвора клапана также перемещается возвратно - поступательно относительно образца седла 8. Через седло 8 непрерывно проходит жидкость при расходе Q_1. При минимальном сближении образцов затвора клапана и седла давление жидкости поддерживалось равным 2,5 МПа.

На рисунке 3 (кривая 1) показана профилограмма поверхности плоского образца затвора клапана при работе с непосредственным соприкосновением затвора с седлом на каждом цикле колебания. Исследования на этом режиме на гидромеханическом вибраторе проводились в течение 10 часов при частоте колебаний вибратора, равной 10 Гц. Как видно из этой профилограммы шероховатость поверхности в месте контакта (срединная часть профилограммы) затвора клапана с седлом значительно выше нежели вне сопряжения.

Профилограмма 2 на рисунке 3 получена для режима, когда плоский затвор клапана не соприкасался при колебаниях гидромеханического

вибратора с седлом. На образцы затвора клапана и седла в этом случае оказывала действие только протекающая жидкость. Для одной пары образцов затвора клапана и седла исследования в этом режиме на гидромеханическом вибраторе проводились в течение 10 часов. За это время происходило 360 тысяч циклов срабатывания клапана.

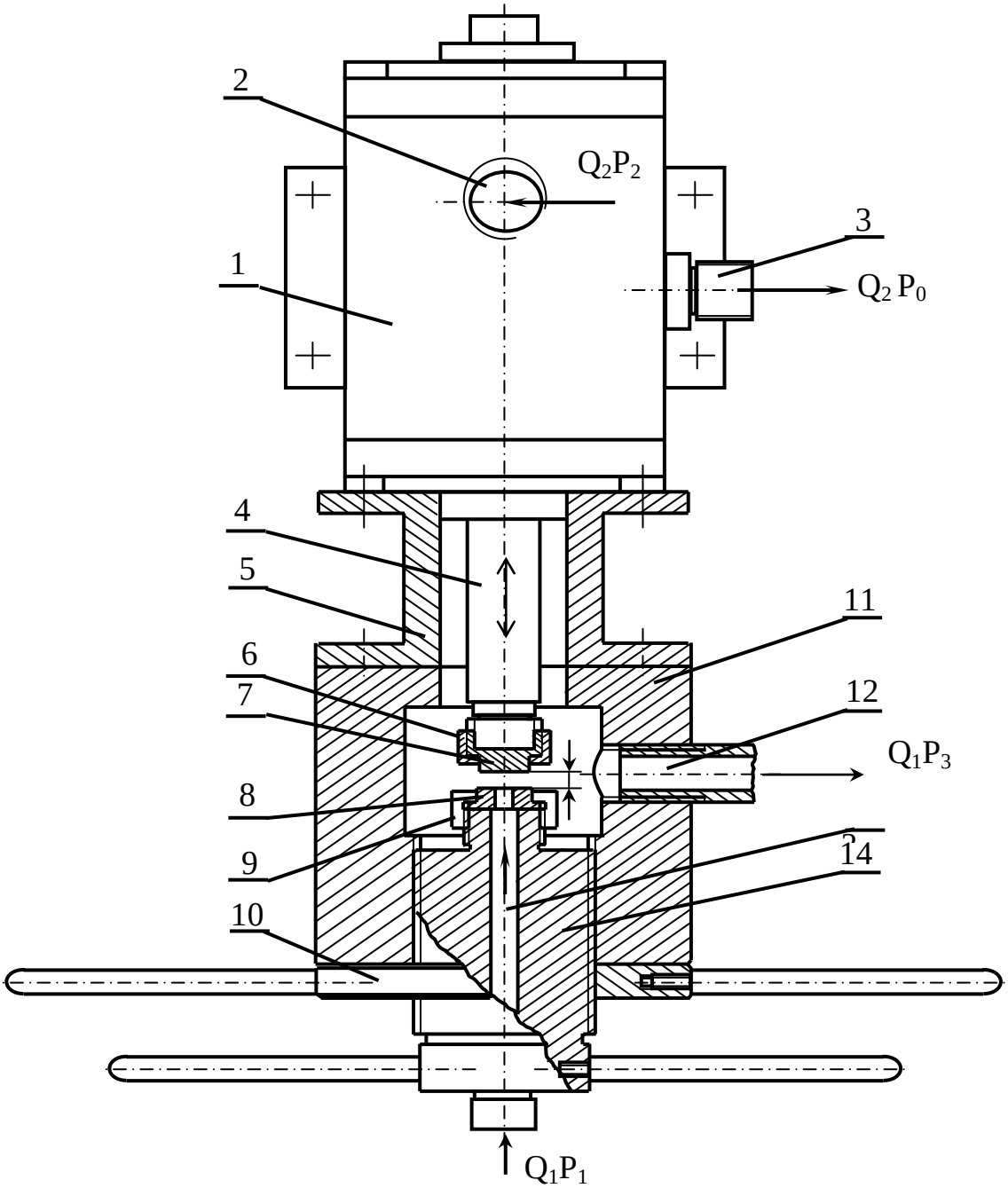


Рисунок 2 - Гидромеханический вибратор для исследования клапанов систем автоматизации и управления

Приведенная на рисунке 3 профилограмма 2 показывает, что шероховатость поверхности образца затвора клапана в зоне контакта затвор - жидкость - седло значительно возросла (в средней части профилограммы) по сравнению с исходной шероховатостью поверхности образца затвора клапана (по краям профилограммы).

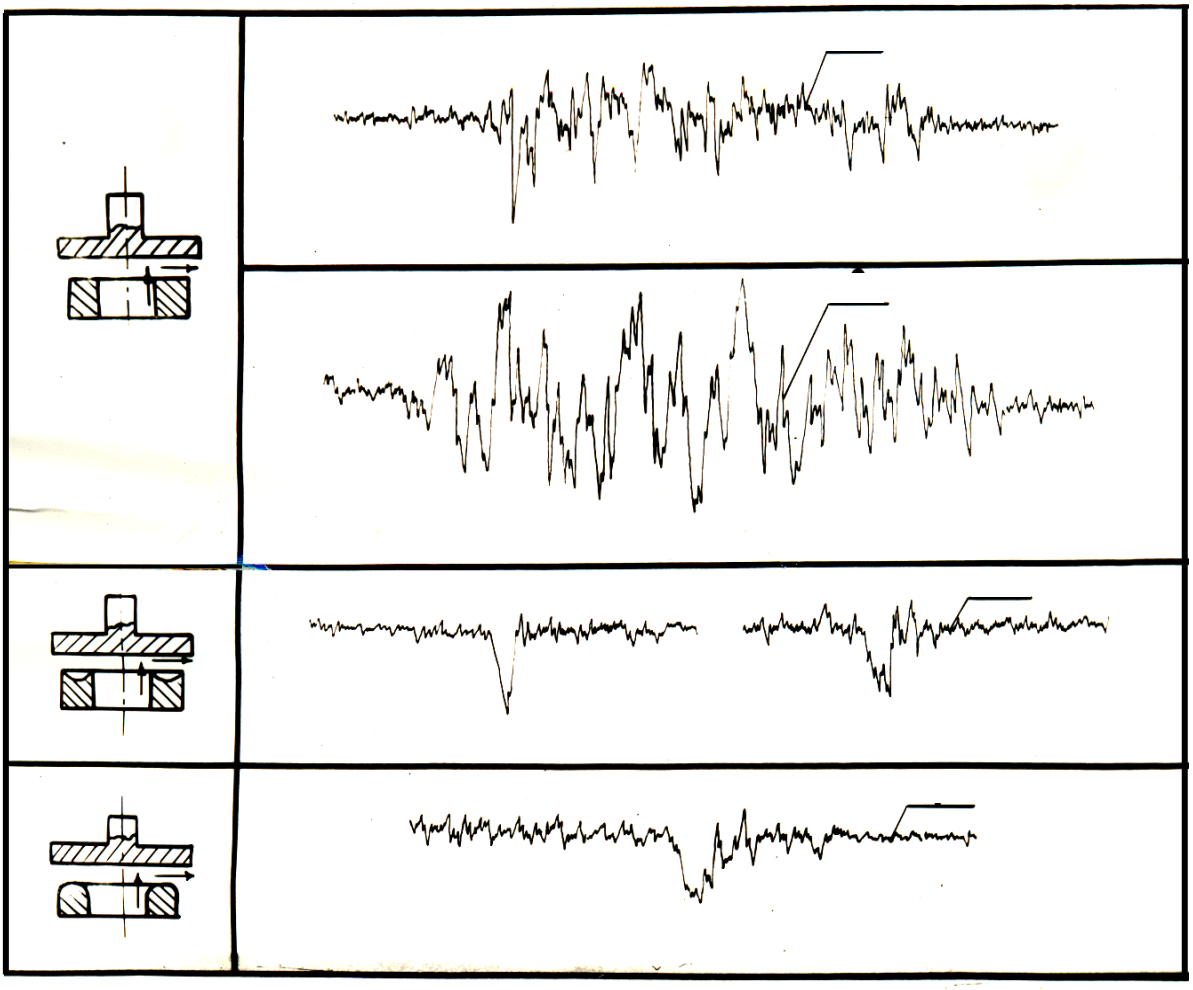


Рисунок 3 - Профилограммы поверхности плоского образа затвора клапана (увеличение вертикальное 50х, горизонтальное 20х)

На гидромеханическом вибраторе проводились также исследования образцов клапанов с выпуклой или вогнутой поверхностью образцов седел под действием жидкости без контактов образца клапана с седлом. Кривая 3 на рисунке 3 показывает изменение шероховатости поверхности плоского затвора клапана, который испытывался с вогнутой фаской образца седла, а кривая 4 - с выпуклой фаской образца седла. В обоих случаях шероховатость поверхности изменяется незначительно по сравнению с исходной и намного меньше, чем при плоских поверхностях деталей образцов затвора клапана и седла.

Таким образом, разработан гидромеханический вибратор, позволяющий моделировать работу сопряжения затвор клапана – седло. Исследованиями установлено, что основной причиной потери герметичности клапана является гидроэрозионный износ затвора клапана и его седла. На гидроэрозионный износ затвора клапана и седла накладывается механический износ от ударов затвора клапана о седло при работе в реальных условиях. Исследованиями также установлено, что вогнутость или выпуклость поверхности фаски седла существенно уменьшает гидроэрозионный износ сопряжения затвор клапана – седло.

ТУННЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ-СУШИЛКА ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ РАЗРЕЖЕНИЯ ПЕЧНЫХ ГАЗОВ

Жежера Н. И., Сабанчин В.Р.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Известна туннельная печь-сушилка [1], содержащая рабочий канал, вентиляторы отвода дымовых газов, теплоносителя из зоны охлаждения, теплоносителя из начала зоны сушки и подачи воздуха из атмосферы в конец зоны охлаждения, перед которым установлен вентилятор отбора подогретого воздуха из зоны охлаждения, вентиляционную систему зоны сушки в виде набора блоков из нагнетающего вентилятора, трубопровода подсоса воздуха из атмосферы и трубопровода подачи воздуха из зоны охлаждения и отопительную систему.

Однако, эта туннельная печь-сушилка не обеспечивает принудительного газообмена между основными газовыми потоками в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки и газами в порах керамических стеновых изделий, находящихся в туннельной печи-сушилке.

По заявке [2] получено положительное решение на выдачу патента Российской Федерации, сущность которого состоит в интенсификации газообмена между основными газовыми потоками в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки и газами в порах керамических стеновых изделий, находящихся в туннельной печи-сушилке

На рисунке 1 изображена принципиальная схема туннельной печи–сушилки, в которой производится обжиг керамических стеновых изделий при периодических изменениях разрежения печных газов. Основными элементами туннельной печи-сушилки являются рабочий канал 1, вентиляторы 2, 3, 5 и 11, отопительная система 4, вентиляционная система 7 и поворотная заслонка 12. Рабочий канал 1 разделен на зоны сушки, подготовки, обжига и охлаждения. Вентилятор 2 установлен в конце зоны охлаждения, вентилятор 3 выполняет подачу атмосферного воздуха в зону охлаждения, вентилятор 5 расположен перед зоной сушки. Вентиляционная система 7 содержит заданное число блоков, последовательно расположенных в зоне сушки. Каждый блок системы 7 содержит нагнетательный вентилятор 8, к которому присоединен трубопровод 9 для подвода воздуха из зоны охлаждения и трубопровод 10 для ввода атмосферного воздуха.

В трубопроводе перед вентилятором 5 отбора дымовых газов установлена поворотная заслонка 12, которая вращается от электрического двигателя 14 через понижающий редуктор 13 частотой 3-7 оборотов в минуту и периодически изменяет разрежение в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки с частотой 6-14 колебаний в минуту с амплитудой 10-20 Па, что обеспечивает периодическое изменение порового разрежения в каждой точке керамических стеновых изделий, находящихся в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки.

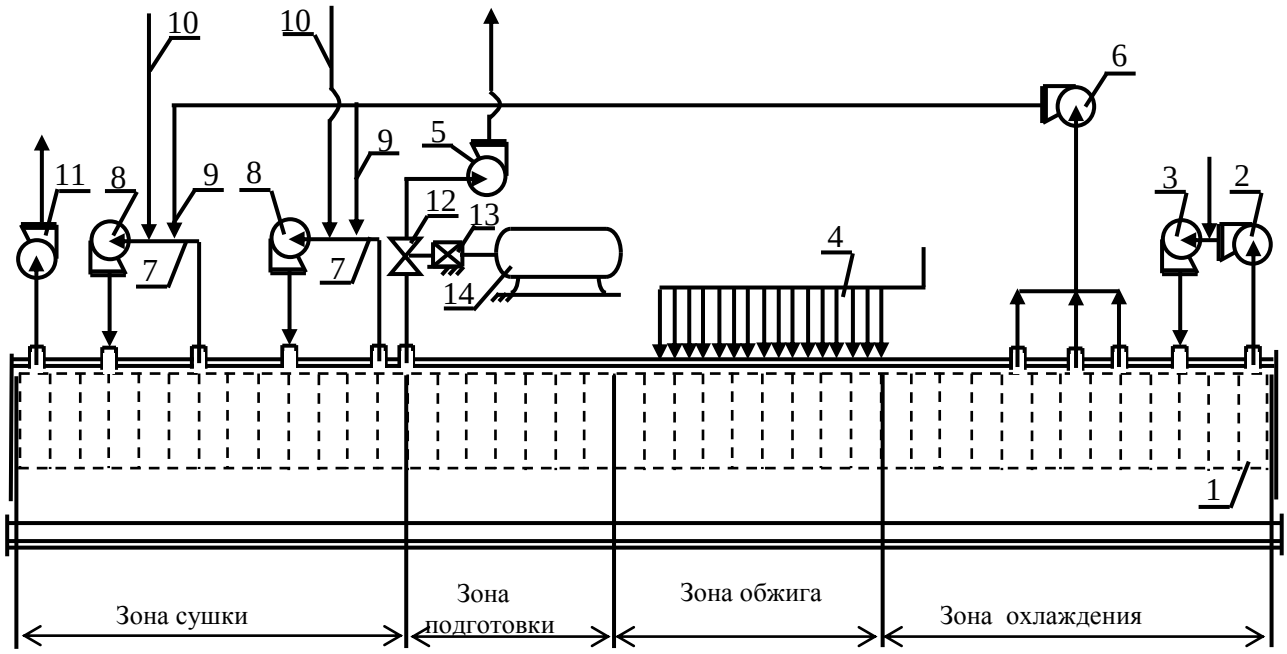


Рисунок 1 - Принципиальная схема туннельной печи–сушилки

Рассмотрим пору 1 объемом V_k в керамическом изделии, соединенную с основным газовым потоком в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки в виде схемы, представленной на рисунке 2. Эта схема состоит из пневматического сопротивления 2, через которое протекают газы из зоны обжига и подготовки туннельной печи-сушилки 3 в выделенную газовую пору 1.

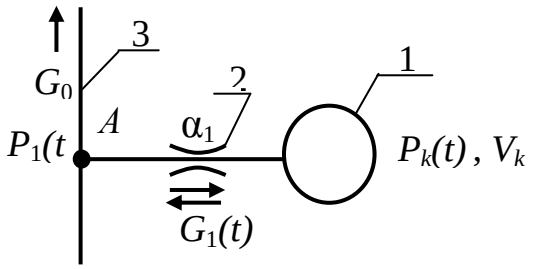


Рисунок 2 – Схема поры в керамическом изделии, соединенной с основным газовым потоком туннельной печи-сушилки

Принимаем, что разрежение газа $P_1(t)$, Па, в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки изменяются согласно выражения

$$P_1(t) = P_0 + P_x(t) \cdot \sin\omega t, \qquad (1)$$

где P_0 - статическая составляющая разрежения газов в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки, Па; $P_x(t) \cdot \sin\omega t$ – периодическая составляющая разрежения газов в зонах обжига и подготовки туннельной

печи-сушилки, Па; $P_x(t)$, ω - амплитуда и частота периодической составляющей разрежения газов в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки, Па, $с^{-1}$; t – время, с.

Теоретически установлено, что разрежение газов в выделенной в керамическом изделии поре 1 $P_к(t)$ (рисунок 2) определяется выражением

$$P_k(t) = \frac{\omega \cdot T_1}{\left(T_1^2 \cdot \omega^2 + 1\right)} \cdot \left[\frac{1}{\omega \cdot T_1} \sin \omega t - \cos \omega t + e^{-\frac{1}{T_1} t} \right] \cdot P_x(t), \qquad (2)$$

где $P_x(t)$ - амплитуда периодической составляющей разрежения в точке А (рисунок 2), $T_1 = V_k / (\alpha_1 \cdot RT)$ – постоянная времени для поры 1, заполненной газом, с пневматическим сопротивлением 2, которое имеет проводимость $\alpha_1 = V_k / (T_1 \cdot RT)$, R - газовая постоянная газов, $м^2с^{-2}$ $К^{-1}$; T - абсолютная температура газов, К.

Расход газов в выделенную в керамическом изделии пору 1 $G_1(t)$ (рисунок 2) определяется выражением

$$G_1(t) = \frac{\alpha_1 \cdot P_x(t) \cdot \omega T_1}{\left(1 + \omega^2 T_1^2\right)} \cdot \left[T_1 \cdot \omega \cdot sin(\omega t) + cos(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} \right]. \qquad (3)$$

На рисунке 3 приведен график изменения расхода газов через пневматическое сопротивление в газовую пору керамического изделия, расположенного в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки, в зависимости от частоты периодического разрежения газов в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки.

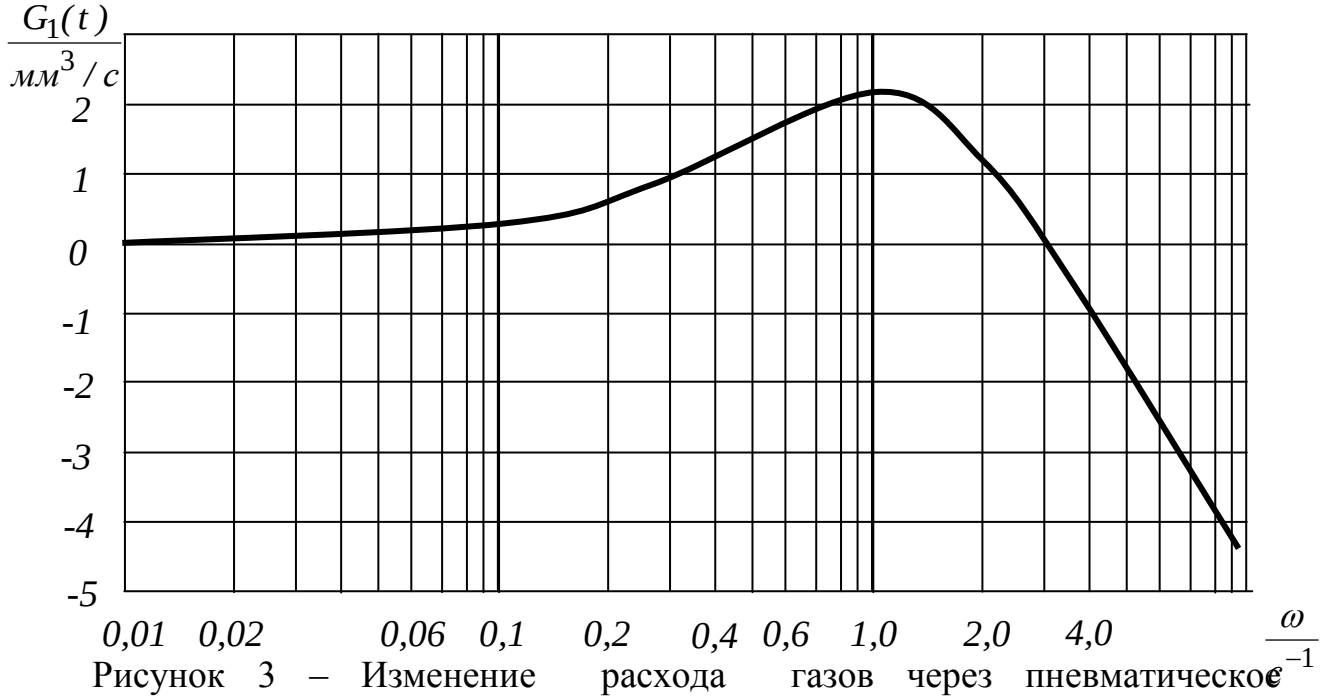


Рисунок 3 – Изменение расхода газов через пневматическое сопротивление в газовую пору керамического изделия, расположенного в туннельной печи-сушилке

Из графика на рисунке 3 видно, что максимальный расход газов $G_1(t)$ имеется при частоте периодического разрежения газов ω = 1,1 $с^{-1}$. Известно, что $\omega = 2\pi f$, где f – частота колебаний, Гц. $f = 1/T$, где T – период колебания, с. В этом случае определяем, что $f = \omega / 2\pi = 1{,}1/6{,}28 = 0{,}175$ Гц и $T = 1/f = 1/0{,}175 = 5{,}71$ с.

Период колебания T = 5,71 с соответствует 60 с/5,71 с= 10,5 колебаний в минуту или 5,25 оборотов в минуту поворотной заслонки 12 на рисунке 1.

Формулы (2) и (3) и кривая на рисунке 3 показывают, что только при наличии периодических колебаний (при ω > 0) разрежения в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки обеспечивается принудительный газообмен - расход газов $G_1(t)$ [рисунок 2 и формула (3)] между основными газовыми потоками в туннельной печи-сушилке и газами в порах керамических стеновых изделий, находящихся в туннельной печи-сушилке.

Принудительный газообмен - расход газов $G_1(t)$ между основными газовыми потоками в туннельной печи-сушилке и газами в порах керамических стеновых изделий, находящихся в туннельной печи-сушилке, обеспечивает равномерный по всему керамическому изделию прогрев и обжиг и уменьшает количество бракованных изделий из-за уменьшения в них количества трещин.

Если отсутствуют периодические колебания (при ω=0) разрежения в зонах обжига и подготовки туннельной печи-сушилки, тогда отсутствует принудительный газообмен - расход газов $G_1(t)$ = 0 между основными газовыми потоками в туннельной печи-сушилке и газами в порах керамических стеновых изделий, находящихся в туннельной печи-сушилке.

Список литературы

1. Патент РФ № 2187771, кл. F27B9/00. Туннельная печь-сушилка. Авторы изобретения: Лапин Ю.А., Дуденкова Г.Я., Гудков Ю.В., Шелыганова Р.Н.. Приоритет от 07.08. 2000. Опубл. 20.08.2002. Бюл. №9.

2. Заявка № 2014148014 на патент РФ, МПК F27B9/00, F27B9/36, C04B 33/32. Авторы заявки: Жежера Н.И., Сабанчин В.Р. Приоритет от 27.11. 2014.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ШАХТНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО РАЗРЕЖЕНИЮ ПЕЧНЫХ ГАЗОВ

Жежера Н. И., Тюков Н.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На рисунке 1 изображена принципиальная схема шахтной печи для обжига известняка [1], используемая на сахарных заводах для получения извести и углекислого газа. Шахтная печь для обжига известняка состоит из шахты 1 цилиндрической формы с загрузочным устройством 2 в верхней его части и выгрузочным устройством 3 в нижней части.

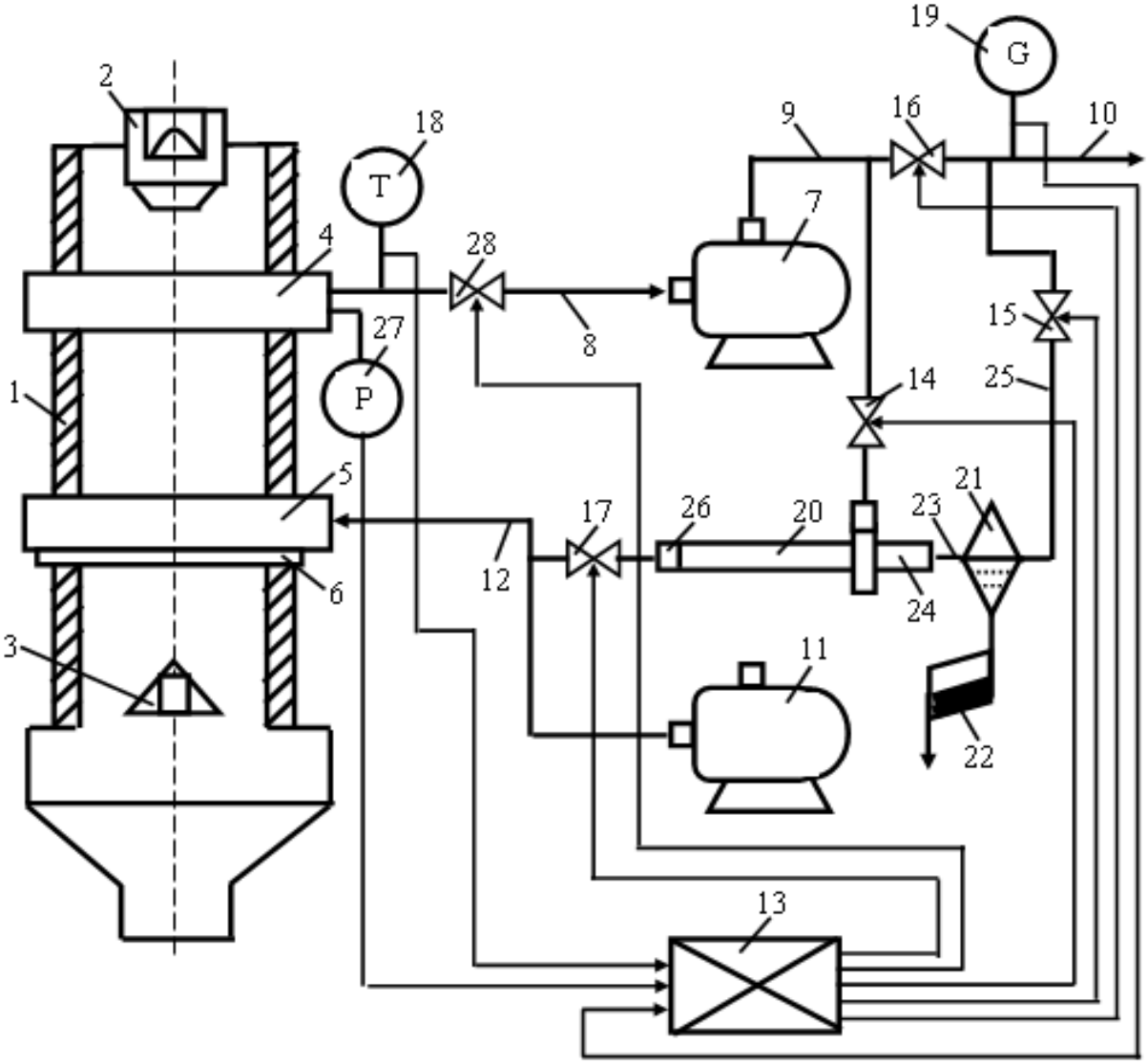


Рисунок 1 – Принципиальная схема шахтной печи для обжига известняка

В горизонтальных сечениях шахты 1 печи размещены короб отсоса печных газов 4 и короб 5 для подачи воздуха в печь, установленный на фланце 6. Газовый насос 7 своим входным патрубком и трубопроводом 8 соединен с коробом отсоса печных газов 4. Нагнетательный патрубок насоса 7

трубопроводом 9 подключен к коллектору печных газов 10. Нагнетательный патрубок вентилятора 11 трубопроводом 12 соединен с коробом 5, а всасывающий патрубок - с калорифером (не показано).

К блоку управления 13 подключены управляемые клапаны 14, 15, 16, 17, 28, а также датчики температуры 18, расхода 19 и разрежения 27. Вихревая труба 20 соединена через клапан 14 с трубопроводом 9, ее «холодный» конец 24 через клапан 15 подключен к коллектору печных газов 10, а «горячий» конец 26 через управляемый клапан 17 - к трубопроводу 12. Датчик 27 разрежения расположен на коробе 4 отсоса печных газов, регулирующий орган 28 расположен на трубопроводе 8, соединенным с одной стороны с коробом отсоса печных газов 4, а с другой - с всасывающим патрубком 8 газового насоса 7 отсоса печных газов.

Шахтная печь для обжига известняка работает по следующему технологическому процессу. Определенное по технологическим регламентам количество известняка и твердого топлива через загрузочное устройство 2 подают с помощью скипового подъемника в шахту 1 печи. Подогретый в калорифере воздух на горение поступает в шахтную печь от вентилятора 11 через короб 5. Из короба 4 отсоса печных газов через регулирующий орган 28 и трубопровод 8 печные газы с температурой, воспринимаемой датчиком 18, отводятся газовым насосом 7 через клапан 16 к коллектору печных газов 10.

Датчик 27 разрежения, подключенный к коробу 4 отсоса печных газов, измеряет в коробе 4 и верхней части печи разрежение и передает сигнал в блок управления 13. По сигналам от блока управления 13 регулирующий орган 28, установленный на трубопроводе 8, изменяет разрежение в коробе 4 отсоса печных газов и в верхней части шахтной печи 1 для обжига известняка.

На рисунке 2 приведена схема модели шахтной печи для обжига известняка как объекта автоматического управления по разрежению печных газов. Она содержит пневматическое сопротивление 3, эквивалентное сопротивлениям 4, расположенное на входе воздуха в шахтную печь, емкости 5 (зон подготовки и обжига известняка в шахтной печи) и регулирующего клапана 6 (клапан 28 на рисунке 1), расположенного на выходе печных газов из шахтной печи по разрежению. Сопротивления 4 моделируют форсунки, пропускающие воздух в печь через короб 5 (рисунок 1).

Для емкости, пневматического сопротивления, расположенного перед емкостью, и регулирующего клапана (рисунок 2) динамический процесс представим в виде

$$V_2 \frac{d\rho}{dt} = G_1 - G_2, \qquad (1)$$

где V_2 - объем печных газов в емкости 5, кг/м^3; G_1 и G_2 - массовый расход печных газов в емкость 5 и из этой емкости, кг/с; t - время, с.

Для газовых сред известно [2] уравнение $P/\rho = RT$. После дифференцирования этого выражения по плотности среды и давлению, оно

принимает вид $dP_2 = RTd\rho$ или $dP_2 / dt = RTd\,\rho / dt$. Подставив это выражение в уравнение (1), получим

$$\frac{V_2}{RT}\frac{dP_2}{dt} = G_1 - G_2 . \qquad (2)$$

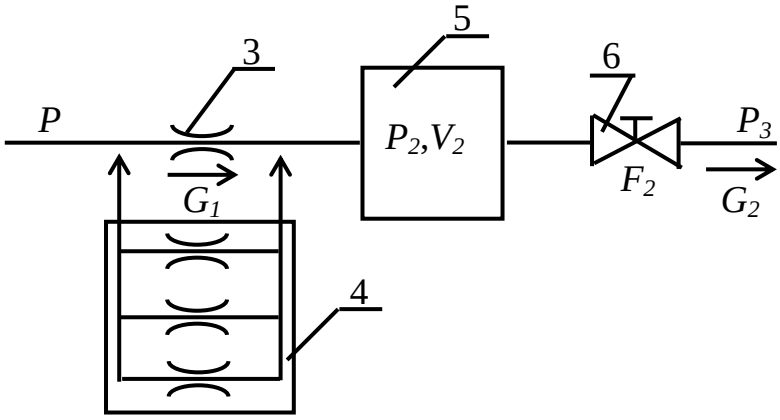


Рисунок 2 - Схема модели шахтной печи для обжига известняка как объекта автоматического управления по разрежению печных газов

Принимаем докритической скорость печных газов из шахтной печи через клапан 6 (рисунок 2). Для докритического движения газов через регулирующий клапан массовый расход G_2 определяется по выражению [3]

$$G_2 = \mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}}, \qquad (3)$$

где μ_2 – коэффициент расхода печных газов для клапана; F_2 - площадь сечения клапана, через которое проходят печные газы, м^2; K_a – коэффициент, вычисляемый по формуле из работы [2] по коэффициенту адиабаты; P_2, P_3 - давление печных газов в емкости 5 и после регулирующего клапана 6, Па.

Расход печных газов через сопротивление 4 определим по формуле для расхода газов через щели [4]

$$Q_ф = \varphi \frac{\pi d_ф^2}{4}\sqrt{\frac{2}{\rho_г}(P - P_2)},$$

где $Q_ф$ - расход печных газов через сопротивление 4, м^3/с; $d_ф$ – внутренний диаметр сопротивления, м; P и P_2 - давление печных газов, Па; $\rho_г$ - плотность печных газов, кг/м^3; φ - коэффициент расхода печных газов для пневматического сопротивления.

Учитывая, что массовый расход воздуха $G_ф$, кг/с, и объемный расход $Q_ф$, м^3/с, взаимосвязаны выражением $G_ф = Q_ф \cdot \rho_г$, тогда

$$G_ф = \varphi \frac{\pi d_ф^2}{4}\sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}.$$

Так как воздух проходит через п параллельно соединенных дросселей 4 (форсунок), тогда массовый расход воздуха в шахтную печь G_1, м^3/с

$$G_1 = n \cdot \varphi \frac{\pi d_\phi^2}{4} \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}$$

или $$G_1 = \varphi \cdot F_2 \cdot \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}, \qquad (4)$$

где $F_2 = n \cdot \pi d_\phi^2 / 4$ - площадь проходных сечений параллельно расположенных дросселей (форсунок), через которые проходит воздух в шахтную печь.

Подставив соотношения (3) и (4) в уравнение (2), получим

$$\frac{V_2}{RT}\frac{dP_2}{dt} = \varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)} - \mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}}. \qquad (5)$$

Так как уравнение (5) нелинейное, его обычно линеаризуют. Принимаем переменными величинами в уравнении (5) F_1, F_2, P, P_2 и P_3, для которых установившиеся значения принимают вид:

$$F_1 \to F_{10};\ F_2 \to F_{20};\ P_2 \to P_{20};\ P \to P_0;\ P_3 \to P_{30}. \qquad (6)$$

Если переменные величины выразить через постоянные начальные значения и приращения, тогда:

$$F_1 = F_{10} + \Delta F_1;\ F_2 = F_{20} + \Delta F_2;\ P = P_0 + \Delta P;\ P_2 = P_{20} + \Delta P_2;\ P_3 = P_{30} + \Delta P_3. \qquad (7)$$

Разложим в ряд Тейлора правую часть выражение (5) по переменным первого порядка F_1,F_2,P, P_2 и P_3, считая его функцией M(F_1,F_2,P, P_2 P_3…).

$$M(F_1, F_2, P, P_2, P_3) = M(F_{10}, F_{20}, P_0, P_{20}, P_{30}) + \left(\frac{\partial M}{\partial F_1}\right)_0 \Delta F_1 +$$

$$+ \left(\frac{\partial M}{\partial F_2}\right)_0 \Delta F_2 + \left(\frac{\partial M}{\partial P}\right)_0 \Delta P + \left(\frac{\partial M}{\partial P_2}\right)_0 \Delta P_2 + \left(\frac{\partial M}{\partial P_3}\right)_0 \Delta P_3. \qquad (8)$$

Согласно соотношению (8) формула (5) принимает вид

$$\frac{V_2}{RT}\frac{dP_2}{dt} = \left(\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}\right)_0 + \left(\frac{\partial\left[\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}\right]}{\partial F_1}\right)_0 \Delta F_1 +$$

$$+ \left(\frac{\partial\left[\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}\right]}{\partial P}\right)_0 \Delta P + \left(\frac{\partial\left[\varphi \cdot F_1 \cdot \sqrt{2\rho_г \cdot (P - P_2)}\right]}{\partial P_2}\right)_0 \Delta P_2 -$$

$$- \left(\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}}\right)_0 - \left(\frac{\partial\left[\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}}\right]}{\partial F_2}\right)_0 \Delta F_2 -$$

$$- \left(\frac{\partial\left[\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}}\right]}{\partial P_2}\right)_0 \Delta P_2 - \left(\frac{\partial\left[\mu_2 F_2 K_a \sqrt{\frac{P_2(P_2 - P_3)}{RT}}\right]}{\partial P_3}\right)_0 \Delta P_3. \qquad (9)$$

В выражении (9) сначала определяются производные, а потом производится подстановка установившихся значений из выражений (6) вместо переменных параметров

$$\frac{V_2}{RT}\frac{dP_2}{dt}=\varphi\cdot F_{10}\cdot\sqrt{2\rho_г\cdot(P_0-P_{20})}+\varphi\cdot\sqrt{2\rho_г\cdot(P_0-P_{20})}\Delta F_1+$$

$$+\varphi\cdot F_{10}\cdot\frac{\rho_г}{\sqrt{2\rho_г\cdot(P_0-P_{20})}}\Delta P+\varphi\cdot F_{10}\cdot\frac{-\rho_г}{\sqrt{2\rho_г\cdot(P_0-P_{20})}}\Delta P_2-$$

$$-\mu_2F_{20}K_a\sqrt{\frac{P_{20}(P_{20}-P_{30})}{RT}}-\mu_2K_a\sqrt{\frac{P_{20}(P_{20}-P_{30})}{RT}}\Delta F_2-$$

$$-\mu_2F_{20}K_a\frac{(2P_{20}-P_{30})}{2RT\sqrt{\frac{P_{20}(P_{20}-P_{30})}{RT}}}\Delta P_2+\mu_2F_{20}K_a\frac{P_{20}}{2RT\sqrt{\frac{P_{20}(P_{20}-P_{30})}{RT}}}\Delta P_3. \qquad (10)$$

Рассматривая установившееся движение печных газов из шахтной печи, выражение (5) при значениях соотношений (6) принимает вид

$$\frac{V_2}{RT}\frac{dP_{20}}{dt}=\varphi\cdot F_{10}\cdot\sqrt{2\rho_г\cdot(P_0-P_{20})}-\mu_2F_{20}K_a\sqrt{\frac{P_{20}(P_{20}-P_{30})}{RT}}=0. \qquad (11)$$

Производная от постоянной величины dP_{20}/dt равна нулю, а поэтому и выражение (11) равно нулю. Это уравнение характеризует установившийся расход печных газов через составляющие элементы схемы, которая приведена на рисунке 2, а именно

$$G_0=\varphi\cdot F_{10}\cdot\sqrt{2\rho_г\cdot(P_0-P_{20})}=\mu_2F_{20}K_a\sqrt{\frac{P_{20}(P_{20}-P_{30})}{RT}}. \qquad (12)$$

Если из уравнения (10) вычесть уравнение (11), а затем разделить обе части выражения на установившееся значение расхода G_0, тогда получим

$$\frac{V_2}{G_0RT}\frac{dP_2}{dt}=\frac{\Delta F_1}{F_{10}}+\frac{1}{2\cdot(P_0-P_{20})}\Delta P-\frac{1}{2\cdot(P_0-P_{20})}\Delta P_2-\frac{\Delta F_2}{F_{20}}-$$

$$-\frac{(2P_{20}-P_{30})}{2P_{20}(P_{20}-P_{30})}\Delta P_2+\frac{P_{20}}{2P_{20}(P_{20}-P_{30})}\Delta P_3. \qquad (13)$$

После упрощения выражение (13) принимает вид

$$\frac{V_2}{G_0RT}\frac{dP_2}{dt}=\frac{\Delta F_1}{F_{10}}+\frac{1}{2\cdot(P_0-P_{20})}\Delta P-\frac{\Delta F_2}{F_{20}}-$$

$$-\frac{1}{2}\left[\frac{P_{20}(P_0-P_{20})+P_{30}P_0}{(P_0-P_{20})P_{20}(P_{20}-P_{30})}\right]\Delta P_2+\frac{P_{20}}{2P_{20}(P_{20}-P_{30})}\Delta P_3$$

или

$$\frac{V_2}{G_0RT}\frac{dP_2}{dt}+\frac{P_{20}(P_0-P_{20})+P_{30}P_0}{2(P_0-P_{20})P_{20}(P_{20}-P_{30})}\Delta P_2=\frac{\Delta F_1}{F_{10}}-\frac{\Delta F_2}{F_{20}}+$$

$$+\frac{1}{2\cdot(P_0-P_{20})}\Delta P+\frac{P_{20}}{2P_{20}(P_{20}-P_{30})}\Delta P_3. \qquad (14)$$

Запишем уравнение (14) так, чтобы в нём были отношения $\Delta P/P_0$; $\Delta P_2/P_{20}$ и $\Delta P_3/P_{30}$.

$$\frac{V_2 \cdot P_{20}}{G_0 RT}\frac{d\left(\frac{\Delta P_2}{P_{20}}\right)}{dt}+\frac{P_{20}(P_0-P_{20})+P_{30}P_0}{2(P_0-P_{20})(P_{20}-P_{30})}\frac{\Delta P_2}{P_{20}}=\frac{\Delta F_1}{F_{10}}-\frac{\Delta F_2}{F_{20}}+$$

$$+\frac{P_0}{2\cdot(P_0-P_{20})}\frac{\Delta P}{P_0}+\frac{P_{20}P_{30}}{2P_{20}(P_{20}-P_{30})}\frac{\Delta P_3}{P_{30}}. \qquad (15)$$

Вводим обозначения: $\frac{V_2 P_{20}}{G_0 RT}=T_b$; $\frac{\Delta P}{P_0}=x(t)$; $\frac{\Delta F_1}{F_{10}}=b(t)$; $\frac{\Delta P_2}{P_{20}}=y(t)$;

$$\frac{\Delta F_2}{F_{20}}=m(t); \quad \frac{\Delta P_3}{P_{30}}=n(t); \quad \frac{P_{20}(P_0-P_{20})+P_{30}P_0}{2(P_0-P_{20})(P_{20}-P_{30})}=\kappa_1;$$

$$\frac{P_0}{2\cdot(P_0-P_{20})}=\kappa_2; \quad \frac{P_{20}P_{30}}{2P_{20}(P_{20}-P_{30})}=\kappa_3. \qquad (16)$$

Уравнение (15) после подстановки соотношений (16) принимает вид

$$T_b\frac{dy}{dt}+k_4 y(t)=b(t)-m(t)+k_5 x(t)+k_6 n(t). \qquad (17)$$

Если дифференциальное уравнение (17) преобразовать по Лапласу, тогда

$$(T_b s+k_1)y(s)=b(s)-m(s)+k_2 x(s)+k_3 n(s), \qquad (18)$$

где s-оператор Лапласа.

Структурная схема модели шахтной печи как объекта автоматического управления по разрежению печных газов, состоящая из обобщенного пневматического сопротивления, расположенного на входе воздуха в шахтную печь, и регулирующего клапана, расположенного на выходе печных газов из шахтной печи, построена по выражению (18) и приведена на рисунке 3.

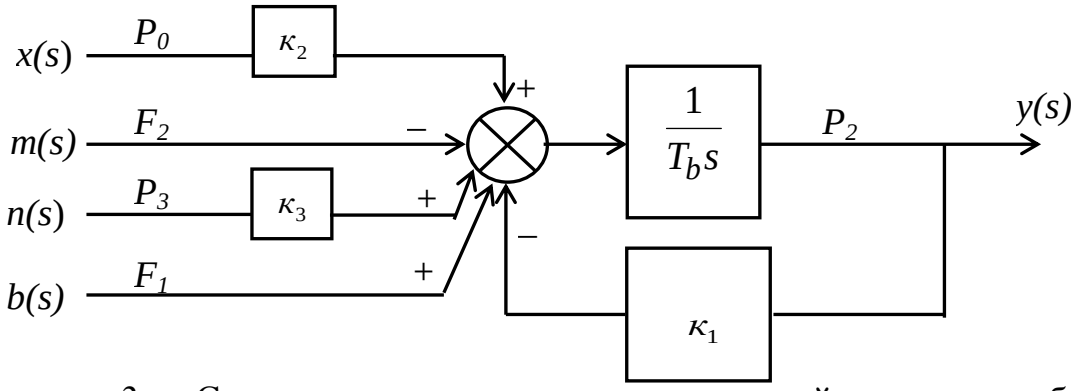


Рисунок 3 - Структурная схема модели шахтной печи как объекта автоматического управления по разрежению печных газов

По каждому входному параметру относительно выходной величины объекта автоматического управления по структурной схеме (рисунок 3) можно определить передаточную функцию. Например, для разрежения P_2 в шахтной печи относительно площади проходного сечения регулирующего клапана, который изменяет отвод печных газов из шахтной печи в атмосферу, передаточная функция имеет вид $W_{p2/F1}(s)=y(s)/m(s)=1/(T_b s+k_1)$.

Таким образом, разработано математическое описание шахтной печи для обжига известняка как объекта автоматического управления по

разрежению печных газов. Составленное дифференциальное уравнение устанавливает взаимосвязь между разрежением печных газов в шахтной печи для обжига известняка и массовым расходом и давлением воздуха, поступающего в шахтную печь на горение, расходом и давлением печных газов, выходящих через регулирующий орган из шахтной печи. Дифференциальное уравнение преобразовано к операторному виду и определены типовые динамические звенья. На основе выделенных типовых динамических звеньев составлена структурная схема шахтной печи для обжига известняка как объекта автоматического управления по разрежению печных газов.

Список литературы

1. Патент РФ № 2431096, кл. F27B1/00. Шахтная печь для обжига сыпучего материала. Авторы изобретения: Емельянов С. Г., Кобелев Н. С., Алябьева Т. В., Овчаренко О. А, Журавлёв А. Ю., Дюмин А. С. Приоритет от 23.11. 2009. Опубл. 10.10.2011. Бюл. №11.

2. Емцев, Б.Т. Техническая гидромеханика: учебник для вузов / Б.Т. Емцев; М-во высш. и средн. образования СССР. – Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987.- 440 с.

3. Иващенко, Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем: учеб. пособие для вузов / Н.Н. Иващенко; Мин-во высш. и средн. специал. образования СССР. – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. - 736 с.

4. Нагорный, В.С. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем / В.С. Нагорный, А.А. Денисов. – М. : Высшая школа, 1991.–367 с.

РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ФАКЕЛЬНОГО СТВОЛА

Заграничный А.Н.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На рисунке 1 приведена расчетная схема факельной установки с оголовком прямоточного типа. Факельная установка содержит ствол факела 1, факельный оголовок 2 и входной штуцер 3. Зачастую для расчетов принимают часто используемое отношение [1]

$$\frac{H}{D_{\grave{O}}} = 100,$$

где H - высота факельного ствола, м;

$D_{\grave{O}}$ - диаметр факельного ствола, м.

При этом коэффициент местного сопротивления при повороте потока после входного штуцера 3 принимают $\xi_{\ddot{i}\,\hat{i}\,\hat{a}} = 1$ [1].

При сжигании предельных легких углеводородов: метана, этана, пропана хорошо зарекомендовали себя оголовки прямоточного типа.

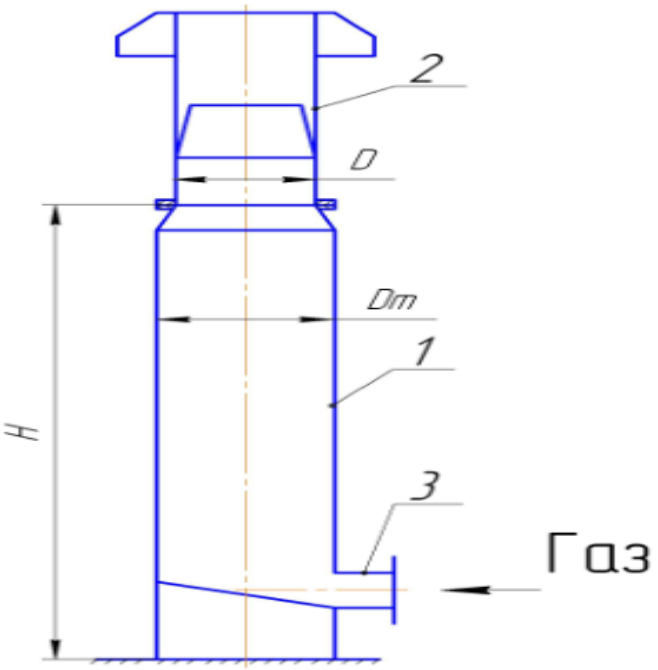


Рисунок 1 - Факельная установка с оголовком прямоточного типа

При сжигании тяжелых углеводородов, а особенно непредельных, без применения специальных средств подавления дыма (подача водяного пара, дополнительного воздуха) образуется гораздо меньше дыма при применении специальных струйных факельных оголовков. Данный оголовки отличаются от прямоточных тем, что сбросной газ выходит в атмосферу не через

цилиндрический срез факельного оголовка, а через ряд сопел, при этом обеспечивается хорошее смешение с воздухом и, как следствие, хорошее, а зачастую и бездымное сгорание.

Исходными данными для расчета диаметра факельной установки являются: состав газа, его плотность ρ и избыточное давление Δ

$$\Delta = -B,$$

где B - атмосферное давление, Па;

В том случае, когда изменение давления факельной установки

$$\Delta Ð_{ô.ó.} > 1 \cdot 10^5 \, Ï \, à,$$

газ истекает из факельного оголовка при сверхзвуковом перепаде давления, что сопровождается сильным шумом и является недопустимым, особенно если факельная установка расположена вблизи жилых поселений. Поэтому при расчете факельной установки необходимо принимать

$$\Delta Ð_{ô.ó.} \le 0,5 \cdot 10^5 \, Ï \, à.$$

Такое избыточное давление можно обеспечить правильным выбором диаметра факельной установки.

В том случае, когда избыточное давление на факельной установке не превышает $0,5 \cdot 10^5 \, Ï \, à$, плотность газа меняется незначительно. Поэтому для газа можно применять модель несжимаемой жидкости, используя простые уравнения:

$$w \cdot F = const,$$

где w – скорость газа, *м/с*;

F – площадь поперечного сечения, *м*^{2}.

Причем

$$w \cdot d^2 = const,$$

где d – диаметр проходного сечения.

Число Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{w \cdot d}{\nu},$$

где ν – кинематический коэффициент вязкости, стокс.

Коэффициент путевых потерь в стволе определяется по формуле Альтшуля [2]:

$$\xi_{ïóò} = \left(\frac{h_ø}{D_Ò} + \frac{68}{\mathrm{Re}} \right)^{0,25}, \qquad (5)$$

где $h_ø$ - высота шероховатостей на внутренней поверхности трубы, не более $0.5*10^{-3}$ *м*.

Путевые потери в стволе определяются по формуле Вейсбаха-Дарси [2]:

$$\Delta Ð_{ióò} = \xi_{ïîâ} \cdot \frac{H}{D_m} \cdot \frac{\rho \cdot w_m^2}{2}. \qquad (6)$$

Местные потери давления в стволе на повороте 90º после входного штуцера:

$$\Delta Ð_{îâ} = \xi_{ïîâ} \cdot \frac{\rho \cdot w_{âõ}^2}{2}. \qquad (7)$$

Местные потери давления в прямоточном газовом затворе:

$$\Delta Ð_{çàòâ} = \xi_{çàòâ} \cdot \frac{\rho \cdot w_{çàòâ}^2}{2}. \qquad (8)$$

Потеря давления со струей при истечении газа из оголовка:

$$\Delta Ð_{ñ} = \frac{\rho \cdot w_c^2}{2}. \qquad (9)$$

Потеря давления на факельной установке является суммой потерь:

$$\Delta P_{óó} = \Delta Ð_{ióò} + \Delta Ð_{îâ} + \Delta Ð_{çàòâ} + \Delta Ð_{ñ}. \qquad (10)$$

Если в формуле (6) выразить скорость $w_{ñ}$ через объемный расход газа Q, то получим

$$\Delta Ð_{ñ} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{Q^2}{\mu_c^2 \cdot d_{ñ.ýêâ.}^4}, \qquad (11)$$

где $\mu_{ñ}$ – коэффициент расхода сопел оголовка;

$d_{c.ýêâ.}$ – диаметр эквивалентного сопла (площадь поперечного сечения которого равна сумме всех площадей поперечных сечений отдельных сопел);

$d_{c.\acute{y}\hat{e}\hat{a}.} = d$ (в случае прямоточного факельного оголовка);

$$d_{c.\acute{y}\hat{e}\hat{a}.} = d_c \cdot \sqrt{n},$$

где n – число сопел (в случае струйного факельного оголовка).

Из формул (1) – (8) можно получить следующую формулу для определения эквивалентного диаметра факельной установки:

$$d_{c.\acute{y}\hat{e}\hat{a}} = \sqrt{\frac{Q}{\mu_c}} \cdot \sqrt[4]{\frac{8\rho}{\pi^2 \Delta P_{\hat{o}\,\acute{o}.}}} \cdot \sqrt[4]{\xi_{\ddot{i}\,\acute{o}\grave{o}} \frac{H}{D_{\grave{O}}} \cdot \left(\frac{d_{c.\acute{y}\hat{e}\hat{a}}}{D_{\grave{O}}}\right)^4 + \xi_{\ddot{i}\,\hat{i}\,\hat{a}} \left(\frac{d_{c.\acute{y}\hat{e}\hat{a}}}{D_{\hat{a}\tilde{o}}}\right)^4 + \xi_{\varsigma\grave{a}\grave{o}\,\hat{a}} \left(\frac{d_{c.\acute{y}\hat{e}\hat{a}}}{D_{\varsigma\grave{a}\grave{o}\,\hat{a}}}\right)^4 + 1}$$

.

Расчет производят методом последовательных приближений с применением ЭВМ.

При расчете и проектировании следует учитывать, что диаметр факельного ствола не может быть меньше диаметра факельного коллектора, с которым соединен факельный ствол.

Таким образом, предложенный расчет позволит определять эквивалентный диаметр факельного ствола с оголовком прямоточного типа

Список литературы

1. Стрижевский, И.И. Факельные установки / И. И. Стрижевский, А. И. Эльнатанов. -М.: Химия, 1979. - 184 с.

2. Вулис Л. А. Основы теории газового факела / Л.А. Вулис, Ш.А. Ершин, Л.П. Ярин.- Л.: Энергия, 1968. - 204 с.

3. Гаврилов, А. А. Расчет прочности тонкостенных стержней при изгибных колебаниях с помощью фиктивных нагрузок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – №1. – С.167-170.

4. Гаврилов, А. А. Методика расчета собственных частот кран-балок/ А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – №1. – С.212-217.

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «ОСНОВЫ ЕДИНОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

Ильин О.Н.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Обучение современного инженерно-технического работника (ИТР) должно проводиться на широкой профессионально-технической базе, включать элементы инженерно-технической подготовки и обеспечивать достаточный объем знаний для успешной его работы.

В соответствии с этими требованиями была составлена настоящая рабочая программа, предназначенная для индивидуальной и групповой подготовки ИТР по дисциплине «Основы единой конструкторской документации и компьютерной графики».

В программе определен обязательный для каждого обучающегося объем учебного материала, раскрыто его содержание, указано время и наиболее целесообразная последовательность его изучения.

Изучение всего указанного в программе материала является обязательным для каждого обучающегося. Необходимо ознакомить обучаемых с правилами и требованиями, предъявляемыми к чертежам сборочных единиц и деталей, уметь читать их и владеть навыками использования систем автоматизированного проектирования.

Программа по основам единой конструкторской документации и компьютерной графике составлена с учетом знаний, полученных учащимися в период обучения в университетах. В ней предусматривается изучение теоретических сведений по черчению, необходимых для практической работы любой машиностроительной специальности, а также для расширения их технического кругозора.

Для проведения занятий по основам технических знаний в качестве преподавателей привлекаются квалифицированных инженерно-технические работники предприятий и учебных учреждений.

На занятиях широко представлены наглядные пособия (таблицы, схемы, чертежи, модели, образцы изделий и т. д.) способствующие сознательному и прочному усвоению изучаемого материала.

Индивидуально-групповое обучение закладывает лишь первоначальные основы профессионального мастерства, которые обеспечат молодым ИТР возможность успешно начать работу по избранной профессии.

Тематический план программы обучения

	Тема	Кол-во часов
	Единая система конструкторской документации - ЕСКД. Рабочий чертеж детали. Эскиз. Технические требования в чертеже. Основная надпись. Порядок чтения чертежа. Форматы листов. Масштаб. Линии чертежа. Условные обозначения, применяемые в чертежах. Простановка размеров на чертежах. Условные обозначения, применяемые в чертежах.	2
	Прямоугольное проецирование. Плоскости проекций. Горизонтальные, фронтальные, профильные проекции. Дополнительные виды. Выносной элемент. Понятие о зеркальном отражении в чертежах. Изображение на чертежах. Понятие о сечении. Наложенное сечение и вынесенное. Простой разрез и сложный, фронтальный, профильный, горизонтальный разрезы. Местный разрез.	2
	Обозначение шероховатости по Rz и по Ra. Неуказанная шероховатость поверхности на чертежах. Конусность и уклон. Обозначение на чертежах. Обозначение на чертежах предельных отклонений размеров на гладкие цилиндрические поверхности. Обозначение на чертежах допуска форм и расположения поверхностей.	2
	Параметры резьбы. Виды резьбы. Обозначение на чертежах разных видов резьбы. Нестандартная резьба. Многозаходная резьба обозначение. Левая резьба.	2
	Сварные соединения. Типы сварных швов. Условные обозначения сварных швов. Изображение на чертежах. Клепанные и клееные соединения. Изображения на чертежах.	2
	Параметры зубчатого колеса. Рабочие чертежи цилиндрического и конического колес. Зубчатые передачи и их изображение на сборочных чертежах. Параметры червячного колеса и червяка. Рабочий чертеж червячного колеса. Рабочий чертеж червяка. Червячная передача.	2
	Параметры шпоночного и шлицевого соединений, изображение на чертежах.	2
	Сборочный чертеж. Спецификация. Штриховка в сб. чертежах. Чтение сборочного чертежа. Назначение кинематической схемы. Условные обозначения, применяемые в схемах. Чтение кинематической схемы.	2
Итого		**16**

Программа обучения

Тема 1

В современном мире значение машиностроительного черчения для производства машин, механизмов и конструкций огромно, так как повышение их эксплуатационной надежности и долговечности в развитии ракетной и космической промышленности во многом зависят от наших знаний в машиностроительном черчении. Основой технического черчения является ЕСКД.

ЕСКД - это общие правила выполнения конструкторской документации [1], к которой относятся рабочие чертежи деталей и сборочные чертежи узлов и изделий, а также кинематические схемы и др.

Перед обучающимся стоит цель - научиться читать рабочий чертеж, это основной этап подготовки к производственной операции по изготовлению деталей и их сборке. Рабочий чертеж детали - это технический документ, который содержит информацию о форме детали, ее размерах для ее изготовления и контроля, сведения о чистоте поверхности детали, о материале, из которого должна быть изготовлена деталь, в технических требованиях к чертежу указывается также термообработка (твердость), гальванические покрытия и другие требования. Эскиз. Назначение. Требования, предъявляемые к эскизу.

В ЕСКД содержится: перечень форматов, применяемых в чертежах и их размеры; Масштабы уменьшения и увеличения. Масштаб 1:1-натуральная величина детали. ЕСКД устанавливает начертания и назначение линий на чертежах. Понятие видимого контура и невидимого. Знание условных обозначений таких, как например знак диаметра, сферы, квадрата, длина дуги и других, применяемых в чертежах, упрощает и ускоряет чтение чертежа. Простановка размеров в чертежах имеет большое значение, она должна быть понятна всем техническим работникам и обязательна при выполнении задания.

Тема 2

Изображение деталей должны выполняться по методу прямоугольного проецирования [1]. При этом деталь располагается между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Существует 6 плоскостей проекций: 2 горизонтальные плоскости, 2 профильные, 2 фронтальные.

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Проекция детали, полученная на фронтальную плоскость проекций, называется - фронтальной. Другими словами - это вид спереди или вид сзади. Проекция детали, полученная на профильную плоскость проекций - называется профильной или это вид слева, вид справа; проекция детали на горизонтальную плоскость проекций называется горизонтальной или другими словами: вид сверху, вид снизу.

Если элементы детали (отверстия, бобышки, выступы, и т.д.), находящихся на наклонных поверхностях изображаются при прямоугольном проецировании искаженно, то для того чтобы получить их изображение без

искажения используют мысленно дополнительную плоскость параллельную, той на которой находятся эти элементы, при этом получают проекцию, называемую дополнительной, а вид - дополнительный.

Выносным элементом в чертежах называется дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой либо части детали, требующей пояснения.

Зеркальное отражение термин применяется тогда, когда идет речь о двух симметричных деталях, но изображается при этом одна. На чертеже будет запись, что деталь XX.XXX.XXX- изображена, а ниже XX.XXX.XXX-01 - зеркальное отражение.

Сечение - это изображение детали, получающееся при мысленном рассечении детали одной или несколькими плоскостями [1]. В зависимости от местоположения сечения относительно основного изображения бывает наложенным и вынесенным.

Разрез - это изображение детали, получаемое также при мысленном рассечении детали воображаемой плоскостью, но в отличие от сечения, показывается и что попало под секущую плоскость и что расположено за ней, т.е. вид. Фронтальный разрез получается тогда, когда секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, часто фронтальный разрез стоит на месте главного вида в чертеже. Профильный разрез получается при рассечении детали плоскостью параллельной профильной плоскости проекций. Горизонтальный разрез получается при мысленном рассечении детали плоскостью параллельной горизонтальной плоскости проекций. Местный разрез служит для выяснения устройства детали в одном конкретном месте.

Тема 3

Обозначение шероховатостей поверхности на детали допускается обозначать как по Ra и по Rz. Знак шероховатости располагают на линиях видимого контура, на линиях выносках, а также в технических требованиях на чертеж. Неуказанная шероховатость указывается в правом углу чертежа и предназначена для тех поверхностей детали, которые имеют одинаковую шероховатость. Понятие конусность и уклона. Обозначение их на чертежах производится с помощью условных обозначений, принятых в техническом черчении.

Предельные отклонения размеров на линейные размеры (цилиндрические и плоские) указываются на чертежах условными обозначениями полей допусков и числовыми значениями. Предельные отклонения для угловых размеров указывают только числовыми значениями. Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в сборе, указывают в виде дроби: в числителе указывают поле допуска отверстия, а в знаменателе поле допуска на вал или указывают и поля допусков, а также и числовые значения предельных отклонений. Понятие о форме поверхностей. Понятие о расположение поверхностей. Допуски на форму и расположение поверхностей задаются на чертежах как графически, так и в технических требованиях чертежа с помощью условных знаков и числовых значений. Графически допуски формы и

расположения поверхностей указываются непосредственно на той поверхности, к которой предъявляются требования.

Тема 4

В современной промышленности большое распространение получили резьбовые соединения, которые являются разъемными соединениями. Широко применяются различные виды профилей резьбы: треугольные, трапецеидальные, прямоугольные, полукруглые. В основном распространены пять видов резьбы: метрическая, дюймовая трубная цилиндрическая и дюймовая коническая, трапецеидальная, упорная [2]. Диаметры резьбы: наружный, средний, внутренний. Шаг резьбы, угол профиля. Резьба изображается упрощенно, профиль резьбы не изображается. Обозначение разных видов резьбы. Левая резьба при обозначении на чертежах обозначается латинской буквой L. Параметры многозаходной резьбы: понятие ход, шаг, диаметры, угол подъема винтовой линии, направление винтовой линии. Обозначение многозаходной резьбы.

Тема 5

Сварные, клепанные, клееные соединения являются неразъемными. Назначение соединений. Типы сварных швов. Понятие нестандартного шва. Понятие сплошного шва и прерывистого. Понятие одностороннего и двухстороннего шва. Условные обозначения сварки с указанием типа шва, катета шва, вид сварки с указанием на нее ГОСТ 2.312-80, шероховатость обработки сварного шва и требования к его качеству (наплывы, неровности, усиления и т.д.). Информация о контроле сварных швов и требования к ним находятся в технических требованиях на чертеж. Упрощенное изображение на чертежах сварных соединений. Изображение на чертежах клееных и клепаных соединений по ГОСТ 2.313-82.

Тема 6

Понятие зубчатой цилиндрической и конической передачи. Назначение их каждой. Параметры: модуль, число зубьев. Передаточное отношение зубчатой передачи. Диаметр вершин зубьев, диаметр впадин зубьев, делительный диаметр. Окружной шаг. Высота зуба. Эвольвентный профиль зуба. Понятие о прямозубом и косозубом зубчатом колесе. Дополнительные параметры конического зубчатого колеса: конус вершин, конусное расстояние, конус впадин, делительный конус, Углы конуса: угол конуса вершины зуба, угол конуса впадин, угол делительного конуса. Рабочие чертежи зубчатых колес, их упрощенное изображение, таблица с параметрами на чертеже. Изображение зубчатых передач на сборочных чертежах. Условное обозначение зубчатых передач на кинематических схемах.

Назначение червячной передачи. Параметры червячного колеса**:** модуль червячного колеса, осевой модуль червяка, диаметр делительного цилиндра зубьев, диаметр цилиндра вершин зубьев, диаметр цилиндра впадин зубьев. Угол профиля зубьев червяка; понятие о направлении зубьев колеса и

направление витка червяка; угол подъема витка. Понятие о шаге червяка и ходе. Многозаходные червяки. Рабочие чертежи червяка и червячного колеса, таблица с параметрами к чертежу. Условное обозначение червячной передачи в кинематических схемах.

Тема 7

Назначение шпоночного и шлицевого соединений. Соединения являются разборными. Размеры шпонок и шпоночных пазов стандартизованы. Виды шпонок. Характер посадки шпонок. Параметры шлицевого соединения. Диаметры шлицов. Ширина шлица и зуба вала. Профили зубьев. Упрощенное изображение на чертежах. Рабочие чертежи деталей этих соединений. Сборочные чертежи этих соединений. Условное обозначение в кинематических схемах.

Тема 8

Прочитать сборочный чертеж - значит: понять устройство и принцип работы узла, выяснить, как данный узел осуществляет свое назначение [2]. Установить характер взаимодействия механизмов и деталей в процессе его работы, а также внешнюю его взаимосвязь с другими узлами изделия, понять процесс его сборки и разборки. Понятие о стандартных деталях и оригинальных. Спецификация ее назначение. Позиции деталей в спецификации и на сборочном чертеже. Штриховка деталей в сборке и ее особенности. Размеры габаритные и установочные. Технические требования к сборочному чертежу.

Назначение кинематической схемы. Понятие о кинематике движения механизмов. Понятие о передачах, принцип их работы. Условные обозначения отдельных деталей и механизмов, передач. Параметры механических передач, нанесенных на кинематических схемах, их понимание.

Список литературы

1. ГОСТ 2.301 - 2.321-80. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М.: Издательство стандартов.

2. Каменев В.И. Курс машиностроительного черчения / В.И. Камнев // Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы.-1980. - 160с.

ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ БАШЕННЫХ КРАНОВ

Исекенова Д.М.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В современном строительстве используются различные виды грузоподъемных машин, в том числе, используют большое количество башенных кранов.

Все башенные краны должны обладать достаточной для их безопасной работы устойчивостью, обеспечивающей невозможность опрокидывания крана. Проверка кранов на устойчивость производится как при рабочем положеннии крана с грузом , так и при рабочем положенниии без груза в условиях, когда действующие на кран нагрузки имеют наиболее неблагоприятное сочетание в отношении опрокидывания крана [1].

По степени аварийности башенные краны не имеют себе равных. Аварийность башенных кранов составляет 40% общего количества аварий грузоподъемных кранов. За прошедший период количество аварий на опасных производственных объектах, эксплуатирующих башенные краны, увеличилось. Башенный кран, по сравнению с другими видами подъемных механизмов, наиболее подвержен обрушению. Это объясняется особенностями конструкции башенного крана – при большой высоте он имеет незначительные колею и базу (как правило, не более 6 м) и поэтому обладает высокой чувствительностью к условиям эксплуатации, в частности к перегрузу, разнице в высоте ниток кранового рельсового пути и внешней нагрузке. Наибольшую опасность представляют аварии, связанные с потерей устойчивости башенного крана и его опрокидыванием, иногда с предшествующим разрушением элементов несущих металлоконструкций [2].

Как показывают материалы расследования аварий, конструкции кранов обычно разрушаются в наиболее нагруженных узлах, в которых при эксплуатации образуются трещины. При этом трещины могут развиваться медленно (до нескольких лет) или практически мгновенно (при хрупком разрушении). Последнее представляет наибольшую опасность для конструкций, так как происходит без заметной деформации или образования видимых трещин, и поэтому трудно диагностируется.

Результаты многолетней эксплуатации кранов различных типов позволяют сделать вывод, что наименее надежный узел башенного крана - кольцевая неповоротная рама - сложная сварная конструкция с местами повышенной концентрации напряжений, для которых расчет напряженного состояния затруднен.

На многих башенных кранах, которые были изготовлены в 1960-1990 гг., установлены кольцевые рамы, не обладающие необходимой несущей способностью, что приводит к их разрушению в процессе эксплуатации.

Разрушение рам - наиболее частая причина аварий кранов. Обычно разрушаются сварные швы, соединяющие элементы нижнего листа и (или) нижний лист с проушинами и боковыми вертикальными листами. Доработка

заводом конструкции рамы и усиление ее при эксплуатации не дали ожидаемого эффекта. В дальнейшем в целях снижения металлоемкости верхний лист рамы из стали Ст3Спб толщиной 18-20 мм заменили листом из стали 09Г2С-12 толщиной 11 мм и уменьшили толщину обечаек с 10-12 до 8 мм. Указанные изменения привели к увеличению числа аварий кранов КБ-403А и КБ403Б [3].

В материалах обследования различных башенных кранов экспертами часто отмечаются факты нарушения требований раздела 3 ПБ 10-382-00, в том числе, отсутствие проекта и технических условий на ремонт, данных о примененных металлах и сварочных материалах, сведений о проверке качества сварки и квалификации сварщиков. В паспортах кранов, как правило, ремонт конструкций не фиксируется. Указанные нарушения приводят к снижению несущей способности конструкций в местах ремонта и повышают вероятность аварийных ситуаций при работе кранов [4].

Основной причиной снижения уровня промышленной безопасности подъемных сооружений является все-таки большое количество оборудования, отработавшего свой расчетный ресурс, низкие темпы реконструкции устаревших производств, несвоевременная замена оборудования, средств контроля и автоматизации на новые образцы, отвечающие требованиям и нормам. В России количество подъемных кранов, отработавших нормативный срок службы, составляет более 80 %, в связи, с чем высока вероятность аварийных случаев, выхода из строя отдельных механизмов и узлов, а также потери устойчивости положения в пространстве крана в целом. Средний износ техники составляет 64,2% [5, 6].

Проблемы обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов связаны с мерами по преодолению старения основных фондов, технологий и технических устройств.

Также, причинами аварий являются:

1. низкий уровень производственной и технологической дисциплины, нехватка квалифицированных специалистов,
2. низкий уровень подготовки и переподготовки специалистов, недостаточный уровень знаний требований промышленной безопасности;
3. неустойчивое финансовое положение многих организаций, недостаточное выделение владельцами средств на выполнение мероприятий, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности, на подготовку и переподготовку кадров, на привлечение квалифицированных специалистов и работников, создание привлекательных условий для работы;
4. недостаточное осуществление надзорных функций на объектах, где эксплуатируются подъемные сооружения, которые входят в перечень критически важных и находятся в частной собственности.

В 2013 году началось формирование нормативно-правовой базы в сфере надзорных функций, которые осуществляет Ростехнадзор. Были внесены существенные изменения и поправки в законодательство о промышленной безопасности. Так, Федеральным законом от 04.03.2013

№22-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» внесены поправки в Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Изменения коснулись классификации опасных производственных объектов, формирования принципов риск-ориентированного надзора за соблюдением эксплуатирующими организациями требований промышленной безопасности.

Необходимые требования к деятельности в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах, на которых используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, установлены в Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности («Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденные приказом Ростехнадзора от 12.11.2013 №533). Этот документ опубликован 24.02.2014 в Бюллетене нормативных актов федеральных органов исполнительной власти и вступил в силу с 07.03.2014. В настоящий момент Ростехнадзор ведет работу по наполнению данного документа руководствами безопасности [7].

Для решений выявленных проблем, нужна огромная планомерная работа. Ее составные части – проведение экспертно-диагностических обследований, дооснащение необходимыми приборами и устройствами безопасности, проведение капитально-восстановительных ремонтов. На это направлена дальнейшая работа автора.

Список литературы

1. *Александров М. П. Подъемно-транспортные машины: 5-е издание, перераб.и доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 558 с. ISBN 5-06-000090-7:0.00*
2. *Основные причины аварий башенных кранов и меры для их устранения [Электронный ресурс]: строительный портал Оренбурга – Режим доступа: http://www.lobzikov.ru/news/osnovnye-prichiny-avariy-bashennyh-kranov-i-mery-293*
3. *El`chaninov P. N. Strength calculations for material with variable elastic properties /El`chaninov P. N., Klimov M. I., Kolotvin A. V. // Russian Engineering Research. – 2010. – T. 30. - №12. – C. 1259-1262.*
4. *Анализ основных причин травматизма при эксплуатации башенных кранов [Электронный ресурс]: - Электронный научный журнал – Режим доступа: http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1165*
5. *Синельщиков, А. В. Устойчивость башенных кранов при переменных эксплуатационных состояниях /А. В. Синельщиков, Б. Л. Булатов // Вестник Астраханского государственного университета. – 2012. - №2(54). – С. 41-43.*

6. *Гаврилов, А. А. Методика расчета собственных частот кран-балок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета.- 2015. – №1(176). – С.212-217.*
7. *Ростехнадзор проводит расследование причин аварий и несчастных случаев с башенными кранами [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/news/64/832/*

РОЛЬ И МЕСТО ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ

Каменев С.В., Кондров А.П.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из требований к квалификации инженера-механика, определяемым уровнем современного машиностроительного производства, является владение технологиями как прямого, так и обратного проектирования различных изделий. В то время как основное внимание при подготовке инженерно-технических кадров в вузах традиционно уделяется приобретению знаний и умений в области прямого проектирования изделий, технологии обратного проектирования практически не рассматриваются. Это объясняется тем, что данные технологии предполагают использование сложного прогрессивного оборудования, которое относительно недавно начало внедряться в производство, и на многих отечественных предприятиях машиностроительного профиля пока еще отсутствует.

Однако технический прогресс не стоит на месте, и подобное оборудование начинает появляться на рабочих местах, что требует наличия специалистов, владеющих технологиями обратного проектирования. В связи с этим на современном этапе развития инженерно-технического образования возникает необходимость обучения студентов названным технологиям, чтобы обеспечить им возможность успешной конкуренции на рынке труда. Процесс подготовки инженеров в данной области имеет свою специфику, которая определяется самой сущностью обратного проектирования изделий.

Под обратным проектированием (reverse engineering) понимается процесс воспроизведения геометрии существующей детали или сборочного узла без использования какой-либо документации, чертежей либо компьютерной модели. Обратное проектирование также можно определить, как процесс восстановления геометрической CAD-модели на основе пространственного массива точек, получаемых путем сканирования или оцифровки существующих физических объектов.

Обратное проектирование первоначально возникло, как метод создания дубликатов для замены поврежденных или изношенных изделий, не обеспеченных технической документацией, как, например, в случае использования импортных деталей, поставляемых без чертежей либо при утрате оригинальных чертежей. В подобных обстоятельствах обратное проектирование таких проблемных деталей представляется наименее затратным вариантом в сравнении с повторной покупкой импортной оригинальной детали, и к тому же не только обеспечивает быструю замену вышедшей из строя детали, но и обеспечивает создание дополнительных ее экземпляров для поддержания работоспособности объекта в течение длительного периода времени.

В общем случае процесс обратного проектирования может быть представлен в виде последовательности этапов, приведенных на рисунке 1. Представленная последовательность может быть реализована различными методами, которые подразделяются на ручные и автоматизированные, основанные на использовании компьютерных технологий. В первом случае вручную при помощи универсальных измерительных средств производится измерение длин, диаметров и других размеров объекта с последующей обработкой полученных результатов и построением на их основе необходимых чертежей объекта. Очевидно, что такой подход требует значительных затрат времени и труда при измерении объектов сложной геометрической формы. Поэтому все большее распространение в последнее время получает компьютерное обратное проектирование, связанное с использованием различных компьютерных средств для получения информации о геометрии детали, идентификации ее материала, улучшения конструкции, разработки оснастки, производственного планирования и физической реализации.

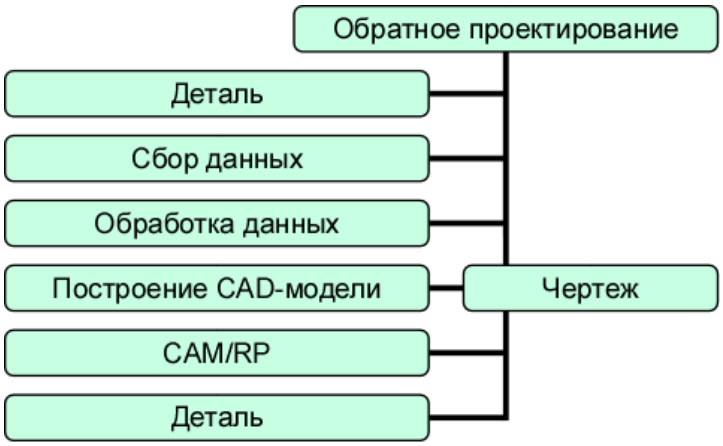


Рисунок 1 – Этапы обратного проектирования

В основе компьютерного обратного проектирования лежит построение твердотельной или поверхностной геометрической модели объекта с использованием облака точек, автоматизированный сбор координат которых может осуществляться при помощи датчиков двух типов: контактного (механического) типа и бесконтактного (оптического) типа. При использовании механических датчиков необходимые данные (координаты точек) собираются при помощи координатно-измерительных машин (КИМ), оснащенных щупами, последовательно касающихся поверхности детали в выбранных точках. Данный процесс является длительным и трудоемким, но обеспечивает высокую точность, сопоставимую с другими механическими методами измерений.

Еще одним вариантом механического сбора данных является сканирование, когда щуп КИМ приводится в контакт с поверхностью детали и последовательно перемещается по всем ее участкам при сохранении непрерывного контакта в процессе перемещения. Данное сканирование может быть как ручным, так и автоматическим. При этом точность ручного сканирования зависит от квалификации оператора и является более низкой в

сравнении с точностью автоматического сканирования, которая, в свою очередь, немного ниже, чем при измерении координат отдельных точек.

Современные образцы бесконтактных КИМ, выпускаемые такими компаниями, как «Cyberware», «Digibotics» и «Laser Designs» позволяют существенно повысить производительность сбора данных за счет применения лазерных устройств. В этих устройствах используется световой луч, позволяющий производить измерения методом оптической триангуляции. Однако точность позиционирования на таких машинах составляет порядка ±50 мкм, что значительно уступает КИМ контактного типа (±14 мкм). К тому же измерение таким способом поверхностей сложной геометрической формы, например с глубокими полостями, острыми углами наклона поверхностей, препятствиями для доступа светового луча может привести к полной утрате необходимых данных.

Независимо от выбранного метода обратного проектирования его основной целью является генерация CAD-модели, отвечающей определенным требованиям, задаваемым для нее областью ее дальнейшего использования. Это может быть разработка управляющих программ для станков с ЧПУ (CAM), быстрое прототипирование (RP), инженерный анализ и т.д. По этой причине различные характеристики CAD-модели, такие как форма, качество поверхности, непрерывность, точность, время построения и т.п. варьируют в зависимости от области последующего применения модели.

Так, например, программное обеспечение числовой программной обработки достаточно часто допускает использование прерывистых поверхностных моделей, где зазоры между поверхностями малы по сравнению с радиусом инструмента. И наоборот, эстетические и аэродинамические качества внешних поверхностей автомобильной и авиационной техники определяют высокие требования к непрерывности их геометрии при более низкой точности (обычно ±0,5 мм относительно сканированных данных).

В качестве примера практической реализации технологии обратного проектирования можно рассмотреть процесс построения CAD-модели токарного отрезного резца с использованием координатно-измерительной машины Wenzel Xorbit 55, оснащенной измерительной головкой PH10T фирмы Renishaw с тактильным датчиком TP200, позволяющим производить сбор данных путем последовательного измерения координат выбранных точек. Данная процедура осуществлялась путем реализации ряда последовательных этапов (рисунок 2), на первом из которых резец жестко фиксировался на рабочей поверхности стола машины с возможностью обеспечения свободного доступа измерительного щупа ко всем его поверхностям.

На следующем этапе для каждой из поверхностей производился сбор измерительных данных в форме координат достаточно большого количества точек, принадлежащих поверхности. При этом для упрощения этой трудоемкой процедуры сбор координат точек производился на основе стандартных функций построения геометрических примитивов, заложенных в программное обеспечение КИМ. В рассматриваемом случае тело резца ограничивается набором плоских граней, поэтому необходимые данные были получены

измерением и построением соответствующего числа геометрических примитивов типа «плоскость» с числом определяющих точек, варьируемым в зависимости от площади реальной поверхности (не менее 5 штук для каждой из поверхностей).

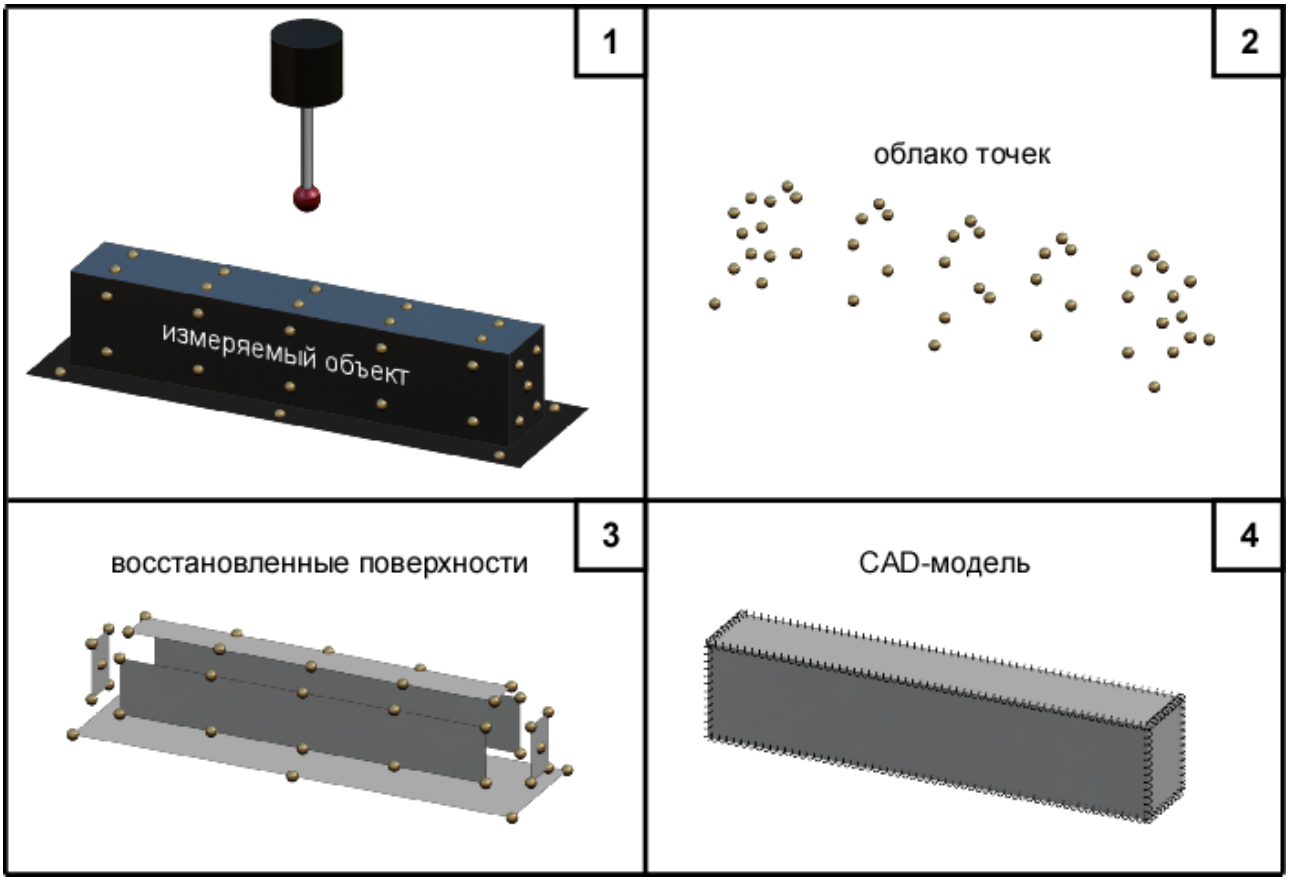


Рисунок 2 – Принципиальная схема построения CAD-модели объекта методом обратного проектирования

Дальнейшая обработка полученных измерительных данных производилась путем их сохранения в нейтральный векторный формат графики IGES в виде набора точек с последующей передачей в CAD-модуль автоматизированной системы «Siemens NX», где на их основе формировалась геометрическая модель. При этом на начальной стадии формирования модели выполнялось построение аппроксимирующих плоских поверхностей для каждой группы точек с одновременным их выравниванием и коррекцией относительных размеров (для стандартных размеров державки резца). После этого полученные поверхности были подвергнуты редактированию, включающему их удлинение, обрезку и сшивку для получения замкнутого объема, ограниченного данными поверхностями. Заключительная сшивка поверхностей приводит к образованию поверхностной CAD-модели, которая легко преобразуется в твердотельную модель резца. Построенная таким способом CAD-модель (рисунок 3) отличается высокой степенью точности

соответствия оригиналу и может быть использована для определения всех необходимых геометрических размеров резца и генерации рабочих чертежей.

Рисунок 3 – Результат построения CAD-модели резца

Как показывают приведенные данные, процесс обратного проектирования неразрывно связан как с использованием современного оборудования, так и передовых компьютерных технологий, овладение которыми в совокупности позволяет существенно повысить уровень профессиональной подготовки выпускника. Однако, несмотря на кажущуюся простоту, он имеет ряд специфических особенностей, и требует специального рассмотрения в рамках соответствующих учебных дисциплин, подкрепленных необходимым методическим обеспечением. По этой причине на кафедре технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов ОГУ в настоящее время ведется разработка такого методического обеспечения для его последующего внедрения в учебный процесс подготовки инженеров-механиков.

Список литературы

1. Manzoor, H. M. Reverse Engineering: Point Cloud Generation with CMM for Part Modeling and Error Analysis / H. M. Manzoor, R. Ch. Sambasiva, K. E. Prasad // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2008. – Volume 3. – №4. – P.37-40.

2. Thompson, W. B. Feature-Based Reverse Engineering of Mechanical Parts / W. B. Thompson, J. C. Owen, H. J. de St. Germain // IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1999. – Volume 15. – №1. – P. 57-66.

3. Vinesh, R. Reverse Engineering: An Industrial Perspective / R. Vinesh, K. J. Fernandes. – Springer Science & Business Media, 2007. – 260 p.

4. Xia, Z. Application of Reverse Engineering based on Computer in Product Design / Z. Xia // International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 2014. – Volume 9. – №5. – P. 343-354.

ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ БАШЕННОГО КРАНА

Колотвин А.В., Исекенова Д.М.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Башенный кран становится основной машиной которая выполняет: доставку, укладку материалов на этажных ярусах и монтажные работы. В основном модель башенного крана выполняются по одной конструктивной схеме с максимальным использованием взаимозаменяемых узлов и агрегатов, с возможностью плавного пуска и торможения механизмов и посадки грузов с малой скоростью. Наибольшее распространение получили башенные краны с поворотной площадкой, которые по сравнению с остальными видами башенных кранов отличаются меньшей массой, и расположением механизмов и балласта, которые понижают положение его центра тяжести и точки приложения равнодействующей ветровой нагрузки.

К настоящему времени сложилась ситуация, когда основная масса башенных кранов, работающих на строительных площадках России, эксплуатируется за пределами нормативных сроков службы. Поэтому весьма актуальным представляется исследование возможности продления сроков службы. Одним из путей продления срока службы башенного крана и кранов в целом является прогнозирование остаточного ресурса при заданном уровне надёжности. Авторами установлено, что на отказы и аварии башенных кранов влияют количественные и временные зависимости возникновения повреждений в наиболее нагруженных местах и элементах конструкции кранов. Точнее повреждения металлоконструкций опор и мостов на протяжении 15 лет эксплуатации носят массовый характер, начиная с 5 до 20 лет. Проведя анализ литературы, основанный на опыте эксплуатации башенных кранов, сделан вывод, что наиболее часто встречающимися дефектами являются коррозионные повреждения элементов металлоконструкций.

Рисунок 1 – Коррозионное повреждение металлоконструкций башенного крана

Результатом коррозионного повреждения (рисунок 1) является уменьшение площади сечения металла конструкции, ухудшение его способности противостоять переменным и динамическим нагрузкам, повышается склонность металлоконструкции к хрупкому разрушению, это одна из первых причин аварий башенных кранов. До настоящего времени этой проблеме уделялось недостаточное внимание, следствием чего является отсутствие обоснованных нормативов на величину допустимости коррозионных повреждений. Таким образом, задача изучения динамики развития различных видов коррозионных дефектов, их влияние на надёжность элементов металлоконструкции, является одной из ключевых задач при оценке остаточного ресурса. Эта задача может быть решена путем создания адекватных компьютерных моделей поведения дефектов и повреждённых элементов металлоконструкций.

Авторами также сделан вывод, что краны обычно разрушаются в наиболее нагруженных узлах, в которых при длительной эксплуатации образуются различного рода трещины (рисунок 2), которые могут развиваться медленно (до нескольких лет) или практически мгновенно (при хрупком разрушении) на основании анализа материалов расследований аварий конструкции башенных кранов. Наибольшей опасностью для металлоконструкции обладают последние, так как разрушение происходит без образования видимых трещин или заметной деформации, и в свою очередь трудно диагностируется.

Рисунок 2 – Трещины основания крепления кабины башенного крана

Результаты многолетней эксплуатации башенных кранов также позволяют сделать вывод, что наиболее не надежны - сварные соединения металлоконструкций с местами повышенной концентрации напряжений, для которых расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) затруднителен. У кранов обычно разрушаются сварные швы, соединяющие элементы нижнего листа или непосредственно сам нижний лист с проушинами и боковыми вертикальными листами (рисунок 2). Заводские доработки самой конструкции узла и ее усиление не дали особых результатов. Поэтому

возникает необходимость дальнейшего изучения НДС всех составных элементов башенного крана.

В настоящее время на кафедре машиноведения ведется компьютерная разработка модели башенного крана с учетом процесса выявления исследования глубины коррозии, возникающей в различных элементах металлоконструкции в процессе эксплуатации. Для получения зависимости величины коррозии от времени работы крана. Разрабатывается модель развития коррозионного повреждения, с расчётной оценкой нагруженности с применением МКЭ наиболее подверженных коррозии участков металлоконструкции с учетом развития трещины. Проведены расчёты напряженного состояния наиболее повреждённых элементов конструкции по условиям прочности и устойчивости.

Моделирование поведения элементов конструкции в различных эксплуатационных условиях позволяют оценить степень допустимости коррозионных повреждений и развития трещин, которая служит научной базой при решении вопросов оценки остаточного ресурса металлоконструкций башенных кранов.

Дальнейшей целью является оценка эксплуатационной надёжности и прогнозирование поведения элементов конструкций крана, имеющих коррозионные и другие виды повреждения, базирующаяся на закономерностях динамики развития и степени влияния основных видов коррозионных дефектов на надёжность металлоконструкций по основным критериям работоспособности, при оценке напряжённо-деформированного состояния конструкций в среде компьютерного моделирования APM WinMachine. Использование современных вычислительных комплексов конечно-элементного расчета существенно упрощают прочностные расчеты и дают возможность получить исчерпывающие данные как по нагружению любого элемента конструкции башенного крана, так и по прогнозированию. В свою очередь прогнозирование поможет предотвратить или минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций при дальнейшей эксплуатации башенных кранов, в том числе после ремонта, реконструкции и модернизации.

Список литературы

1. Романюха, В.Л. Башенные краны / В.Л. Романюха. – М.: Московский рабочий, 1980. – 224 с.

2. Невзоров, Л.А. Краны башенные и автомобильные / Л.А. Невзоров, М.Д. Полосин. - М.: Высшая школа, 2008. – 326 с.

3. Орлова, Е.А. Модель упругой оболочки находящейся в напряженно-деформированном состоянии / Е.А. Орлова, А.В. Колотвин. Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – С.423-424.

4. Колотвин, А.В. К вопросу применения программных средств для динамического расчета трубопроводов летательных аппаратов / А.В. Колотвин, М.В. Черноусов. Информационно-телекоммуникационные системы

и технологии: материалы всерос. молод. конф., 20-22 сентября 2012г.– Кемерово: Кузбасс. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева, 2012. – С.242-243.
5. El'chaninov, P.N. Strength calculations for material with variable elastic properties / P.N. El'chaninov, M.I. Klimov, A.V. Kolotvin. Russian Engineering Research. 2010. Т. 30. № 12. С. 1259-1262.
6. Ельчанинов, П.Н. Расчеты на прочность при различных видах нагружения с учетом разномодульности материала / П.Н. Ельчанинов, М.И. Климов, А.В. Колотвин. СТИН, 2010. – N 9. С. 12-16. – Библиогр.: с. 16 (3 назв.).

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРЫЛА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Кондров Я.В., Тамеев Д.О.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

В век высоких технологий и автоматизации необходимо полностью использовать потенциал вычислительных машин и программ для обеспечения упрощённого скоростного проектирования элементов летательного аппарата (ЛА).

При эскизном проектировании облик ЛА выбирается в основном исходя из требований аэродинамической компоновки. Требования по прочностному и весовому критерию на этапе формирования облика учитываются косвенно, на основе упрощенных моделей.

Однако исследования [1, 2] показывают, что аэродинамические и массовые характеристики ЛА влияют на его общую эффективность в равной степени, и выбор конструктивно-геометрических характеристик ЛА должен проводиться при одновременном учёте всех факторов. Отсюда возникает необходимость разработки технологий формирования облика ЛА с комплексным учётом аэродинамической и весовой эффективности. Вопросом проектирования крыла ЛА рассматривался в работе А.В. Болдырева и В.А. Комарова [1]. В работе систематизировано изложены основные особенности и этапы проектирования крыла ЛА. Последовательно рассмотрены: нагрузки, эволюция конструкций, выбор материалов, обеспечение ресурса, принципы и организация проектирования.

Согласно данным рисунка 1 промежуток времени от внешнего проектирования до запуска в производство из жизненного цикла ЛА занимает порядка 10 лет. Для уменьшения времени проектирования ЛА необходимо сократить время проектирования его составных частей посредством автоматизации этого процесса.

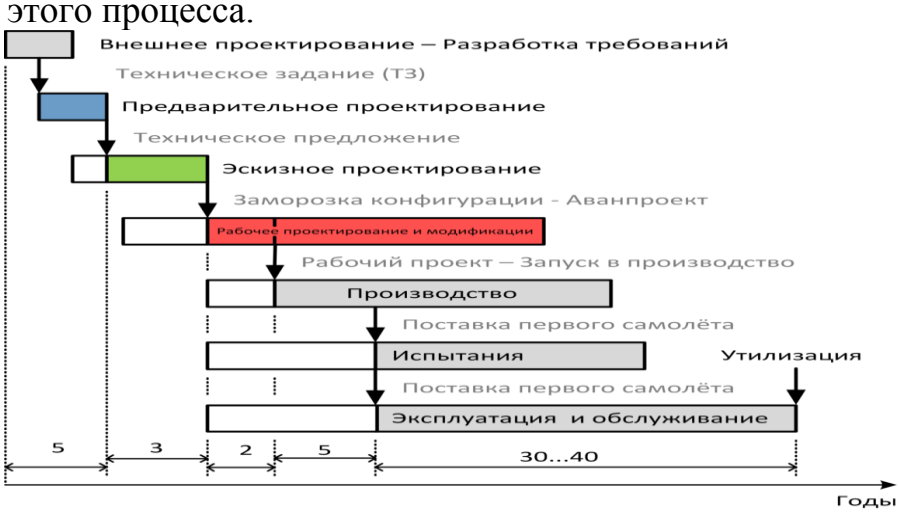


Рисунок 1 – Жизненный цикл ЛА

Проектирование нового ЛА начинается с разработки облика – общего замысла его создания. Облик определяет каким образом будут обеспечены высокая эффективность, конкурентоспособность проектируемого ЛА, его превосходство по сравнению с другими ЛА, находящимися в эксплуатации или в процессе разработки. Облик закладывается уже при разработке заказчиком технического задания на проектирование соответствующим выбором функциональных и лётно-технических характеристик.

Основой создания современного облика ЛА является проектирование его крыла. Как правило, основные формы крыльев можно классифицировать следующим образом: линейчатые, нелинейчатые, существенно нелинейчатые и интегральные.

Наиболее важными для крыла являются аэродинамические характеристики. Основное назначение крыла – создание подъемной силы. При этом крыло должно иметь небольшое аэродинамическое сопротивление, высокое критическое число Маха. Всё это достигается выбором профилей, подбором рациональной формы крыла в плане, улучшением состояния внешней поверхности. Конструкция крыла должна обеспечивать лучшие взлётно-технические характеристики, а также устойчивость и управляемость самолётом на всех допустимых режимах. Компоновочные требования определяют наличие в конструкции элементов, необходимых для размещения грузов, агрегатов, средств механизации.

Так как традиционные классические профили крыльев ЛА авиации почти исчерпали свои возможности, то возникает проблема создания крыльев с устройствами управления потоком при усложненных схемах течения. А это приводит к значительным трудностям как математического моделирования таких задач, так и к сложным дорогостоящим экспериментальным исследованиям в аэродинамических трубах и особенно в полете.

Оценивая современное состояние летательных аппаратов, с целью упрощения эскизного проектирования крыла ЛА выработаны следующие рекомендации:

1. Создание базы данных уже имеющихся удачных решений для различных типов ЛА.

2. Определение закономерностей форм и размеров крыльев в зависимости от цели и условий полёта ЛА

3. Установление связи между параметрами ввода (цель, вес, скорость, размер ЛА) и параметрами вывода в виде готовых решений форм крыла

Список литературы

1. Болдырев, А.В. Проектирование крыльев летательных аппаратов с использованием 3D-моделей переменной плотности [Электронный ресурс] :электрон. Учеб. Пособие / А.В. Болдырев, В.А. Комаров; Минобрнауки России,Самар. Гос. Аэрокосм. Ун-т. С.П. Королева (нац. Исслед. Ун-т). – Электрон.Текстовые и граф. Дан. (6,3 Мбайт). – Самара, 2011. – 1 эл. Опт. Диск (CD-ROM).

2. Комаров, В. А. Выбор облика летательного аппарата с использованием технологии многодисциплинарной оптимизации [Электронный ресурс] : электрон. Учеб. Пособие / В. А. Комаров, А. С. Кузнецов; Минобрнауки России, Самар. Гос. Аэрокосм. Ун-т им. С. П. Королева (нац. Исслед. Ун-т). – Электрон. Текстовые и граф. Дан. (7 Мбайт). – Самара, 2012. – 1 эл. Опт. Диск (CD-ROM).

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Константинов В.С.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Перемешивающие устройства широко применяются на предприятиях химического производства для получения эмульсий, суспензий и смесей, твёрдых веществ, а так же для интенсификации процессов массо- и теплообмена. Интенсивное перемешивание материалов необходимо для успешного проведения многих химических процессов непрерывным способом. Перемешивание и химическая реакция могут проводиться раздельно или совпадать во времени и в пространстве. В первом случае применяют собственно аппараты для перемешивания (смесители), во втором случае перемешивание проводят непосредственно в реакционных аппаратах, имеющих приспособления для перемешивания (мешалки). Выбор метода перемешивания и аппаратуры обуславливается в первую очередь агрегатным состоянием перемешиваемых материалов. Механические мешалки по конструкции весьма разнообразны. Ниже будут рассмотрены лишь некоторые распространённые типы мешалок.

Лопастными мешалками называются устройства, состоящие из двух или большего числа лопастей прямоугольного сечения, закреплённых на вращающемся вертикальном или наклонном валу (рис. 1.). Наиболеепростыми по устройству являются мешалки с плоскими лопастями из полосовой или угловой стали, установленными перпендикулярно или наклонно к направлению их движения. Такая мешалка(рис. 1.) состоит из шести пар лопастей 1, установленных наклонно к горизонтальной плоскости, причём каждая пара лопастей расположена под прямым углом к соседней паре. Лопасти укреплены на валу 2 накладками 3 на болтах и на шпонках 4. Вертикальный вал мешалки внизу опирается на подпятник 5 и снабжен зубчатой передачей 6, приводимой в движение от трансмиссии через ременную передачу.

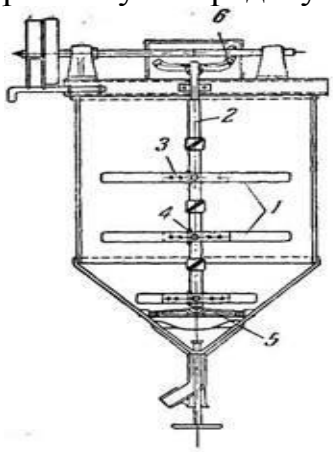


Рисунок 1 – Лопастная мешалка:
1-ло пасти; 2-вал; 3- накладка; 4- шпонка; 5-подпятник; 6-зубчатая передача

Для улучшения перемешивания жидкости чаще применяют мешалки с горизонтальными и вертикальными лопастями или так называемые рамные мешалки (рис. 2), у которых нижняя горизонтальная лопасть имеет радиус кривизны, соответствующий радиусу кривизны днища аппарата. В тех случаях, аппарата, для интенсификации процесса теплообмена применяют якорные мешалки (рис. 3), наружный контур которых соответствует очертаниям днища и корпуса аппарата.

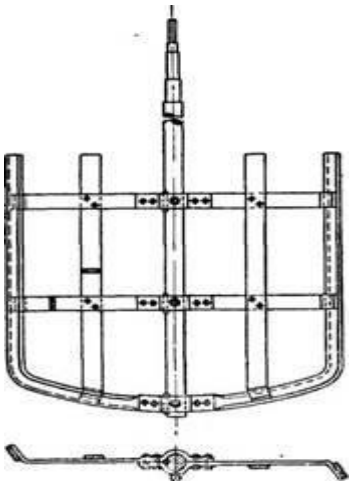


Рисунок 2- Рамная мешалка

Плоские лопасти мешалок, поверхность сопротивления которых перпендикулярна направлению движения перемещаемой жидкости, не могут обеспечить хорошего перемешивания во всех соях жидкости, так как создают в ней главным образом горизонтальные токи. Хотя частицы жидкости, встречающиеся на пути движения лопасти, при ударах о лопасть будут отталкиваться от неё в различных направлениях, но возникающие при этом токи жидкости не будут интенсивными. При установке плоской лопасти под некоторым углом к направлению её движения возникают также и вертикальные токи жидкости, направление которых зависит (рис. 4) от угла наклона лопасти.

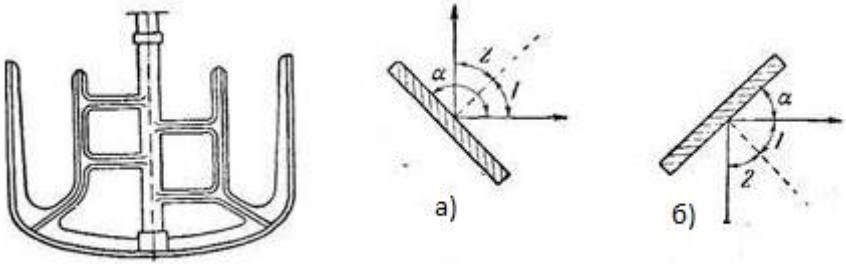


Рисунок 3 - Якорная мешалка:
Рисунок 3: Угол наклона лопастей: а-больше 90°; б-меньше 90°.

При угле наклона а, большем 90° (рис 4, а), частицы жидкости, ударяясь о лопасть, отражаются после удара по направлению вверх; при угле наклона а, меньшем 90° (рис 4, б), наоборот, частицы жидкости после удара отражаются вниз. Поэтому в тех случаях, при перемешивании необходимо взмучивать со дна резервуара тяжелый осадок, лопасти устанавливают с углом наклона,

большим 90°,и, наоборот, когда осадок находится в верхних слоях жидкости, для лучшего перемешивания устанавливают лопасти с углом наклона, меньшим 90°. Лопасти мешалок изготавливаются, в зависимости от свойств перемешивающей среды и условий работы мешалки, из различных материалов:углеродистой и специальной стали, чугуна, дерева и др. Лопастные мешалки вращаются с небольшой скоростью и делают 20/80 об/мин., но в определённых условиях число оборотов их может быть увеличено. При наличии наклонных лопастей или отражательных перегородок они могут эффективно применяться для растворения, а также для суспендированиянекоторых веществ. Для интенсивного перемешивания жидкости в сосудах большого диаметра применяют лопастные мешалки планетарной передачей. Планетарная мешалка, вращаясь вокруг собственной оси, одновременно при помощи зубчатой передачи совершает круговое движение около второй вертикальной оси. Таким образом, лопастные мешалки совершают сложное движение и производят энергичное перемешивание жидкости. В зависимости от числа валов планетарные мешалки могут быть одинарными, двойными и тройными.

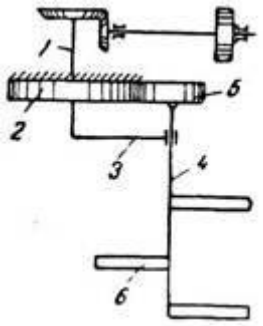


Рисунок 5: - Схема одинарной планетарной мешалки:
1 - вертикакльный вал; 2-неподвижное зубчатое колесо; 3-водило; 4-вал; 5-зубчатое колесо; 6-лопасти.

В одинарной планетарной мешалке (рис. 5) вертикальный вал проходит через неподвижное зубчатое колесо 2. На нижнем конце вала укреплено водило 3. На другом конце водила свободно вращается в подшипнике вал 4, который жестко со единен с зубчатым ко лесом 5, находящимся в зацеплении с ко лесо0м 2. На это м же валу находятся лопасти 6 мешалки.

Для создания интенсивной циркуляции перемешиваемой жидкости широко применяют пропеллерные мешалки (рис 6.). Лопасти пропеллерной мешалки представляют собой элемент геометрического винта, а поверхность элемента является частью винтовой поверхности. Пропеллер насажен на ступицу и укреплён на валу, причём обычно он имеет три лопасти; число пропеллеров на валу мешалки может быть различным, в зависимости от условий перемешивания и высоты слоя перемешиваемой жидкости.

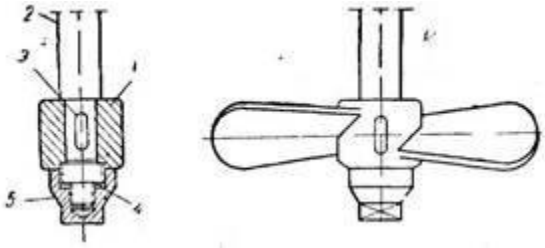


Рисунок 6 - Пропеллерная мешалка:
1-пропеллер; 2-вал; 3-шпонка;4-шплинт; 5-колпачок.

Шаг винта или высоту лопасти определяют по формуле:

$$h = 2\pi r\, tg\, a \qquad (1-264)$$

где г-радиус окружности, ометаемой лопастью: а-угол наклона лопасти.Диаметр винта составляет – диаметра аппарата, в котором проводится перемешивание. Для создания интенсивной циркуляции жидкости во всем объеме аппарата более целесообразен пропеллер с постоянным шагом, т. е. с постепенно уменьшающимся наклоном лопасти. Такие пропеллеры типа гребного винта создают интенсивное перемешивание вследствие неравенства скоростей струй жидкости и многократного изменения направления их движения при ударах о дно аппарата и свободную поверхность жидкости. Для того чтобы улучшить циркуляцию жидкости, пропеллер часто устанавливается в диффузоре, представляющем собой стакан обычно в цилиндра. Диффузоры применяют главным образом в аппаратах, снабжённых трубами, змеевиками, и в аппаратах с большим числовым значением отношения высоты к диаметру. Для улучшения перемешивания массы жидкости по всей высоте применяют пропеллерные мешалки (рис. 7) с плотно прилегающими друг к другу. Такое устройство диффузора позволяет легко регулировать температурный режим перемешивания.

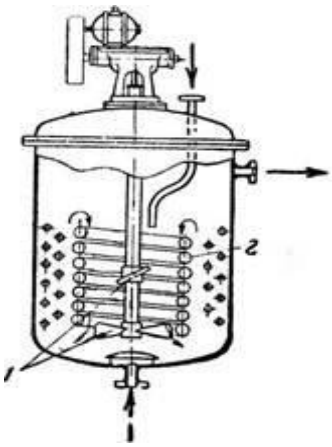


Рисунок 7 – Двойная пропеллерная мешалка с диффузором:
1-пропеллер; 2-диффузор.

Энергичная циркуляция жидкости создается, когда пропеллерные мешалки работают при 400-1750 об/мин., но на вязких жидкостях (имеющих вязкость 500 сантипуаз и выше) рекомендуется работа мешалок со скоростью не более 400 оборотов в мин. При перемешивании вязких жидкостей, содержащих взвеси и образующих пену, число оборотов пропеллерных мешалок колеблется в пределах 150-400 в мин. Перемешивание вязких жидкостей проводят ленточными мешалками, которые присвоём вращении очищают стенки реактора от налипающей реакционной массы. Такая мешалка, установленная в автоклаве, изображена на рис. 8.

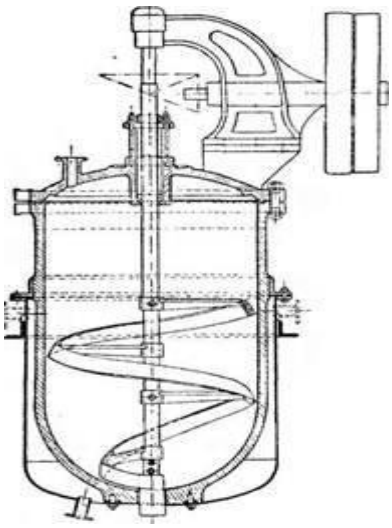


Рисунок 8–Ленточная мешалка в автоклаве.

В химической промышленности большое распространение получили также турбинные мешалки.

Турбинная мешалка состоит из одного или нескольких центробежных колёс (турбинок), укреплённых на вертикальном валу; число лопаток каждого колеса равно 6-16 и более.

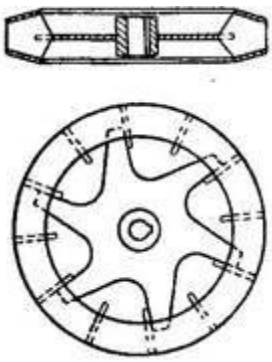


Рисунок 9– Турбинная мешалка.

На рис. 9 изображена турбинная мешалка с прямыми лопатками для подвижных жидкостей применяют (рис.10). При вращении вязких жидкостей применяют турбинные мешалки, снабженные неподвижным направляющим аппаратом (рис.10). При вращении турбинки закрытого типа жидкость

засасывается в неё по оси через центральное отверстие; центробежной силой жидкость проталкивается по внутренним каналам от центра к периферии и с большой скоростью выводится из турбинки по касательной к её наружной окружности.

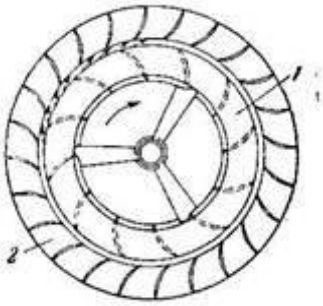


Рисунок 10–Турбинная мешалка с направляющим аппаратом:
1-турбинка; 2-направляющий аппарат.

Иногда каналы устанавливают так, что через верхний канал жидкость выходит по направлению сверху вниз, а из нижнего канала в горизонтальном направлении, вследствие чего потоки сталкиваются и происходит интенсивное перемешивание жидкости (рис.11)

Таким образом, в турбинных мешалках направление движения жидкости может плавно меняться от вертикального до радиального (в горизонтальной плоскости) при небольшой потере кинетической энергии потока; жидкостные потоки, выходящие с большой скоростью из колеса, распространяются по многочисленным направлениям и при этом происходит интенсивное перемешивание всего объема жидкости.

Рисунок 11– Перемешивание турбинной мешалкой.

Турбинные мешалки применяют для быстрого растворения и эмульгирования. В сочетании с барботером-для процессов взаимодействия газа с жидкостью.

Стоимость турбинных мешалок выше, чем пропеллерных. Их применяют вместо пропеллерных в тех случаях, когда вследствие большой вязкости перемешиваемых жидкостей или специфической формы сосуда (например, его очень малой высоты) не могут быть установлены пропеллерные мешалки. Турбинные мешалки пригодны для перемешивания жидкостей, имеющих вязкость до 200 пауз, для интенсивного перемешивания и перемешивания суспензий с твёрдыми частицами больших объёмах (до 4,5-6 $м^3$), для перемешивания суспензий с твёрдыми частицами больших размеров (до 25 мм) и для взмучивания осадков, содержащих до 60% твёрдой фазы.

На рис. 12 изображена дисковая мешалка, применяемая для перемешивания жидкостей с разным удельным весом. Мешалка состоит из; двух дисков 1, укреплённых на небольшом расстоянии друг от друга на вертикальном валу и вращающихся с большой скоростью в направляющих цилиндрах 2. Каждый из дисков снабжен отверстиями специальной формы. Для того чтобы устранить вращение жидкости, на крышке сосуда, в котором ведётся перемешивание, укреплены три вертикальных перегородки 3.

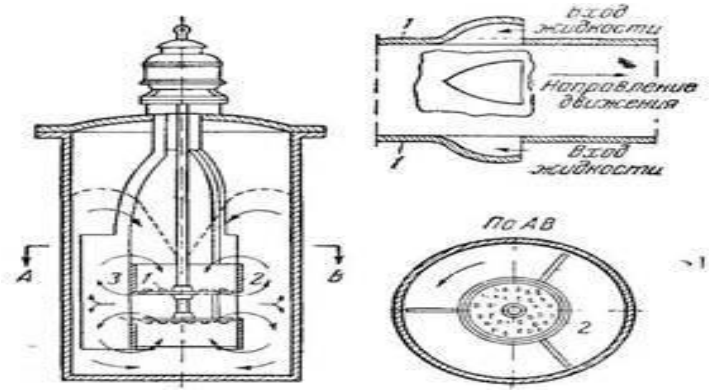


Рисунок 12– Дисковая мешалка:
1-диски; 2-цилиндры; 3-вертикальные перегородки.

При вращении дисков слои жидкости, находящиеся под нижним диском, поднимаются с большой скоростью по оси нижнего диска, опускаются вниз по оси верхнего направляющего цилиндра.

Столкновение потоков вызывает завихрение во всём объёме жидкости, что способствует интенсивному перемешиванию.

При эксплуатации мешалок одной из проблем является выход из строя приводного мотор-редуктора, связанного с повышением вязкозти перемешиваемых жидкостей в зимнее время. Данная проблема будет решаться путем уточнения всех факторов, влияющих на мощность перемешивания, выявление напряженно-деформированного состояния зубьев передач редуктора и составление инструкций и рекомендаций для эксплуатации технического обслуживания привода мешалки.

Список литературы.

1. ПоникаровИ.И. Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазовой переработки: Учебник. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.:Альфа-М, 2006.- 608 с.

2. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазовой переработки (примеры и задачи): Учебное пособие. – – М.:Альфа-М, 2008.- 720 с.

3. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. под ред. Ю.И. Дытнерского: М.: Химия, 1991. – 496 с.

4. Конструирование и расчет машин химических производств/ Ю.И. Гусев, И.Н. Карасев, Э.Э Польман – Иванов и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ (НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 15.03.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»)

Кравцов А.Г., Михайлов В.Н., Михайлова Е.Н.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одной из особенностей развития образования в России в последние годы является высокая динамика изменения нормативной базы. Важнейшей составляющей частью данной базы являются образовательные стандарты. По мере их смены подлежат изменению учебные планы, рабочие программы дисциплин и другие документы. Это неизбежно приводит к перераспределению бюджета рабочего времени преподавателя и, к сожалению, порой не в пользу собственно учебного процесса в части качества содержания и преподавания дисциплин. Уменьшение доли «звонковой» нагрузки в пользу самостоятельной работы студента как показывает практика, на данную ситуацию существенно не влияет, что может быть связано с тем, что преподавателю, раз за разом приходится перестраиваться при проведении занятий, а самостоятельная работа студентов обязательно нуждается в организации, которая опять же ложится на плечи преподавателей.

В связи с данными обстоятельствами актуальной задачей по-прежнему является формирование такого алгоритма действий или траектории подготовки и реализации учебного процесса преподавателем, которые при выполнении необходимых требований нормативных документов по документационному обеспечению учебного процесса с одной стороны, в тоже время позволяли бы в достаточной степени сохранять «реальный» учебный процесс на уровне, обеспечивающем студентам глубокие знания и освоение компетенций, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

Далее рассмотрен подход к решению данной проблемы в части дипломного проектирования.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, кроме всего прочего содержит:

- область профессиональной деятельности бакалавров;
- объекты профессиональной деятельности бакалавров;
- виды профессиональной деятельности (в стандарте указано: «при разработке и реализации программы бакалавриата образовательная организация высшего образования ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации»).
- профессиональные задачи, соответствующие видам профессиональной деятельности:

- общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник;

В стандарте образовательная организация высшего образования получила право дополнять набор требуемых результатов освоения программы бакалавриата и самостоятельно устанавливать требования к результатам обучения по отдельным дисциплинам (модулям), практикам с учетом требований соответствующих примерных основных образовательных программ.

Следует отметить, что в федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования по направлению подготовки 221000 Мехатроника и робототехника (2009 г.), который предшествовал рассматриваемому ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, существовали проблемы (противоречия), связанные непосредственно с самими образовательными стандартами. Данное обстоятельство отразилось на спроектированном в соответствии со стандартом образовательном процессе [3]. В действующем в настоящее время образовательном стандарте противоречия предыдущего стандарта устранены.

Однако появились новые вопросы, хотя на наш взгляд и не столь существенные. Например, некоторое дублирование компетенций:

- способность осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск (ПК-4);

и:

- готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности (ОПК-4).

В Оренбургском государственном университете на кафедре технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов аэрокосмического института по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, в соответствии с учебным планом предусмотрены как государственный экзамен, так и дипломное проектирование.

График дипломного проектирования при подготовке специалистов (по стандартам второго поколения) предусматривал обычно 6 недель преддипломной практики и 15 недель дипломного проектирования, в учебном плане бакалавров по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника на преддипломную практику отводится 2 недели и на дипломное проектирование - 2 недели и 4 дня. Очевидно, что такое сокращение времени на подготовку и выполнение дипломного проекта, при том, что объем дипломного проекта сокращен, примерно на 20%, затрудняет студенту работу над дипломным проектом. Данная проблема решается следующим образом. Студенту выдается задание на дипломное проектирование уже на 6 семестре при изучении дисциплины «Расчет и конструирование станков». Приступая к работе над курсовым проектом по данной дисциплине, студент фактически начинает работу над дипломным проектом. Далее в 7 семестре изучается

дисциплина «Технология машиностроения» и курсовой проект по этой дисциплине также является частью дипломного. В результате к итоговой государственной аттестации значительная часть объема дипломного проекта оказывается выполненной.

Одним из вариантов подхода у формированию содержания дипломного проекта может быть следующий. В курсовом проекте по дисциплине «Расчет и конструирование станков» объектом проектирования является ступенчатый привод главного движения станка (рисунок 1). Его характерной особенностью является большое количество механических передач.

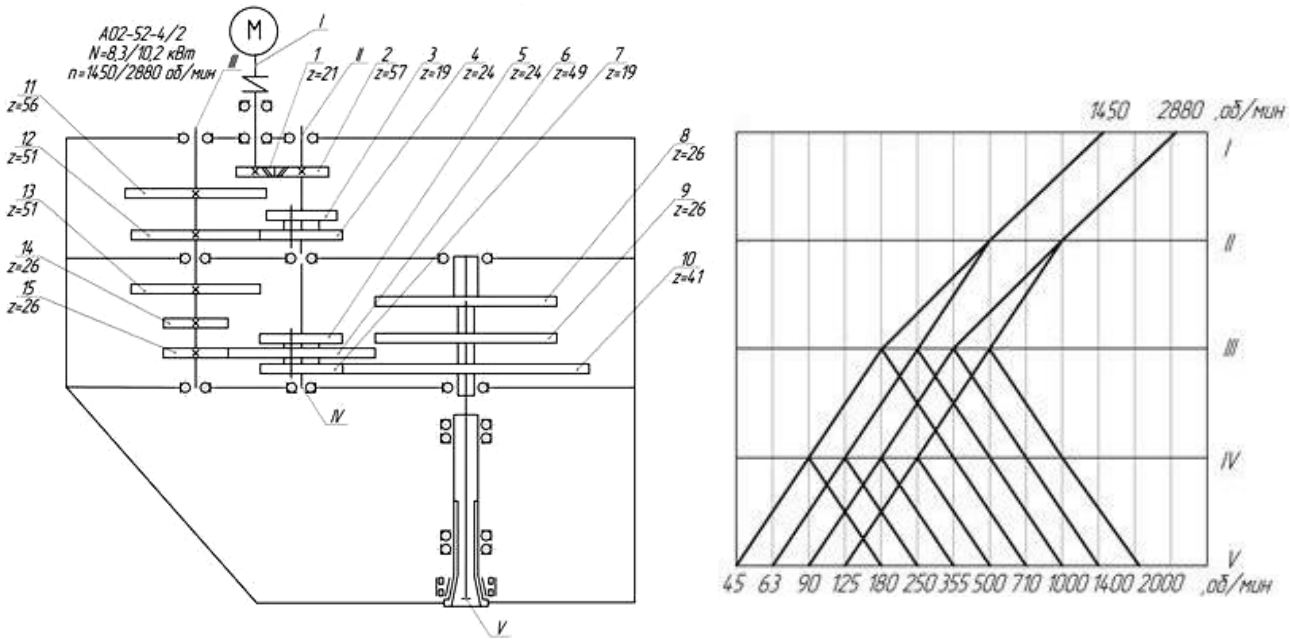


Рисунок 1 – Кинематическая схема и график частот вращения привода главного движения станка, со ступенчатым регулированием

В дипломном проекте привод главного движения станка подлежит модернизации. Поскольку в этой ситуации он может рассматриваться как мехатронный модуль, то громоздкие механические передачи уступают место регулируемому двигателю (возможно изменение скорости вращения вала электродвигателя) (рисунок 2) и соответствующему блоку управления. От студента требуется умение решать задачу на уровне формирования требований предъявляемых к модулю, обоснования и выбора его структуры, определения функциональных связей, а также характеристик конкретных элементов, обеспечивающих их взаимодействие и работоспособность модуля. Для этого он должен владеть знаниями об элементной базе современного оборудования с ЧПУ, законах и алгоритмах их функционирования и регулируемых приводов, а также взаимосвязях отдельных элементов между собой, обеспечивающих их работу как единого целого. Студенту необходимы знания об аппаратных средствах сбора и представления данных, управляемых источниках питания, внепроцессорных устройствах контроля и управления, структурно-

математических моделях систем контроля и управления мехатронными машинами и цифровых системах управления. Кроме этого требуется умение строить структурно-математические модели современных цифровых устройств управления и контроля на базе микропроцессорных устройств и микроконтроллеров.

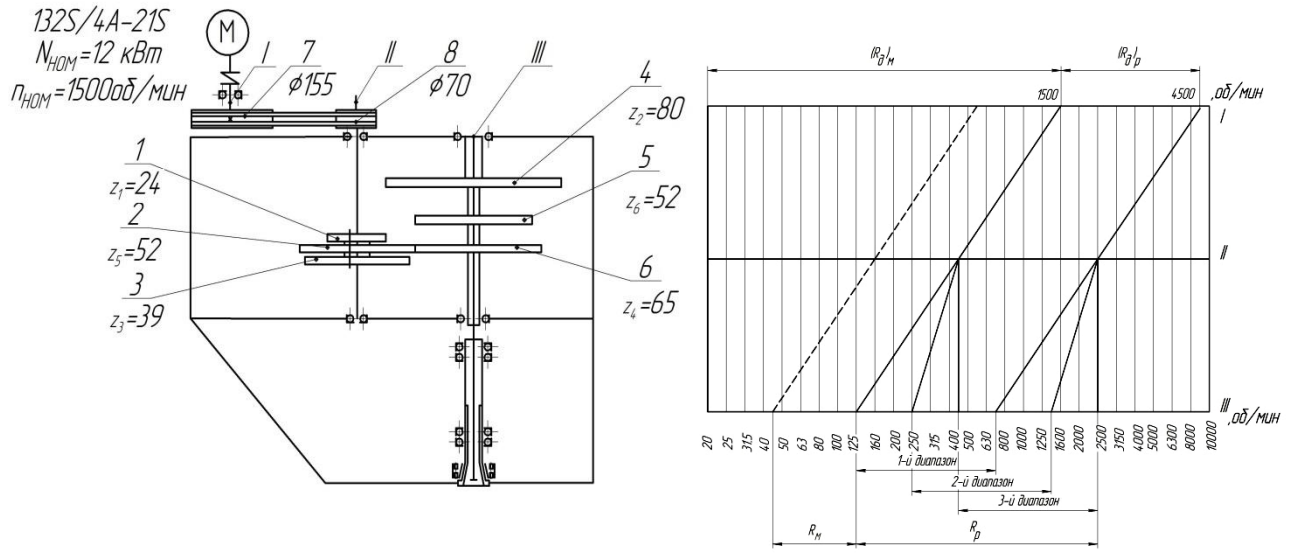


Рисунок 2 – Кинематическая схема и график частот вращения привода главного движения станка, с бесступенчатым регулированием

Таким образом, реализация данного подхода при организации дипломного проектирования должна, по мнению авторов, существенно повысить его эффективность и качество формируемых компетенций студентов.

Список литературы

1 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата) утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 206, зарегистрирован в Минюсте России 20 апреля 2015 г. № 36931 [Электронный ресурс] : Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - Каталог образовательных Интернет-ресурсов. - Москва : Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 2011 - 2015. - Режим доступа : http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/150306.pdf - 11.12.2015.

2 Поляков, А. Н. Расчет привода главного движения с бесступенчатым регулированием [Электронный ресурс] : методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, В. Н. Михайлов, К. С. Романенко; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ОГУ. - 2013. – 55 с. - Режим доступа : http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3960_20131128.pdf - 11.12.2015.

3 Кравцов, А. Г. Вопросы реализации ФГОС ВО по направлениям подготовки "Мехатроника и робототехника" и "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Электронный ресурс] / Кравцов А. Г., Михайлов В. Н., Михайлова Е. Н. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 29-31 янв. 2014 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 4014 с. - [С. 327 - 332]. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - ISBN 978-5-4417-0309-3. - Гос. регистрация в ФГУП НТЦ «Информрегистр» от 08.08.2014 г. № 0321400698. - Режим доступа: http://conference.osu.ru/assets/files/conf_info/conf10/s2.pdf - 20.12.2015.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 08Х14, 06Х14 ПРИ НОРМАЛИЗАЦИИ, ЗАКАЛКЕ И РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОТПУСКА

Краснов Д.В., Мукатдаров Р.И., Юршев В.И., Елагин В.В., Юршев И.В., Черникова Н.Н.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Технологические процессы термической обработки, при разработке и отладке, требуют тщательной технологической подготовки производства. Основная задача при проектировании прогрессивных и рациональных способов термообработки отдельных деталей это обеспечении рациональных технологических маршрутов при максимальном использовании оборудования и производственных площадей с минимальными затратами.

В процессе технологической подготовки производства рассматривают все этапы подготовки к производству нового изделия или замены марки стали в этом-же изделии. При отработке изделия или марки стали на технологичность, с гарантированными свойствами, необходимо рассмотреть максимально возможное количество параметров (тип печи, атмосфера, равномерность температурного поля в пространстве печи с точностью поддержания регулируемой температуры, количество деталей в печи, производительность печи, время выхода на рабочий режим). Наиболее исчерпывающий список указан в [1].

Сплав 08Х14 применяется для изготовления трубной заготовки, предназначенной для изготовления труб, паровых котлов, паропроводов и коллекторов с высокими и сверхкритическими параметрами пара.

Важным требованием, предъявляемым к коррозионностойкой стали, это оптимальное сочетание ее физико-механических и коррозионных свойств в зависимости от служебного назначения.

Эти свойства являются решающими для выбора материалов предназначенных при работе в агрессивных средах под воздействием напряжений. Фазовый состав и прочностные характеристики некоторых высокохромистых сталей зависят от температуры отпуска. В процессе отпуска микроструктура показывает процесс выделения хрома из твердого раствора, что приводит к снижению коррозионных свойств стали [2]. Разработка режима термической обработки, для получения необходимого и оптимального сочетания прочности и коррозионной стойкости таких сталей в результате термообработки является важной задачей.

Цель работы: исследовать влияние температуры отпуска сплава 08Х14 на прочность, износостойкость, ударную вязкость, динамика изменения микроструктуры и сопротивление коррозии стали для выбора оптимального режима ее термической обработки.

Технология изготовления стали на заводе выглядит следующим образом: сталь выплавляют в дуговой электропечи, затем слитки массой 500 кг.

разрезают на заготовки и прокатывают. Сталь 08Х14 перед отпуском подвергается закалке при температуре от 1050 °С до 1100 °С.

Закалку заготовок осуществляли при следующих условиях: температура закалки 1050 °С в течение 2 часов, охлаждение в воде.

Отпуск проводили в камерных печах типа СНОЛ при температурах 300°С, 400 °С, 500 °С, 600 °С, 700 °С в течение 2 часов.

Износостойкость проверяли на образцах размером 19 х 30 мм после отпуска при указанных выше температурах.

В качестве контртела использовали шлифовальный ролик из твердого сплава диаметром 30 мм и шириной 2,5 мм. Давление на ролик 150 Н, число оборотов 675 мин$^{-1}$. На образце под действием вращающегося стандартного ролика в процессе испытаний формировалась канавка. Износ образца и эталона (твердого сплава) определяли по длине канавки, измеряемой с помощью лупы Бринеля. На каждом образце проводили от 3 до 5 измерений.

В результате механических и коррозионных испытаний составили матрицу оптимизации и определили оптимальный режим термической обработки, соответствующий наилучшему сочетанию прочностных и коррозионных характеристик.

Результаты исследований

Закаленный образец при температуре 1050 °С, содержит 29 % аустенита, 71 % мартенсита и незначительное количество дисперсных частиц нитрида хрома, выделившихся из аустенита при его распаде в результате охлаждения от температуры закалки.

Для закаленной стали 08Х14 с повышением температуры отпуска от 300 °С до 500 °С ее твердость возрастает, что вызвано образованием дисперсных нитридов.

В диапазоне температурах отпуска от 600 °С и 700 °С наблюдается коагуляция нитридов, распад пересыщенного твердого раствора с образованием феррита, что вызывает снижение механических свойств.

Сравнение механических и коррозионных свойств сталей 08Х14 и 06Х14, показало повышение прочностных характеристик стали 08Х14 более чем в 2,5 раза относительно 06Х14.

Износостойкость термообработанной стали 08Х14 показала корреляцию между значениями ее твердости и относительной износостойкости.

Повышение температуры отпуска приводит к изменению износостойкости 71% (после закалки) до максимального значения после отпуска при температуре 500 °С. При отпуске (600 °С) износостойкость снижается до 29%, а при отпуске (700 °С) - до 28 %.

Коррозионные свойства аустенитно-мартенситной стали 08Х14 определенным образом зависят от температуры отпуска. Стационарный потенциал реакции среды и потенциал активации стали в нейтральном и кислом растворах при повышении температуры отпуска закаленной стали до температуры 500 °С существенно не изменяется сопротивление коррозии стали

высокое. В диапазоне температур от 600 °С до 700 °С сопротивление коррозии резко уменьшается в результате выделения нитридов в микроструктуре стали.

При отпуске с температурами до 500°С закаленной стали 08Х14 максимальная износостойкость и твердость достигаются при температуре 500 °С (29 % аустенита и 71 % мартенсита), что обусловлено дисперсионным упрочнением мартенситной матрицы.

Для стали 08Х14 оптимальный режим термической обработки, повышающий ее прочность с сохранением высоких коррозионных свойств, будет выглядеть следующим образом: закалка при температуре от 1050 °С и отпуск при температуре 500 °С в течение 2 часов.

Стабильными свойствами обладают сталь, предварительно подвергнутая нормализации.

Список использованных источников

1 Лахтин, Ю. М. Термическая обработка в машиностроении / Ю. М. Лахтин, А. Г. Рахштадт. – 1980. – 783 с.

2 Арзамасов, Б. Н. Материаловедение / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.– 648 с.

3 Лахтин, Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов / Ю. М. Лахтин. – М.: Металлургия, 1984. – 360 с.

4 Фиргер, И. В. Термическая обработка сплавов: Справочник. / И. В. Фиргер. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1982. – 304 с.

5 Кузьмин, Б. А. Металлургия металловедение и конструкционные материалы / Б. А. Кузьмин, А. И. Самохоцкий, Т. Н. Кузнецова. – М.: Высш. школа, 1977. – 304 с.

6 Гуляев, А. П. Металловедение и термическая обработка металлов / А. П. Гуляев. – 1948. .– 646 с.

7 Кондаков, А. И. Термическая обработка металлов технологический процесс / А. И. Кондаков. – М., 1987. – 260 с.

8 Геллер, Ю. А. Материаловедение / Ю. А. Геллер, А. Г. Рахштадт. - М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.

9 Лахтин, Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Кудина Л.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время одной из главных стратегических задач государственной политики в области высшего образования является повышение его качества. В связи с этим обязательным и непреложным компонентом любой образовательной программы является оценка результатов формирования ключевых компетенций в процессе обучения. Одним из путей достижения поставленной цели является использование в вузовском учебном процессе такой формы контроля, как компьютерное тестирование знаний студентов.

Систематический контроль уровня знаний, с одной стороны, позволяет оценить процесс формирования у студентов необходимых компетенций, а с другой стороны, стимулирует повышение ответственности обучающихся за результаты самостоятельной работы, что в конечном итоге способствует повышению качества обучения [1].

В настоящей работе предпринята попытка систематизировать накопленный многолетний опыт компьютерного тестирования знаний студентов по дисциплине «Теоретическая механика» на базе автоматизированной интерактивной системы сетевого тестирования (АИССТ), разработанной в ОГУ.

Система АИССТ предоставляет достаточно широкий спектр возможностей для организации автоматизированного контроля знаний, в том числе поддержку тестов различного типа, возможность проведения апелляции, просмотр результатов тестирования как учебных групп в целом, так и отдельных студентов, а также предоставляет возможности статистической обработки результатов тестирования с целью оценки уровня освоения отдельных тем курса и выявления наиболее трудных для восприятия вопросов с точки зрения обучающихся.

В настоящее время разработанный фонд тестовых заданий по теоретической механике содержит более 3000 вопросов, структурированных по отдельным разделам, темам, что позволяет формировать на его основе различные варианты контрольных занятий в зависимости от целей проводимого тестирования, содержания самой дисциплины на различных направлениях обучения студентов и т. п.

При разработке структуры тестовых заданий по теоретической механике был использован исторически сложившийся и обусловленный методическими целями самой дисциплины принцип разделения содержания дисциплины на три основных раздела: статика, кинематика и динамика. В свою очередь, каждый из разделов делится на подразделы: плоская статика, пространственная статика, кинематика точки, кинематика твердого тела и т.д., которые в свою очередь

подразделяются на отдельные темы, соответствующие, как правило, темам практических занятий по дисциплине [2].

В разработанном фонде тестовых заданий по теоретической механике реализованы тесты нескольких уровней сложности, которые легко соотносятся. с планируемыми результатами обучения по дисциплине, трактуемых в рабочей программе, как «знать», «уметь», «владеть» [3].

К первому типу относятся тесты, оценивающие усвоение студентом дисциплины на уровне узнавания и воспроизведения отдельных определений и формул. Для успешного выполнения таких заданий студенту достаточно механического заучивания полученной в процессе обучения информации.

Для успешного выполнения заданий второго уровня сложности требуется не только понимание смысла основных характеристик взаимодействия материальных тел, кинематических характеристик движения и т.д., но и умение определять их на практике, что свидетельствует о формировании у студента простейших навыков деятельности по образцу.

Задания третьего уровня сложности, по сути, представляют собой небольшие задачи, требующих для решения не только знания отдельных формул, теорем, но и умение самостоятельно выбрать метод решения. За основу при разработке заданий этого типа был выбран широко используемый при изучении дисциплины задачник О.Э. Кепе.

Задания первого уровня сложности преимущественно являются заданиями закрытого типа и предполагают выбор правильного ответа из множества представленных, что несомненно является их недостатком, так как не исключена возможность простого угадывания правильного ответа, характерная для слабо подготовленных студентов. Задания второго и третьего уровня сложности представляют собой преимущественно тесты открытого типа и предполагают введение ответа с клавиатуры. К сожалению, система АИССТ, как и практически все существующие в настоящее время тестовые программы, не предоставляет возможности введения в качестве ответа математической формулы, что является существенным ограничением при контроле знаний по теоретической механике.

В условиях существенного сокращения аудиторных часов, отводимых на изучение теоретической механики, исчезновения таких форм контроля, как расчетно-графические задания, курсовые работы и т.п., компьютерные тестирования знаний имеют ряд очевидных преимуществ, среди которых возможность оценить за время одного занятия большое количество студентов, высокая скорость проверки и статистической обработки результатов, объективность оценки и единство требований.

С целью установления степени объективности получаемых при компьютерном тестировании результатов автором было предпринято сравнение его результатов с результатами устного итогового экзамена по дисциплине. Экзаменационный билет традиционно включает в себя два теоретических вопроса и решение задачи по одному из разделов курса.

Проведенное сравнение позволяет сделать однозначный вывод, что компьютерное тестирование следует рассматривать только в качестве

дополнительной формы контроля знаний и не должно подменять собой традиционную сдачу устного экзамена по теоретической механике. Оценить логику мышления, глубину знаний студента, соответствие его навыков ключевым формируемым компетенциям представляется возможным только в ходе непосредственного собеседования экзаменатора со студентом. Таким образом, проведение компьютерного тестирования целесообразно использовать в качестве первой ступени контроля: проверки базового уровня знаний по дисциплине, промежуточного контроля за усвоением знаний студентами в течение семестра, при выставлении промежуточных оценок в рамках применения балльно-рейтинговой системы, а также как оценку готовности студента к сдаче традиционного экзамена.

Список литературы

1. *Кудина, Л.И., Гаврилов, А.А. Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики / Л.И. Кудина, А.А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 29–31 января 2014. – Оренбургский гос. ун-т. – ISBN 978-5-4417-0309-3.*
2. *Мосалева, И. И. Формирование компетенций у студентов аэрокосмического института в рамках преподавания дисциплины «Теоретическая механика» / И. И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 4 – 6 февраля 2015. – Оренбургский гос. ун-т. – ISBN 978-5-7410-1180-5.*
3. *Власов, Ю.Л., Кудина, Л.И. Модульное обучение студентов транспортных направлений подготовки бакалавриата по дисциплине «Теоретическая механика» / Ю.Л.Власов, Л.И. Кудина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 29–31 января 2014. – Оренбургский гос. ун-т. – ISBN 978-5-4417-0309-3.*

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Леднев А.В., Горбунов А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Проектирование летательного аппарата (ЛА) представляет собой сложный итерационный и видоизменяющийся с течением времени в заданных ограничениях процесс, реализацию которого в настоящее время целесообразно осуществлять с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП).

Специализированные САПР обеспечивают интерактивное взаимодействие пользователя с системой в реальном масштабе времени, на основе применения специальных языков общения. В САПР для создания 2D чертежей, твердотельного 3D моделирования используются следующие системы:

– верхнего уровня, к ним относятся системы Unigraphics (компания EDS), CATIA (Dessault Systemes), Pro/Engineer (PTC), а также системы IDEAS (EDS), CADDS5 (PTC) и EUCLID3 (Matra Datavision) [1];

– широкое распространение получили САПР среднего уровня, такие как системы компаний Autodesk, Solid Works Corporation, Beantly, системы, Аскон, Интермех, Bee-Pitron и некоторех других [1].

Приведенные выше системы высшего и среднего уровня ориентированы в первую очередь на платформу Wintel (Windows и Intel) [2], как правило, включают в себя ряд подсистем:

– конструкторско-чертежную 2D;

– твердотельного 3D моделирования;

– технологического проектирования;

– управления проектными данными, ряд подсистем инженерного анализа и расчета отдельных видов машиностроительных изделий;

– библиотеки типовых конструктивных решений.

В свою очередь технологическая подготовка производства затрагивает этап технологического проектирования ЛА и решает задачи по разработке принципиальных схем, маршрутов, операций и переходов, технологических процессов и т.д. Автоматизированные системы технологической подготовки производства — это технические средства и способы автоматизированного проектирования и полного исполнения технологической системы. Позволяют реализовывать возможности полного производства ЛА и иных изделий с высокой степенью качества, надежности в необходимых ограничениях. Автоматизированные системы технологической подготовки производства вместе с САПР показывают, что составляют неотъемлемую частью

производственной системы, которая нужна для гибкого автоматизированного производства (ГАП) [3]. То число задач и функций, которые решаются АСТПП совместно с ГАП в значительной степени повышают уровень эффективности в решении поставленных задач, по причине перехода от изготовления и проектирования некоторых единиц технологического оборудования к изготовлению, проектированию, внесению в работу и модернизации сложных автоматизированных технологических комплексов (АТК). В том числе к проектированию технологических процессов, осуществляемых с поддержкой АТК, с большим уровнем детализации и программирования работы АТК [4].

Автоматизированная система управления технологической подготовкой производства (АСУТПП) является координирующей подсистемой и решает задачи планирования, учёта, контроля и регулирования всех подсистем АСТПП. В состав АСТПП входит стандартная структура ГАП.

Гибкое автоматизированное производство автоматизированных технологических комплексов (ГАП АТК) осуществляет проектирование, изготовление и ввод в действие АТК в целом и отдельных его компонентов: технологического оборудования, автоматизированных транспортно-складских систем, оснастки, стендов, инструмента, программно-технических комплексов.

Система автоматизированного технологического проектирования (САПР-Т) реализовывает спроектированные технологические системы изготовления элементов устройства выпускаемого изделия, его сборки и испытания, разработку программ управления технологическим оборудованием с числовым программным управлением (ЧПУ) в составе АТК. В основном в технологической системе проектирования определяются следующее положения:

– соответствие элемента устройства чертёжно-конструкторской документации;

– виды работ подразделений;

– режимы и порядок выполнения элементов технологического процесса;

– исходные данные на создание или реконструкцию АТК;

– нормы расходов ресурсов (трудовых, материальных, энергетических, временных, стоимостных) на выполнение всех элементов технологического процесса.

Рассмотрим вариант размещения агрегатов в ограниченном объеме отсека ЛА, рисунок 1. По представленному рисунку, можно увидеть насколько плотно и какое количество агрегатов необходимо разместить в ограниченном объеме отсека ЛА. Проектное решение по размещению агрегатов в отсеке ЛА с учетом заданных ограничений (температура, вибрация, габаритные размеры агрегата, взаимовлияние смежных агрегатов друг на друга), целесообразно получать с использованием средств автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства, в части сборки и монтажа узлов, отсеков и агрегатов ЛА.

В зависимости от типа и уровня автоматизации производства САПР-Т может решать задачи с различной степенью детализации.

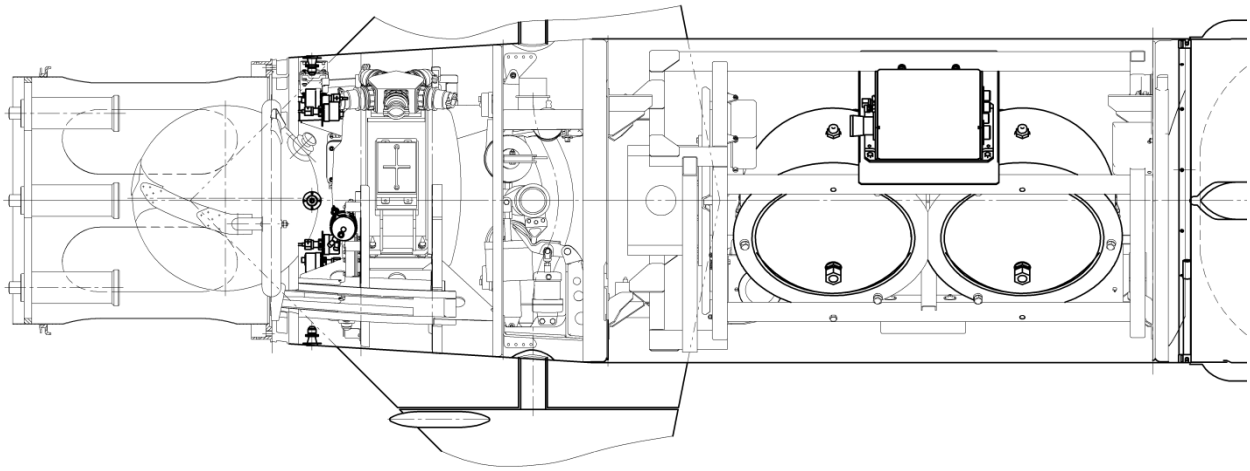


Рисунок 1 — Пример типового размещения агрегатов в ограниченном объеме отсека ЛА

Использование систем САПР и АСТПП позволяет решать различные задачи на всех этапах проектирования ЛА и выполнять сложные задачи планирования, учёта, контроля и регулирования всех подсистем в производстве ЛА, с обеспечением трансляции и формирования информации, а также адаптацией к структуре ЛА, видоизменяющейся в процессе проектирования.

Список используемой литературы

1 Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.

2 Научное Издание Попов П. М. Организация автоматизированных систем подготовки авиационного производства. Ульяновск: УлГТУ, 2000. 172 с.

3 Кунву Ли. Основы САПР CAD/CAM/CAE СПб.: Питер, 2004. 560 с.

4 Малюх В.Н. Введение в современные САПР. Курс лекций - Москва: ДМК Пресс, 2010.- 192 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Марусич К.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время мировая экономика переживает революцию идей. Успех самых мощных производств зависит в большей степени от способности к реализации изобретений, модернизации производства на основе рационализации. «Ratio» в переводе с латинского языка обозначает понятие «разум». Отсюда следует, что мероприятия направленные на то, чтобы улучшить или сделать более разумными процесс, способ или машину – это рационализация.

Рационализаторским предложением признается техническое решение, предусматривающее создание или изменение конструкции изделия, технологии производства, состава материала (вещества), являющееся полезным и новым для предприятия, которому оно подано, а также полезное и новое для предприятия организационное либо управленческое решение, дающее экономию трудовых, сырьевых, топливно-энергетических и других материальных или финансовых ресурсов, или улучшение условий труда и экологии [1].

Предложение считается новым для организации, если до представления заявления:

- не было известно организации;
- не использовалось организацией;
- не было представлено другим лицом;
- не было рекомендовано вышестоящим органом или опубликовано в его информационных изданиях;
- не было предусмотрено нормативами.

Рационализаторское предложение считается полезным, если его применение позволяет получить положительный эффект. Эффект может заключаться, например, в увеличении надежности и долговечности изделий, производительности труда и качества, улучшении условий труда и техники безопасности, в экономии материальных и трудовых ресурсов.

Рационализаторским предложением не считается:

- понижающее долговечность, надежность и другие показатели качества продукции или снижающие качество работ и условия труда:
- ставящее лишь задачу или только определяющее эффект, без указания конкретного технического решения;
- позволяющее достичь высокого эффекта с помощью мероприятий организационного характера, а не технического;
- связанные с методами организации и управления хозяйством, воспитания, преподавания, исследования, проектирования, расчета, а также к системам информации;

- предполагающее перемещение оборудования в сооружениях, зданиях, помещениях, если оно не приводит к усовершенствованию процесса обработки;

- связанные с составлением шкал, диаграмм, графиков, номограмм, если оно не приводит конструктивным изменениям приборов;

- включающее математическое решение задачи, если оно не приводит к изменению конструктивных признаков.

На практике при подаче рационализаторских предложений возникают конфликты из-за того, что организации принимают к рассмотрению неправильно составленные заявления.

При составлении заявления должны быть указаны:

- фамилия, имя, отчество автора (соавторов);
- место их работы;
- должность;
- образование;
- год рождения.

Кроме выше указанного, оно должно обязательно включать следующее:

- описание предложения;
- заключение соответствующей службы предприятия (организации);
- принятое решение по предложению;
- изменение технической документации;
- расчет годовой экономии по предложению;
- соглашение о распределении вознаграждения между авторами.

Одним из важных разделов является описание предложения, в котором должна быть представлена новизна, полезность и техническая сущность. Здесь должны быть также сведения, необходимые для дальнейшей технологической или конструктивной разработки предложения. Так же следует отметить, что нельзя объединять несколько предложений, которые принадлежат одному объекту и решают различные технические задачи. Такое возможно в том случае если рационализаторские предложения используются при решении одинаковых технических задач и представлены в один день.

Основной идеей предложения должно быть исключение недостатков, которые были представлены в пункте, описывающем замечания исходного технического решения. Целью рационализаторского предложения является получение желаемого положительного эффекта (экономического, технического или какого-либо другого). Экономический эффект характеризуется полезностью предложения, выраженной в деньгах (экономия). Технический эффект характеризуется новыми свойствами или качествами, которые будут получены в результате реализации рационализаторского предложения. Это может быть представлено в виде увеличения долговечности, надежности, прочности, упрощении конструкции, улучшении эксплуатационных качеств и т. п. Следует помнить, что если нет положительного технического эффекта, то такое рационализаторское предложение не решает поставленной технической задачи.

Смысл рационализаторского предложения выражается его отличительными признаками (отличиями) по сравнению с имеющимися устройствами, технологией, конструкцией, материалом, которые применяются

организацией или оговорены в нормативной документации. Для того чтобы развернуть содержание предложения, необходимо представить, какими узлами, операциями, элементами и т. п. оно отличается от того устройства, материала или технологии, которые использовались до подачи предложения или предусмотрены в технической документации.

Очень важно представить, за счет, каких новых приемов, элементов выполняется получение желаемого эффекта.

При оформлении содержания рационализаторского предложения должно быть чётко представлено, как планируется выполнить поставленные в нем технические задачи. Ожидаемый эффект должен характеризовать новый, более высший результат, который получит организация при применении рационализаторского предложения, по сравнению с тем, который они получали без его использования.

На основании всех выполненных расчетов, анализа статистических данных, опытов и испытаний автор рационализаторского предложения должен изложить следующее:

- технические преимущества своего предложения по сравнению с применяемыми решениями или решениями, представленными в нормативах и технической документации;
- планируемую экономию от внедрения предложения;
- вероятный объем применения предложения.

Отсюда следует сделать вывод, что на любом современном производстве требуются выпускники высших учебных заведений, которые могут самостоятельно ориентироваться в потоке изменяющейся информации, способные сравнивать, анализировать, находить лучшие варианты решений, т.е. выполнять исследования в условиях определённого производства.

В связи с этим существенно изменились требования к уровню профессиональной подготовки студентов обучающихся по магистерской программе «Технология автоматизированного машиностроения» направления подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. В процессе обучения студенты должны приобрести знания, позволяющие самостоятельно решать инженерные задачи и получить навыки необходимые для проведения информационного поиска и оформления документации в области рационализаторской и изобретательской работы на машиностроительном производстве. Это возможно при переходе от репродуктивных к исследовательским методам обучения, с повышением степени самостоятельности, что будет способствовать формированию у будущих специалистов инженерного и профессионального подхода к решению задач технического характера.

Список литературы

1. Об утверждении Положения об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях (с изменениями на 8 сентября 1990 года)[Электронный ресурс] :Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации . – Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/9004990. – 01.12.2015.

АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Миназова А.А., Горбунов А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбурга

На фоне необходимости сокращения сроков проектирования и производства как необходимого условия развития авиационной отрасли и повышения конкурентоспособности выпускаемых воздушных судов (ВС) наблюдается повсеместное внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР). Такие системы позволяют решать проблемно-ориентированные задачи цифрового создания изделия, позволяют реализовать процессы, необходимые для конструирования и проектирования элементов ВС на различных стадиях проектирования. Результатом работы специализированной САПР в проектировании ВС является совокупность проектных решений.

С одной стороны перед началом разработки нового ВС необходим глубокий анализ тенденций технических реализаций концепций создания ВС, в том числе и сертификационных требований, обеспечивающих конкурентоспособность нового ВС на рынке авиационных перевозок и работ в период его эксплуатации. [1]

С другой стороны необходимо создание опережающего научно-технического задела являющегося основой при проектировании новых типов ВС. Таким образом, вновь проектируемое ВС должно иметь возможности адаптации к новому оборудованию, силовой установки, конструкционным материалам и т.д. обеспечивающим его технологическую эффективность по выбранным критериям проектирования [2].

Проектирование магистральных ВС, являясь итерационным процессом, включает в себя: научно-исследовательские работы и ряд этапов: технического предложения, эскизного проектирования, технического проектирования и рабочего проектирования. Каждому из них присущи свои цели и задачи, а также формы представления проектных разработок и результатов расчета. Нарушение распределения задач, свойственных каждому из этапов проектирования, неизбежно приводит к увеличению сроков разработки, ухудшению качества проектирования и, соответственно, к увеличению расходов на создание ВС снижению его конкурентоспособности [3].

Применение такой системы позволяет оптимизировать по выбранному критерию летно-технические характеристики вновь проектируемого магистрального ВС и определить показатели функциональной эффективности от внедрения новых конструкторских и технологических решений. Алгоритм процесса проектирования ВС может иметь следующий вид, рисунок 1 [4].

На наш взгляд необходимо совершенствовать аэродинамические характеристики вновь создаваемых магистральных ВС, посредством разработки САПР позволяющей провести выбор необходимых обликовых параметров

системы несущих поверхностей ВС по критерию аэродинамической эффективности.

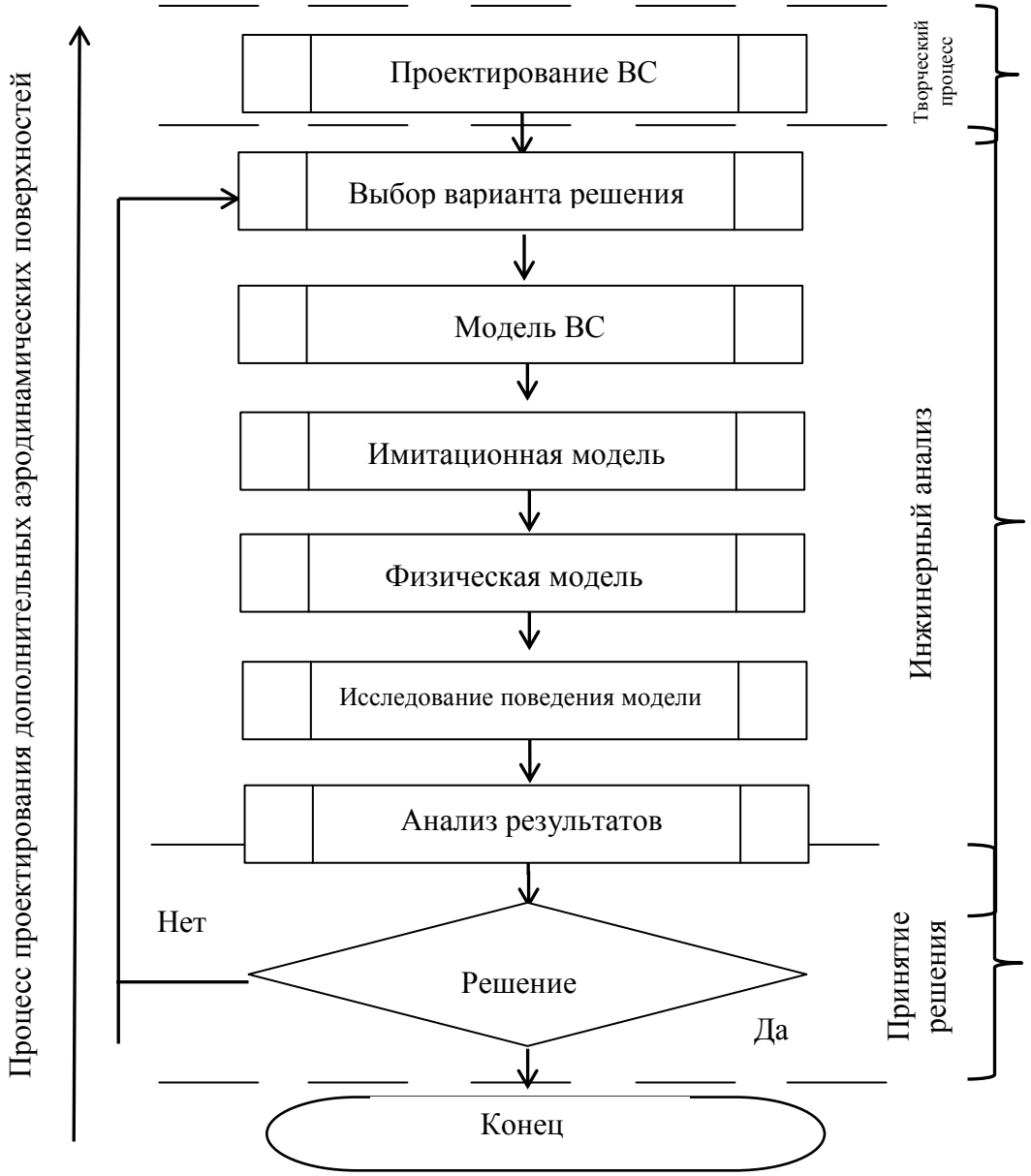


Рисунок 1 — Алгоритм процесса проектирования ВС

Применение такой системы автоматизированного проектирования системы несущих поверхностей ВС позволит:

– проводить комплексные многовариантные, итерационные расчеты различных аэродинамических схем;

– обеспечить высокое качество проектных решений;

– сократить сроки разработки, для вновь разрабатываемо ВС.

Список литературы

1. *Мальчевский, В.В. Матрично-топологический метод синтеза схемы и компоновки самолета (опыт автоматизации творческой деятельности конструктора) [Текст] / В.В. Мальчевский. - М.: МАИ, 2011. – 356 с.*
2. *Концептуальное проектирование самолёта: учеб. пособие / [В.А. Комаров и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. / – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. – 120 с.*
3. *Новожилов, Г.В. Проектирование, испытание и производство самолётов. Том 1. кн. 1. Проблемы проектирования [Тескт] / Г.В. Новожилов, Б.Н. Соколов. - М.: Машиностроение, 2014. – 247 с.*
4. *Припадчев, А.Д. Определение оптимального парка воздушных судов [Текст] / А.Д. Припадчев. – М.: Академия Естествознания, 2013. – 240 с.*

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЛА

Михайлов А.Ю., Осипов Е.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Вопросы развития автоматизации систем производственной документации по строительству (СПДС) ЛА рассматриваются в качестве важнейших задач по ускорению научно-технического прогресса, формированию документации и связываются с обширным архивом базы данных изделий, выпускаемых на предприятии. Удачное решение отмеченных задач имеет большое значение и для будущего развития всего производства.

Автоматизацию СПДС отожествляют с созданием и ведением архива технической документации предприятия и управлять его документооборот, что подразумевает введение в производстве параллельно базу данных изделий, выпускаемых и используемых на предприятии, включая информацию о составе и применяемости этих изделий.

За последние годы существенно расширено информационное обеспечение автоматизированных СПДС за счет их изучения и внедрения в предприятие. Введение информационной и управляющей частей в СПДС позволяет получить комплексную и тщательную проработку решения задач, наиболее полным соответствием стандартам ЕСКД (без противоречия западным стандартам).

За счет применения СПДС появилась возможность управлять проектами и маршрутизацией документов, что дает организовать коллектив по работе над проектами – календарное планирование работ по проектам, выдачу заданий и контролировать их выполнение, автоматизацию функций согласования и утверждения документов.

Вопрос оснащения производства СПДС состоит в выборе специализированных или специальных современной архитектуре клиент-сервер СУБД промышленного класса –MS SQL Server или INTERBASE/Firebird для решения задач по выполнению электронного документооборота, что позволяет обеспечить необходимую производительность и масштабируемость системы для заданного количества пользователей.

Основные требования, предъявляемые к СПДС для средних и крупных предприятий, являются:

– система управления документами и проектами – Technical Data Management and Project Management;

– систем управления данными об изделиях и маршрутизации документов – заданий – Product Data Management and Workflow;

– канцелярский документооборот и систем автоматизации делопроизводства, рисунок 1;

– комплексная и тщательная проработка решаемых задач;

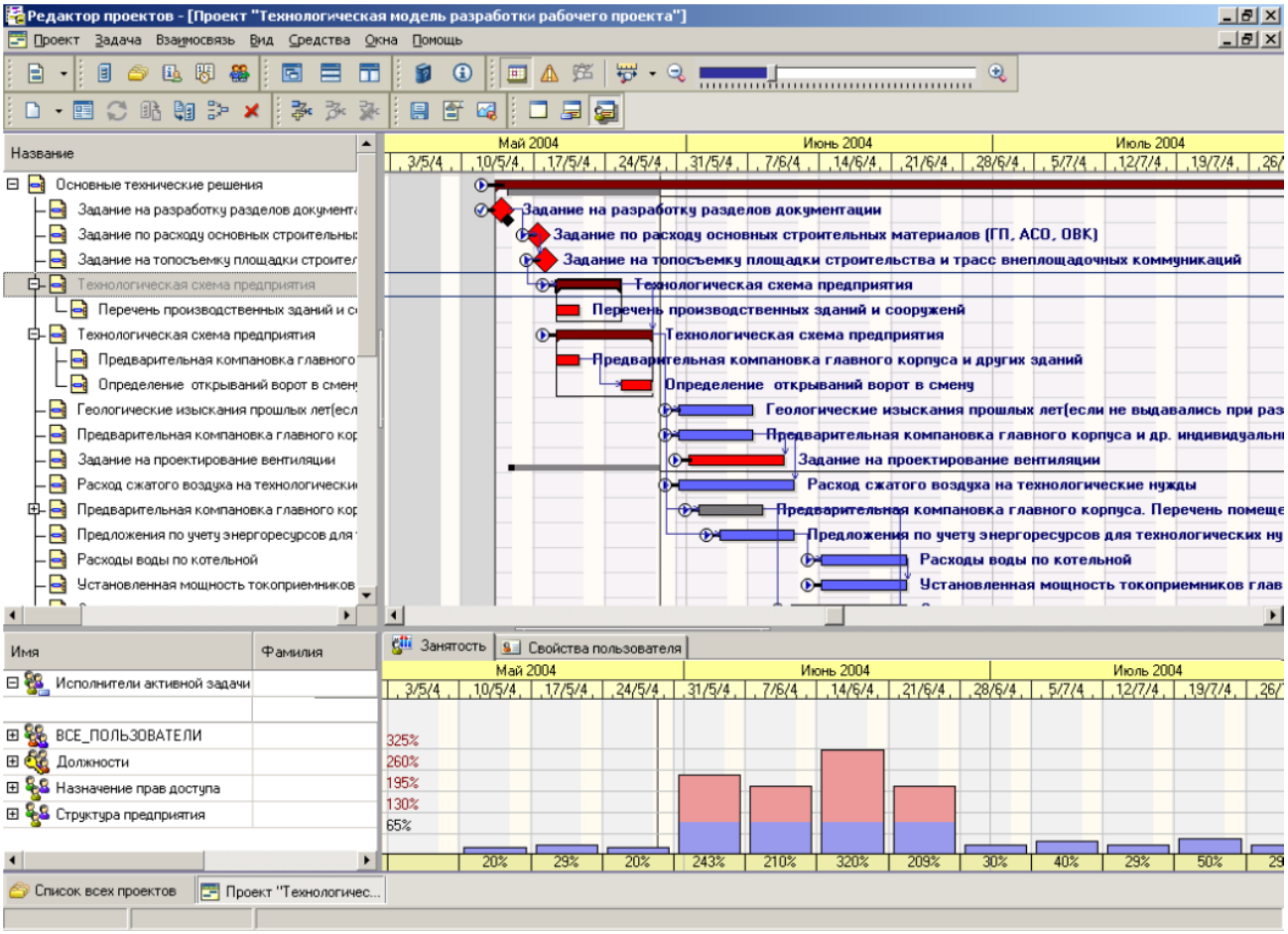


Рисунок 1 – Проект календарного планирования

Существуют следующие особенности данной системы:

– гибкая модель электронного архива, которая на предприятии строится из необходимого количества под архивов различного значения и статуса;

– хранение документов в главном хранилище не дает возможности получения доступа к документам в обход системы, а также делает проще процедуру резервного копирования архива;

– в состав системы входит встроенный редактор конструкторских спецификаций, который поддерживает не только единичные спецификации, но и групповые форм А и Б по ГОСТу 2.113;

– конфигуратор продукции, который дает возможность более гибко и эффективно управлять составом и комплектацией изделий.

Схематично структуру документооборота можно представить в виде, рисунок 2. Документооборот составляется в графическом редакторе, где показан процесс и маршрут документов. Каждому пользователю, входящему в этот маршрут, будет приходить сообщения о задании и сроки выполнения.

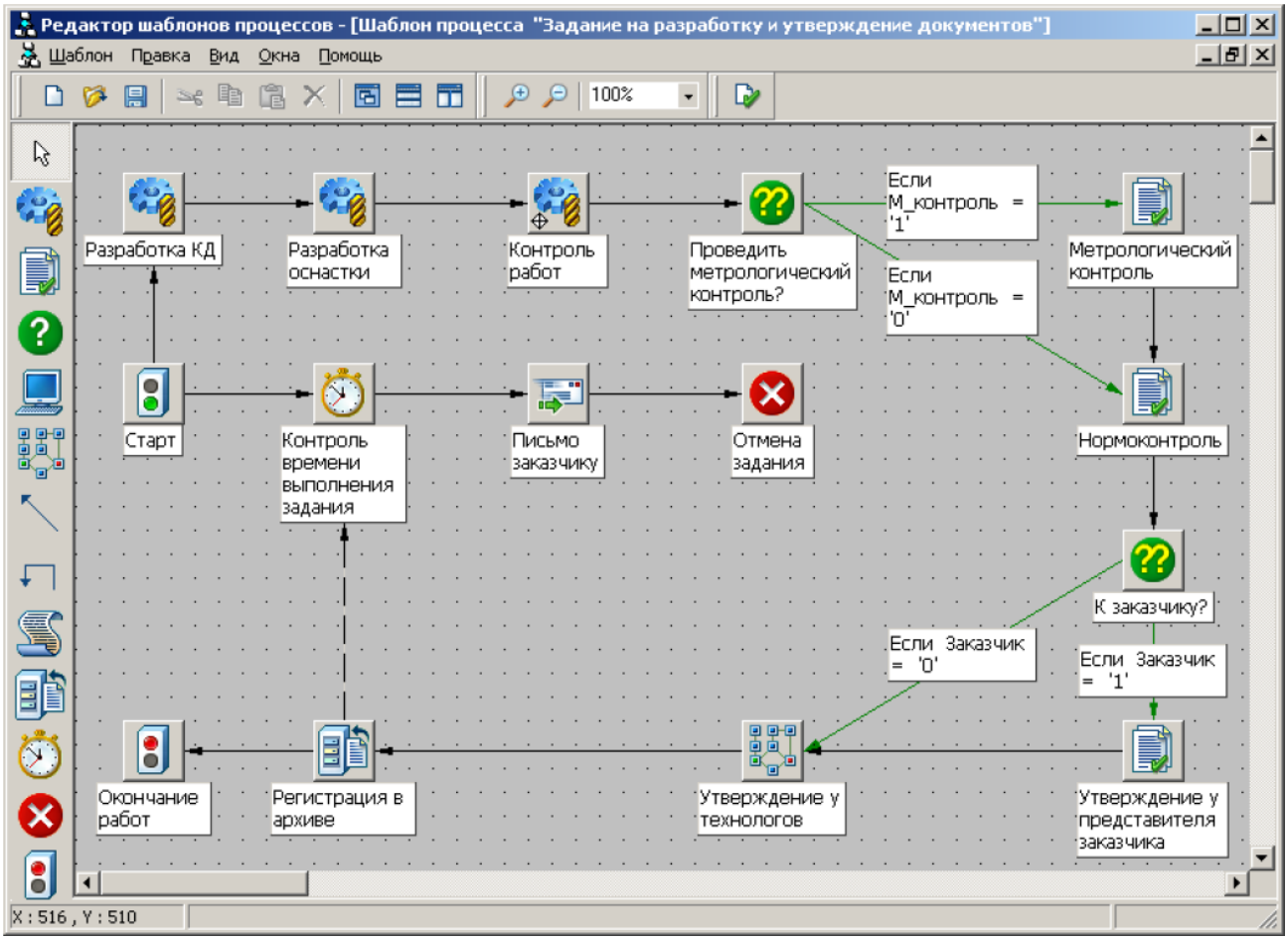


Рисунок 2 – Графическая схема документооборота

Система имеет интеграцию с CAD – системами SolidWorks, Solid Edge, AutoDesk Inventor, NX(Unigraphics), Creo(Pro/Engineer), что дает ассоциативную связь между свойствами моделей и карточками документов в архиве, т.е. все данные со штампов чертежей или с параметров моделей автоматически считываются и заносятся в карточке архива, что позволяет избежать заполнения данных карточек вручную. Запоминание в архиве ссылочных связей между файлами сборки и файлами деталей CAD – системы, что позволяет автоматически извлекать файлы в полной мере исходника. Также имеет интеграцию и с другими системами, такими как AutoCAD, Microsoft Office, Mechanical Desktop, Компас, Solid Edge, AutoDesk Inventor, NX Unigraphics, Creo (Pro/Engineer), T-Flex 2D, P-CAD, Mentor Graphics и другие.

Общая экономическая производительность использования систем производственной документации в аэрокосмической области и других областях производства заключается в повышении производительности, социально-экономический эффект, сохранение фонда заработной платы. Социально-экономический эффект происходит за счет отстранения людей от хождения и сбора подписей по всему предприятию.

Цена на такую систему весьма велика, но позволяет сократить время на производство, что в свою очередь увеличит производительность предприятий или организаций.

Решение задачи по внедрению СПДС в производство в аэрокосмической области представляется возможным и постоянно улучшается по требованиям предприятий, вследствие чего в настоящее время эта задача остается актуальной.

Список использованных источников

1 Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.

2 Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.

3 Боровков А.И. и др. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.

4 Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталожное издание. — М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2006, 2008, 2011. — 608, 702, 736 с.

5 Щеглов Д.К. Методы и средства выбора системы управления проектными данными конструкций летательных аппаратов.

6 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.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ В СИСТЕМЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Мосалева И.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одна из основных проблем в развитии современной системы образования в России – её модернизация, которая направлена на то, чтобы отечественная система образования обеспечивала поступательное развитие нашего государства и в большей мере соответствовала требованиям современности.

Аэрокосмическая отрасль является одной из наиболее высокотехнологичных, системообразующих и наукоемких отраслей отечественной промышленности. Сегодня в связи с логикой развития аэрокосмической техники, жесткой конкуренцией на рынке космических услуг, необходимостью гарантии национальной безопасности, расширения международного сотрудничества при реализации космических проектов требуется резкое повышение конкурентоспособности и научно-технического уровня разработок, совершенствование организации и управления новыми разработками, внедрение методов, которые бы обеспечивали значительное повышение экономической эффективности. Ракетно-космическая отрасль ориентирована на создание объектов гражданского, военного и двойного назначения с использованием высокотехнологичного оборудования. Высокая наукоёмкость конечного изделия стимулирует изобретения, открытия, оказывает сильнейшее влияние на развитие научно-технического прогресса. Технологическая революция, происходящая в оборонно-промышленном комплексе, переход предприятий оборонно-промышленного комплекса к новому поколению техники (использование новых материалов, новых технологий, новой оснастки, инструментов, новых информационных систем); высокие темпы накопления информации, а также её быстрое устаревание; увеличение потребности в высококвалифицированных специалистах аэрокосмической отрасли разного уровня и квалификации – все эти факторы способствуют динамичному развитию аэрокосмической отрасли.

Аэрокосмическая промышленность использует передовые достижения науки, реализует прорывные технологии, в аэрокосмической отрасли разрабатываются уникальные технические системы. Среди оборонных отраслей промышленности аэрокосмическая отрасль занимает ведущее место по объему производства продукции и ее реализации, а также по численности высококвалифицированных кадров и по стоимости основных фондов предприятий. Однако замедление процессов при разработке, производстве и сбыте авиационной техники, а иногда и их практическая остановка, приводят к падению технологического уровня проектирования и производства, что неизбежно в таких условиях. Происходит устаревание основных производственных фондов и значительные кадровые потери – и в количественном отношении, и в отношении владения современными производственными и конструкторскими навыками. Большое число

аэрокосмических предприятий на сегодняшний день не загружено. Многие из таких предприятий перепрофилируются, а некоторые, даже не смотря на то, что относятся к оборонному комплексу, прекратили свое существование. В сложившемся положении происходит естественный отток кадров из отрасли. Как правило, в первую очередь уходят наиболее квалифицированные работники. Происходит сокращение числа специалистов по отношению к общему числу работников, что неизбежно влечёт за собой непрерывное снижение уровня кадрового потенциала. Кроме того, в авиационной и ракетно-космической отрасли наблюдаются потери навыков и умений, а также производственных технологий, накапливаемых десятилетиями, что характерно и для других отраслей оборонного комплекса. Особое беспокойство вызывает тот факт, что сегодня носители интеллектуального потенциала отрасли, научные работники и специалисты – это в основном люди пожилого или даже пенсионного возраста. Молодых ученых в отрасли работают единицы.

В сложившихся условиях совершенствование системы аэрокосмического образования, которое рассматривается как система воспроизводства кадрового потенциала аэрокосмического комплекса, приобретает особое значение [1]. В настоящее время многие предприятия авиационной и ракетно-космической промышленности для того, чтобы расширить свое участие в международном разделении труда и обеспечить конкурентоспособность, активно работают над внедрением современных информационных технологий, что должно позволить сократить сроки и стоимостные показатели, а так же обеспечить современный уровень качества. Успешная реализация поставленных целей возможна только в случае создания системы непрерывной подготовки кадров в данной области, то есть кадров, способных не только квалифицированно использовать прогрессивные информационные и организационные технологии, но и готовых их развивать и совершенствовать. Воспроизводство кадрового потенциала отрасли – это главное условие лидерства страны в освоении космоса. Именно это обстоятельство будет определять новые подходы к подготовке инженеров аэрокосмического профиля. В области аэрокосмического образования необходимо выстроить устойчиво функционирующую систему подготовки кадров, ориентированную на стабилизацию и развитие кадрового потенциала аэрокосмической отрасли.

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед высшей технической школой, является задача подготовки будущих инженеров, способных решать проблемы, поставленные перед ними работой и жизнью, готовых самостоятельно получать новые знания, понимающих необходимость своего развития и повышения конкурентоспособности, умеющих адаптироваться к беспрестанным изменениям внешней среды, чтобы стать востребованными специалистами. Сегодня техническим университетам необходимо переходить к подготовке инженеров нового поколения, которые будут готовы создавать конкурентоспособную продукцию, используя моделирование, оптимизацию и сокращение сроков производства и разработки изделий аэрокосмической техники, инженеров, обладающих высоким уровнем социально-гуманитарной, общеинженерной и естественнонаучной подготовки, имеющих высокую

профессиональную компетентность, владеющих навыками воспитательной, управленческой и организационной работы в коллективе, осознающих ответственность за результаты своего труда, специалистов с устойчивой гражданской позицией, сформированным научным мировоззрением, высоким уровнем профессиональной и общей культуры [2].

Профессиональная компетентность, наряду с профессиональной гибкостью и профессиональной направленностью, – это основной объект профессионального развития и основная форма реализации творческого потенциала человека в профессиональном труде. Профессиональная компетентность, – это теоретическая и практическая готовность человека к его профессиональной деятельности. Под компетентностью инженера аэрокосмической отрасли в его профессиональной деятельности понимается обладание способностями к абстрактному, критическому и концептуальному мышлению, творческий подход, умение перестраиваться с одного вида инженерной деятельности или объекта на другие, т.е. авиационный инженер обладать качествами профессиональной мобильности.

Для успешного развития аэрокосмической отрасли необходимы специалисты, обладающие не только специальными знаниями, но и имеющие фундаментальную подготовку по математике, общеинженерным и естественнонаучным дисциплинам [3]. Поэтому главной целью образования становится подготовка высококвалифицированных специалистов, умеющих ответственно и самостоятельно принимать решения в условиях личностного, гражданского, социального и профессионального выбора; готовых освоить и использовать наиболее эффективные способы профессиональной деятельности и интеллектуальные стратегии, овладевать технико-технологической, информационной, экологической и мировоззренческой культурой; способных к саморазвитию, имеющих навыки действий в нестандартных ситуациях.

При формировании системы подготовки кадров для аэрокосмической отрасли ставятся задачи по органичному включению системы аэрокосмического образования в мировую образовательную систему, по разработке инновационной структуры, профессиональной и общеобразовательной подготовке специалистов, которая основана на принципах фундаментальности, многоуровневости, гуманизации, непрерывности и интеграции образования. Подготовка специалистов аэрокосмического профиля должна проводиться на основе единства общего, культурологического, политехнического и профессионального образования с учетом дифференциации и интеграции общей и профессиональной подготовки.

Необходимость повышения качества подготовки будущих специалистов определяется процессами, протекающими в образовании, науке и технике: появление новых знаний, технологий, новых типов оборудования и производственных процессов, что требует их грамотного освоения и применения в производстве; постоянный рост научно-технического потенциала отрасли, что требует от будущего специалиста умения генерировать новые идеи, объективно их оценивать и быстро реализовывать; качественные и количественные изменения в кадровой структуре рынка труда, связанные с

обновлением продукции и перечня предлагаемых услуг; появление новых междисциплинарных направлений в аэрокосмическом образовании и ракетной технике, так как сегодня наиболее значительные изобретения и открытия происходят, как правило, «на стыке дисциплин», что требует разработки новых образовательных подходов к подготовке специалистов высокотехнологичных отраслей, отвечающих запросам работодателя и требованиям времени. Исходя из этого, компетентный специалист высшей школы в аэрокосмической отрасли должен быть способен к формированию новых идей и их практической апробации, переносу знаний в практическую профессиональную деятельность и управлению техникой нового поколения.

Таким образом, в условиях научно-технического прогресса основным содержанием квалифицированного специалиста выступают, в первую очередь, глубокие и разносторонние профессионально-технические знания, которые являются основой качественного выполнения диагностических, расчётно-аналитических функций во всё более возрастающем масштабе, а также функций управления технологическим процессом. Подготовка специалистов по проектированию и разработке высокотехнологичной, высокосложной и наукоемкой техники является исключительно сложной задачей, которая имеет свои существенные особенности, такие как специфичность применяемых технологий, многообразие объектов техники и высокая сложность решаемых ею задач, усвоение значительного объема дополнительной информации по отношению к изучаемому объекту техники. Это требует дифференцированного подхода при формировании системы подготовки специалистов для аэрокосмической отрасли. Одним из основных, наиболее многогранных и сложных направлений деятельности вузов является работа по развитию и сохранению научно-педагогического потенциала российской аэрокосмической школы. Однако базовым направлением деятельности аэрокосмических вузов в непростых современных условиях остается подготовка квалифицированных специалистов аэрокосмического профиля.

Список литературы

1 Дырдина, Е. В. Применение технологии смешанного обучения в современной образовательной среде (по опыту прохождения дистанционного курса на портале Coursera) / Е. В. Дырдина, О. А. Хрущева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014 - С. 3026-3030. – ISBN 978-5-4417-0309-3.

2 Мосалева, И. И. Формирование компетенций у студентов аэрокосмического института в рамках преподавания дисциплины «Теоретическая механика» / И. И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 4 – 6 февраля 2015. – Оренбургский гос. ун-т. – ISBN 978-5-7410-1180-5.

3 Мосалева, И. И. Теоретическая механика и современное образование / И. И. Мосалева // Новая наука: Современное состояние и пути развития: сборник статей Международной научно-практической конференции, Стерлитамак, 4 июня 2015. − Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. № 42. – С. 74-77. – ISSN 2412-9712.
4 Зеленцов, В. В. Интегрированная подготовка специалистов в МГТУ им. Н. Э. Баумана для ракетнокосмического комплекса / В. В. Зеленцов, Б. Б. Петрикевич, В. И. Усюкин, Ю. А. Цуриков. URL: http://www.ihst.ru/~akm/0214.pdf (дата обращения: 09.12.2015).
5 Алифанов, О. М. Тенденции развития кадрового потенциала аэрокосмического комплекса и задачи аэрокосмического образования России / О. М. Алифанов, Ю. М. Малахов, Ю. И. Севрюков, В. С. Хохулин. URL: http://www.ihst.ru/~akm/0214.pdf (дата обращения: 09.12.2015).
6 Матвеенко, А. М. Концепции федерально-региональной программы аэрокосмического образования / А. М. Матвеенко, О. М. Алифанов, И. А. Прохоров, В. И. Усюкин, В. С. Хохулин. URL: http://www.ihst.ru/~akm/0214.pdf (дата обращения: 09.12.2015).
7 Овчинникова, И. В. Формирование профессиональной компетентности специалистов аэрокосмического профиля в процессе изучения естественнонаучных дисциплин / И. В. Овчинникова URL: http://www.dissercat.com/content/formirovanie-professionalnoi-kompetentnosti-spetsialistov-aerokosmicheskogo-profilya-v-prots (дата обращения: 07.12.2015).
8 Кольга, В. В. Педагогическая система непрерывного аэрокосмического образования в техническом вузе / В. В. Кольга URL: http://www.dissercat.com/content/pedagogicheskaya-sistema-nepreryvnogo-aerokosmicheskogo-obrazovaniya-v-tekhnicheskom-vuze (дата обращения: 10.12.2015).
9 Кольга, В. В. Современные требования к выпускникам учебных заведений среднего профессионального образования аэрокосмической отрасли, которые работают с высокотехнологичным оборудованием / В. В. Кольга, М. А. Шувалова. URL: http://sociosphera.com/publication/conference/2014/250/sovremennye_trebovaniya_k_vypusknikam_uchebnyh_zavedenij_srednego_professionalnogo_obrazovaniya_aerokosmicheskoj_otrasli_kotorye/ (дата обращения: 10.12.2015).

РОЛЬ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Мосалева И.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аэрокосмическое образование является одним из системообразующих факторов инновационного социально-экономического развития новой России [1]. Модернизация производства, применение наукоёмких автоматизированных процессов, технологизация производства, глобальная информатизация – всё это приводит к резкому возрастанию удельного веса диагностических задач и расширению потребности в высококвалифицированных специалистах.

Аэрокосмическое образование играет особую роль в системе высшей технической школы. Это обусловлено тем, что в аэрокосмической промышленности сосредоточены наукоемкие исследования и производства, которые во многом определяют положение государства в мировом разделении труда, его национальную безопасность, его экономический и интеллектуальный потенциал. Квалифицированные специалисты должны обеспечивать надежность и конкурентоспособность авиакосмической техники на протяжении всего жизненного цикла образца техники. Аэрокосмическая отрасль нуждается в инженерах, способных подготовить эскизный и технический проект летательного аппарата, владеющих технологиями необходимых расчетов, экспертиз и оценок. Авиапредприятиям нужны специалисты, способные заниматься подготовкой аэрокосмической техники к полетам, умеющие оценить работоспособность агрегатов, узлов, оборудования и систем и тем самым обеспечивающие надежность авиационной техники при ее эксплуатации.

Сегодня цель высшего профессионального образования заключается в подготовке специалистов к актуализации своих интеллектуальных возможностей, и к их реализации в процессе своей трудовой деятельности, осуществляемых на основе полученных знаний, умений и навыков в процессе развития и формирования профессионально важных качеств.

Уровневая структура высшего образования реализует новую парадигму образования, сутью которой является фундаментальность, целостность и направленность на личность обучаемого. И в этом случае очень важно различать фундаментальные и прикладные дисциплины. Без фундаментальных знаний по математике, физике и механике невозможно подготовить инженера, способного идти в ногу со временем, воспринимать и развивать инновации в технике и технологиях. Теоретическая механика является одной из фундаментальных дисциплин. Студенту, чтобы понять и усвоить новую информацию, а в дальнейшем осуществлять оптимизацию и усовершенствование техники и технологий, необходимо иметь прочный фундамент. Не зная основных положений теоретической механики нельзя

изучить и другие дисциплины, относящиеся к блоку «Механика», такие как «Теория механизмов и машин» «Сопротивление материалов», «Детали машин» и др.

Вузовский курс теоретической механики играет особую роль в формировании научного мировоззрения современного инженера-механика и предоставляет широкие возможности подготовить творчески мыслящего специалиста. [2]. Материалистическое мировоззрение учащихся формируется при изучении фундаментальных законов природы и ее свойств. Без этого невозможно понять саму суть механики – механическое движение и взаимодействие материальных тел. Именно представления о движении и взаимодействии тел дают возможность понять свойства материи и организацию материального мира.

Без глубоких и прочных знаний в области основ механики невозможно заложить фундамент для усвоения всех последующих дисциплин инженерно-механического профиля. Именно теоретическая механика является дисциплиной, изучение которой закладывает фундамент всей системы инженерного образования, особенно это важно для специалистов аэрокосмической отрасли. Именно при изучении теоретической механики могут быть не только усвоены фундаментальные теоретические положения и методы, но и сформирован стиль мышления, отвечающий современным требованиям. В настоящее время значимость теоретической механики не только не уменьшилась, но и многократно возросла, так как сегодня сфера её интересов не ограничивается только открытием новых законов природы, сегодня она ориентируется на запросы и требования современной техники. В этих условиях значительно расширился круг задач, которые способна решать теоретическая механика.

Следует отметить, что при подготовке будущих специалистов необходимо уделять внимание усвоению навыков квалифицированного практического использования программно реализованных процедур решения прикладных задач. С этой точки зрения теоретическая механика отличается тем, что предоставляет возможность решать практически важные, достаточно общие современные задачи с использованием самых современных, в том числе и информационных, технологий.

Кроме курса теоретический механики, учебные планы инженерно-механических специальностей включают целый ряд механических дисциплин: «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Детали машин» и др. С переходом на кредитную систему обучения наметилась тенденция объединения этих дисциплин под общими названиями: «Инженерная механика», «Прикладная механика» и т. д. В чем опасность такого подхода? Дело в том, что «Теоретическая механика», в отличие от всех прикладных курсов, является фундаментальной дисциплиной. Это означает, что она формирует не только знания, умения и навыки, но и научное мировоззрение будущего инженера. Именно этот важнейший элемент обычно вымывается при ее объединении с дисциплинами инженерного профиля, так как основное внимание уделяется изучению частных методов расчета условий равновесия

или характеристик движения механических объектов. В результате получается, что вузовское образование оторвано от условий реального производства в связи, с чем предлагалось заменить концепцию фундаментализиции в инженерном образовании на профессионализацию. Такое решение может привести к формированию специалистов, владеющих только компетенциями в узкой профессиональной области, но не имеющих научных мировоззренческих ориентиров. Пробелы в фундаментальной подготовке способны привести к серьезным просчетам при разработке конкретных инженерных проектов. Поэтому необходимо поддерживать оптимальное сочетание фундаментальной и профессиональной подготовки.

Среди дисциплин высшей школы теоретическая механика играет особую роль в формировании механико-математической культуры студентов. Следуя за общим курсом высшей математики и информатики, теоретическая механика является первым потребителем их алгоритмов и программ, первой из дисциплин, где студенты встречаются с замкнутыми системами механических уравнений – математическими моделями объектов реального мира. Именно механические примеры позволяют лучше понять смысл дифференциальных величин. Теоретическая механика – это, пожалуй, единственный курс программы подготовки инженеров, использующий в полной мере теорию дифференциальных уравнений – самый важный инструмент анализа динамических систем. К сожалению, сегодня в инженерной практике нередко встречается ситуация, когда специалист не умеет сделать первый шаг исследования конкретного механизма – выполнить математическое моделирование и составить дифференциальные уравнения движения. В этом случае становится невозможным второй этап инженерного анализа – определение характеристик движения. В такой ситуации становится бессмысленным владение современными вычислительными средствами и прикладными программами, поскольку не сформулирована сама механическая задача.

В настоящее время целью образования уже не может быть только простая передача определенного объема информации. Сегодня необходимо развить у будущего специалиста способности и потребность постоянно обновлять свои знания, «доучиваясь» уже в ходе своей профессиональной деятельности. Таким образом, в образовательном процессе на первый план выходит соответствие полученного при обучении определенного комплекса знаний, умений и навыков требованиям профессионального становления личности, а не только простое усвоение этих знаний. В таких условиях чрезвычайно важна самостоятельная работа студента [3]. Поэтому у будущих специалистов значительно возрастает роль мотивации к развитию способностей к самостоятельному обучению и приобретению навыков такого обучения. Теоретическая механика является необходимой составляющей инженерного образования, усвоение которой формирует стиль мышления, облегчающий изучение других естественнонаучных, общеинженерных и специальных дисциплин, а также мотивирует студентов к самостоятельному использованию

современных образовательных технологий вследствие развитого методического обеспечения этой дисциплины в электронной форме.

В тоже время преподавание теоретической механики в вузе связано с определенными трудностями, так как сама по себе эта дисциплина является достаточно сложной для понимания и восприятия студентами начальных курсов. Кроме этого, в соответствие с учебными планами, теоретическая механика не относится к специальным дисциплинам, в результате чего студенты часто не слишком заинтересованы в ее изучении. Такому отношению способствует и урезанный в настоящее время в учебных планах курс теоретической механики. Сегодняшним студентам сложно усваивать теоретическую механику и использовать ее методы решения научно-технических задач и основные алгоритмы математического моделирования механических явлений. Студенты не вполне осознают всю важность теоретической механики и не имеют убедительной мотивации для ее изучения. Между тем теоретическая механика является одной из фундаментальных естественнонаучных дисциплин, формирующих профессиональную компетентность специалиста аэрокосмического профиля [4]. Поэтому необходимо с самого начала, уже с первых занятий, объяснить студентам, что, не зная основных законов и принципов теоретической механики, невозможно стать успешным современным инженером, владеющим системным подходом к объяснению происходящих в окружающем человека пространстве физических процессов и явлений.

Теоретическая механика является одним из главных содержаний некоторых областей естествознания. Она представляет научную основу многих областей техники, при её изучении у будущих специалистов формируется правильное научное мировоззрение, расширяется их кругозор, развивается аналитическое и логическое и мышление. Хорошая фундаментальная подготовка по физико-математическим дисциплинам, в том числе по теоретической механике, является залогом успеха при освоении методов самостоятельного поиска специальных знаний и их отбора для реализации в профессиональной деятельности для любого специалиста аэрокосмического профиля.

Список литературы

1 Геращенко, А. Н. Отечественное аэрокосмическое образование: традиции, тенденции и перспективы развития / А. Н. Геращенко // Высшее образование в России. – 2009. - № 7. – С. 101-113.

2 Кудина, Л. И. Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики / Л. И. Кудина, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014 - С. 337-340.

3 Мосалева, И. И. Компетентностный подход к организации самостоятельной работы по дисциплине «Теоретическая механика» / И. И. Мосалева //

Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 4 – 6 февраля 2015. – Оренбургский гос. ун-т. – ISBN 978-5-7410-1180-5.
4 Мосалева, И. И. Формирование компетенций у студентов аэрокосмического института в рамках преподавания дисциплины «Теоретическая механика» / И. И. Мосалева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. научн.-метод. конф., Оренбург, 4 – 6 февраля 2015. – Оренбургский гос. ун-т. – ISBN 978-5-7410-1180-5.
5 Красинский, А. Я. Теоретическая механика в подготовке специалистов по направлению «Мехатроника и робототехника» / А. Я. Красинский, Э. М. Красинская. URL: http://engjournal.ru/articles/1346/1346.pdf (дата обращения: 30.11.2015).
6 Томилин, А. К. Роль и место курса теоретической механики в подготовке современного инженера-механика / А. К. Томилин // Инженерное образование. – 2012. – № 11. – С. 70-73. – ISSN – 1810–2883.
7 Чубенко, Е. Ф. Методологические аспекты преподавания теоретической механики в среде Аванта / Е. Ф. Чубенко, Г. Л. Овсянникова.
URL: http://abc.vvsu.ru/Books/Konfer_2000/page0019.asp (дата обращения: 27.12.2015).
8 Косолапова, С. А. Реализация образовательных целей в преподавании дисциплины «Теоретическая механика» в техническом вузе / С. А. Косолапова, Т. Г. Калиновская, А. И. Косолапов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–4. – С. 934-937.
URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10001235
(дата обращения: 30.11.2015).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «МОЗГОВОГО ШТУРМА» В ДИСЦИПЛИНЕ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

Назин Е.В., Черноусова А.М.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из этапов проектирования систем автоматизации и управления технологическими процессами является оценка их качества, от которого, в свою очередь, зависит качество выпускаемой продукции. Согласно ИСО 9001-2015 [1], качество – это степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям. Высокое качество продукции стало главным условием успеха предприятий в конкурентной борьбе на рынке. Для оценки качества используются количественные характеристики одного или нескольких свойств – так называемые показатели качества. Задача обеспечения требуемых показателей качества и управления ими на всем протяжении жизненного цикла продукции требует наличия соответствующих знаний в данной области.

Поэтому при подготовке бакалавров по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» большое внимание уделяется вопросам управления качеством.

В учебный план включена дисциплина «Управление качеством». Целью дисциплины является: усвоение знаний, умений, навыков и компетенций в области качества как концепции управления автоматизированными и автоматическими производствами, понимание принципов и методов подхода к построению систем управления качеством. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций ПК-9, ПК-10, ПК-16, ПК-18, ПК-29, ПК-31 (в соответствии с Федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04). На рисунке 1 приведены планируемые результаты изучения дисциплины «Управление качеством», характеризующие этапы формирования указанных профессиональных компетенций.

В настоящее время в образовательный процесс широко внедряются интерактивные методы, способствующие обучению. Одним из таких методов, который можно применить для стимулирования творческой активности студентов при выполнении лабораторных работ, является метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма». Это оперативный метод решения проблемы, при этом каждый студент из группы, работающей над одной задачей, может высказывать любое количество различных вариантов решения.

«Мозговая атака» основана на гипотезе, что среди большого числа идей для решения проблемы имеется, по меньшей мере, несколько полезных [2]. К достоинствам метода относят возможность наглядного изображения проблемы, так как в процессе постоянно фиксируются все выдвинутые идеи, и создание условий для развития познавательного интереса.

Рассмотрим применение метода «мозгового штурма» при построении диаграммы Исикавы.

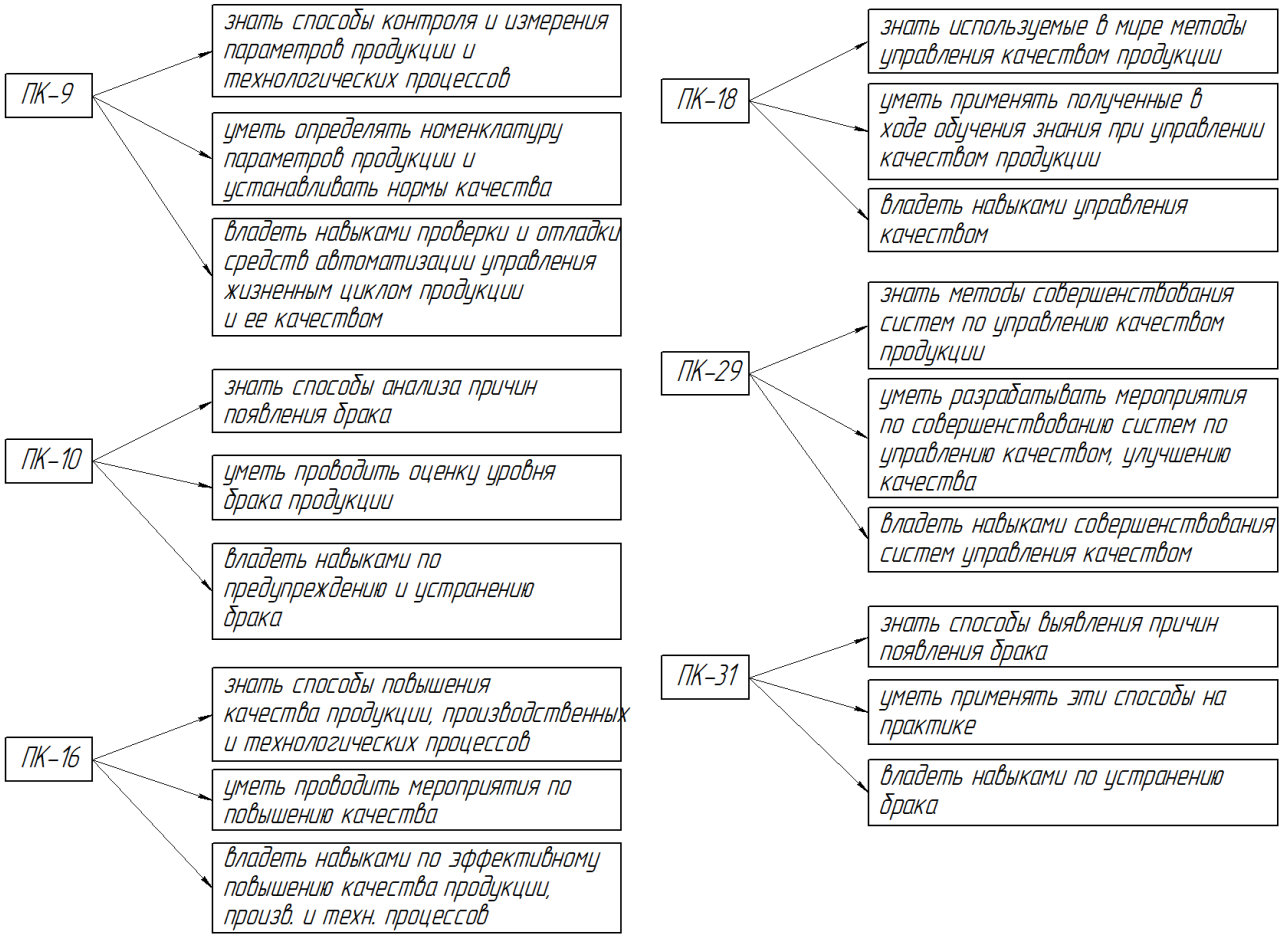


Рисунок 1 - Планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования профессиональных компетенций

Диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма, «рыбий скелет») является эффективным инструментом, обеспечивающим системный подход к определению фактических причин возникновения проблем при управлении качеством. Она позволяет представить в графической форме взаимосвязь между рассматриваемым показателем качества и причинами, влияющими на него. Диаграмма была предложена профессором Токийского университета Каору Исикава. Он предполагал, что любой фактор, влияющий на исходную проблему, может быть связан с одной из следующих ключевых категорий: используемые методы, материалы, рабочая сила, оборудование, внешняя среда.

Метод «мозгового штурма» позволяет при составлении диаграммы Исикавы подобрать максимальное число факторов, имеющих отношение к исследуемому показателю качества. На рисунке 2 приведена последовательность этапов построения диаграммы Исикавы. На начальном этапе студенты изучают рассматриваемый автоматизированный технологический процесс и методику построения диаграммы. Затем – применение метода «мозгового штурма» по одной из универсальных схем: ориентация, генерация идей, оценка идей и отбор идей. Группировка выбранных факторов осуществляется по смысловым и причинно-следственным

блокам. Может быть выполнено ранжирование факторов по степени их влияния на рассматриваемый показатель качества.

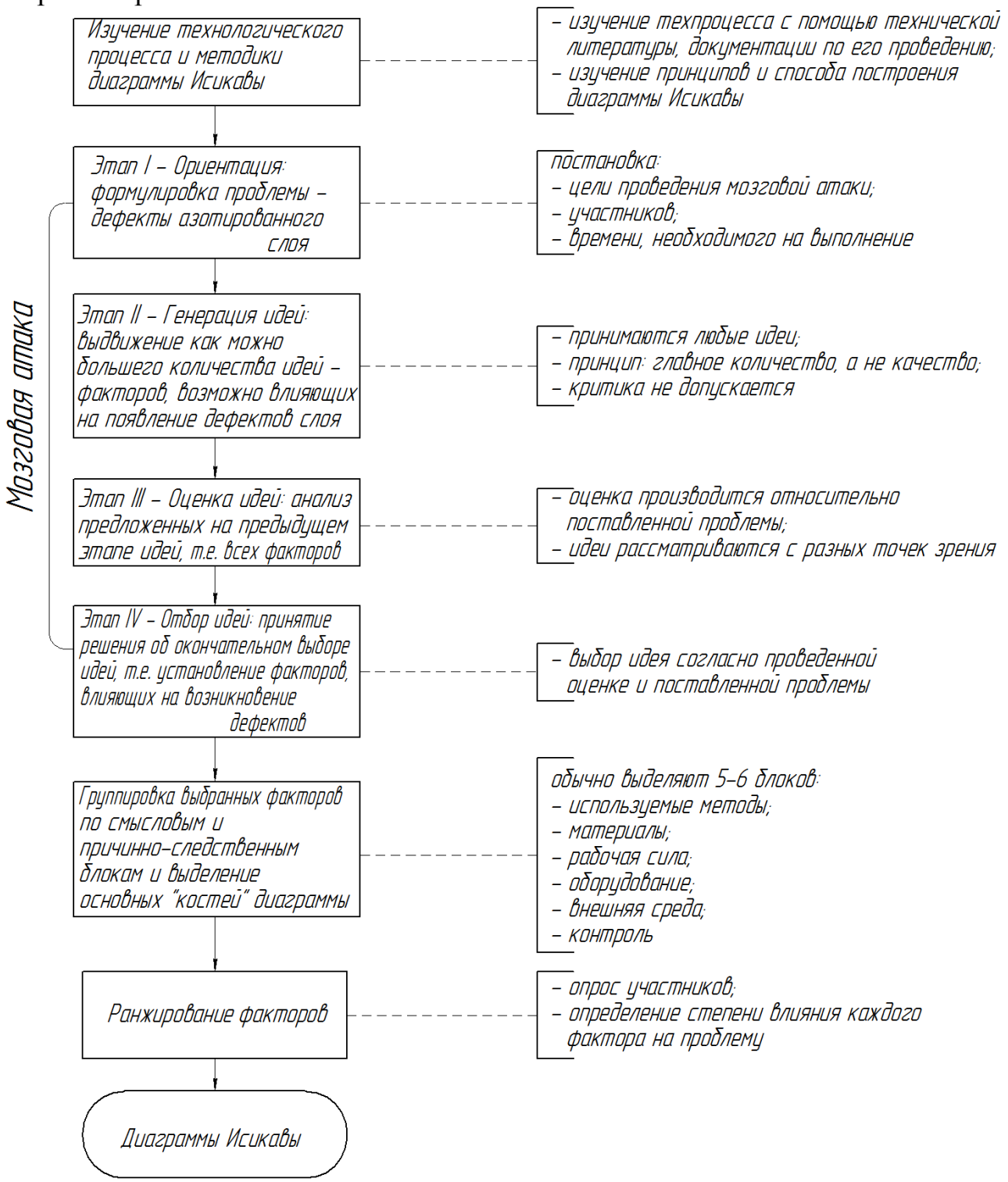


Рисунок 2 – Этапы построения диаграммы Исикавы с применением метода «мозгового штурма»

Апробация разработанной методики применения «мозгового штурма» осуществлена при составлении диаграммы Исикавы по выявлению причин появления дефектов азотированной продукции. Процесс азотирования применяют для придания обрабатываемым деталям более высокой усталостной

прочности, твердости, износостойкости, коррозионной стойкости. В качестве ключевых категорий причин проблемы рассмотрены «Технология», «Управление», «Материалы», «Оборудование». Полученные решения опубликованы в работе [3]. Они позволят перейти к формированию требований, предъявляемым к автоматизированной системе управления технологическим процессом азотирования.

Метод «мозгового штурма» можно использовать и при выполнении других лабораторных работ дисциплины «Управление качеством», например, при выявлении показателей качества автоматизированного технологического процесса.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 2015-09-28. – М. : Стандартинформ, 2015. – 54 с.

2. Болодурина, И. П. Системный анализ: учебное пособие / И. П. Болодурина, Т. Н. Тарасова, О. С. Арапова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 193 с.

3. Назин, Е. В. К вопросу о качестве азотированной продукции / Е. В. Назин, А.М. Черноусова // Новые задачи технических наук и пути их решения: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф., 10 декабря 2015 г., Челябинск. / в 2 ч. Ч. 2. – Уфа: АЭТЕРНА, 2015. - С. 6-8.

ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Насыров Ш.Г.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Современная механообработка претерпевает серьезные изменения, прежде всего из-за интенсивного совершенствования технологического оборудования. Изменились не только требования к точности, мощности, надежности оборудования. Изменился подход станкостроителей к роли оборудования в технологическом процессе. Принцип расширения технологических возможностей и выполнение функций несвойственных для данного станка за счет использования специальных приспособлений перестал относиться к технологической оснастке. Станок из узкофункционального превращается в полифункциональный, совмещающий несколько различных типов оборудования, считавшихся ранее несовместимыми. Стала очевидной проблема классификация станков по выполняемым функциям. Концентрация технологических возможностей станка, их мощностные и точностные технические характеристики заставляют изменить требования к конструкциям приспособлений, принципам их разработки и использования.

Как известно, в системе СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь) приспособление играет особую роль. По своим функциям станочное приспособление(СП) играют роль компенсатора (адаптора) согласующего технологические возможности: ограниченного многообразия конструкций станков с известными параметрами и технологическими возможностями (рабочее пространство, размеры, форма и способы крепления приспособлений и др.); многочисленного, но тоже ограниченного числа конструкций режущего (обрабатывающего) инструмента, с бесконечным числом вариантов конструкций деталей (различных материалов, размеров, конфигураций, схем базирования и закрепления), устанавливаемых в требуемое положение в зоне обработки.

Практика использования преимущественно универсальных станков сформировала шесть систем СП (УБП – универсально-безналадочных, УСП - универсально-сборных, УНП и СНП - универсальных и специальных наладочных, СРП – сборно-разборных и НСП - неразборных специальных приспособлений) [1].Конструкции СП различаются *переналаживаемостью* - методом достижения технологических целей на основе унификации основных и вспомогательных размеров деталей, сборочных единиц, элементов фиксации и крепления; *универсальностью* - свободой сочетания и перестановки деталей и сборочных единиц; *сборностью* - компоновкой оснастки из предварительно изготовленных деталей разумно ограниченной номенклатуры[2].

Критерием классификации и основанием для выбора являлось «Время оперативного оснащения (ВОО)» Это суммарная длительность процессов проектирования, изготовления деталей, сборки и внедрения СП. Выбор эффективной системы СП производится по предполагаемой длительности

выпуска продукции (месяцы), и коэффициенту загрузки оборудования (Кзо), т.е. по длительности и типу производства, по графику или таблицам[1]. Дополнительные технологические, экономические и организационные условия ограничивают выбор экономически эффективных систем СП. Поэтому часто выбор останавливают на НСП - самым точным, надежным, производительным и безопасным СП, но имеющим один, самый главный недостаток – высокую цену. В условиях ограниченного времени на технологическую подготовку производства, приходится выбирать систему СП, ориентируясь на «темп оснащения», т.е. сравнивая длительность создания СП разных систем и резерв времени для их изготовления к заданному сроку.

Наибольший вес среди используемых систем в современном серийном производстве имеют СНП, УНП и УБП. Изменившийся парк станков привел к тому, что накопившийся за десятки лет существования производства парк СП на многих предприятиях в настоящее время используется лишь частично, иногда из-за отсутствия информации о существовании конструкции СП или документации на нее. В сложившейся ситуации необходимо провести инвентаризацию приспособлений. Наиболее перспективным решением может быть кодирование изготавливаемых деталей и формирование БД деталей, а затем БД созданных СП и компьютеризированный поиск приемлемых вариантов СП[1,3].

Основные подходы и принципы организации системы учета, проектирования и эксплуатации СП, сформулированы в разработанных в ВТУ им Н.Э. Баумана руководящих документах (РД 50-533…536-85)[1]. Существуют рекомендации и результаты опытной эксплуатации на одном из предприятий Уральского региона [3]. К сожалению, развал нашей страны в 80е годы не позволил довести начатое дело до развернутого внедрения. Неоднократные попытки разработать подобное программное обеспечение на современных компьютерах силами студентов потерпели неудачу, т.к. задача требует привлечения команды опытных проектантов программного обеспечения и квалифицированных инженеров машиностроительного профиля, но создание программного продукта может помочь унифицировать всю систему разработки и оснащения производства современной оснасткой в масштабах страны.

Производственники осознают, что наведение порядка в организации производства станочной оснастки сулит немалую выгоду. Некоторые предприятия осваивают выпуск и реализацию определенной номенклатуры СП. Однако рынок России в настоящее время насыщается за счет поставки станкостроительными фирмами большого количества разнообразных и современных станков, в комплекте с приспособлениями УБП высокого уровня надежности и функционального совершенства. Как известно, универсально безналадочные приспособления не требуют дополнительного времени на создание. Массовое поступление на предприятия страны современных приспособлений, опыт их эксплуатации позволяет предположить, что дальнейшее расширение парка СП будет происходить за счет увеличения разнообразия конструкций системы УБП.

На современном этапе развития страны создалась благоприятная ситуация для создания новых производств на сложном, но довольно прибыльном рынке технологической оснастки. Опыт использования, позволяет выбрать наиболее эффективные решения, приобрести лицензии на их производство и продолжить, на основе этих элементов создавать Российские СП. Это позволит использовать резервы производственных мощностей из-за снижения объемов выпускаемой продукции на всех машиностроительных производствах, в том числе из-за прекращения работы некоторых предприятий. Менеджмент этих предприятий не смог сманеврировать в условиях кризиса, но не поздно попытаться догнать упущенное время.

Фирмы SCHUNK, KITAGAWA, BISON, ALIMATIC, DELPHIN и др. поставляют оборудование и технологическую оснастку через экспортную компанию Штрай [4]. Думаю это не единственная компания, поставляющая СП на наш рынок. Возможности поставляемой продукции можно изучить по каталогу станочных приспособлений по Интернету. Приобретение комплектующих, элементов зажимной техники, различных систем управления налаживание взаимовыгодных контактов непосредственно с производителями оснастки можно при непосредственном обращении в представительство таких компаний.

Наметившийся подъем и совершенствование производства должен стимулировать создание автономных центров технологической оснастки под руководством головного проектного центра координирующего их работу. Такой центр длительно и плодотворно работал, это ГКТИтехоснастка (г.Харьков). К сожалению, в настоящее время, из разработок центра известны только системы приспособлений УСП (универсально-сборные приспособления) – УСПО (универсально-сборная переналаживаемая оснастка). Первая - с зазорным соединением элементов «шпонка-шпоночный паз», вторая – беззазорное соединение типа «двухсторонний конический валик – разрезные втулки, точные отверстия» в 2х сопрягаемых деталях. Приходится сожалеть, что разработка беззазорного соединения типа «V-образный паз – шарик или валик между сопрягаемыми деталями» продолжает «лежать где-то на полке». В интернете нет никакой информации об их использовании. Хотя основы методики проектирования достаточно подробно приведены в книге Д.И. Полякова [2]. Это и другие запатентованные решения по технологической оснастке должны тиражироваться и использоваться в производстве.

Список литературы

1.РД 50-533…536-85. Руководящий нормативный документ. Методические указания. Система стандартов технологической оснастки. Приспособления к металлорежущим станкам. Информационно-поисковая система по выбору.

2.Переналаживаемая технологическая оснастка под ред Д.И.Полякова. М.: Машиностроение 1986г, 256с.

3. Соколов Е.В., Похомов М.В. Методические указания по выбору рациональных объемов оснащения с использованием ЭВМ. М:МВТУ им Баумана, 1982г.

4. Экспортная компания Штрай. Режим доступа :http://SHTRAY.ru

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ САПР «SPRUT- ТП» НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ВНЕДРЕНИЯ

Нурмуханова А.А., Белоновская И.Д.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Среди главных задач, которые стоят перед «АО «ПО «Стрела» - внедрение на предприятии автоматизированной системы проектирования и нормирования технологических процессов. Ожидается, что использование специализированного программного обеспечения позволит сократить трудоемкость разработки ТП, значительно сэкономить время создания ТП, повысить производительность труда технологов и, в конечном итоге, обеспечить выпуск более качественной продукции[1].

Надо отметить, что потенциал САПР особенно в последнее время все более востребован. Сейчас очевидно, что дальнейшее повышение эффективности предприятия невозможно без существенного повышения уровня его автоматизации. В качестве таковой и была выбрана система SPRUT – система проектирования универсальных технологий. Она включает в себя множество подсистем, которые, в частности позволяют решать проблемы проектирования и нормирования технологических процессов, разработки управляющих программ для станков с ЧПУ, проектирования оснастки и другие актуальные производственные задачи [2].

Выбор подсистемы SPRUT-TP (система автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов) обоснован тем, что она позволяет управлять процессом технологического проектирования, автоматизировать техническую документацию и нормирование технологических процессов, формировать техническую документацию и подготавливать данные для систем управления и планирования[3]. В идеале, любой руководитель с минимальными затратами времени может зайти в систему и проверить, на каком этапе изготовления находится та или иная деталь, узел, каковы запасы на складе по тем или иным материалам. Таким образом, весь производственный процесс становится абсолютно прозрачен, что, конечно же, необходимо, для выработки адекватных и эффективных решений.

В тоже время уже первые этапы внедрения SPRUT потребовали от всех служб «АО «ПО «Стрела» большого напряжения. Взять хотя бы технологический отдел. Его сотрудниками была создана база данных, сформированы рабочие центры, определены технологические потоки. Начальный этап внедрения системы обнаружил ряд серьезных проблем, которые возможно разделить на две группы: внутренние и внешние. Среди внутренних наиболее актуальны необходимость:

— Изменения психологии работников;
— Изменения учета оборудования;
— Организации труда, включая дисциплину, культуру производства и учет результатов;
— Межоперационного контроля качества.

К внешним проблемам в первую очередь следует отнести проблему поставок. За последние годы АО «ПО «Стрела» существенно нарастило объемы производства, но многие поставщики материалов и комплектующих оказались не готовы к такому росту, и мы сегодня столкнулись с ощутимым дефицитом по целому ряду позиций.

Но стоит вернуться к внутренним проблемам. Самая главная из них – изменение психологии работников АО «ПО «Стрела». Существует такое понятие «комфортные условия труда». Это подразумевает определенную сложившуюся систему отношений в коллективе. Многие работники АО «ПО «Стрела», проработав многие годы в условиях тарой системы, привыкли к определенному уровню отношений, распределение функций между отделами, цехами и конкретными работниками. Это вовсе не говорится, что они плохо работают или недостаточно профессионально подготовлены. Любая новая система автоматизированного проектирования, и SPRUT в том числе, построенная на компьютерных технологий, сводит на «нет» все любые личные отношения и требует от работников изменить свой взгляд, свое отношение ко всем процессам, протекающим на предприятии. Человеку трудно перестроиться, уйти от комфортных условиях, в которых он привык работать. SPRUT позволяет избежать излишних взаимодействий и значительно сократить время разработки ТП за счет использования ограниченного набора универсальных и экономически обоснованных технологических решений.

Вторая внутренняя проблема – старое оборудование, процент которого достаточно высок. И это не может не порождать целого ряда проблем. Например, простои. Никакая новая система эти проблемы не учтет и не решит. Делать это нужно технологам, и активная работа по техническому перевооружению предприятия идет.

Третья проблема – организация труда. Взять к примеру, дисциплину. Не имеется в виду то, что нужно приходить вовремя на работу и не нарушать трудовой распорядок. Идет речь о том, что система SPRUT предлагает жесткую отчетность. Уже упоминалось, что все производство разделено на рабочие центры. И ка только, к примеру, деталь или узел вышел готовым с конкретного рабочего места, тут же надо отчитаться об этом. Но если раньше отчитывались на бумажных носителях, так называемых накладных, и их можно было сдать в конце смены, на следующих день, то сейчас надо отчитаться сразу после выполнения работы. Иначе без закрытия этого нормированного задания система не позволит приступать к следующим операциям. Вот что и появляется нового в дисциплине труда. Сегодня ведутся соответствующие обучения мастеров и технологов предприятия. Теперь о межоперационном контроле качества. Эта система не позволит, к примеру, заготовки, которые по вине рабочего ушли в брак, «спрятать» или просто взять новые: все это система исключает. Так процесс производства становится абсолютно прозрачным, а движение материалов, деталей и узлов полностью учитываемым.

Таковы четыре наиболее актуальных проблем начального этапа внедрения SPRUT-системы на предприятии «АО «ПО «Стрела».

Что же сейчас дала новая система? Самым на сегодня полезным оказалось то, что когда началось обновление нормативно-технологической документации, было обнаружено довольно много ошибочных и устаревших документов, технологий. И это не удивительно, ведь появились новые материалы, технологии, оборудование и новые конструктивные решения.

В целом внедрение САПР SPRUT-TP сочетается с этапом обучения технологов и будет завершен к концу текущего года.

Список литературы

1. *Схиртладзе А.Г. Автоматические системы планирования производственных процессов / А.В. Федотов, В.Г. Хомченко – М.: Абрис, 2012. –565 с.*
2. *СПРУТ-ТП - автоматизированное проектирование и нормирование технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sprut.ru/products-and-solutions/products/sprut-tp/?tab=122.html (дата обращения: 15.12.2015).*
3. *СПРУТ-ТП - автоматизированное проектирование и нормирование технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sprut.ru/files/SprutTP/Tutorial/index.html (дата обращения: 15.12.2015).*
4. *Ритм: ежемес. журн.- №3 (91) 2014.*

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Пизинцали Л.В., Пизинцали В.В., Ермошина Н.Л.
Одесский национальный морской университет, г. Одесса, Украина
Университетский колледж ОГУ, г. Оренбург

Важнейшим параметром общественно-экономической значимости сферы образования в обществе является качество высшего образования. Политические и последовавшие далее социальные реформы советского и сформировавшегося постсоветского пространства сломали складывавшуюся годами систему высшего образования. С разрушением границ, сохранявших в более-менее стабильной целостности советское государство с конгломератом ценностей и базовых установок, образовавшиеся отдельные государства вынуждены были выбирать ориентиры для своего дальнейшего существования. Постепенно приходит понимание того, что содержание высшего образования, сводимое к стандартизированной информации, овладению известными знаниями, умениями и навыками, не отвечает ожиданиям общества.

Современная система высшего образования в значительной мере отражает интеллектуальный, научный и технический уровень общества. Преобразования в экономической, социальной и научно-технической областях требуют постоянного совершенствования педагогического процесса, создания и применения различных эффективных средств обучения военных специалистов. Педагогическая наука стоит перед необходимостью решения задачи обоснования возможностей и условий успешного усвоения возрастающего объема все время усложняющейся информации высшей школы.

Однако в большинстве высших учебных заведений образовательный процесс строится на основе экстенсивных методов. Примером может служить, проведение подготовки по специальным предметам в виде теоретических лекций. Хотя поиск психолого-педагогических возможностей повышения эффективности подготовки специальным предметам студентов ведется довольно давно. В частности, это связано с применением дидактических средств наглядности, использованием информационных образовательных (педагогических) технологий, комплексным применением современных технических средств обучения и другими инновационными процессами, происходящими в настоящее время в высшей школе.

Сегодня, когда живое общение очень часто заменяется общением в интернете, применением дистанционного обучения – роль преподавателя при проведении лекционных и других видов занятий просто трудно оценить. Ведь каждое занятие это маленький спектакль, со своими эмоциями, оттенками и красками и каждая учебная группа вносит в этот спектакль свой колорит. Студенты стараются копировать манеры преподавателя, они повторяют его фразы, жесты. И очень часто, такое общение открывает глаза на предмет, который не вызывал у студента интереса вообще и считался для него «не любимым». Многолетний опыт работы показывает, если начать занятие с

улыбки, напомнить студентам, что они самые талантливые, молодые, способные, удивительные, неповторимые и любимые – внимание студентов на занятии, участие студентов в решении вопросов занятия увеличиваются на порядки.

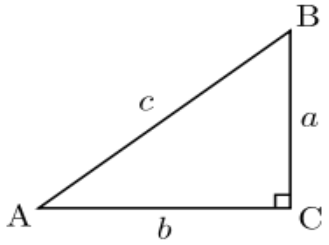
Особенно сегодня важнейшим критерием качества высшего образования является развитость у выпускника способности применять сформированные компетенции для эффективного решения разнообразных социально-профессиональных и личностных задач в изменяющихся условиях. Это требует от студента владения разносторонними знаниями и умениями их правильно применять. Любое занятие должно быть построено так, чтобы помочь студенту эти знания приобрести и сохранить, чтобы он понимал значимость их в общей системе становления себя, как специалиста. Студент должен быть мотивирован, а не учиться по принципу «сдал и забыл». Студенту нужно помогать запоминать материал, применяя, в первую очередь скоростное конспектирование. Многолетний опыт работы применения элементов скоростного конспектирования при преподавании различных специальных дисциплин: «Конструкционные материалы», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Материаловедение», «Двигатели летательных аппаратов», «Конструкция самолетов и вертолетов» и др. показал, что система скоростной конспективной записи, позволяет повысить во много раз скорость записи, при этом конспект получается удобным для чтения и способствует более эффективному запоминанию материала. Студент имеет возможность создать для себя самостоятельно личные приемы записи, ориентируемые на специфику конспектируемых текстов, что особенно удобно при изучении материала самостоятельно.

Проведем эксперимент (Рисунок 1). Если показать студенту карточку с рисунка 1, *а*, то он моментально ответит: «Теорема Пифагора», а если предложить карточку с рис.1, *б*, то придется подождать секунд 10-15, которые студент потратит на прочтение задания и его обдумывание. Студент с карточкой *а* двойное предпочтение – текст и читается моментально, и пишется быстро.

Из опыта работы, для перевода текста в быстро записываемый и мгновенно читаемый, удобно применять различные схемы классификации, рисунки, кванторы и т.д.

Исторический факт: немецкий математик Георг Кантор придумал и ввел в математическую запись знаки, получившие название кванторов: $\forall$ – каждый, всякий; $\exists$ – существует [1].

а)



$$c^2 = a^2 + b^2$$

б)

Задан прямоугольный треугольник с катетами a и b. Тогда, квадрат длины гипотенузы равен сумме квадратов длин катетов.

Рисунок 1 – Теорема Пифагора

Преподаватель, читающий ту или иную дисциплину, может сам вводить аналогичные сокращения для часто встречающихся слов. Так например, нам кажется нет дисциплины, при изложении которой не применялись слова «рассмотрим», «получим». Можно воспользоваться предложением автора [1] и ввести сокращения: Ь – рассмотрим; $\prod$ – получим; или например, в металловедении: Ме – металл; и др.

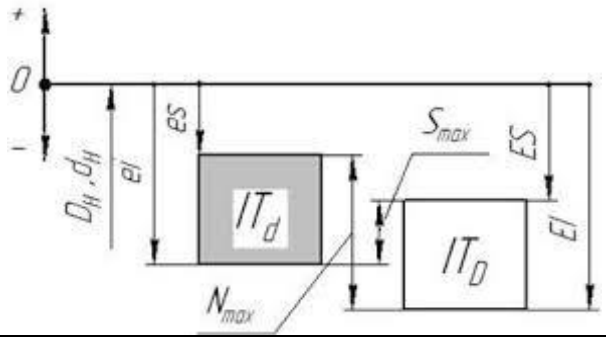
Хочется обратить внимание и на применение пространственной записи, которая позволяет полностью использовать пространство листа бумаги. Сравнение, сколько слов было в тексте и сколько осталось в конспекте, а также сколько времени потрачено на читку и осмысление исходного текста и конспективной записи (Таблица 1).

Актуальным направлением совершенствования высшего и среднего специального образования является широкое применение в учебном процессе современных информационных технологий и компьютерной техники. Обучающие программы в этом плане весьма перспективны, они (в отличие от электронных учебников) обеспечивают обратную связь. В результате этого становится возможным корректировка подготовки студентов на всех этапах его пребывания в ВУЗе [2].

Поэтому можно сказать, что залогом успеха в достижении поставленных целей является реализация всех звеньев цепи известной педагогической триады “знания – умение – навык” [2].

Роль самостоятельной работы в повышении качества обучения студентов по мере перехода на Болонскую систему обучения все время увеличивается (решения по созданию Европейского пространства высшего образования (ЕПВО) до 2010 года и его дальнейшего развития до 2020, являются результатом встреч министров европейских стран, ответственных за высшее образование в странах-участницах Болонского процесса). Украина присоединилась к Болонскому процессу в мае 2005 года [3].

Таблица 1 – Сравнение исходного текста и текста конспекта

№ п/п	Исходный текст	Конспективная запись
1	Самолет состоит из следующих основных частей: фюзеляж, крылья, оперение. Оперение в свою очередь состоит из стабилизаторов и киля	Самолет ⇨ фюзеляж; крылья; оперение ⇨ стабилизаторы; киль
2	При переходных посадках поля допусков отверстия (IT_D) и вала (IT_d) при их наложении частично или полностью перекрывают друг друга	
3	Электромашины бывают двух типов: двигатели и генераторы	Электромашины Двигатели Генераторы
4	При маркировке углеродистых качественных сталей записывается полностью слово сталь, затем указываются цифры, которые показывают среднее содержание углерода в сотых долях процентов	Конструкционные углеродистые: Сталь 08 Сталь 10 Сталь 15 …… Сталь 65 ⇩ **: 100 = % C**

Существенно то, что выбор формы самостоятельной работы определяется скорее не местом ее в учебном процессе (на занятии или вне его), а видом реализуемой профессиональной деятельности. Во время учебного занятия самостоятельная работа регламентируется во времени с помощью расписания, технологической карты и привязана к определенному месту (кафедра), проводится под руководством преподавателя. При этом используются модельные и эмпирические объекты. Результаты такой работы контролируются на занятиях. Внеаудиторная самостоятельная работа не может быть определена строгими временными рамками, а условия кафедры и консультации преподавателя требуются не всегда, что делает возможным использование

больших объемом информации в интернете, при этом контроль результатов, часто, отсрочен. Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется с объектами, которые можно отнести к эмпирическим и модельным. Эмпирическими объектами в техническом ВУЗе являются профилограммы, диаграммы, данные лабораторных исследований, приборы, установки, предприятия, объекты и т.д. Задачи, задания, тренажеры, модели, схемы, а также алгоритмы могут выступать в роли модельных объектов. Значительную роль в повышении эффективности самостоятельной работы студентов играет управление ею, чему служит методическое и дидактическое обеспечение образовательного процесса [3].

В итоге проведения самостоятельной работы результаты ее должны быть задокументированы. Наиболее целесообразным представляется оформление результатов самостоятельной работы студента, например, в виде оформления тетради самостоятельных заданий, при оформлении которой формируются индивидуальные качества студента, развиваются его творческие способности, самостоятельность мышления, логика, умение выбрать необходимый материал, логически построить ответ и т.д.

Оценить эффективность самостоятельной работы в наибольшей степени позволяет контроль. Выполнение контроля обеспечивает возможность внесения корректив в содержание, методическое обеспечение, организацию самостоятельной работы. С этой целью могут применяться следующие виды контроля: оценка представленных итоговых материалов, компьютерный тестовый контроль, тестовый контроль, контроль освоения целевых видов деятельности, анкетный опрос студентов.

Нельзя не сказать об углублении индивидуализации образования и новых закономерностях развития сегодняшнего студента, которые возможны только в многообразной культурно-образовательной и практико-ориентированной среде, стимулирующей активность и творческую деятельность студентов и преподавателей вузов; в развитии продуктивных моделей высшего образования, обеспечивающих его дальнейшую индивидуализацию, на базе материально обеспеченной и информационно богатой культурно-образовательной среды.

Список литературы

1. *Штернберг Л.Ф. Скоростное конспектирование : Учеб.-метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1988. – 31 с.*
2. *Казаков В.Н., Волосовец А.П., Талалаенко А.Н. и др. Внедрение информационных технологий обучения как средство оптимизации качества подготовки специалистов в ВУЗе // “Актуальные вопросы педагогики высшей школы ”: Сб. научн. труд. – Донецк. – 2004. – С. 3 – 6.*
3. *Бабин И.И., Лыкова В.А. Высшее образование Украины на пути к европейскому образовательному пространству // Пути повышения качества профессиональной подготовки студентов: материалы междунар. научн.-практ. конф. – БГУ. - Минск, 22-23 апреля 2010 г. – [С. 14 –16]., 567 с. – ISBN 978-985-518-408-0.*

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Поляков А.Н., Каменев С.В., Романенко К.С., Кузьменко Н.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Мехатронные системы охватывают большое разнообразие мехатронных модулей. Важнейшим компонентом любого мехатронного модуля является преобразователь движения. Важнейшей тенденцией в практике конструирования высокотехнологичных изделий современного производства: летательных аппаратов, современных станков с ЧПУ, энергетических установок, - является использование высокоточных редукторов и мотор-редукторов, представляющих собой один из видов мехатронных модулей. Их применение оказывает существенное влияние на обеспечение высоких выходных технико-экономических показателей всего изделия.

Наряду с распространёнными в промышленности цилиндрическими, цилиндро-коническими редукторами и мотор-редукторами все большую актуальность приобретают редукторы на базе планетарных, циклоидных, цевочных и волновых передач [1 - 6].

Применение данных редукторов объясняется сочетанием компактности, большой мощности, высокой точности, долговечности и надежности.

В настоящее время на кафедре технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета проводятся исследования в области моделирования высокоточных редукторов с возможностью их последующего изготовления на имеющихся на кафедре станков с ЧПУ. В качестве первого типа таких редукторов был рассмотрен планетарно-цевочный редуктор.

Планетарно-цевочные редукторы позволяют достигать передаточных чисел для одной передачи до 191. Реализованное в них эпициклоидальное зацепление обладает большим КПД до 0,95. Одновременно в зацеплении участвуют до 50 % зубьев передачи, а в эвольвентном – не более четырех. Это безусловно способствует существенному повышению плавности хода, уменьшению нагрузок на зуб, возможности существенного роста нагрузочной способности редуктора, минимизации люфта. Удельная масса планетарно-цевочных редукторов с эпициклоидным зацеплением до семи раз меньше эвольвентных планетарных редукторов.

В планетарно-цевочном редукторе концентричное вращение входного вала с эксцентриком обеспечивает эксцентричное вращение установленных на этих эксцентриках сателлитов. Особенностью этого редуктора, помимо профиля зубьев, являются расположение цевок корпуса и условие обката сателлитов по данным цевкам – роль цевок в современных редукторах выполняют ролики. Выходной фланец, так же как и входной, совершает концентричное движение. В этом случае редуктор крепится к исполнительному звену мехатронного модуля. Во втором варианте исполнения такого типа редуктора – фланец остается неподвижным, а вращается корпус привода.

Исходя из кинематических условий эпициклоидального зацепления, сателлит всегда имеет число зубьев на единицу меньше, чем число зубьев роликов. Передаточное число редуктора равно числу зубьев сателлита.

Теоретические положения кинематического расчета данных редукторов были положены еще в XVII веке. Однако, в силу сложной кинематики таких передач эффективным способом их изучения является компьютерное моделирование с последующей печатью на устройстве быстрого прототипирования, например, на 3D принтере.

На рисунке 1 представлены разработанные 3D-модели всех компонентов планетарно-цевочного редуктора, выполненного в автоматизированной системе проектирования Siemens PLM Software NX. При проектировании данного редуктора следовало учесть две особенности. Первая обусловлена наличием эпициклоидального профиля колеса редуктора. Вторая связана с особенностями сопряжений элементов редуктора.

Эквидистанта к эпициклоиде описывает профиль эпициклоидального колеса. При этом в планетарно-цевочных редукторах может использоваться как укороченная, так и нормальная эпициклоида. В этом случае профиль эпициклоидального колеса редуктора (иногда называют «ротор») можно построить с использованием системы параметрических уравнений [7, 8]:

$$X(t) = R\cdot\cos(t) - R_r\cdot\cos(t + \arctan(\sin((1-z)\cdot t)/(R/(e\cdot z) - \cos((1-z)\cdot t)))) - e\cdot\cos(z\cdot t), \quad (1)$$
$$Y(t) = -R\cdot\sin(t) + R_r\cdot\sin(t + \arctan(\sin((1-z)\cdot t)/(R/(e\cdot z) - \cos((1-z)\cdot t)))) + e\cdot\sin(z\cdot t)$$

где

$t \to 0,...,\pi$ - угол, рад; $X(t), Y(t)$ - координаты профиля ротора; R - радиус окружности ротора (т.е. радиус огибаемой окружности); e - величина эксцентриситета (в данном случае она равна радиусу огибающей окружности); R_r - радиус цевки или ролика; z - число цевок

Использование CAD-систем верхнего уровня позволяет осуществлять анимацию движений элементов редуктора. Однако, для сложных технических систем или не всегда удается задать корректно анимацию или в ответственных случаях, например, при принятии решений о запуске изделия в производство все-таки требуется создание прототипа изделия. При отработке методики моделирования планетарно-цевочного редуктора удалось провести также имитацию движения устройства в работе. Однако, для большей наглядности и окончательной проверки выбранных геометрических параметров и соотношений была доработана электронная модель планетарно-цевочного редуктора (рисунок 1), учитывающая посадки в гладких цилиндрических соединениях и технические особенности 3D принтера, используемого в печати. В данном случае использовался 3D принтер Dimension Elite (Stratasys, США). Техническими особенностями данного принтера, которые необходимо учитывать при печати – технологические особенности метода аддитивных технологий, реализованного в принтере; минимальная толщина стенки

прототипа из условий прочности; минимальная толщина печатаемого слоя; пространственное положение геометрических погрешностей печати данной установкой. Результат печати представлен на рисунке 2.

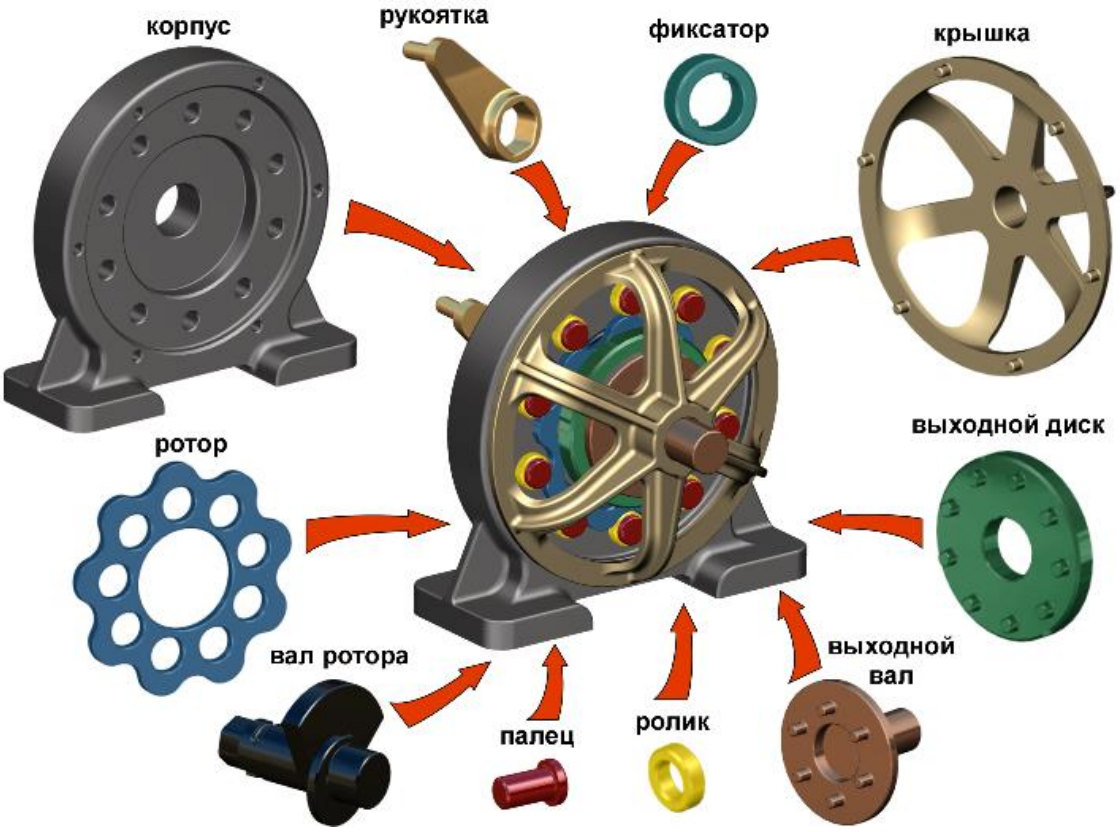


Рисунок 1 – 3D –модели конструктивных элементов редуктора

Так как для данного метода максимальная точность печати предопределена в плоскости XY, то это обязательно учитывалось на заключительной стадии подготовки электронной модели уже непосредственно в программе управления печатью. Все тела вращения размещались вертикально на подложке принтера, т.е. поперечное сечение детали лежало в плоскости XY.

Выполненный проект планетарно-цевочного редуктора показал на практике возникающие сложности его изготовления. Наибольшую сложность составляет изготовление вала ротора и самого ротора. Технологические сложности изготовления вала ротора заключаются в наличии эксцентрикового положения диска. Технологической сложностью изготовления ротора обусловлено невозможностью применения круговой интерполяции. Линейная интерполяция дополнительно вносит погрешность изготовления, что ухудшает подвижность в сопряжениях кинематических пар «ротор-цевки».

В данной работе представлено новое направление научно-методической деятельности кафедры по совершенствованию компьютерных технологий моделирования сложных мехатронных устройств и модулей.

Следующим развитием работ в данном направлении будет модель редуктора на базе волновых передач с промежуточными телами качения.

Рисунок 2 – Прототип редуктора (пластик ABS Plus)

Список литературы

1.Прецизионные редукторы – Режим доступа: http://www.spinea.sk/ru/products/twinspin/ – 01.12.2015.

2. Низколюфтовые приводы с малым или нулевым зазором в зацеплении – Режим доступа: http://www.sumitomo-drive.ru/catalog/11/ – 01.12.2015.

3. Муравьев, Е.В. Планетарно-цевочные редукторы и мотор-редукторы /Е.В. Муравьев // Редукторы и приводы. – 2005. –№ 4,5. –С. 14-16.

4 Пат. 2416748 Российская Федерация, МПК F 16 H 55/08, F 16 H1/08 , Эксцентриково-циклоидальное зацепление зубчатых профилей (варианты)/ Становской В.В., ; заявитель и патентообладатель Становской В.В.. – № 2010103286/11 ; заявл. 01.02.2010; опубл. 20.04.2011, Бюл. № 11. – 22 с.

5 Самсонович, С.Л., Константинов, С.А., Степанов, В.С. Шариковолновая передача. Основы расчета. / С.Л. Самсонович, С.А. Константинов, В.С. Степанов // Авиакосмическое приборостроение № 5/2005 г.

6 Разработка и производство высокоточных редукторов – Режим доступа: http://www.avvi.ru/

7 Янгулов, В.С. Проектирование передач с линейными перемещениями выходного звена: учебное пособие / В.С. Янгулов; Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.- 169 с

8 Design of a Planetary-Cyclo-Drive Speed Reducer Cycloid Stage, Geometry, Element Analyses – Режим доступа: http://projectabstracts.com/4065/design-of-a-planetary-cyclo-drive-speed-reducer-mechanical-project.html

КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ИЕРАРХИЧНОСТИ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИЙ

Пояркова Е.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Как известно, различные виды и типы неоднородности характерны практически для всех классических конструкционных материалов, применяемых в нефтегазовой отрасли; при этом наиболее неоднозначной, с позиции обеспечения в таких конструкциях технологической и экологической безопасности, выступает присущая сварным соединениям из углеродистых легированных сталей структурно-механическая неоднородность, вызванная, прежде всего, многокомпонентностью их химического состава, а также наличием дефектов в структуре различной этимологии и происхождения, максимальный размер которых может быть сравним с размерами исследуемого локального объема материала.

Согласно суждениям Ю.В. Баяндина, О.А. Плехова, И.А. Пантелеева, Т.А. Паламарчука, А.А. Яланского, Н.Т. Бобро, В.П. Куринного, разделяющим позицию М.А. Садовского, В.Ф. Писаренко, В.Н. Родионова, а также мнение С.А. Лисиной, Г.А. Уткина и А.И. Потапова, для всех твердых материалов (независимо от их принадлежности к группам металлов или неметаллов) характерен один «тождественный» признак, обусловливающий в отдельных фрагментах этих материалов наличие иерархической последовательности топографического распределения структурно-механической неоднородности на разных масштабных уровнях, которая, как правило, не связана с физико-химическими свойствами исследуемого материала при первом приближении.

Ретроспективно рассмотрением деформируемого твердого материала в рамках открытой системы элементов, находящихся в определенном энергетическом состоянии, способном к изменениям от стабильности до неустойчивости, занимались такие отечественные корифеи, как В.С. Иванова, В.Е. Панин, А.А. Батаев, Л.И. Тушинский, А.А. Шанявский, В.В. Лепов и многие их коллеги и последователи. Разделяя позицию перечисленных авторов в этом вопросе, можно констатировать, что при подведении извне к рассматриваемой системе энергии, возможно обнаружение взаимодействий отдельных её компонентов, приводящих к изменениям не только своих свойств, но и свойств всей системы в целом.

Предположительно, при сохранении подобия характера изменения свойств, приводящего систему в неустойчивое положение, на всех масштабных уровнях, возможно получение некоторого аргументированного объяснения возникновения дискретной иерархии размеров наличием такого подобия. В соответствии с [1, 2], в процессе деформирования твердых тел появляется иерархическая дискретность преимущественных размеров фрагментов, а их образование сопровождается возникновением дискретных промежутков времени, в течение которых при деформировании материала происходит переход системы из неустойчивого состояния в устойчивое [2].

На современном этапе в мезомеханике принято использовать некие математические модели (ММ), построение которых учитывает не только классические методы математического анализа, евклидову геометрию, но и механику сплошной среды. Использование подобных моделей позволяет описывать поведение материала и его сварных соединений при малых деформациях методами теорий пластичности, ползучести и/или методами наследственно-упругой среды. Вместе с тем, основные допущения, используемые в математических моделях, следующие:

– металл сварного соединения представляет собой сплошную среду;

– функции, описывающие поведение среды, являются «непрерывными и достаточно гладкими».

Учитывая абстрактную формализацию вышесказанного, возможно использование в ММ мощного математического аппарата – теории дифференциальных уравнений в частных производных. И тем не менее, в механике существуют тенденции, показывающие направление ее дальнейшего развития, связанное, по мнению [3], с введением таких нетрадиционных математических объектов как:

– фрактальные множества и детерминированный хаос;

– геометрические вероятности и стереологические структуры;

– недифференцируемые и сингулярные функции;

– полиэдры Вороного-Дирихле и самоподобные случайные мозаики.

В научной работе С.А. Лисиной [4] рассмотрены сформированные к настоящему времени подходы к построению ММ сред, отражающих внутреннее взаимодействие элементов структуры, описания которых представлены в таблице 1.

В материаловедении самоподобные структуры появляются вследствие протекания структурно-физических и механических процессов в металле сварного соединения, в результате которых возникают иерархии неоднородностей, изменчивости строения, трещинообразования и блочности материалов на различных масштабных уровнях. В зависимости от интенсивности напряжений воздействия на самоподобные по структуре материалы возникает избирательный механизм включения в работу соответствующих неоднородностей и дефектов.

Анализ ситуаций наличия у объекта исследования границ раздела, на которых свойства материала и его напряженное состояние претерпевают существенные изменения, показал, что применение в этих случаях для данного объема метода усреднения весьма нерационально. Ввиду возможного проявления дискретности материалов на разных структурно-масштабных уровнях, накладываются ограничения в применении метода структурно-неоднородных сред, тем самым затрудняя достоверно оценивать их напряженно-деформированное состояние (НДС). Тем не менее, наличие автомодельности (самоподобия) у металлических материалов (а также сварных соединений, полученных из этих материалов) доказывает подчинение их дискретного строения принципам иерархичности, а это, в свою очередь, делает возможным сопоставление между собой разнородных свойств и процессов,

нахождение методов их моделирования, особенно при смене масштабных уровней.

Таблица 1 – Основные типы подходов к построению математических моделей сред

Основы подхода	Подходы	
	Континуальный	Структурно-феноменологический (модельный)
Базис	Обобщение континуальной модели среды, принимая во внимание понятие представительного объема среды и учитывая внутренние степени свободы – микроповороты и аффинные деформации мезообъема	Теория кристаллической решетки и физика твердого тела
Отмеченные ученые	Е. и Ф. Коссер, Э.Л. Аэро, Е.В. Кувшинский, Р. Миндлин, К. Эринген, Л.И.Седов, В.А.Пальмов, В. Новацкий, А.И. Потапов, А.Н. Булыгин	И. Кунин, Е. Кренер, А.Аскара, Ж.Пуже, Ж.Можен, Л.И. Маневич, Э.Л.Аэро, А.Н. Булыгин, А.И. Потапов, И.С. Павлов, А.А. Васильев, А.Е. Мирошниченко
Достоинства	Универсальность построения как линейных, так и нелинейных моделей сред	Прозрачность связи структуры с макропараметрами среды и возможность целенаправленного проектирования сред с заданными свойствами
Недостатки	Большое число материальных констант, требующих экспериментального определения. Отсутствие связи указанных констант с внутренней структурой материала	Дефицит тотальной «многоохватности» в построении математических моделей. Затруднения учета нелинейности и нелокальности связей

В механике твердого тела важную роль играют понятия подобия механических явлений, самоподобия процессов деформирования и разрушения и масштабный фактор прочности, которые рассматриваются достаточно подробно в своем историческом развитии как составная часть приложения фрактальных представлений в науке о материалах.

Дискретные и самоподобные структуры характерны также для стальных сварных соединений. Явления статистического подобия распределений наблюдается не только при статическом, но и при динамическом разрушении материалов и являются также характерными при изучении размеров частиц на

микроструктурном масштабном уровне. Намеченные направления построения моделей трещинообразования в сварных металлических материалах должны базироваться на разработках А.Н. Колмогорова, учитывать фрактальное самоподобие их структур в локализованных участках на разных масштабах диагностики и иметь однозначную связь с многогранниками Вороного-Дирихле, построенными по узлам кристаллической решетки металла.

Однако, до сих пор не систематизированы и не упорядочены научные труды и публикации по тематике фрактальной геометрии, с помощью которой возможно описание всех существующих (или определенного количества) материалов и природных явлений. В рамках этой предметной области необходимо продолжение и активизация процесса накопления общих идей, концепций и подходов, особенно в отношении геометрии, так называемого порового пространства в материалах и их сварных соединениях. Авторы работ [3, 5, 6] экспериментально доказали, что фрактальные размерности порового пространства некоторых материалов и их сварных соединений, могут быть использованы для описания сложно организованных, т.е. сильно неоднородных элементов металлических материалов.

Представленный в [2] анализ фрактальных подходов в механике хрупкого разрушения показывает, что с помощью решеточных, связных и стержневых схем, основанных на простых физических представлениях, можно решить широкий круг практических задач без учета конкретной структуры материала [7, 8]. Описание системы в целом с помощью усложненных модельных представлений (накопления повреждений, кинетики структурных изменений и др.) не учитывает топологии разрушенной области, обусловленной распределением параметров системы различного масштабного уровня. Поэтому объединение классических постановок задач для материалов с развитой дефектной структурой и фрактальных подходов позволит учесть многоуровневый и масштабный характер деформирования и разрушения элементарных связей. В рамках фрактальных представлений процесс накопления рассеянной разномасштабной повреждаемости рассматривается как экспоненциальный процесс самоподобного фрактального кластера до такой границы, когда начинается его лавинообразное протекание – начало макроразрушения. Поверхность излома или трещины, сформированная в процессе разрушения материалов (в превалирующем большинстве – хрупких) обладает «*неровностями самых различных масштабов*» [9], что приводит к ряду механических эффектов, наблюдаемых экспериментально. Согласно [2], процесс разрушения с фрактальными трещинами сопровождается каскадным переносом высвобожденной упругой энергии с больших масштабов на меньшие и, наконец, на микромасштаб, где происходит диссипация энергии и расходование ее на образование новой поверхности разрыва. В общем случае представляется рассмотрение процесса разрушения как мультифрактального, т.к. при переходе с одного масштабного уровня дефектности на другой фрактальная размерность будет изменяться в связи с изменением микронапряжений в различных структурных областях [2].

Фрактальный подход позволяет с других позиций интерпретировать масштабный эффект механической неоднородности в сварных соединениях, причина которого связана с механизмом разрушения, структурно-масштабными характеристиками материала и геометрией дефектных множеств. Т.А. Паламарчук с коллегами сумели обнаружить [2, 6, 10] непосредственную связь между коэффициентом неоднородности материала, геометрико-вероятностными характеристиками дефектного множества и его фрактальной размерностью. В связи с этим, использование фрактальных идей оказывается перспективным при компьютерном моделировании роста трещинообразования в материале сварного соединения.

Весьма показательны представленные в работе [11] результаты моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) методом конечных элементов (использован коммерческий код ABAQUS) для поликристаллов Al1100, содержащего (концепция автора) не менее 280 зерен. Специально разработанный расчетно-графический комплекс для исследования механического поведения трехмерных структур в условиях динамического нагружения включал в себя 3 модуля: генерации 3D-структуры; задания граничных и начальных условий нагружения; визуализации и анализа результатов численного эксперимента [11].

Смена материала в модельном эксперименте показала слабое влияние размера зерна на топографию распределения напряжений и деформаций на мезоуровне. Однако, общие тенденции в результатах все же имелись:

– установлены идентичность зарождения и локализации первых пластических сдвигов независимо от уровня внешней нагрузки;

– показана зависимость зарождения пластических сдвигов вблизи межзеренных границ, выходящих на поверхность, а также в окрестности тройных стыков зерен от повышения уровня локальных напряжений в приграничных областях более чем на 10%;

– отмечено постоянство средних уровней напряжений и деформаций в поверхностных и внутренних сечениях модельных образцов на упругой стадии их нагружения;

– определена специфическая роль поверхности в начальной стадии пластического течения.

По мнению [12], самой сложной задачей при моделировании микропластических деформаций является подбор корректной структуризации нелинейных систем на основе принципа идентификации неразличимости состояния (принцип Лейбница). В рамках рассматриваемой проблемы этот принцип имеет следующую формулировку: «*деформационные дефекты, определяющие один структурный уровень, в своем развитии и взаимодействии должны обладать настолько похожими свойствами, чтобы быть неразличимыми при аналитической обработке*». Согласно этому принципу, иерархическую структуру мезоуровня можно представить входящими в нее структурными уровнями.

В рамках концепции формализации модели деформируемого поликристаллического материала с позиции мезомеханики, можно допустить

представление материала в виде множеств U и R (его структурные уровни и связи (отношения) между ними). Авторы [12] предлагают в представительском объеме производить разделение пары множеств U и R на подсистемы низших уровней, с условием соподчинения мезодефектов каждого следующего уровня системе предыдущего уровня. Тогда распределить мезодефекты по уровням можно в виде системы вложенных множеств:

$$U_j(R_j) \rightarrow U_{j+1}(R_{j+1}) \rightarrow U_{j+2}(R_{j+2}) \rightarrow SS.$$

Априори, деформируемый поликристаллический материал может выступать в качестве диссипативной самоорганизующейся системы, в которой из-за поступающего в нее потока и распространяющегося в ней, активизируются новые структуры через диссипацию (рассеяние).

Также В.В. Рыбин [13] показывает, что деформируемый поликристаллический материал выступает в качестве «информационной системы», обладающей в результате различных взаимодействий следующими качествами:

– способностью к сохранению информации;

– возможностью образования новой сложной системы, способной к возникновению в ней новых информационных качеств, отсутствующих в исходных системах.

Поэтому В.В. Осташев с коллегами [12] назвали такое взаимодействие между деформационными дефектами «*информационным*», при котором у одного из «участников» происходит накопление информации, а у другого отсутствует ее потеря. Таким образом, информационные взаимодействия несимметричны, что вызывает необходимость выделить связанную и переданную информации.

Под *связанной (структурной) информацией* C(S) на каждом структурном уровне понимается совокупность статистических данных о состоянии мезодефектов. Связанную информацию можно представить в виде меры структурной сложности материала при деформации [12]:

$$C(S) = -(f_1 \lg f_1 + f_2 \lg f_2 + f_n \lg f_n) = -\sum f_k \lg f_k,$$

где f_k – параметры частотного распределения моды деформации для мезодефектов расчетного структурного уровня.

Переданная деформация I(S) является отображением структурной информации C(S) на нижнем уровне на структуру более высокого иерархического уровня. I(S) распознается в виде условной информации [418]:

$$I(S) = -\left[\sum f_k(\varepsilon) \lg f_k(\varepsilon) - \sum f_{k\omega}(\varepsilon) \lg f_{k\omega}(\varepsilon) - \sum f_{k\gamma}(\varepsilon) \lg f_{k\gamma}(\varepsilon)\right],$$

здесь $\sum f_k(\varepsilon)\lg f_k(\varepsilon)$ – связанная информация на расчетном структурном уровне;

$\sum f_{k\omega}(\varepsilon)\lg f_{k\omega}(\varepsilon), \sum f_{k\gamma}(\varepsilon) \times \lg f_{k\gamma}(\varepsilon)$ – условная информация, определяемая линейной пластической деформацией, и зависящая от реализации сдвигового и поворотных механизмов деформации.

Заимствованное понятие диссипативной самоорганизующейся системы представляет собой отражение самих результатов самоорганизации, а универсальность этого синергетического понятия заключается в возможности замены геометрических характеристик системы их информационно-числовыми аналогами [14]. Поэтому на современном этапе термины мезомеханики, материаловедения и принципы синергетики позволяют создавать единые системы формализации моделей пластической деформации поликристаллов на различных масштабных уровнях [14-16].

Список литературы

1. *Пантелеев, И.А. Масштабно-инвариантные закономерности разрушения горных пород и развитие сейсмических событий : автореферат дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.02.04 / И.А. Пантелеев. – Пермь : Институт механики сплошных сред УрО РАН. – 2010. – 18 с.*
2. *Паламарчук, Т.А. Кластерно-иерархическая структура, как проявление масштабного эффекта прочности геомеханических систем / Паламарчук Т.А., Яланский А.А., Бобро Н.Т., Куринной В.П. // Геотехническая механика. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины. – 2012. – Вып. 107. – С. 189 - 193.*
3. *Булат, А.Ф. Фракталы в геомеханике / А.Ф. Булат, В.И. Дырда. – К.: Наук. думка. – 2005. – 357 с.*
4. *Лисина, С.А. Континуальные и структурно-феноменологические модели в механике сред с микроструктурой : автореферат дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.02.04 / С.А. Лисина. – Н.Новгород : НГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – 18 с.*
5. *Дырда, В.И. Фрактальный анализ в механике разрушения твердых тел / В.И. Дырда, Г.Т. Рубец, Г.Н. Агальцов [и др.] // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск : ИГТМ НАН Украины. – 2005. – Вып.58. – С. 132 – 136.*
6. *Паламарчук, Т.А. Кластерно-иерархические структуры в массиве горных пород как одна из форм самоорганизации породного массива / Т.А. Паламарчук, Б.М. Усаченко, С.И. Скипочка, А.А. Яланский // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск : ИГТМ НАН Украины. – 2009. – Вып. 83. – С. 91–104.*
7. *Гаврилов, А.А. Прочность и жесткость тонкостенных стержней при изгибных колебаниях / А.А. Гаврилов, Н.А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2012. - №4. - С. 253 - 257.*
8. *Гаврилов, А.А. Расчет прочности тонкостенных стержней при изгибных колебаниях с помощью фиктивных нагрузок / А.А Гаврилов, Н.А. Морозов, Ю.Л.*

Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2014. - № 1. - С. 167 - 170.
9. Мосолов, А.Б. Фрактальный J-интеграл в разрушении / А.Б. Мосолов // Письма в ЖТФ. – 1991. –том 17. – вып. 19. – С. 45-50.
10. Скипочка, С.И. К вопросу определения критических уровней потери устойчивости композитных материалов / С.И. Скипочка, Т.А. Паламарчук, Н.Т. Бобро, В.П. Куринной // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ. –2013. — Вип. 109. – С. 15-25.
11. Романова, В.А. Моделирование процессов деформации и разрушения в трехмерных структурно-неоднородных материалах : дис. ... док-ра физ. -мат. наук : 01.02.04 / В.А. Романова. – Томск: ИФПМ СО РАН, 2008. – 298 с.
12. Осташев, В.В. Формализация моделей деформируемого поликристаллического материала в терминах мезомеханики / В.В. Осташев, О.Д. Шевченко // Журнал технической физики. – 2002. – Том 72. – вып. 4. – С. 41-45.
13. Рыбин, В.В. Особенности строения разориентированных структур в бислойной пластине медь-медь, полученной сваркой взрывом / В.В. рыбин, Э.А. Ушановаа, Н.Ю. Золотаревский // Журнал технической физики. – 2013. – том 83. – вып. 9. – С 63-72
14. Пояркова, Е.В. Эволюция структурно-механической неоднородности материалов сварных элементов конструкций в рамках концепции иерархического согласования масштабов / Е.В. Пояркова: Дисс. ... д-ра техн. наук : 05.16.09 / Е.В. Пояркова. – Уфа : ФГБОУ ВПО УГНТУ. – 2015. – 392 с.
15. Пояркова, Е.В. Макромасштабные уровни диагностики механического состояния металла высокотемпературных трубопроводов / Е.В. Пояркова, И.Р. Кузеев // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. – № 4. – С. 283-312.
16. Пояркова, Е.В. Структурно-масштабные закономерности накопления повреждений высокотемпературного оборудования : монография / Е.В. Пояркова. – М : Флинта, Наука. – 2015. – 120 с.

ОЦЕНКА ДЕФЕКТНОСТИ МАТЕРИАЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА РАЗНЫХ МАСШТАБНЫХ УРОВНЯХ

Пояркова Е.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В работе [1] особенность образования несплошностей в материале связана со структурной неоднородностью материала, особенно с неоднородностью пространственного распределения дефектов, образующих кластеры, скопления, коалесценции микропор и другие комбинации несовершенств, называемую поврежденностью.

Априори, лингвистика понятия «поврежденности» устанавливает некие ассоциации «*с отклонениями от того, что было, в худшую сторону*». Применяя указанную терминологию к материалам, поврежденность – есть мера снижения/увеличения их сопротивления (разупрочнение/упрочнение). Поэтому, в обобщении понятия поврежденности ко всем материалам, весьма затруднены предсказания влияния накопления повреждений на изменения их механических свойств.

Вместе с тем Ю.В. Петров, А.А. Груздков, В.А. Братов [2] устанавливают понятие максимального (критического) накопления поврежденности (разрушения) на конкретном масштабом уровне в виде образования дефекта с характерным линейным размером d, а стадию предразрушения в виде появления дефектов меньшего размера. Согласно [2], характерный линейный размер d может быть определен соотнесением данных по квазистатическому разрыву «бездефектных» образцов и образцов с концентраторами напряжений (трещинами): $d \sim K_{Ic}^2/\sigma_c^2$, однако авторы указывают на некорректность соотношения прочности и трещиностойкости, взятых из испытаний на заведомо разных масштабах. Тем не менее, установлено соответствие характерного линейного размера разрушения d некоторому значению критического напряжения σ_c (статический предел прочности) и времени протекания подготовительных процессов τ (инкубационное время). Параметры (σ, K_{Ic}, τ) представляют собой характеристики прочности на данном масштабном уровне. При этом необходимо учитывать, что в процессе разрушения участвует упругая энергия, запасенная в локальные области, размеры которой не превосходят $D=\tau \cdot c$ (c – скорость упругой волны), а определение прочностных характеристик данного масштабного уровня корректно выполнять на образцах, размеры которых удовлетворяют неравенству $d \leq L \leq D$ [2].

Стало быть, масштабному уровню разрушения соответствует не один, а два линейных размера – верхний и нижний, т.е. проявляется иерархия масштабных уровней разрушения. Предполагается соответствие верхней границы масштабного уровня нижней границе следующего уровня, а уровневая иерархия представляется в виде:

$$\ldots d_{i-1} < D_{i-1} = d_i < D_i = d_{i+1} < D_{i+1} < \cdots .$$

При этом для сварного соединения необходимо составить систему таких иерархических уравнений для каждой из всех характерных локальных зон. Таким образом, для однородных сварных соединений указанных выражений будет 3 (по числу характерных участков – основной металл, зона термического влияния и металл сварного шва), а для разнородных – 5 (здесь увеличение количества выражений происходит за счет учета второго основного металла и прилегающей к нему зоны). При необходимости количество подобных уравнений может быть увеличено на число исследуемых локальных участков сварного соединения, обладающих выраженной структурно-механической неоднородностью по отношению к соседним. При этом связь между различными масштабными уровнями сварного соединения осуществляется через инкубационное время, определяемое сопоставлением данных квазистатических испытаний, соответствующих различным масштабным уровням либо всего сварного элемента $\tau_i = \frac{D_i}{c} = \frac{d_{i+1}}{c}$, либо его локальным участкам, заключенным в систему уравнений.

Следовательно, «*по данным квазистатических испытаний, проведенных на различных масштабных уровнях, можно предсказывать результаты динамических испытаний и, наоборот, по данным динамических испытаний предсказывать прочностные характеристики следующего масштабного уровня*» [2].

Согласно [1], под мерой поврежденности принимается плотность объемных или поверхностных дефектов в локальном объеме металла (например, в конкретной характерной области сварного соединения):

$$\omega_V = n_V r^2 \quad \text{или} \quad \omega_F = n_F r^2,$$

где n_V (n_F) – численное значение объемных (поверхностных) дефектов, приходящихся на единицу объема (площади поверхности) тела;

r – средневзвешенное значение радиуса дефекта.

Обладая подобными количественными характеристиками локального объема, можно установить среднее расстояние между объемными дефектами l и среднюю близость дефектов a:

$$l = 1/\sqrt[3]{n_V} \quad \text{и} \quad \mathrm{a} = \mathrm{l}/2\mathrm{r} = 1/2\sqrt[3]{\omega_V}.$$

Учитывать влияние вида напряженного состояния в [1] предложено с помощью коэффициента пропорциональности:

$$\lambda = \eta \frac{1+\beta B}{1-B},$$

где η, β – постоянные, установленные из испытаний материалов конкретным видом нагружения;

B – отношение среднего нормального напряжения к наибольшему (по абсолютной величине при данном виде напряженного состояния) [1].

Таким образом, показана возможность установления влияния вида напряженного состояния на максимум плотности дефектов, обусловливающим неизбежность разрушения. При этом средствами физического анализа могут быть механические испытания, оптическая и электронная микроскопия, метод рассеяния рентгеновских лучей под малыми углами и другие [3]. В работе [1] обозначены различия в оценке степени поврежденности одного и того же материала, установленной различными способами ее индикации, в связи с чем необходимо физически обосновывать методы и инструментарий оценки поврежденности материала на разных структурно-масштабных уровнях.

В статье В.Е. и Л.Е. Паниных [4] показано, что «*все типы дефектов в кристаллах следует рассматривать как локальные метастабильные структуры, возникающие в зонах концентраторов напряжений различного масштаба»*. Авторами установлено, что «*деформируемый кристалл непрерывно испытывает изменение своей исходной кристаллической структуры, формируя на различных мезомасштабных уровнях диссипативные субструктуры*», выполняющие функцию, адаптации пластического течения кристалла в вихревом механическом поле [5].

Как известно, все промышленные металлические материалы, в отличие от модельных материалов имеют достаточно сложную и неоднородную дефектную структуру. В рамках этого утверждения стали, используемые для сварных конструкций, а также материалы, применяемые в нефтегазовой отрасли, имеют реальную структуру, обладающую явными отличиями от идеальной по причине наличия разнообразных дефектов, неметаллических включений и/или упрочняющих частиц [3, 6, 7]. Все дефекты, так или иначе, влияют на свойства материалов, а иногда их влияние становится определяющим [6-8]. Поэтому остро встает вопрос теоретического объяснения и предсказания макроскопического поведения таких включений в объеме материала при нагружении. Детальное понимание механизмов деформации и разрушения на мезоуровне возможно только с учетом внутренней структуры таких включений и границ раздела. Тогда эффективным инструментом исследования в дополнение к традиционным экспериментальным методам становится численное моделирование.

В результате модельного эксперимента, суть которого изложена в работах [9, 10], выявлено существенное влияние на величину концентрации напряжении вблизи границы раздела геометрической формы частиц, «*чем сильнее неровность поверхности, тем выше величина напряжений*» [10]. То есть наличие незначительных неровностей обусловливает существенное возрастание

величины локальных напряжений. Наличие в локальном объеме материала частиц сферической формы провоцирует некоторое опережение пластического течения в матрице зарождению трещин, что в свою очередь приводит к несущественному изменению напряженно-деформированного состояния во включениях.

Релаксация напряжений, причем весьма незначительная, выявляется лишь в областях частиц, являющихся приграничными и прилегающими к пластически деформированному материалу матрицы. Тем не менее, данный факт указывает на видимое отсутствие изменений в качественном характере распределения экстремумов (max, min) напряжений.

Анализу сценариев разрушения, реализующихся в частицах различной формы при растяжении и сжатии, посвящена работа [9], в которой авторы наглядно показывают принципиальное их (сценариев) различие.

Включениям неправильной формы свойственно объемное растрескивание и разрушение по границе раздела, причем развитие этих двух процессов происходит практически одновременно. В отличии от включений сферической формы частицам неправильной формы свойственно так называемое отслаивание, затрагивающее центральную часть поверхности частицы, при этом становятся заметными сквозные трещины в плоскостях, перпендикулярных оси растяжения.

В сферических включениях с отсутствием выраженной неоднородности поверхности на начальной стадии разрушения, как правило, не возникают сквозные трещины при сжатии. В приповерхностных слоях происходит формирование целого ансамбля коротких трещин, являющихся источником появления новых локальных участков концентрации напряжений в объеме. При дальнейшем нагружении у верхних краев включений возможно образование сквозных трещин, берега которых имеют тенденцию к сдвиговой подвижности друг относительно друга, способствуя при этом разгрузке соседних областей материала.

В случае нагружения локального объема металла простым сжатием, приводящим к разрушению, возможно наблюдать образование системы трещин (ориентация которых имеет достаточно разные углы к оси сжатия), стремящихся к разделению включений на несколько частей. Согласно [9, 10], контуры трещин в сечениях включения имеют сложную форму: обнаруживаются как прямые линии поврежденного материала, так и искривленные контуры, свидетельствующие о повороте фрагментов частицы в процессе активного нагружения.

Таким образом, трехмерные расчеты, выполненные В.А. Романовой и Р.Р. Балахоновым [9, 10], показывают существование локальных областей материала вблизи границ раздела «матрица – включение» как при растяжении, так и при сжатии. Этими вторами также доказано, что все компоненты тензоров напряжений и деформаций вносят соизмеримый вклад в напряженно-деформированное состояние локального объема материала с включениями различной формы. В результате ситуационного моделирования удалось

выявить два основных механизма разрушения частиц (включений) – отслаивание по границе раздела и объемное растрескивание.

Результаты исследовательских работ [6, 7, 10] свидетельствуют, что основным негативным фактором, определяющим роль неметаллических включений в иерархическом взаимодействии характеристик структурно-механического состояния сварных соединений, является наличие усадочных дефектов, приводящих к образованию между ними и металлической матрицей некоего зазора, способствующему перемещению в этой области неметаллических включений, которые могут оказывать изнутри на металл ударное воздействие. Возможность подобного «свободного» перемещения обнаруженного включения в образовавшихся зазорах провоцирует развитие так называемой «шахматной структуры» на поверхности материала, выявляемой методами микроскопического индентирования на микроуровне и дюрометрическим контролем на макроуровне.

Список литературы

1. *Лепов, В.В. Структурные модели процессов накопления повреждений и трещиностойкость конструкционных материалов / В.В. Лепов : Дисс. ...д-ра техн. наук. – Якутск : СИ ИФТПС. – 2006. – 312 с.*
2. *Петров, Ю.В. Структурно-временна́я теория разрушения как процесса, протекающего на разных масштабных уровнях / Ю.В. Петров, А.А. Груздков, В.А. Братов // // Физическая мезомеханика. – 2012. – Т. 15. – № 2. – С.15-21.*
3. *Пояркова, Е.В. Макромасштабные уровни диагностики механического состояния металла высокотемпературных трубопроводов / Е.В. Пояркова, И.Р. Кузеев // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. – № 4. – С. 283-312.*
4. *Панин, В.Е. Масштабные уровни гомеостаза в деформируемом твердом теле / В.Е. Панин, Л.Е. Панин // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т. 7. – №4. – С. 5-23.*
5. *Ковшова, Ю.С. Остаточный ресурс оболочковых конструкций, работающих в условиях квазистатического нагружения : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03 и 05.16.09 / Ю.С. Ковшова. – Уфа: УГНТУ. – 2014. – 127 с.*
6. *Пояркова, Е.В. Эволюция структурно-механической неоднородности материалов сварных элементов конструкций в рамках концепции иерархического согласования масштабов / Е.В. Пояркова: Дисс. ... д-ра. техн. наук : 05.16.09 / Е.В. Пояркова. – Уфа : ФГБОУ ВПО УГНТУ. – 2015. – 392 с.*
7. *Пояркова, Е.В. К вопросу о решении проблемы повышения надежности оборудования нефтегазовой отрасли на основании контроля качества сварных соединений / Е.В. Пояркова, И.Р. Кузеев // Нефтегазовое дело. – 2008. – Т.6. – №1. – С. 239-244.*
8. *Асабина, Е.А. Дефекты в твердых телах и их влияние на свойства функциональных материалов : Электронное учебно-методическое пособие / Е.А. Асабина. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. – 2012. – 65 с.*

9. Романова, В.А. Влияние формы включений и прочностных свойств интерфейсов на механизмы разрушения металлокерамического композита на мезоуровне / В.А. Романова, Р.Р. Балохонов // Физическая мезомеханика. – 2007. – Т.10. – №6. – С. 75-88.
10. Романова, В.А. Моделирование процессов деформации и разрушения в трехмерных структурно-неоднородных материалах : дисс. ... док-ра физ. - мат. наук : 01.02.04 / В.А. Романова. – Томск: ИФПМ СО РАН, 2008. – 298 с.

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПОВРЕЖДЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИЙ С ПОЗИЦИИ ФРАКТАЛЬНОГО ДЕТЕРМИНИЗМА

Пояркова Е.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В историческом аспекте еще в первой половине прошлого столетия изучением термофлуктуационного механизма зарождения разрушения занимались С.Н. Журков и созданная им научная школа, приверженцам которой удалось установить двухстадийность процесса разрушения гетерогенных тел. Доказано, что первая стадия характеризуется рассеянным множественным накоплением мелкомасштабных дефектов, а на второй формируются крупномасштабные очаги разрушения, обусловленные процессами кластеризации (коалесценция микропор, слияние первичных трещин и др.).

В дальнейшем к установлению закономерностей накопления дефектов (с позиции оценки поврежденности материалов) и изучению стадий предразрушения и разрушения разных типов хрупких и вязко-хрупких материалов стали привлекать теории скейлинга, вейвлетов и детерминированного хаоса, а также методы численного и конечно-элементного моделирования. Наиболее активно вейвлет-преобразования в своих научных исследованиях применяют такие ученые как М.М. Закирничная, Д.С. Солодовников, Д.В. Корнишин, М.И. Власов, П.В. Короленко, М.С. Маганова, А.В. Меснянкин. Моделированием процессов разрушения материалов, конструкций (в том числе и их сварных элементов) занимаются Р.Р. Балахонов, В.А. Романова, П.В. Макаров, С.В. Панин, Б.А. Люкшин, Н.Ю. Матолыгина, А.И. Савкин, С.С. Юцкевич и многие другие.

Наиболее обстоятельно проблеме понимания микроскопического образования трещин посвятили свои работы Н.А. Конева, Э.В. Козлов, В.А. Старенченко, Д.В. Лычагин, А.А. Шанявский, Л.И. Тришкина, В.С. Иванова, А.А. Батаев, Л.И. Тушинский, Е.Н. Миронов, А.И. Смирнов В.Е. Громов С.В. Коновалов, Ю.Ф. Иванов С.В. Воробьев, были вскрыты механизмы трещинообразования в различных материалах и их сварных соединениях. К примеру, Б.К. Броберг [1] предложил «*модель образования и распространения трещины по механизму раскрытия, роста и коалесценции микропор*», ставшую базисом к построению объединенной структурной модели накопления повреждений и разрушения.

На современном этапе основательными, фундаментальными исследованиями эволюции структуры твердых тел, изучением деформационного рельефа поверхности материалов, конструкций и их сварных элементов в процессе деформирования и разрушения с привлечением новейших экспериментальных и расчетных средств диагностики и инструментария занимаются такие молодые российские ученые как Е.А. Ляпунова, Ю.Ф. Попкова, А.В. Чумаевский, О.А. Рудакова, Е.В. Маркова, Е.Ю. Приймак, Н.Ю. Трякина, Л.С. Диньмухаметова, С.В. Попова, А.А. и М.В. Демченко, Ю.С. Ковшова, А.С. Сильвестров, Ю.С.

Бахрачева и многие другие. При этом замечено смещение вектора науки в женскую его сторону.

К настоящему моменту наблюдается мировая тенденция активизации научных исследований, основанных на методах фрактальной диагностики и мультифрактальной параметризации (МФП), заключающихся «*в разложении исследуемого множества со сложной статистикой на множества однородных фракталов с четко выраженной фрактальной размерностью*» [2]. Вместе с тем, стало возможным получить нетривиальные результаты на самоподобных объектах, с выраженной фрактальной геометрией и не только, а для удобства обработки изображений разработаны программные продукты, самые известные из которых – это отечественные программы для ЭВМ MFRDrom (автор – Г.В. Встовский), FRACTAN 4.4 (автор – В.В. Сычев) и программный комплекс ImageJ, разработанный американским институтом National Institutes of Health при помощи плагина MapFractalCount, способный вычислять фракталы для 3-D топографии и по 2-D изображению рельефа в градациях серого. Созданы целые научные школы под руководством А.Г. Колмакова, И.Ж. Бунина, И.Р. Кузеева, Е.М. Гринберга, А.А. Оксогоева, И.В. Петраковой, О.Б. Бавыкина, А.А. Потапова, где метод МФП применяется не только на изображениях металлографических структур, но и на фрактограммах поверхностей разрушения и деформации реальных конструкционных материалов, а также двухоттенковых топографических карт распределения механических, физических свойств по поверхности исследуемого объекта.

В работе Марковой Е.В. [3] убедительно доказана информативность метода мультифрактальной параметризации применительно к оценке влияния термической обработки на процесс структурообразования литой коррозионностойкой стали 09Х16Н4БЛ. Метод МФП содействовал установлению количественной связи МФ-параметров однородности Δ_q и упорядоченности f_q структуры с управляющим параметром структурообразования Cr/Ni, размером аустенитного зерна и механическими характеристиками стали [3]. Полученные результаты имеют хорошую сходимость с экспериментальными данными Ю.С. Ковшовой [4-5], которая в своих трудах демонстрирует высокую взаимосвязь между МФ-характеристиками металла оболочковых конструкций и соотношением механических характеристик $\sigma_т/\sigma_в$, что дает возможность рассмотрения этой количественной взаимосвязи как фактора установления остаточного ресурса подобных металлических конструкций с заявленными геометрическими формами.

Также, в приложении к решениям производственных проблем особый интерес представляет работа А.С. Сильверстова [6], посвященная оценке ресурса безопасной эксплуатации технологических трубопроводов из стали 17Г1С с применением метода МФП. По МФ-параметрам однородности изображений структуры автору удалость показать возможность оценки критической температуры хрупкости исследуемого материала, как одного из определяющих критериев безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Вместе с тем, на основе метода мультифрактальной параметризации

автором предложен практический способ идентификации металла трубопровода, отработавшего расчетный ресурс.

Несколько ранее проблеме высокотемпературной эксплуатации паропроводов из стали 12Х1МФ (и ее аналогов), а также пароперегревателей из стали 12Х18Н10Т, имеющих сварные соединения, были посвящены работы Е.Ю. Приймак, Н.Ю. Трякиной, В.И. Грызунова, И.Р.Кузеева [7-10], в которых изложены результаты фрактального анализа адаптации структуры стали и поверхностных окислов к высокотемпературному окислению, а также дана комплексная оценка неоднородности сварных соединений разных структурных классов в состоянии эксплуатационного старения с позиции фрактального детерминизма.

Применительно к сварным соединениям фрактальная параметризация является одним из перспективных методов диагностики их материала (не только на поверхности, но и в локальном объеме), позволяющим устанавливать критические области накопленной повреждаемости и построить соответствующие структурно-статистические модели. В частности, в работе Е.А. Наумкина [11] установлена взаимосвязь между критическими значениями мультифрактальных параметров поверхности изломов стали со значениями градиента напряженности магнитного поля при накоплении усталостных повреждений. Также в указанной работе, автором определены значения степеней накопленной повреждаемости, демонстрирующих переходы металла из устойчивого состояния в неустойчивое. Показано, что для разных слоев металла возможно установить несколько периодов смены такого положения, т.е. каждый из слоев конкретного локального объема металла может иметь от одной до нескольких точек бифуркаций. Отмечено, что для приповерхностной зоны переход из устойчивого состояния в неустойчивое наступает при уровнях накопленных повреждений N_i/N_p = 0,07; 0,56; 0,77, для промежуточной зоны – при N_i/N_p = 0,49; а для центральной зоны – при N_i/N_p = 0,28; 0,98.

В продолжении направления исследований структурно-механической неоднородности неразъемных элементов конструкций, полученных сваркой, О.А. Рудакова в [12] разработала «*метод экспертной оценки свойств сварных соединений сталей феррито-перлитного класса на основе взаимосвязи между свойствами металла сварного шва и участка перегрева зоны термического влияния и фрактальными характеристиками структурного состава*» [12].

Статистически обработав массив данных, О.А. Рудакова смогла получить экспериментальные зависимости между критическими температурами хрупкости металлов сварных швов неразъемных соединений из стали Ст.3, а также из высокопрочной стали феррито-перлитного класса марки 10Г2ФБЮ и величинами фрактальной размерности их структур. При этом замечена аналогия в результатах ее научных разработок по сравнению с исследованием А.С. Сильверстова [6].

Установленные в [12] взаимосвязи между МФ-характеристиками структуры участка перегрева зоны термического влияния сварного соединения стали 10ГФБЮ представлены на диаграммах «фрактальная размерность – упорядоченность» и «однородность – упорядоченность» в виде «области

благоприятных структур», которым соответствует минимальный уровень ударной вязкости не ниже 130 Дж/см^2, что является необходимым требованием для предупреждения протяженных вязких разрушений на трубопроводах, транспортирующих нефтегазовые среды.

В работе Л.М. Семеновой, Ю.С. Бахрачевой, С.В. Семенова [13] показана возможность установления методом фрактального формализма иерархии самоорганизованных структур, получаемых при термоциклической обработке стали 25ХГТ на различных масштабных уровнях. Установлено, что наблюдаемые на разных масштабах структуры, характеризуемые наличием свойства инвариантности своего строения, представляют собой конструктивные элементы одного и того же фрактального объекта.

Согласно утверждениям В.С. Ивановой с ее учениками [14-16], изменения в системе определенных условий (управляющих факторов) провоцируют образование качественно новых структур в макроскопическом масштабе, способных прибывать в различных состояниях, устойчивость которых поддерживается непрерывным притоком вещества или энергии в систему. Эффекты таких состояний заключаются в развитии неустойчивости разных масштабов, обусловленной конкуренцией стабилизирующих и возмущающих вложений, вследствие чего система получает крупно-масштабные корреляции за счет возникающей самоорганизации и обретает неоднородное распределение свойств и структурно-чувствительных параметров. Таким образом, в работе [17] показано, что процессы обретения системами неоднородностей приводят к их самоподобию и могут распространяться на другие масштабы, обусловливающие появление у систем принципиально новых свойств.

Список литературы

1. Броберг, К. Б. Ударные волны в упругой и упругопластической среде / К. Б. Броберг. – М.: Мир. – 1959. – 115 с.

2. Лепов, В.В. Структурные модели процессов накопления повреждений и трещиностойкость конструкционных материалов / В.В. Лепов : Дисс. ...д-ра техн. наук. – Якутск : СИ ИФТПС. – 2006. – 312 с.

3. Маркова, Е.В. Совершенствование термической обработки прецизионных деталей на основе закономерностей структурообразования стали 09Х16Н4БЛ : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.16.01 / Е.В. Маркова. – Москва : ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина». – 2013. – 24 с.

4. Ковшова, Ю.С. Остаточный ресурс оболочковых конструкций/ Ю.С. Ковшова// Нефтегазовое дело: электрон. науч. журнал. – 2013. – №3. – С. 298-311. URL: http://ogbus.ru/authors/KovshovaJuS/KovshovaJuS_1.pdf

5. Ковшова, Ю.С. Влияние квазистатических режимов нагружения на прочность сосудов, работающих под давлением/ Ю.С. Ковшова, И.Р. Кузеев, Е.А. Наумкин, Н.А. Махутов, М.М. Гаденин // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Том 80. – № 9. – С. 50-55.

6. Сильверстов, А.С. Оценка ресурса безопасной эксплуатации технологических трубопроводов методом мультифрактальной параметризации : автореферат

дис. ... канд техн. наук : 05.26.03 / А.С. Сильверстов. – Казань : КНИТУ. – 2013. – 20 с.
7. Трякина, Н.Ю. Анализ деградации структуры и механических свойств стали 12Х18Н10Т в процессе длительной эксплуатации / Н.Ю. Трякина, Е.В. Пояркова, В.И. Грызунов // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2009. – № 9 (651). – С. 11-15.
8. Tryakina, N.Yu. Analysis of degradation of structure and mechanical properties of chromium-nickel steel 12KH18N10T in long-term operation / N.Yu. Tryakina, E.V. Poyarkova, V.I.Gryzunov // Metal Science and Heat Treatment. – 2009. – Т. 51. – № 9-10. – С. 419-422.
9. Кузеев, И.Р. Анализ изменения структурно-фазового состава теплоустойчивых сталей системы легирования Cr-Mo-V высокотемпературного оборудования в процессе длительной эксплуатации / И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова, Н.Ю. Трякина // «Известия ВУЗов. Проблемы энергетики», Казань. Изд-во: КГЭУ, – 2011. – № 7-8. – С. 21-29
10. Грызунов, В.И. Комплексная оценка структурно-механического состояния металла высокотемпературных элементов теплоэнергетического оборудования из стали 12Х1МФ на стадии предразрушения / В.И. Грызунов, Е.В. Пояркова, Е.Ю. Приймак // «Известия ВУЗов. Проблемы энергетики» – Казань. Изд-во: КГЭУ, – 2011. – № 3-4. – С. 99-105.
11. Наумкин, Е.А. Методология прогнозирования ресурса нефтегазового оборудования, эксплуатируемого в условиях циклического нагружения, на стадии проектирования и эксплуатации / Е.А. Наумкин : Дисс. ... д-ра техн. наук : 05.02.13. – Уфа: УГНТУ. – 2011. – 210 с.
12. Рудакова, О.А. Методы экспертной оценки свойств сварных соединений сталей феррито-перлитного класса на основе фрактального анализа структурного состава / О.А. Рудакова : Автореферат дис…канд. техн. наук. – Пермь. –2011. – 18 с.
13. Семенова, Л.М. О самоподобии структур, формирующихся при термоциклическом воздействии / Л.М. Семенова, Ю.С. Бахрачева, С.В. Семенов // Вестник ВолГУ. – 2011. – Серия 10. – Вып. 5. – С.90-95
14. Иванова, В.С. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С. Иванова, А.С. Баланкин, И.Ж. Бунин и др. – М.: Наука. – 1994. – 382 с.
15. Иванова, В.С. Фрактальная параметризация структур в радиационном материаловедении / В.С. Иванова, Г.В. Встовский, А.Г. Колмаков, В.Н. Пименов. – М.: «Интерконтакт Наука». – 1999. – 49 с.
16. Иванова, В.С. О связи стадийности процессов пластической деформации с фрактальной структурой, отвечающей смене масштабного уровня деформации / В.С. Иванова, А.А. Оксогоев // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т.9. – № 6. – С. 17-27
17. Пояркова, Е.В. Эволюция структурно-механической неоднородности материалов сварных элементов конструкций в рамках концепции иерархического согласования масштабов / Е.В. Пояркова: Дисс. ... д-ра. техн. наук : 05.16.09 / Е.В. Пояркова. – Уфа : ФГБОУ ВПО УГНТУ. – 2015. – 392 с.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Припадчев А.Д., Горбунов А.А., Быкова И.С., Ковалева Я.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Развитие экономики страны в современных условиях требует усовершенствование подходов к подготовке специалистов различных областей, в том числе и авиастроения, так как система высшего образования является одним из факторов социально-экономического развития государства. Социально-экономическое развитие возможно, если высшая школа, как общественный институт, будет способно генерировать инновационные идеи, на основе которых в дальнейшем формируются предпосылки для возникновения новых направлений развития науки и техники, что усилит конкурентоспособность выпускников.

Современные реалии таковы, что наблюдается острый недостаток квалифицированных специалистов именно инженерных специальностей, а требования к системе образования таковы, что будущий специалист должен стать носителем унифицированного «пакета компетенций», однако выпускники вузов не удовлетворяют требованиям промышленных отраслей по набору необходимых компетенций.

Для выполнения поставленных требований предложена концепция модернизации образовательного процесса в высшей школе, которая реализуется через укрупнение образовательных учреждений высшей школы, отраслевое объединение учреждений начального, среднего и высшего образования, реализация в вузах образовательных программ различного уровня профессионального образования.

Реализовать программу модернизации образовательного процесса возможно в форме научно-образовательных кластеров, так как его деятельность носит наукоемкий и практико-ориентированный характер.

Организационная структура научно-образовательных кластеров с одной стороны включает объединение учреждений профессионального образования, объединенных по отраслевому признаку и партнерскими отношениями с предприятиями отрасли, а с другой стороны инновационную цепочку наука-технологии-бизнес, которая реализуется через систему инструментов обучение-взаимообучение-самообучение.

На рисунке 1 представлен процесс подготовки и развития специалиста инновационного типа.

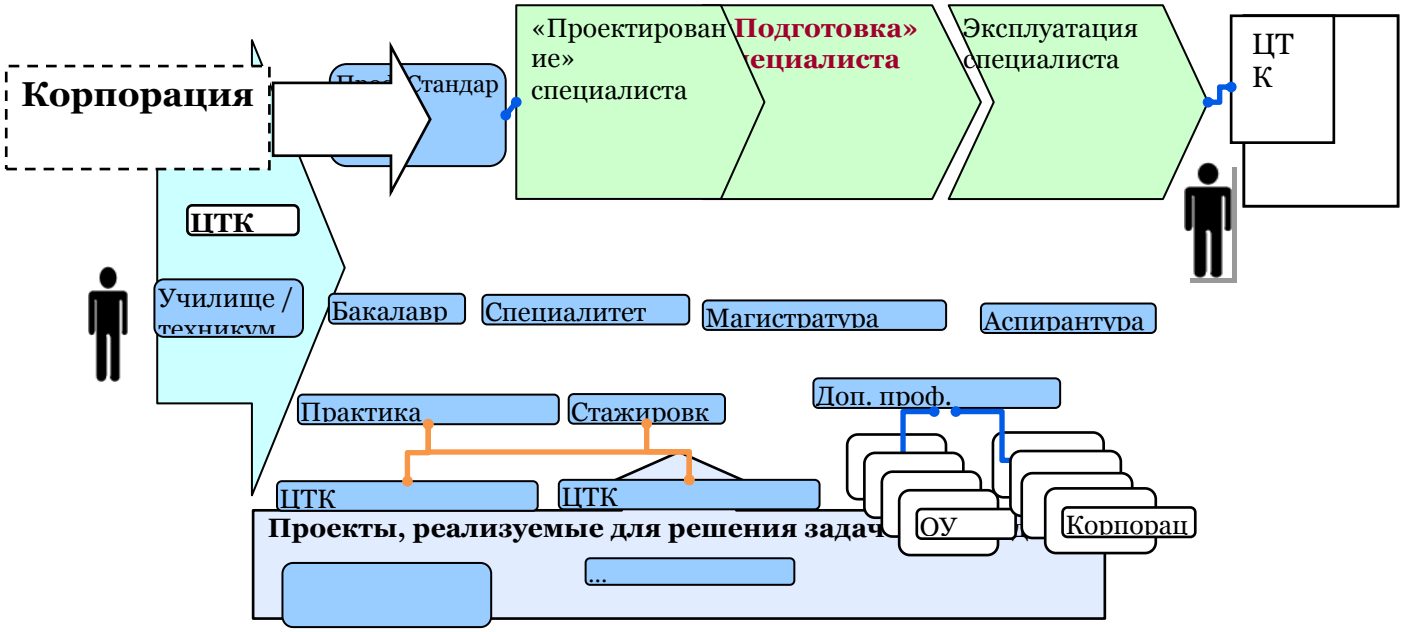


Рисунок 1 - Жизненный цикл подготовки и развития специалиста

Обеспечение потребностей государства в специалистах инновационного типа, готовых к восприятию новаций и способных к реализации достижений научных исследований, является основной целью Кластера.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд основополагающих задач: осуществление образовательной деятельности, проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и иных НИОКР, осуществление подготовки, переподготовки и повышения квалификации научно-педагогических кадров, специалистов и руководящих работников.

Решение данных задач можно возложить на профессорско-преподавательский состав высшей школы. Именно преподаватели в наибольшей степени способствуют формированию основополагающих навыков конкурентоспособных специалистов, позволяющих эффективно применять полученные знания в процессе разработки, внедрения и реализации инновационной идеи, нашедшей свое воплощение в инновационном проекте.

Список использованной литературы

1. *Мухаметшина, Р. Ф. Кластерный подход в системе непрерывного гуманитарно-педагогического образования [Электронный ресурс]. URL:http://refleader.ru/jgejgepolmerrna.html (дата обращения 08.12.2015)*
2. *Попкова, Е. Г. Образовательный кластер на пути модернизации системы высшего образования в соответствии с европейскими стандартами [Электронный ресурс]. URL: http://www.marka-volga.ru/klastery/237-obrazovatelnyj-klaster-na-puti-modernizatsii-sistemy-vysshego-obrazovaniya-v-sootvetstvii-s-evropejskimi-standartami.html (дата обращения 09.12.2015)*
3. *Смирнов, А. В. Теоретические подходы к образовательным кластерам в системе профессионального образования // Психология, социология и*

педагогика. 2012. № 12 [Электронный ресурс]. URL: http://psychology.snauka.ru/2012/12/1456 (дата обращения: 13.11.2015)

ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОЛЕТА

Проскурин В.Д., Тимаков Е.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Процесс создания новых летательных аппаратов включает в себя этапы, соответствующие общему алгоритму проектирования: формирование технического задания – структурный синтез – параметрический синтез – анализ результатов проектирования – корректировка параметров или изменение структуры с повторным анализом (параметрическая или структурная оптимизация). Значительная часть проектных задач решается с использованием итерационных методов, которые заключаются в многократном повторении процедур синтеза и анализа с последовательным приближением к оптимальному проектному решению. В то же время условия рыночной экономики требуют существенного сокращения сроков проектирования и создания конкурентоспособной авиационной техники с оптимальными тактико-техническими и технико-экономическими характеристиками. Это существенно повышает объем и интенсивность проектно-конструкторских работ и вызывает необходимость дальнейшего развития методов и средств автоматизации проектирования [1, 2. 3. 4].

При создании летательных аппаратов применяется комплекс средств автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства, включающий универсальные системы автоматизированного проектирования (САПР) и специализированные пакеты прикладных программ. Интегрированные САПР типа CAD/CAPP/CAE/PDM охватывают задачи конструкторско-технологической подготовки производства на стадиях технического и рабочего проектирования: разработка конструкций на основе создания электронных моделей изделия, выполнение прочностных, динамических, тепловых расчетов, разработка технологических процессов с использованием типовых решений и информационных ресурсов, управление процессом проектирования. Однако основные проектные решения, определяющие летные и технико-экономические характеристики машины, закладываются на начальных этапах разработки, на стадиях предварительного и эскизного проектирования, для которых необходимы специализированные средства автоматизации проектирования в виде пакетов прикладных программ. С этой связи актуальной проблемой является разработка новых и совершенствование существующих специализированных САПР и прикладных программ, применяемых для проектирования авиационной техники.

Разработка прикладных программ для автоматизированного проектирования летательных аппаратов базируется на методиках, использующих статистическую информацию о прототипах, включающих графоаналитические зависимости между параметрами, требующих эвристического подхода к выбору оптимального проектного решения. Это затрудняет формализацию решаемых задач и автоматическое получение

точного математического решения. Прикладное программное обеспечение должно поддерживать диалоговый режим работы с возможностью корректировки входных параметров и уточнения математических моделей проектируемых объектов. Для сокращения количества вводимых переменных и варьируемых параметров целесообразно специализировать прикладные программы не только по классам решаемых задач, но и по типам проектируемых машин, так как соотношения, характерные для одних летательных аппаратов могут быть неприемлемы для других. Например, при проектировании реактивных самолетов рассчитывают тягу двигателей, а для турбовинтовых самолетов – эффективную мощность. Вместе с тем номенклатура основных прикладных программ, применяемых на начальных этапах проектирования, в принципе не связана с типом проектируемого самолета, что позволяет применять общие подходы к формированию пакетов программ.

По классу решаемых проектных задач прикладные программы можно разделить на несколько групп.

Прикладные программы структурного синтеза предназначены для автоматизации выбора и разработки аэродинамической схемы самолета, схемы расположения двигателей, шасси, оперения. Алгоритм структурного синтеза реализует перебор хранящихся в базе данных или генерируемых вариантов, расчет основных параметров самолета и ожидаемых летно-технических характеристик по упрощенной модели, вычисление целевой функции для оценки каждого варианта и выбора наиболее оптимальной структуры. В качестве целевой функции выбирается взвешенный аддитивный критерий, отражающий совокупность наиболее значащих летных, тактико-технических и технико-экономических характеристик самолета.

Программы для решения задач структурного синтеза необходимы и при проектировании отдельных агрегатов и систем самолета, например, при определении типа и состава системы управления, при разработке конструкции и системы механизации крыла, при формировании компоновки пассажирской кабины.

Пакет прикладных программы для параметрического синтеза целесообразно формировать по блочному принципу. При этом в состав одного блока могут входить программы, относящиеся к некоторому аспекту проектирования и предназначенные для расчета параметров определенного вида. К основным аспектам параметрического синтеза при проектировании самолетов относятся:

- геометрическое проектирование;
- весовое проектирование;
- аэродинамическое проектирование;
- проектирование силовой установки;
- прочностное проектирование;
- расчет центровки.

Программы, входящие в блок геометрического проектирования предназначены для автоматизированного решения следующих задач:

- расчет размеров крыла в зависимости от выбранной формы (прямое, трапециевидное, стреловидное, треугольное);

- вычисление длины и положения средней аэродинамической хорды;

- расчет размеров горизонтального и вертикального оперения, рулей, элеронов, закрылков;

- определение размеров фюзеляжа в зависимости от назначения самолета и характера транспортируемых грузов;

- определение координат расположения двигателей.

Программы, относящиеся к блоку весового проектирования, разрабатываются на основе существующих методик расчета массы конструкции планера, массы устанавливаемого в самолете оборудования, массы силовой установки, шасси, топлива, взлетной и полетной массы самолета. При разработке программ следует предусмотреть возможность корректировки весовых коэффициентов и прочих варьируемых входных величин, определяемых на основе статистической информации, в соответствии с современным состоянием и перспективными направлениями в повышении весовой эффективности авиатехники.

Результаты геометрического и весового проектирования являются исходными данными для последующих расчетов и должны передаваться в соответствующие блоки программ. Геометрические параметры летательного аппарата вводятся в блок программ аэродинамического расчета, в результате работы которых вычисляются основные аэродинамических характеристики:

- коэффициенты аэродинамического индуктивного и волнового сопротивления;

- критическое число Маха;

- коэффициенты подъемной силы крыла, стабилизатора в зависимости от угла атаки;

- аэродинамическое качество самолета с различной конфигурацией механизации крыла;

- зависимость силы аэродинамического сопротивления от скорости и высоты полета.

Результаты аэродинамического проектирования в свою очередь используются в блоке программ для расчета характеристик силовой установки. В блок входят программы для различных типов применяемых двигателей: турбовинтовых, турбореактивных одно- и двухконтурных, турбовентиляторных. Методики расчета характеристик различных типов двигателей отличаются алгоритмом и вычисляемыми параметрами. Например, для турбовинтовых двигателей рассчитывается мощность двигателей, а для реактивных – сила тяги, имеются отличия в расчете высотно-скоростных характеристик, удельного расхода топлива. По результатам расчета программа должна предложить подходящую модель двигателя из базы данных.

Блок программ проектирования компоновки предназначен для решения уравнения компоновки и вычисления положения центра масс самолета относительно средней аэродинамической хорды крыла, координат фокуса самолета для различных вариантов загрузки, заправки топливом и

расположения частей, агрегатов и систем. Пересчет нескольких вариантов позволяет найти оптимальное компоновочное решение.

Блок прикладных программ, реализующих процедуры анализа проектных решений, включает программы для расчета динамики полета, летно-технических характеристик, эксплуатационных и технико-экономических показателей, необходимых для проверки соответствия проектных выходных параметров техническому заданию. На основе полученных в результате параметрического синтеза данных вычисляются:

- параметры взлета и набора высоты до 400 м, длина разбега, скорость отрыва, взлетная дистанция, потребная длина взлетно-посадочной полосы;
- время и дистанция набора высоты крейсерского полета, крейсерская скорость;
- скорости и дистанции снижения, планирования и посадки;
- показатели статической и динамической устойчивости и управляемости.

Для оценки конкурентоспособности проектируемого самолета необходима разработка блока программ для расчета технико-экономических показателей и затрат на стадии проектирования, производственных и эксплуатационных затрат.

Задачи параметрического синтеза и процедуры анализа достаточно хорошо формализуются на основе существующих расчетных методик, однако, во многих случаях требуется адаптация этих методик к алгоритмам автоматизированного проектирования. С учетом вычислительного характера большинства алгоритмов параметрического синтеза и анализа для разработки прикладных программ целесообразно применять математические системы и пакеты, например, Matlab [5].

Результаты проведенного анализа позволяют определить проблемы и задачи разработки прикладного программного обеспечения для автоматизированного проектирования самолетов, выбрать среду программирования, соответствующую типу решаемых задач и разработать методы их компьютерной реализации.

Список литературы

1. Егер, С. М. Основы автоматизированного проектирования самолетов : учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов / С. М. Егер, Н. К. Лисейцев, О. С. Самойлович. – М. : Машиностроение, 1986. – 232 с.

2. Тарасов, Е. В. Методы проектирования летательных аппаратов / Е. В. Тарасов, В. М. Балык. – М. : Вузовская книга, 2011. 322 с. ISBN 978-5-9502-0538-5

3. Камалетдинов, Н. Н. Алгоритмизация расчета проектных параметров самолета : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. Н. Камалетдинов. – Казань, 2011. – 18 с.

4. Пухов, А. А. Автоматизация проектирования дозвуковых грузопассажирских самолетов : дис. ... докт. техн. наук / А. А. Пухов. – М., 2005. – 248 с.

5. Stengel, Robert F. Flight dynamics / Robert F. Stengel. NJ, Princeton : Princeton University Press, 2004. - 845 p. ISBN: 0-691-11407-2

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ОГУ

Радыгин А.Б., Щавелев Е.В., Белов С.В., Сердюк А.И.
АО «ПО «Стрела», КБ «Орион», ОГУ, г. Оренбург

Оренбургская область представляет собой регион - донор, обладающий запасами нефти и газа, полезных ископаемых, солидными площадями пахотных земель и пастбищных угодий.

Имеются мощные предприятия нефтегазовой отрасли, энергетики, а также металлургические и машиностроительные производства, в том числе относящиеся к оборонно-промышленному комплексу.

Оренбургский государственный университет (ОГУ), с 1955 года осуществляющий подготовку инженерных кадров для нужд промышленных предприятий региона, традиционно готовит специалистов по укрупненным группам направлений подготовки в области металлургии, машиностроения, энергетики, строительства и транспорта [1].

В начале 90-х годов XX века, в связи с прекращением притока кадров из других регионов, по инициативе руководства производственного объединения «Стрела» в ОГУ открыта подготовка кадров по направлению авиационной и ракетно-космической техники [2].

Для развития нового направления в университете на базе машиностроительного факультета организован Аэрокосмический институт (АКИ ОГУ), в составе которого создана профильная кафедра летательных аппаратов.

Интерес и жизненная потребность Объединения в развитии подготовки кадров в области авиационной и ракетно-космической техники выразились в том, что на заводской территории был выделен административный четырехэтажный корпус, в кратчайшие сроки выполнен ремонт, оборудованы учебные лаборатории, в качестве преподавателей специальных дисциплин приглашены ведущие специалисты Объединения. Кафедру летательных аппаратов возглавил генеральный директор Объединения Герой социалистического труда профессор Тараков Д.А. [3].

Сегодня АО «ПО «Стрела» представляет собой уникальный многопрофильный производственный комплекс, практически на 100% укомплектованный оборонными заказами на десятилетие вперед. Общее число работающих в Объединении - около семи тысяч человек, инженерно-технический персонал, включая генерального директора и высший руководящий состав, на 93% укомплектован выпускниками ОГУ [4].

В 2000-х годах в Объединении началась масштабная модернизация производства, внедрение новейших технологий и оборудования. Появилось оборудование для лазерного раскроя материалов, изготовления твердосплавных режущих инструментов, гидроабразивные установки, 5-ти координатные станки с микропроцессорным управлением, компьютеризированное материаловедческое, измерительное и испытательное оборудование.

В этих условиях учебная материальная база Аэрокосмического института

уже не позволяла осуществлять подготовку кадров, обладающих необходимыми для производства компетенциями. Поэтому руководство Университета во главе с ректором В.П. Ковалевским приняло курс на приоритетное оснащение лабораторий АКИ ОГУ современным оборудованием [5].

В 2009 – 2012 гг. за счет средств Университета закуплены сверлильно-фрезерно-расточный станок 400V; координатно-измерительная машина Wenzel XOrbit 55; интерактивный комплекс современных систем числового программного управления (ЧПУ); 3D принтер Dimension Elite, послуживший основой для создания лаборатории быстрого прототипирования.

Созданный таким образом материальный задел оборудования и наработанные связи с промышленными предприятиями позволили Университету при поддержке предприятий – партнеров АО «ПО «Стрела», КБ «ОРИОН» АО «ВПК «НПО машиностроения» и ОАО «Завод бурового оборудования» принять участие в 2013 г. в конкурсе грантов «Кадры для регионов» Минобрнауки РФ [6].

Победа в конкурсе и выделенное финансирование позволили существенно модернизировать материальную базу АКИ ОГУ, а по сути, воссоздать ее на качественно новом уровне. На базе приобретенного оборудования и программных средств создан региональный ресурсный центр в составе которого имеются [7]:

1. Лаборатория материаловедческих исследований, включающая настольный растровый электронный микроскоп JeolJCM-6000, оснащенный энергодисперсионным рентгеновским анализатором; прецизионный отрезной станок Micracut151 для подготовки образцов; двухдисковый шлифовально-полировальный станок Forcipol 2v с автоматической головкой Forcimat; прочее оборудование, включая дифрактометр модели МД10, микроскоп металлографический ALTAMY МЕТЗ, микротвердомер ПМТ-3, вихретоковый дефектоскоп ВД132-ОКО-Ol, ультразвуковой дефектоскоп УД2ВП45-Light; установка поверхностной закалки ТВЧ LH-30кW-B.

2. Лаборатория быстрого прототипирования, включающая 10 компьютеров на базе процессоров Core i3 с предустановленными операционными системам Windows и программными средствами разработки геометрических моделей Autodesk Inventor и Компас-3D; 3D-принтер Dimension Elite; цветной плоттер формата А1 HP T 520 и проекционное оборудование (проектор Benq MX 661 с настенным экраном).

3. Лаборатория аэродинамики, включающая аэродинамическую трубу с замкнутым контуром, оснащенной открытой рабочей частью, объектом испытания и информационно-измерительной системой; компьютерный класс имитационного моделирования аэродинамических процессов (12 компьютеров); 3D принтер и 3D сканер.

4. Лаборатория механической обработки на станках с ЧПУ, включающая сверлильно-фрезерно-расточный станок модели 400V, токарно-фрезерный ST-10Y и сверлильно-фрезерно-расточный станок TM-1P. Станки оснащены вспомогательным и режущим инструментом, в том числе фирмы Sandvik Coromant.

5. Лаборатория программирования современных систем ЧПУ по обучению и практической разработке управляющих программ для современных систем ЧПУ с визуализацией процессов обработки. Лаборатория укомплектована базовыми устройствами для установки сменных клавиатур ЧПУ с селекторными переключателями режимов и подачи Board Control. Для обучения программированию в системе HAAS-Fanuc приобретены четыре симуляторы фирмы HAAS, позволяющие осуществлять обучение программированию, разработку и отладку управляющих программ для токарных и фрезерных станков с ЧПУ.

6. Лаборатория комплексных измерений сложных изделий, включающая

координатно-измерительную машину Wenzel XOrbit 55; винтовой компрессор Remeza 10/10/500Д; контактную измерительную систему фирмы BLUM-Novotest на базе измерительного щупа TC50.

7. Лаборатория робототехники и технического творчества на базе расширенного комплекта конструктора для создания программируемых роботов «Робототехнический набор Lego Mindstorms EV3».

8. Лаборатория теории управления и автоматизации производства, включающая стенды «Автоматическое управление расходом, давлением и уровнем жидкости» на базе измерителей-регуляторов «Овен»; «Система автоматического управления расходом» на базе программируемого логического контроллера DVP фирмы Delta; «Основы автоматизации производства» на базе программируемого реле Siemens Logo и элементов цифро-аналоговой схемотехники; комплект типового лабораторного оборудования НТЦ-02.31.1 «Микропроцессорная техника М1» на базе микроконтроллера Atmel ATMega128.

В рамках гранта «Кадры для регионов» была материально поддержана и разработка преподавателями учебно-методического обеспечения для полученного новейшего оборудования.

Наличие в ОГУ современной материальной базы и ее учебно-методического обеспечения оказалось востребованным предприятиями-партнерами. Были открыты курсы повышения квалификации специалистов по современным системам ЧПУ, укрепились связи с предприятиями предприятий, заметно повысился престиж Аэрокосмического института ОГУ как научно-образовательного центра региона [8]. В магистратуру АКИ ОГУ пришли на обучение молодые руководители АО «ПО «Стрела», занимающие должности начальников отделов, управлений, заместителей генерального директора.

Поэтому софинансирование в конкурсе «Новые кадры для ОПК -2014» было охотно поддержано руководством Объединения. Победа в конкурсе потребовала решения новых задач, связанных с привлечением наиболее подготовленных абитуриентов на традиционно слабо востребованные направления технического профиля; с освоением студентами современных компетенций, требующихся на предприятии ОПК; с совершенствованием практической направленности подготовки.

Для привлечения абитуриентов развернута профориентационная работа, в основу которой положена существенно увеличившаяся информационная откры-

тость учебного процесса в АКИ ОГУ и профессиональной деятельности выпускников в условиях оборонного предприятия.

При поддержке управления образования областного центра и руководства Объединения организованы экскурсии старшеклассников в цеха АО «ПО «Стрела» и в обновленные лаборатории Аэрокосмического института. На базе лаборатории робототехники организован кружок технического творчества школьников.

На уровне Губернатора области решен вопрос о дополнительных стипендиях для лучших выпускников школ, продолживших обучение в вузах региона. На уровне руководства ОГУ принято решение о выделении мест в общежитиях для всех студентов приоритетных направлений подготовки. В средствах массовой информации, включая компьютерные социальные сети, стала выставляться информация о наиболее ярких событиях студенческой жизни. За 2014/15 учебный год преподаватели АКИ ОГУ провели встречи со старшеклассниками практически во всех средних школах, лицеях и гимназиях г. Оренбурга.

Хорошей информационной поддержкой стали встречи студентов с потенциальными работодателями - «оборонщиками» и из других регионов: например, встреча с представителем корпорации "Тактическое ракетное вооружение" - начальником отдела кадров ОАО "ГосМКБ "Радуга" им. А.Я. Березняка" (Дубна) [9], визит представителя ФГУП "Приборостроительный завод" госкорпорации "Росатом" (Челябинская область, г. Трехгорный) [10].

Результаты профориентационной работы принесли плоды. Согласно рейтингу качества бюджетного приема в российские вузы в 2015 году, представленному Высшей школой экономики совместно с агентством "РИА Новости", АКИ ОГУ занял четвертое место среди 30 вузов России по направлению «Авиационная и ракетно-космическая техника» [11]. Достигнутые результаты позволяют ходатайствовать перед Минобрнауки об увеличении квоты бюджетных мест на 2016 год.

Современная материальная база Аэрокосмического института, его учебно-методическое обеспечение и квалификация профессорско-преподавательского состава позволили совместно с представителями АО «ПО «Стрела» сформулировать следующие необходимы компетенции для целевого обучения студентов:

1) способность использовать современное оборудование по структурному и фазовому анализу материалов, электронной микроскопии, ультразвуковой и вихретоковой дефектоскопии;

2) способность применять современное оборудование и программные продукты для создания прототипов машиностроительных изделий на основе аддитивных технологий;

3) способность выполнять комплекс экспериментальных аэродинамических исследований, инженерного анализа, компьютерной увязки размеров и формы летательных аппаратов;

4) способность разрабатывать технологические процессы и управляющие программы для многокоординатных станков с ЧПУ;

5) способность разрабатывать управляющие программы для контрольных

операций на современных координатно-измерительных машинах при изготовлении летательных аппаратов;

6) способность генерировать новые инженерные решения в робототехнике;

7) способность разрабатывать программы управления логикой работы микроконтроллеров и промышленных контроллеров для систем управления производственного оборудования.

Освоение компетенций, приобретение необходимых знаний и навыков осуществлялось в рамках целевого обучения 40 студентов по 7 приоритетным направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры. Содержание образовательных программ учебных модулей целевой подготовки согласовано и утверждено руководством АО «ПО «Стрела». Накопленные учебно-методические наработки включены в учебные планы обучения студентов набора 2015 года.

Для усиления практической направленности подготовки студентов был использован накопленный опыт взаимодействия с АО «ПО «Стрела». Традиционно Объединение выступает в роли базового предприятия практической подготовки студентов АКИ ОГУ. Начиная с первого курса, со студентами проводятся ознакомительные экскурсии по цехам и отделам Объединения. Демонстрируются новейшее производственное оборудование, используемые технологии и изготавливаемые изделия.

Производственная практика связана с работой практикантов на конкретных рабочих местах. Это позволяет будущим инженерам глубже освоить выбранную специальность, адаптироваться в производственном коллективе, получить существенную прибавку к академической стипендии. Преддипломная практика осуществляется в соответствии с темой будущего дипломного проекта, а также с изучением и сбором практических материалов для его выполнения.

Трудоустройство выпускников АКИ осуществляется в цеха и отделы предприятия через службу заместителя генерального директора Объединения по персоналу. Кстати, зам. генерального директора по персоналу – выпускник магистратуры АКИ ОГУ 2015 года.

В рамках реализации гранта «Кадры для ОПК-2014», по согласованию с руководством учебно-производственным центром Объединения, началась реализация проекта организации в АО «ПО «Стрела» сквозной практики студентов.

Накапливаемый опыт целевой подготовки кадров для предприятий ОПК находит свое развитие и совершенствование в новом двухгодичном гранте – «Новые кадры для ОПК - 2015». На этот раз АКИ ОГУ заявил о целевой подготовке уже 150 студентов 17 направлений среднего профессионального образования, бакалавриата и магистратуры [12].

Планируется за предстоящие два учебных года в основном завершить создание в Оренбургском государственном университете эффективной многоуровневой системы технического образования в лучших традициях российского инженерного образования.

Список литературы

1. Ковалевский, В. П. Некоторые проблемы отечественного машиностроения и их решение в Оренбургском государственном университете / В. П. Ковалевский, А. И. Сердюк, А. А. Корнипаева // Машиностроение и инженерное образование. – 2008. - № 2. - С. 2-9.

2. Сердюк, А. И. Аэрокосмическое образование в Оренбуржье: проблемы, поиски, решения / А. И. Сердюк, Н. А. Онищенко // Высшее образование в России. - 2009. - № 3. - С. 104-112.

3. Сердюк, А.И. Аэрокосмический институт ОГУ как учебно-научный центр/ А.И. Сердюк, А.Н. Поляков, А.Б. Радыгин// Высшее образование в России. 2014. № 7. С. 115-122.

4. АО «ПО «Стрела». История Объединения. - Режим доступа : http://www.pa-strela. com/ index.php/ru/home/2009-03-19-09-06-32*. — 02.12.2015.*

5. Ковалевский, В.П. Материальная база Аэрокосмического института ОГУ: на пути к технологиям нового уклада / В.П. Ковалевский, А.И. Сердюк // «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 307 – 311.

6. Сердюк, А.И. Сотрудничество вуз - предприятие ОПК на примере аэрокосмического института ОГУ / А.И. Сердюк, Е.В. Щавелев, А.Б. Савельев // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всеросс.. науч.- техн. конф. (с междунар. участием), 4 – 6 февраля 2015 г.; Оренбургский гос. ун-т.- Оренбург, 2015. С. 137-143.

7. Аэрокосмический институт ОГУ представляет новые возможности в виде регионального ресурсного центра.- Режим доступа : http://osu-aki.ru/*. — 02.12.2015.*

8. Презентация Аэрокосмического института ОГУ.- Режим доступа : http://www.youtube. com/watch?v=frmexnjruuk*. - 02.12.2015.*

9. Из Оренбурга — в Дубну. - Режим доступа : http://www.osu.ru/news/ 15114*. — 02.12.2015.*

10. Выгодное предложение? - Режим доступа : http://www.osu.ru/news/ 13269*. — 02.12.2015.*

11. Качество бюджетного приема в государственные вузы РФ 2015 по укрупненным группам направлений 2015.- Режим доступа : http://vid1.rian. ru/ig/ratings/naprav lenie_2015.htm*. — 02.12.2015.*

12. Новый грант для подготовки кадров ОПК. - Режим доступа : http://www.osu.ru/ news/ 15472*. — 02.12.2015.*

ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЛОЙНЫХ КОНТУРОВ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ракитин С.Ю., Илькубаев А.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Формирование управляющей программы для аддитивного производства существенно отличается от генерации программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) традиционного производства.

Процесс генерации управляющей программы при традиционном производстве заключается в том, что станок с ЧПУ убирает от заготовки лишний материал. Это происходит при использовании механической обработки (сверлении, точении, фрезеровании и т.д.). Управляющая программа содержит команды G–кода.

G–код – условное наименование языка программирования устройств с числовым программным управлением [1]. Используя эти операторы, система ЧПУ выдает команды станку – насколько необходимо переместиться, по каким именно осям, какой привод или механизм включить/выключить.

Процесс формирования управляющей программы при аддитивном производстве выглядит несколько иначе. Аддитивное производство – процесс послойного «выращивания» физического объекта, параметры которого заданы виртуальной моделью. Как правило, при таком производстве используются не станки с ЧПУ, а 3D – принтеры. Это периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D – модели [2]. Как видно из определения аддитивного производства, управляющая программа должна содержать команды, которые позволяют 3D–принтеру «вырастить, напечатать» модель.

За формирование программ для станков, 3D–принтеров и т.д. используются CAM–системы. CAM (англ. Computer–aided manufacturing) – автоматизированная система, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, ориентированная на использование ЭВМ [3].

При генерации управляющей программы для аддитивного производства необходимо проанализировать 3D – модель на каждом слое. Дискретность слоя зависит от требуемой точности и технической возможности реализации, например, 0.3 и 0.125 мм. При анализе слоя, требуется найти контур от пересечения секущей плоскости с 3D–моделью. Математическое описание этого процесса приведено ниже.

В качестве формата 3D – модели выбран формат STL. STL (от англ. stereolithography) – формат файла, широко используемый для хранения трехмерных моделей объектов для использования в технологиях быстрого прототипирования, обычно, методом стереолитографии [4]. Информация об объекте хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей. STL – файл может быть текстовым (ASCII) или двоичным (бинарным).

ASCII STL файл начинается со строки: solid name,

Где name – необязательная строка (если name опущено, всё равно должен быть пробел после solid). Файл продолжается с любым числом треугольников, описываемых следующим способом:

facet normal n_i n_j n_k

outer loop
vertex $v1_x$ $v1_y$ $v1_z$
vertex $v2_x$ $v2_y$ $v2_z$
vertex $v3_x$ $v3_y$ $v3_z$
endloop
endfacet

где каждый n или v число с плавающей запятой в виде знака–мантиссы или 'e'–знак – экспоненты, то есть "–2.648000e–002". Файл завершается строкой:

endsolid name

Наиболее простым в реализации является считывание данных о модели из текстового формата файла (ASCII), хотя он обладает в среднем в 3 раза большим объемом.

Перед тем как начать искать точки пересечения необходимо найти высоту будущей модели. Для этого необходимо перебрать все координаты треугольников и найти минимальное и максимальное значения по координате Z, после чего требуется найти их разность.

$$H = Z_{max} - Z_{min}, \quad (1)$$

где Z_{max} – максильная координата по Z;

Z_{min} – минимальная координата по Z;

H – высота будущей детали.

Значения H определяет высоту детали, но не указывает, сколько раз требуется выполнить сечение плоскостью. Для этого требуется разделить это число на высоту одного слоя.

$$K = \frac{H}{S}, \quad (2)$$

где H – высота будущей детали;

S – высота одного слоя;

K – количество слоев.

Секущая плоскость должна быть параллельна той плоскости, на которой располагается 3D–модель при печати. В примере модель расположена на плоскости *XY*. Тогда уравнение секущей плоскости будет иметь вид [5]:

$$C_z + D = 0, \qquad (3)$$

где C_z – состовляющая нормального вектора плоскости;

D – высота от начала координат до секущей плоскости.

Так как STL-формат, аппроксимирует модель в виде треугольников, то для получения текущего контура модели необходимо искать точки пересечения сторон треугольника с секущей плоскостью (рисунок 1).

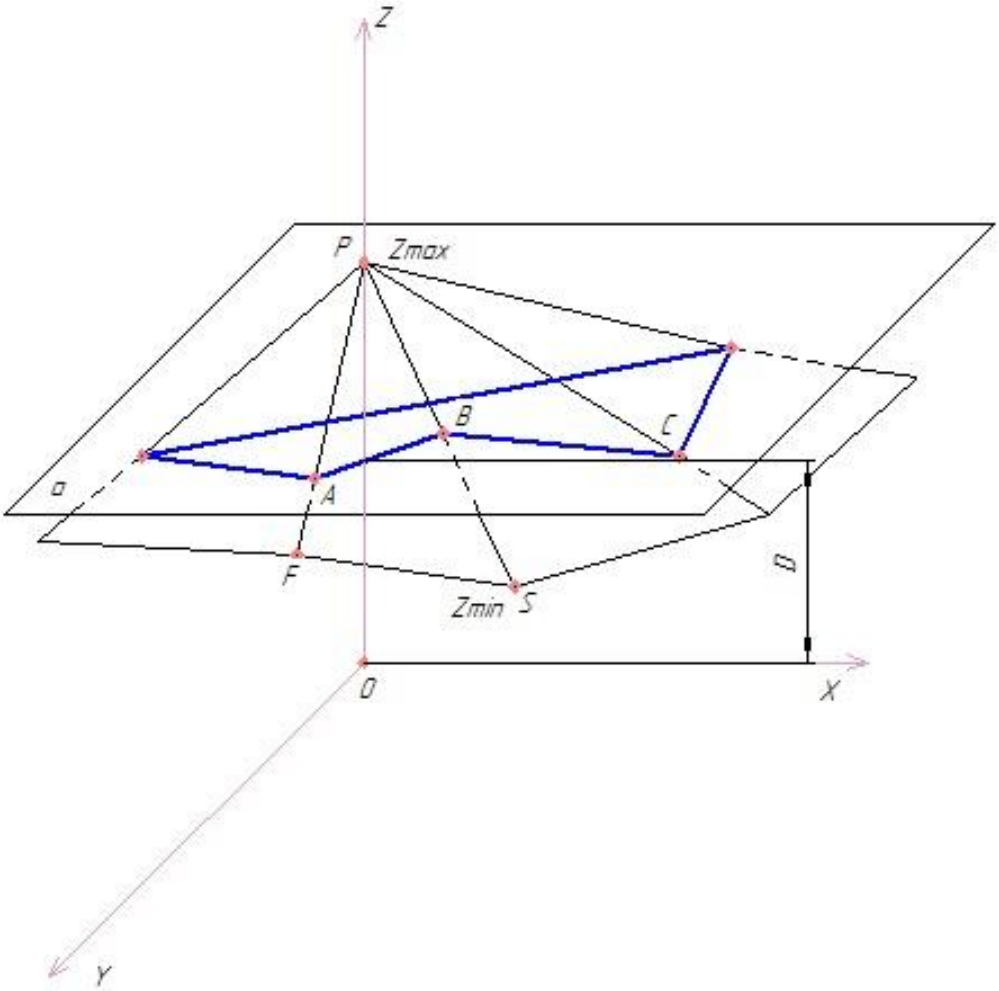


Рисунок 1 – Пример формирования контура

Под контуром понимается будущий слой модели, без учета внутреннего заполнения, состоящий из замкнутых отрезков. Рассмотрим треугольник *FPS*.

Как видно из рисунка 1 он пересекает секущую плоскость в точках *A* и *B*. Прежде чем искать точки пересечения отрезка с секущей плоскостью необходимо проверить условия (данные условия действуют для отрезка PF):

$$\big((D < P_z) \text{ и } (D > F_z)\big) \text{ или } \big((D > P_z) \text{ и } (D < F_z)\big), \quad (4)$$

где D – высота от начала координат до секущей плоскости;

P_z – координта z точки P;

F_z – координата z точки F.

Эти условия позволяют определить, будет ли иметь данный отрезок точку пересечения с секущей плоскостью. Для определения координат точки пересечения А необходимо воспользоваться формулами:

$$X_A = X_P + (X_F - X_P) \cdot \frac{D - Z_P}{Z_F - Z_P}, \quad (5)$$

$$Y_A = Y_P + (Y_F - Y_P) \cdot \frac{D - Z_P}{Z_F - Z_P}, \quad (6)$$

$$Z_A = Z_P + (Z_F - Z_P) \cdot \frac{D - Z_P}{Z_F - Z_P}, \quad (7)$$

где X_A, Y_A, Z_A – координаты будущей точки *A* которая принадлежит контуру;

X_P, Y_P, Z_P – координаты точки *P*, которая является началом отрезка, над которым происходит операция;

X_F, Y_F, Z_F – координаты точки *F*, которая является концом отрезка, над которым происходит операция;

D – высота от начала координат до секущей плоскости.

После того как деталь будет полностью проанализирована, получаем массив точек для каждого слоя (таблица 1).

Таблица 1 – Массив точек для каждого слоя

Номер треугольника	1		2		3	
Номер точки пересечения	1	2	1	2	1	2
X, мм	15.20	15.17	15.17	15.07	15.07	14.86
Y, мм	15.00	15.10	15.10	15.18	15.18	15.13
Z, мм	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00
Номер слоя	1	1	1	1	2	2

Рассмотрим особенности массива точек. Как видно из таблицы 1, координата Z для каждого слоя является константой. Это объясняется тем, что все точки слоя находятся на одинаковом удалении от начала координат. Вторая особенность заключается в том, что у двух рядом лежащих треугольников одна общая сторона, поэтому у первого треугольника 2 точка пересечения имеет одинаковые координаты с 1 точкой пересечения второго треугольника.

Теперь необходимо из этих точек построить контур для каждого слоя. В качестве примера рассмотрим модель, вид сверху которой представлен на рисунке 2.

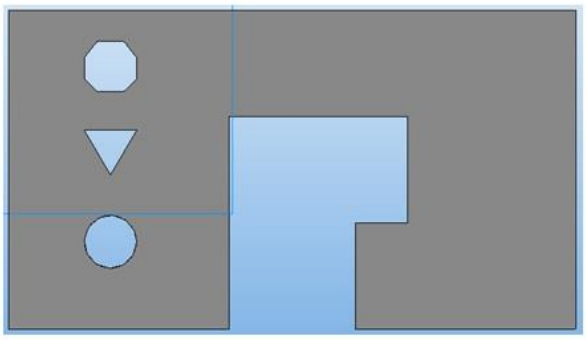


Рисунок 2 – Модель детали со сквозными отверстиями разной формы

Для этого требуется соединить точки в определенной последовательности. Рассмотрим последовательность, при которой точки соединяются по следующей формуле:

$$A(X_n, Y_n), B(X_{n+1}, Y_{n+1}), \quad (8)$$

где A – начало отрезка;

B – конец отрезка;

n – число всех точек пересечения.

На рисунке 3 показано как будет выглядеть контур слоя, если его соединить по формуле описанной выше.

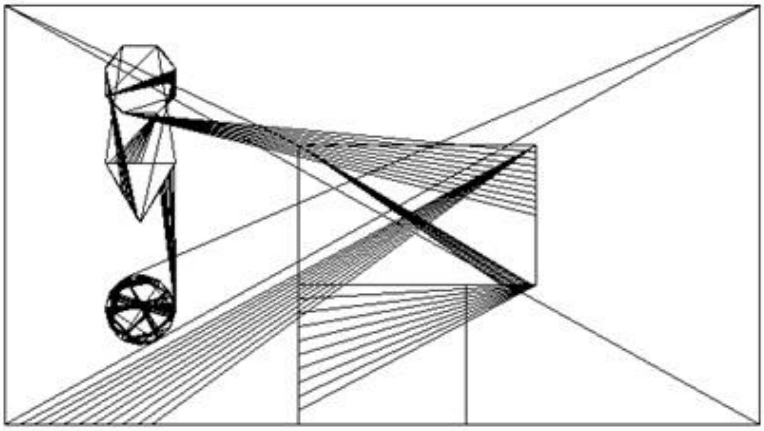


Рисунок 3 – Контур, полученной по первой последовательности

Как видно из рисунка 3 на контуре появляются лишние отрезки. Это связано с тем, что при формировании контура необходимо знать не только все его точки, но и последовательность их соединения, а так же принадлежность к внешнему или одному из возможных внутренних. Таким образом, соединение точек в порядке их нахождения недопустимо.

Для решения данной проблемы воспользуемся тем, что секущая плоскость пересекает треугольник в двух точках, а у двух рядом лежащих треугольников, есть общее ребро, это значит, что точка пересечения этого отрезка с секущей плоскостью будет одинаковой. Исходя из этих особенностей, получаем последовательность:

$$A(X_{v*2-1}, Y_{v*2-1}), B(X_{v*2}, Y_{v*2}), \quad (9)$$

где A – начало отрезка;

B – конец отрезка.

$$v = n/2, \quad (10)$$

где n – число всех точек пересечения.

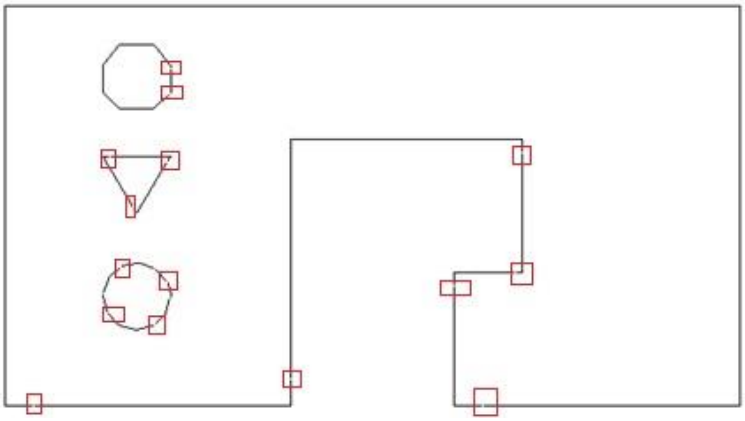


Рисунок 4 – Контур, полученный по второй последовательности

Как видно из рисунка 4, лишние отрезки отсутствуют. Но возникла следующая проблема. Прямоугольниками на рисунке 4 выделены пустые точки, то есть контур не замкнутый. Это объясняется ошибками в округлении при операциях с числами с плавающей точкой, а так же вероятностью расположения вершины треугольника непосредственно на плоскости. Для решения этой проблемы необходимо изменить условия (4) следующим образом:

$$\big((D \le P_z) \text{ и } (D \ge F_z)\big) \text{ или } \big((D \ge P_z) \text{ и } (D \le F_z)\big), \quad (11)$$

где D – высота от начала координат до секущей плоскости;

P_z – координта z точки P;

F_z – координата z точки F.

Теперь под условия попадают отрезки, которые пересекают плоскость, и отрезки начало или конец которых лежит в плоскости. Для правильного соединения массива точек необходимо ввести принадлежность точек к контуру. То есть, построение будет осуществляться для каждого слоя отдельно. Таким образом, получаем третью последовательность:

$$A_{ij}\left(X_{n_j}, Y_{n_j}\right), B_{ij}\left(X_{n_j+1}, Y_{n_j+1}\right), \quad (12)$$

где A_{ij} – начало i – го отрезка, на j слое;

B_{ij} – конец i – го отрезка, на j слое;

n_j – число точек пересечения на j слое.

На рисунке 5 показано как будет выглядеть контур слоя, если его соединить по формуле описанной выше.

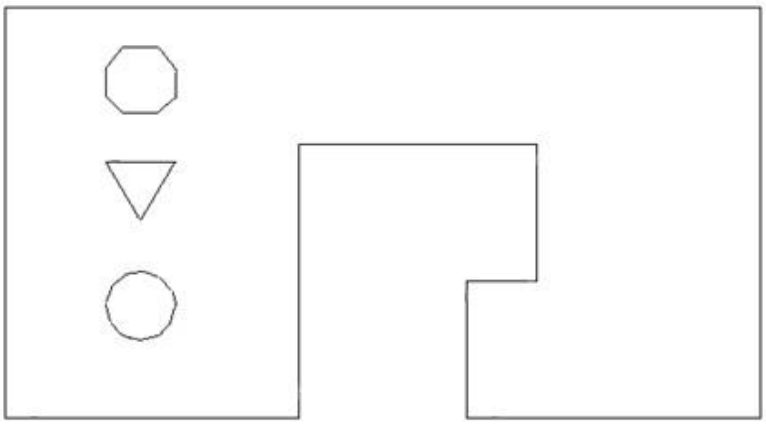


Рисунок 5 – Контур, полученный по третий последовательности

Третья последовательность позволяет удалить лишние отрезки и обеспечивает необходимое условие замкнутости контура. Полученный контур полностью идентичен модели, показанной на рисунке 2.

Список литературы

1. G–code / Свободная энциклопедия – Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/G–code. – 30.11.2015.

2. 3D–принтер / Свободная энциклопедия – Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/3D–принтер. – 30.11.2015.

3. CAM / Свободная энциклопедия – Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/CAM. – 30.11.2015.

4. STL (формат файла) / Свободная энциклопедия – Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/STL_(формат_файла). – 30.11.2015.

5. Плоскость. Прикладная математика, справочник математических формул, примеры и задачи с решениями. – Режим доступа: http://www.pm298.ru/plosk.php. – 30.11.2015.

ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Селянин Е.А., Горбунов А.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Вопросы автоматизации сварочных процессов рассматриваются в качестве важнейших задач по ускорению научно-технического прогресса, формированию науки и связываются с обширным внедрением автоматизированных сварочных установок (СУ) в разнообразных отраслях производства [3,5]. Удачное решение по внедрению автоматизированных СУ имеет большое значение и для будущего развития всего сварочного производства.

Автоматизацию сварочных процессов отожествляют с переводом сварочного оборудования на автоматический режим работы, что подразумевает введение в производство агрегатов и аппаратов, действующих с участием минимального количества операторов.

За последние годы существенно расширено информационное обеспечение автоматизированных сварочных установок (АСУ) за счет их оснащения измерительными устройствами. Введение информационной и управляющей частей в СУ позволяет получить новый класс адаптивных систем управлений в сварочной аппаратуре, сформировать на ее основе автоматизированные комплексы для различных способов сварки.

За счет применения АСУ появилась возможность выполнять швы различной степени сложности. Это позволило получать сварные швы с требуемой геометрией. Использование АСУ позволяет повысить производительность, экономить сварочные материалы, электроэнергию и уменьшать сварочную деформацию. Уменьшается потребность в использовании специальных станков и аппаратов.

Вопрос оснащения производства АСУ состоит в выборе специализированных или специальных роботов-манипуляторов для решения задач по выполнению сварочных процессов в аэрокосмической области. И наибольший интерес в автоматизации сварочных процессов представляет использование робототехнических комплексов (РТК) для сварки, рисунок 1[4]. В результате чего происходит повышение качества и производительности.

Основные требования, предъявляемые к РТК для сварки связанны с характеристиками сварочного производства, являются:

– наличие большого числа степеней свободы, обеспечивающей необходимые перемещения сварочной головки и свариваемого изделия;

– потребность в применение средств автоматической коррекции линии движения сварочной головки относительно изделия;

– защита конструкции от влияния сварочного;

– применение в РТКДС максимально производительных процессов.

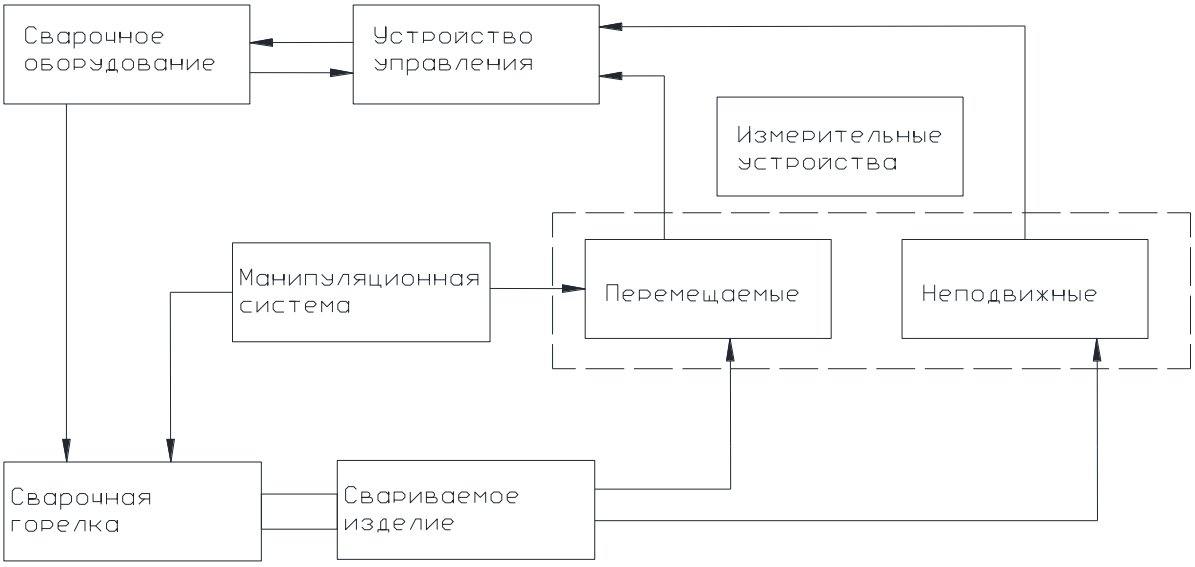


Рисунок 1 — Состав РТК для сварки

Существуют следующие способы движения сварочной головки относительно изделия:

– изделие статично закреплено в течение всей операции сварки, а сварочная головка совершает все необходимые перемещения;

– изделие по необходимости перемещается за счет манипулятора, а сварочная головка постоянно в течение сварки изменяет свое положение;

– изделие, как и сварочная головка постоянно перемещаются в течение сварочного процесса;

– изделие совершает все необходимые перемещения, когда сварочная головка статична закреплена.

Автоматизированные системы автоматического управления технологическим процессом (АСУ ТП) предполагает наличие микроконтроллеров или ЭВМ в контуре управления, а также участие человека-оператора в управлении технологическим процессом [1,2].

В АСУ ТП выделяют три структуры с различным видом управления: центральная, децентрализованная и комбинированная. В структурах с центральным управлением для образования управляющих операций решается за счет центрального цифрового управляющего устройства, объединенным с многими каналами связи с объектами управления.

Схематично структуру с центральным управлением можно представить в виде, рисунок 2. Она содержит объекты управления (ОУ), цифровое управляющее устройство (ЦУУ), группу входных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и выходные цифроаналоговые преобразователи (ЦАП), соединенные с исполнительными устройствами ИУ. Если осуществляется управление сложным многомерным объектом, например, по длине шва определяет текущие координаты стыка.

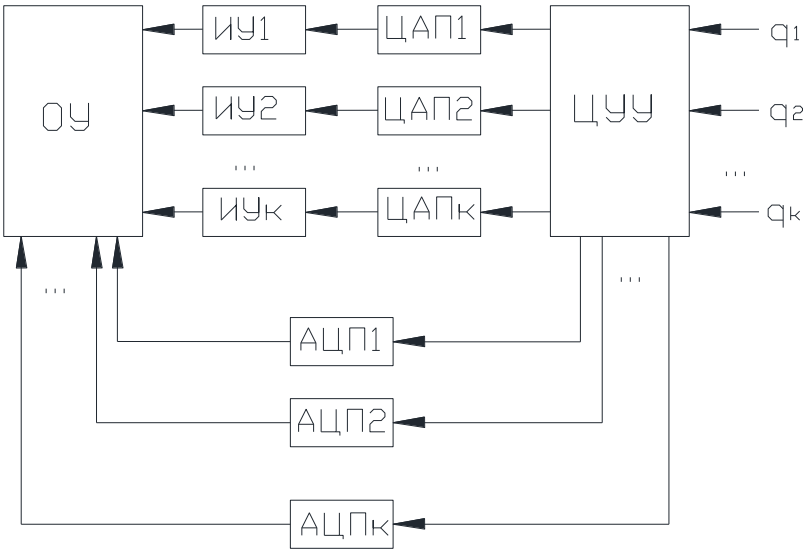


Рисунок 2 — Структура АСУ ТП с центральным управлением

Чтобы не перегружать ЭВМ вычислительными операциями и исключить запоминание большого количества координат, сварной шов разбивается на линейные участки небольшой длины и апроксимируются с нужной точностью в криволинейные шов. Для всех участков достаточно занести в память ЭВМ лишь расположение узловой точки. В последующем ЭВМ подсчитывает координаты всех промежуточных точек с помощью линейной интерполяции. При создании криволинейных швов АСУ гарантируют непрерывную скорость сварки, постоянно изменяя скорость перемещения по координатам x и y. Достаточно большой объем памяти современных ЭВМ позволяют задать программу изменения параметров режима сварки практически любой сложности. Единовременно исполняется контроль допусков всех параметров режима сварки. Система работы АСУ программируется оператором с пульта управления.

Устройства для транспортирования и хранения ЛА представляют собой пространственные сварные конструкции из сортового проката, предназначенные для транспортирования и хранения ЛА в транспортно-пусковом контейнере (стакане).

Транспортирование ЛА в этом устройстве возможно:

– железнодорожным транспортом;

– воздушным транспортом;

– автомобильным транспортом.

Общая технико-экономическая производительность использования сварочных роботов при производстве устройств для транспортирования и хранения ЛА заключается в повышении параметров сварного соединения. Экономический эффект — снижение расходов, за счет автоматизации сварочных процессов. Также использование роботов возможно в условиях вредной среды, где использование человеческого труда невозможно.

При этом не стоит отбрасывать и тот факт что, многие виды сварных соединений в аэрокосмической области можно получить вручную или с использованием полуавтоматов. Их стоимость сравнительно низка, в то время как для сварочных роботов необходим целый комплекс оснастки, стоимость которой во много раз превосходит стоимость механизированного сварочного инструмента.

Решение задачи по внедрению роботов в сварочное производство при изготовлении устройств для транспортирования и хранения ЛА в аэрокосмической области представляется возможным, но технически достаточно сложно, вследствие чего в настоящее время эта задача остается актуальной.

Список использованных источников

1. *Контроль и управление глубиной проплавления при дуговой сварке : учеб. пособие / Гладков Э. А., Киселев О. Н., Перковский Р. А. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 71 с. : ил. - Библиогр.: с. 69-71. - ISBN 5-7038-2209-2.*
2. *Управление процессами и оборудованием при сварке : учеб. пособие для вузов / Гладков Э. А. - М. : Академия, 2006. - 429 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 423-426. - ISBN 5-7695-2301-8.*
3. *Патон Б. Е. Проблемы комплексной автоматизации сварочного производства // Автоматическая сварка. – 1981. – № 1. – С. 3–9.*
4. *Пашкевич А. Н. Автоматизированное проектирование роботов и робототехнических комплексов для сборочно-сварочных производств: учеб. пособие. Минск: Изд-во Белорус. ГУ информатики и радиоэлектроники (БГУИР), 1996. 101 с.*
5. *Тимченко В. А., Сухомлин А. А. Роботизация сварочного производства. – Киев: Техника, 1988. 175 с.*

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ, ДАВЛЕНИЕМ И УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ

Сергеев А.И., Русяев А.С., Корнипаев М.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В современном мире большинство технических устройств, от стиральной машины и до космического аппарата, оснащены системами автоматизации. При этом, принципы их управления разрабатываются на основе законов регулирования. Для повышения уровня квалификации студентов, изучающих область автоматизации технологических процессов и производств, на кафедре систем автоматизации производства приобретено новое лабораторное оборудование, построенное на современной элементной базе, применяемой в промышленности.

Учебный стенд АУ-РДУЖ-010-49ЛР-01 «Автоматическое управление расходом, давлением и уровнем жидкости» [1] (рисунок 1) предназначен для изучения принципов управления и контроля процессов заявленных в его названии. Стенд имеет четыре исполнительных механизма: дискретная, пропорциональная задвижки и пропорциональный клапан, также в качестве управляемого устройства выступает электродвигатель насоса подачи жидкости.

Расход жидкости может измеряться при помощи трех первичных преобразователей: электромагнитного, тахометрического расходомеров и измерительной диафрагмы. Принцип действия электромагнитного расходомера основан на законе Фарадея (закон электромагнитной индукции). При протекании в трубопроводе токопроводящей жидкости между полюсами магнита в направлении перпендикулярном направлению жидкости и в направлении основного магнитного потока возникает ЭДС, пропорциональная скорости движения жидкости. Тахометрический расходомер основывается на измерении скорости вращения установленной в потоке турбины, которая будет изменяться в соответствии с увеличением или уменьшением расхода жидкости, применяется как расходомер и как счетчик. Измерительная диафрагма относится к приборам измерения расхода по перепаду давления. В трубопровод устанавливается сужающее устройство, вызывающее рост давления перед собой и снижение - после себя. Перепад давлений увеличивается с увеличением расхода пропускаемого вещества (газ, жидкость).

Для контроля уровня применены гидростатический датчик давления жидкости в емкости и два дискретных датчика. Работа гидростатического датчика уровня основана на линейной зависимости давления, создаваемого столбом жидкости, от высоты этого столба. Таким образом, измеряя давление на дне сосуда, зная плотность жидкости и ускорение свободного падения можно вычислить высоту столба жидкости (уровень). Дискретные датчики представляют собой два геркона, позволяющие контролировать верхнюю и нижнюю границы уровня жидкости. Из разомкнутого состояния в замкнутое геркон переходит в момент подъема поплавка с установленным в нем постоянным магнитом.

Рисунок 1 – Внешний вид учебного стенда АУ-РДУЖ-010-49ЛР-01

Для измерения давления могут использоваться деформационные, пьезорезистивные датчики давления, стеклянные жидкостные приборы, грузопоршневые манометры. Деформационные приборы (пружинные) механические основаны на принципе деформации различного рода упругих элементов. Принцип пьезорезистивного датчика основан на том, что установленный в нем кремниевый интегральный преобразователь давления изменяет сопротивление при наложении давления. Стеклянные жидкостные приборы широко применяются в лабораториях, в промышленности и при поверке. Простейшим прибором для измерения давления, вакуума (разрежения или разности давлений) является стеклянный двухтрубный *U*-образный жидкостный манометр.

Информация с датчиков поступает на измерители-регуляторы микропроцессорные одноканальные «Овен» ТРМ1. Управление может

осуществляться как с помощью измерителей-регуляторов, так и с помощью персонального компьютера. Помимо управления компьютер используется для составления графиков и получения табличных данных, отображающих процесс управления. Имея данную информацию студенты могут проанализировать параметры процесса управления и подобрать их таким образом, чтобы снизить ошибку регулирования.

Управление асинхронным трехфазным двигателем осуществляется посредством частотного преобразователя. Таким образом, для питания стенда используются обычные однофазные сети питания, а также появляется возможность плавного регулирования частоты вращения центробежного насоса. При испытании насоса в качестве устройства управления давлением, учащийся явно видит, что при неправильно выбранной ошибке регулирования и возникновении автоколебаний, давление воздуха в колбе заставляет жидкость вращать двигатель в обратном направлении при уменьшении частоты управляющего сигнала. Это легко заметить по вращению индикаторной шестерни в тахометрическом датчике расхода.

Не менее важно изучение принципов регулирования клапанами при различных условиях эксплуатации. Так, например, пропорциональная задвижка, являющаяся самым медленным в реакции инструментом из-за привода с червячным редуктором, незаменима при использовании в трубопроводах большого диаметра.

Использование данного стенда позволяет получить профессиональные практико-ориентированные компетенции работы с промышленным оборудованием, что снижает время адаптации выпускника на рабочем месте после окончания университета.

Список литературы

1. Стенд учебный АУ-РДУЖ-010-49ЛР-01 (АУ-РДУЖ-010-3ОЛР-01) «Автоматическое управление расходом, давлением и уровнем ЖИДКОСТИ» : Паспорт АУ-РДУЖ-010-49ЛР-01.ООО ПС. – Челябинск : ООО Научно-производственное предприятие "Учебная техника - Профи", 2014. – 8 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛА С ДРЕВЕСИНОЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Соболев М.М., Руднев И.В., Абрамов В.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Применение вклеенных в древесину стальных связей широко используется в соединениях элементов деревянных конструкций. Одним из наиболее эффективных видов таких соединений является устройство стыков с помощью вклеенных в древесину стержней из арматуры периодического профиля и стальных пластин (стык системы ЦНИИСК). Расчет и проектирование таких стыков изложен в своде правил СП 64.13.330.2011 «Деревянные конструкции» и трудах разработчиков универсального стыка [1].

Точное аналитическое решение задачи по определению НДС клеевого соединения стальных связей при их работе на выдергивании из массива древесины в трехмерной постановке на сегодняшний день отсутствует. Однако существуют расчетные схемы плоской деформации, они относятся к краевой задаче теории упругости для конечных канонических областей с угловыми точками границы и ребрами жесткости. Решения представлены в виде явных разложений по собственным функциям краевой задачи – функциям Фадля-Папковича [3]. Разложения какой-либо функции по той или иной системе функций Фадля-Папковича можно рассматривать, как обобщение разложений в тригонометрические ряды Фурье, а решение краевых задач в виде разложений по этим функциям – как обобщение разложений Файлона-Рибьера. В то же время, полученные аналитические решения достаточно сложны и трудоемки [4, 5].

Моделирование и расчет такого соединения в программном комплексе ANSYS, который обладает обширным набором инструментов и, тем самым, обеспечивает высокую точность получаемых результатов, позволяет уйти от громоздкого математического решения при сохранении его достаточной достоверности.

Рассмотрим создание конечно-элементной модели в программном комплексе ANSYS. Возможности данного комплекса позволяют учитывать анизотропию древесины. Модель создана с использованием элемента SOLID-185, который ориентирован на трехмерное твердотельное моделирование конструкций, образован восемью узлами с тремя степенями свободы каждый. Данный тип элемента позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести и в условиях как больших, так и незначительных перемещений и деформаций. SOLID-185 обладает 3 типами геометрии: гексаэдр, призма и тетраэдр, причем использование последних двух в рассматриваемой задаче не рекомендуется. В связи с тем, что элементы клеевого соединения представляют гексаэдр, выбор данного элемента позволяет более точно распределить конечно-элементную сетку, что соответственно повысит точность расчета модели.

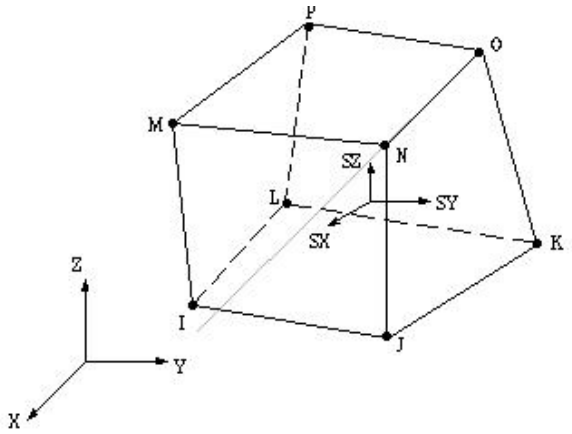


Рисунок 1 – Конечный элемент SOLID185 и направление компонент напряжений в глобальной системе координат

Конечно-элементная модель растянутого стыка, созданная в программном комплексе ANSYS, показана на рисунке 2.

а) б)

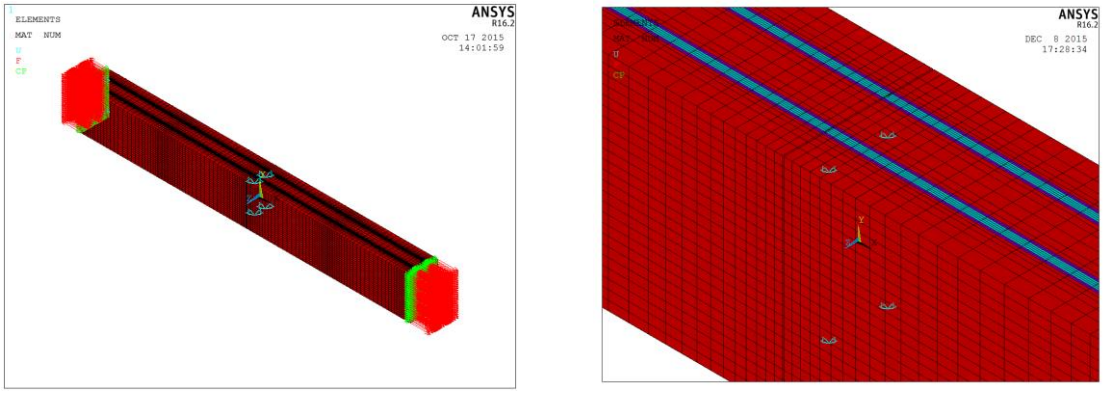


Рисунок 2 – Общий вид конечно-элементной модели растянутого стыка в ПК ANSYS (а) и область сопряжения деревянных элементов (б)

До проведения расчета в модель вводились следующие физико-механические и упругие характеристики материалов, принятые по результатам испытаний материалов [6]:

- стальная пластина – сталь Ст3пс (модуль упругости – 210 000 МПа; коэффициент Пуассона – 0,3, модуль сдвига – 81 000 МПа);
- деревянный брус – сосна 2-го сорта (модуль упругости вдоль волокна – 12 000 МПа, поперек волокна – 490 МПа, коэффициент Пуассона поперек волокон – 0,315, вдоль волокон – 0,347, модуль сдвига вдоль и поперек волокон – 500 МПа);
- клей – эпоксидная композиция (модуль упругости – 3000 МПа, коэффициент Пуассона – 0,017, модуль сдвига – 1250 МПа).

К созданной модели прикладывалась разрывная нагрузка в 90 кН, что соответствует расчетной нагрузке для узла такого типа.

Результаты расчёта конечно-элементной модели растянутого стыка приведены в виде карт с изоуровнями. На рисунке 3 показано распределение касательных напряжений в деревянных элементах соединения.

а) б)

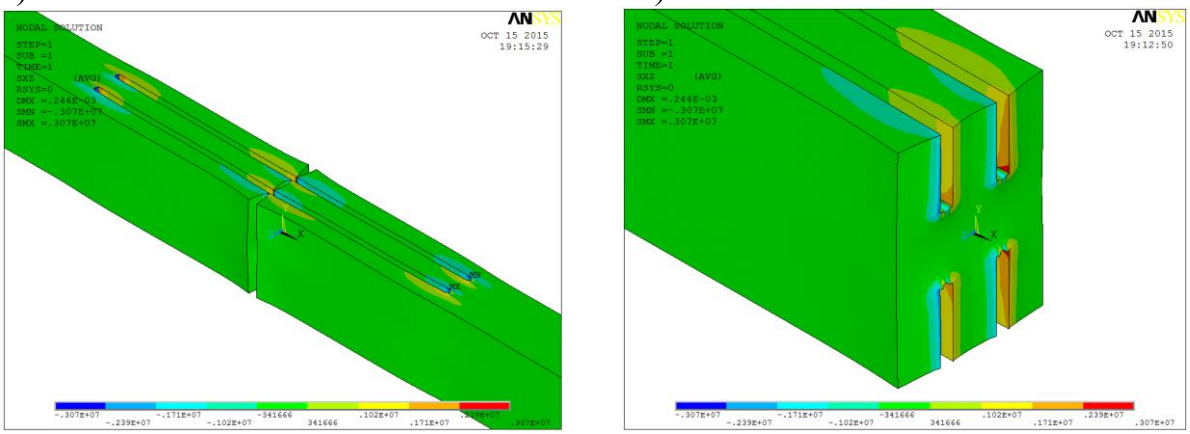


Рисунок 3 – Распределение касательных напряжений в древесине:
а) в зоне вклейки пластин; б) по торцу стыкуемого элемента

Далее, на рисунке 4, представлена карта распределения нормальных напряжений, действующих вдоль продольной оси стыка, в стальных пластинах и клеевой композиции.

а) б)

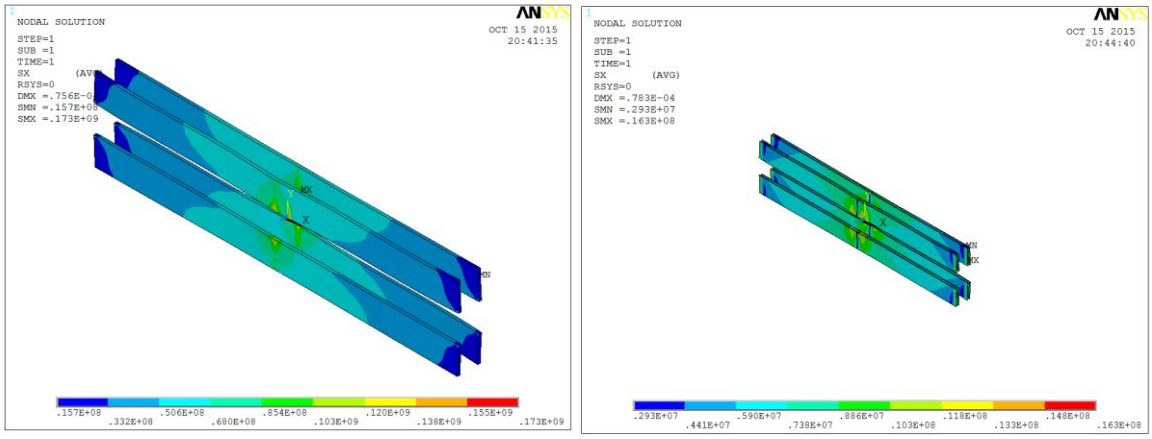


Рисунок 4 – Распределение нормальных напряжений:
а) в стальных пластинах; б) в клеевой композиции в пластине

Следует отметить, что уровень касательных напряжений в древесине по контактной поверхности со стальной пластиной соответствует уровню напряжений, возникающих в соединении при приложении расчетной нагрузки.

На рисунке 5 представлена карта распределения перемещений вдоль продольной оси стыка в пластинах и в древесине, максимальные значения которых очень малы и свидетельствуют о принадлежности исследуемого клеевого соединения к соединениям жесткого типа.

а) б)

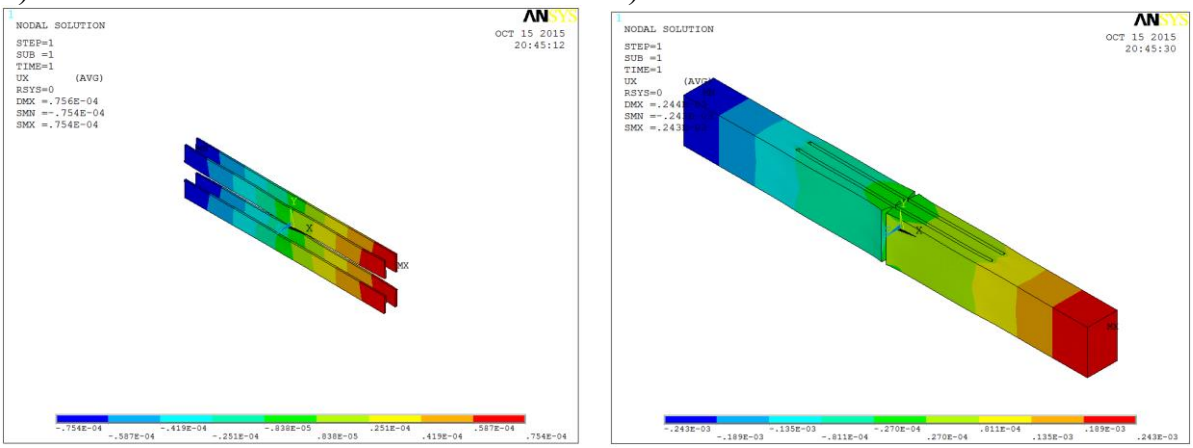


Рисунок 5 – Распределение перемещений вдоль продольной оси стыка: а) в пластинах; б) в деревянных элементах

Полученные результаты хорошо коррелируются с выводами аналитических расчетов, что позволяет судить как о корректности созданной модели, так и о возможности дальнейшего исследования и моделирования подобных соединений в программном комплексе ANSYS.

Список литературы

1. Турковский, С.Б. Клееные деревянные конструкции с узлами на вклеенных стержнях в современном строительстве (система ЦНИИСК) – С.Б Турковский, А.А. Погорельцев, И.П. Преображенская / Под общей редакцией С.Б. Турковского и И.П. Преображенской. — М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ». 2013. — 308 с. - ISBN 978-5-94026-023-3.

2. Коваленко, М. Д., Меньшова И. В. Аналитические решения двумерных краевых задач теории упругости в конечных областях с угловыми точками границы // Чебоксары: изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2014. – 123 с.

3. Руднев, И.В., Жаданов В.И. Выдергивание стальных пластин, вклеенных в древесину. Аналитический расчет и эксперимент // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – Чебоксары: 2015. – №3. – С. 109 – 121.

4. Гаврилов, А. А. Расчет прочности тонкостенных стержней при изгибных колебаниях с помощью фиктивных нагрузок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. - №1(162). – С. 167-170.

5. Руднев, И.В., Жаданов В.И. Методика расчета соединений элементов деревянных конструкций на вклеенных стальных пластинах. // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: 2015. – №5. – С. 155 – 161.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ЕГО ЧАСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Соколов А.В., Горбунов А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Проектирование летательного аппарата (ЛА) и его составных частей является довольно сложным итерационным процессом, задача которого состоит в выборе подходящих сочетаний проектных решений, который наилучшим образом соответствует поставленным задачам и выбранным критериям.

Разработка технических предложений (аванпроект, предварительное проектирование) представляет собой значимый этап во всем процессе проектирования ЛА. Этот этап занимает переходное положение между этапом создания технического задания (ТЗ) и этапом эскизного проектирования, на этапе разработки технических предложений (ТП) главным образом определяется выбор параметров и характеристик вновь проектируемого ЛА. Важно, что на начальных стадиях проектирования, использующих около *10* % трудозатрат, принимается до *80* % решений при нехватке или избытке информации[5].

Немаловажной задачей при разработке ТП является создание облика ЛА, проработка компоновки его составных частей и оборудования, при этом нужно в кротчайшие сроки проанализировать различные варианты схем ЛА и его составных частей, избежав при этом существенных ошибок. Моделирование большого числа возможных осуществимых вариантов вручную требует больших трудозатрат, а внесение изменений в них требует значительных временных ресурсов.

Применение вместо ручного, параметрического моделирования в предназначенных для этого системах автоматизированного проектирования (САПР) дает возможность ускорить этап разработки ТП и значительно повлиять на следующие этапы, таким образом, появляется возможность работы с одной моделью на протяжении почти всего цикла проектирования ЛА. При параметрическом проектировании основным источником информации является — геометрическая модель, которая необходима при проведении оптимизационных исследований по всевозможным критериям. На основе геометрической модели, возможно, в кротчайшие сроки получать параметры для аэродинамического, весового и прочностного анализов.

В основу специализированной САПР, применяемой в авиастроении для решения определенной задачи, заложена определенная математическая модель, формализующая описание и функционирование проектируемых объектов.

Взаимосвязь между математическим и физическим моделированием определяет в значимой степени возможность формализации этапа анализа. Одновременно, при разработке принципиально нового ЛА или его частей,

базирующихся на новых технических решениях, значение и масштаб физического моделирования возрастают, таким образом, уменьшается возможность формализации и, следовательно, автоматизации этого этапа[4].

Информация, полученная после анализа, дает возможность перехода к последующему этапу процесса проектирования — принятию проектного решения. Принятие проектного решения представляет собой особенно важным этапом, целью этого этапа является выбор одного из возможных вариантов решения поставленной задачи. Такой выбор, обычно, носит компромиссный характер, т.к. каждый вариант обладает своими определенными достоинствами и недостатками. Таким образом, проектировщику необходимо найти условную совокупность наиболее благоприятных условий. Принятие решения — это пошаговый процесс, в котором каждый последующий шаг дает возможность сузить область поиска, ограничить как число альтернатив, так и число факторов, которые следует при этом учитывать[1].

Рисунок 1 — Этапы проектирования при разработке технических предложений

Современные специализированные CAD/CAM/CAE-системы предоставляют возможность уменьшить срок внедрения новых проектируемых изделий, существенно влияют на технологию производства, тем самым позволяют увеличить качество и надежность проектируемого ЛА и его составных частей. Основные достоинства применения этих систем можно представить следующим образом:

– усовершенствование основных методов проектирования, а именно, применение методов многовариантного проектирования и оптимизации для нахождения высокоэффективных вариантов решений по выбранным критериям;

– увеличение процента творческой составляющей труда проектировщика;

– повышение качества проектной документации;

– модернизация контроля над процессом проектирования;

– частичная замена натурных экспериментов и макетов — имитационным моделированием;

– снижения количества испытаний и времени доработки прототипов в результате повышения уровня истинности проектных решений и, вследствие этого, уменьшение расходов времени[2,3].

Список используемой литературы

1. *Комаров, В. А. Выбор облика летательного аппарата с использованием технологии многодисциплинарной оптимизации [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. А. Комаров, А. С. Кузнецов; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (7 Мбайт). – Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).*
2. *Raymer, D.P. Aircraft Design: A Conceptual Approach [Text] / Daniel P. Raymer. – Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992. – 391 p.*
3. *Быкова, И.С. Автоматизированное проектирование фюзеляжа воздушного судна / И.С. Быкова, А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-16. – С. 3484-3487; URL: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37805 (дата обращения: 22.12.2015).*
4. *Автоматизированное формирование 3D модели самолета на этапе технических предложений / Н.М. Боргест, Р.Х. Алеев, П.А. Аксаньян, А.А. Громов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета – Самара: СГАУ им. Королева, №4 2012*
5. *Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. Под ред. С.М. Егера. – 4-е изд. – М.:Логос, 2005. – 648с.*

О ВОПРОСЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Соловьёв К.Н., Денисов Д.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Один из наиболее существенных видов техногенного воздействия на недра связан с добычей нефти и газа. Разработка нефтяных и газовых месторождений и связанные с ней изменения пластового давления, различные виды воздействия на залежь для поддержания пластового давления и повышения нефтеотдачи нарушают природное напряженно-деформированное состояние недр, создавая предпосылки для возникновения сильных и даже катастрофических природно-техногенных явлений, которые приводят к деформациям горного массива и земной поверхности. Таким образом, исследование, посвящённое напряжённо-деформированному состоянию горных массивов на месторождениях углеводородов, является актуальным[1,2,3].

Целью исследования является разработка научно обоснованных методов прогноза параметров напряженно-деформированного состояния горных массивов на месторождениях углеводородов для прогноза и снижения последствий опасных геомеханических и геодинамических явлений. Для достижение поставленной цели решается следующая задача: определение действия внутреннего давления в газовом месторождении принимаемого по данным натурных геолого-геофизических определений [1,2,3,4].

Деформации и оседания земной поверхности обнаруживаются чаще всего по достижении ими определённых опасных значений, а также по нарушениям поземных и поверхностных инженерных объёктов, когда уже необходимо затратить значительные средства на восстановление повреждённых объектов. Существующие опыты исследования свидетельствуют о том, что сильные их проявления возможны в случае:

- наличие аномально высоких пластовых давлений (АВПД) и разработки продуктивных объектов без поддержания пластового давления;
-низких прочностных и деформационных характеристик;
- относительно небольшой глубины разрабатываемых залежей (до 2000м)

Для большей части месторождений просадок составляют умеренные значения- один-два сантиметра в год, а суммарные значения просадок земной поверхности не превышают десятков сантиметров. Диапазон оседаний поверхности при разработке природного газа весьма велик – наблюдаются оседания от нескольких миллиметров до нескольких метров [3,4].

На основе имеющихся данных нами исследований разработана геомеханическая модель газового месторождения (применительно к оренбургскому нефтегазоконденсатному месторождению). Модель в первом приближении адекватно отражает наиболее вероятное сочетание пространственно геометрических параметров, внутренних и внешних условий и

силовых усилий, а также формирующихся в массиве пород основных геомеханических и природно-технических процессов [1,5,6].

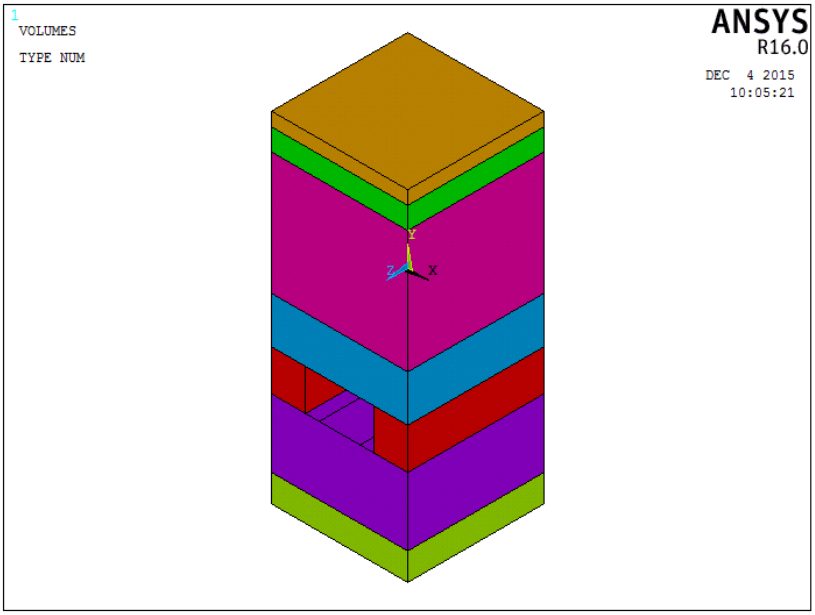


Рис.1-Многослойная твердотельная модель горного массива.

Моделирование и расчёт проводился в ПК ANSYS, за расчётную схему было принято многослойная твердотельная модель. В основу модели легли данные о скважинах основных залежей ОНГКМ(Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение) (по данным ООО «Газпром добыча Оренбург») Основная сложность в заключается в определении физико-механических свойств каждого конкретного слоя, в виду их неоднородности. Для упрощение расчёта и уменьшения трудоёмкости исследования механические свойства слоя принимаем эквивалентным исходя из пород составляющих этот слой [7].

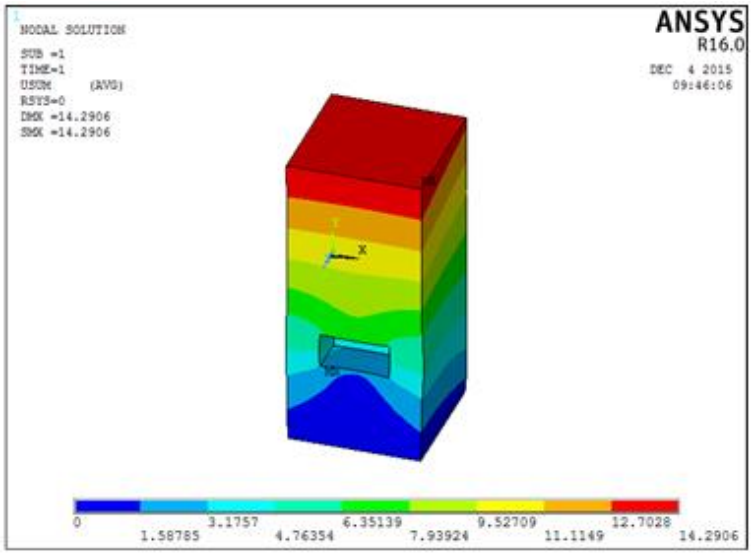


Рис.2-Деформированное состояние горного массива.

По результатам расчёта выяснилось что, максимальные перемещения возникают на верхнем торце модели, что является прогнозируемым

проседанием поверхности грунта, оно получилось равным 143мм а по данным ООО «Газпром добыча Оренбург» проседание поверхности грунта равно 174 мм [7].

В результате проведённого исследования авторы получили значения близки к натуральным, погрешность в расчётах возникла в результате применения в модели эквивалентных механических свойств.

Список используемой литературы:

1. Ашихмин С. Г. Научные основы методов прогноза напряженно-деформированного состояния горных пород: Автореферат Диссертации на соискание ученой степени Доктора технических наук Пермь,2008.

2. Поспелова Т.А. Исследование напряженно-деформированного состояния нефтяных пластов и обоснование методики информационного обеспечения на разных стадиях их разработки: автореферат автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Тюмень,2006.

3. Колотвин А.В. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния месторождения углеводородов на примере Южного Предуралья: магистерская диссертация доцента кафедры Машиноведение Оренбургского Государственного Университета, Оренбур,2014.

4. Колотвин А.В. О методологии моделирования напряженно-деформированного состояния при разработке углеводородного сырья //Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет».2013.С.412-424.

5. Аникин А.О., Колотвин А.В. Исследование и совершенствование технологии расчёта напряженно-деформированного состояния месторождения нефти и газа // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Оренбургский государственный университет,2014. С.286-287. – ISBN 978-5-4417-0443-4

6. El`chaninov P.N., Klimov M.I., Kolotvin A.V. Strength calculations for material with variable elastic properties//Russians Engineering Reserch.2010.T.30.№12.C.1259-1262.

7. Нестренко М.Ю. Геоэкология недр нефтегазоносных районов Южного Предуралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2012.-135с .–ISBN 978-5-7691-2267-5.

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ НЕСУЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Спиридонов А.Н., Горбунов А.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На сегодняшний день ярко выражено стремление сократить процесс от планирования до проектирования и запуска на производстве, с целью удовлетворения потребительского спроса. С целью повышения эффективности процессов производства пользуются спросом системы компьютерной графики (Computer Graphics) и системы автоматизированного проектирования (Computer Aided Design). Для проектирования моделей, имеющих сложный контур, такие как поверхность крыла, фюзеляжа, стабилизатора и т.п., на компьютере, существуют следующие способы [1]:

– твердотельное моделирование;

– поверхностное моделирование.

Под твердотельным моделированием понимается построение модели пошагово, используя производные элементы (окружность, многоугольник и др.), которые заложены в программе.

Поверхностное моделирование отличается от твердотельного тем, что используются множественные алгоритмы такие, как алгоритм Безье, NURBS-поверхности и т.п., для выполнения различных операций (соединение поверхностей и т.д.). Посредством многократного использования данных операций происходит построение сложной модели.

При проектировании летательного аппарата (ЛА) важную роль играют аэродинамические характеристики, которые достигаются за счет точности построения несущих аэродинамических поверхностей, в особой степени крыльев. Крылья – наиболее характерные авиационные конструкции, как по внешним формам, так и по внутреннему устройству. При их разработке используются достижения практически всех авиационных дисциплин: аэродинамики, строительной механики, аэроупругости, материаловедения, производственных технологий, методов математического моделирования, методов оптимизации и многих других. При всей своей сложности, несущие поверхности всегда были и остаются предметом пристального внимания ученых различных специальностей [2].

Проработка конструкции крыла производится на начальных этапах разработки и проектирования, когда известны только первоначальные характеристики будущего летательного аппарата ЛА и по прототипам или эскизам конструктора при помощи системы геометрического моделирования создается внешний облик в виде математической модели поверхности. Но уже на данном этапе проектирования необходимо с достаточной степенью точности воссоздать внешний вид поверхности крыла, с последующей 3D-печатью или фрезерной обработкой. От точности изготовления модели зависят полученные

аэродинамические показатели в аэродинамических трубах или численные расчеты по конечным элементам.

Для конструктивной проработки следует использовать точную математическую модель поверхности крыла, полученную путем определения достаточных геометрических параметров: форма в плане, удлинение, сужение, стреловидность.

Удлинение крыла $\lambda_{кр}$, безразмерный параметр, вычисляется по формуле

$$\lambda_{кр} = \frac{l^2}{S_{кр}}, \quad (1)$$

где l – размах крыла; $S_{кр}$ – площадь крыла в плане.

Возрастание удлинения ведет к возрастанию аэродинамического качества крыла, но понижает критерий его жесткости. У современных ЛА удлинение крыла находится в пределах от *2* до *10*.

Аэродинамическое качество определяется как отношение подъемной силы *Y* к лобовому сопротивлению *Q* или дальности планирования *L* к высоте полета *H*, на которой произойдет отказ всех двигателей:

$$K = \frac{Y}{Q} = \frac{L}{H} \quad (2)$$

Сужение крыла вычисляется по формуле (3):

$$\eta = \frac{b_{корн}}{b_{конц}}, \quad (3)$$

где $b_{корн}$ – корневая хорда крыла; $b_{конц}$ – концевая хорда крыла.

Сужение обычно находится в пределах от *2* до *4,5*. Увеличение сужения ведет к уменьшению массы крыла, но увеличивает склонность к концевым срывам потока, особенно на больших углах атаки.

Стреловидность крыла определяется углом, замеряемым между линией фокусов (1/4 хорд) и перпендикуляром к плоскости симметрии ЛА.

Все многообразие крыльев ЛА по форме в плане может быть сведено к трем основным типам: прямые, стреловидные, треугольные. Каждый тип крыла имеет разновидности.

Прямые крылья характеризуются малым (до 15°) углом стреловидности, могут быть прямоугольной либо трапециевидной формы в плане.

Стреловидные крылья широко применяют на ЛА, летающих на околозвуковых и сверхзвуковых скоростях. В то же время стреловидные крылья по сравнению с прямыми имеют меньшие значения коэффициентов подъемной силы, что приводит к ухудшению взлетно-посадочные характеристики ЛА.

Треугольные крылья применяют на ЛА больших сверхзвуковых скоростей. Они имеют стреловидность по передней кромке более *60°*, малое удлинение от 1,5 до 2 и большое сужение. Треугольные крылья обладают основными достоинствами стреловидного крыла[3]. Классификация крыльев по форме в плане представлена на рисунке 1.

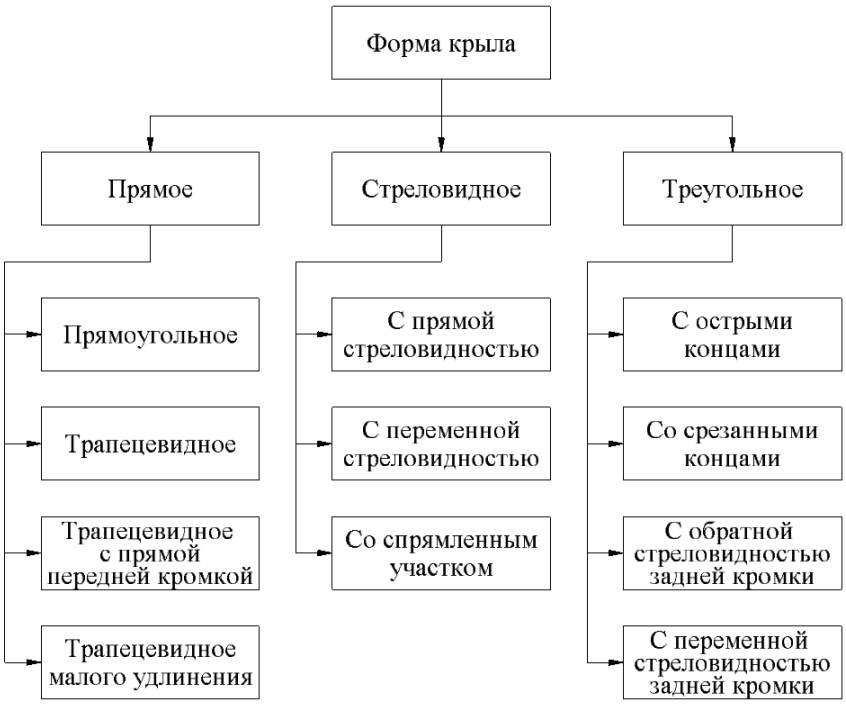


Рисунок 1 – Классификация крыльев по форме в плане

Разработка САПР аэродинамических несущих поверхностей ЛА позволит повысить точность расчетов на ранних стадиях проектирования, которое в свою очередь позволит сократить многочисленные корректировки и снизить материальные и временные ресурсы (рисунок 2) [4].

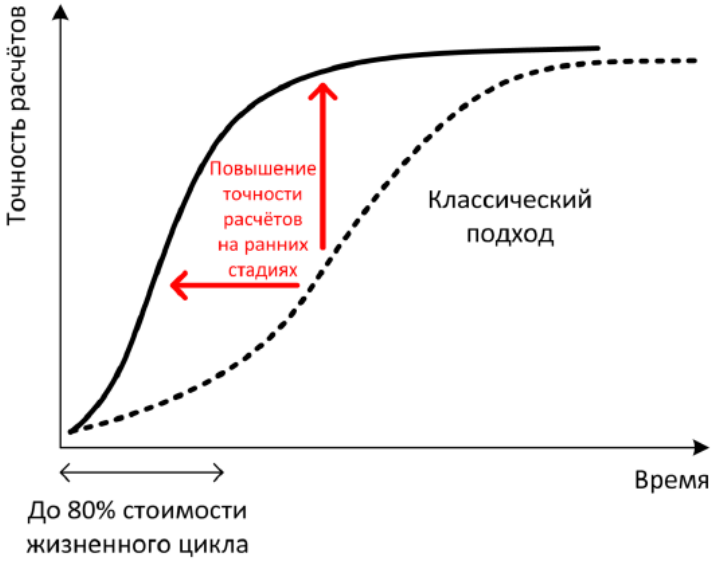


Рисунок 2 - Применение САПР в проектировании ЛА

Список литературы

1. *Давыдов Ю.В., Злыгарев В.А. Геометрия крыла: Методика и алгоритмы проектирования несущих поверхностей. – М.: Машиностроение. 1987. – 136 с.*
2. *Болдырев, А.В. Проектирование крыльев летательных аппаратов с использованием 3D-моделей переменной плотности, учеб. пособие / А.В. Болдырев, В.А. Комаров; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т) – Самара, 2011. – 175 с.*

3. *Корнеев В.М. Конструкция и эксплуатация воздушных судов для пилотов и бортинженеров. Конспект лекций. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2006.*
4. *Кузнецов, А.С. Выбор геометрических параметров самолёта интегральной схемы на основе высокоточного математического моделирования [Текст] / А.С. Кузнецов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.*

СИСТЕМА РАСКРЫТИЯ РУЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Сулейманов М.Р.
Оренбургский Государственный университет, г. Оренбург

В состав любого летательного аппарата (ЛА) входят аэродинамические рули, обеспечивающие управление ЛА по высоте, направлению и крену. Существуют различные конструкции рулей, требования к которым определяется типом летательного аппарата (самолёт, ракета, вертолёт, автожир и т.п.). Так конструкции рулей, современных крылатых ракет создающие управляющие аэродинамические усилия по высоте и направлению выполняются раскрываемыми. Для уменьшения габаритов крылатой ракеты в начальный момент времени рули находятся в сложенном состоянии.

Во время движения ракеты внутри транспортно пускового стакана (ТПС) рули прижаты к корпусу ракеты, а при выходе из ТПС они раскрываются и принимают рабочее положение.

Существуют различные системы раскрытия рулей ЛА, каждая из которых обладает достоинствами и недостатками. Выполненные исследования относится к ЛА. Для создания надежной системы раскрытия рулей ЛА, отвечающей современным требованиям, необходимо проанализировать созданные на сегодняшний день системы раскрытия рулей ЛА, выделить их наилучшие качества и нерешенные задачи. Рассмотрим ряд существующих разнотипных устройств систем раскрытия рулей ЛА, в которых реализованы разные технические решения.

Предложенный в работе [1] механизм раскрытия рулей, (рисунок 1), состоит из корпуса 9, толкателя 8, который стоит на направляющих 10 и пружине сжатия 11, упирающихся в корпус 9 и толкатель 8. Так же механизм имеет вал 1 в корпусе аэродинамического руля 2 на оси 3. В установленной на валу качалки 4 имеется ролик 5 на оси 6 с закрепленным в ней тросом 7 с концами на толкателе 8 и аэродинамическом руле 2.

Механизм находится в сцепке с толкателем в вале привода и в кинематической цепи с ним.

На руле изготовлены специальные канавки клиновидного сечения, являющиеся местами для фиксирования руля в раскрытом положении.

Данное устройство обладает следующими недостатками. Пружинно – тросовые механизмы не обладают высокой надёжностью в условиях больших перегрузок, а шаровое обжатие тросов при длительном хранении под постоянной нагрузкой не надёжно вследствие релаксации обжимных напряжений. Тросы при длительной рабочей нагрузке подвержены растяжению. Тросы с шаровым обжатием применяются чаще всего в ненапряжённых конструкциях, например, для крепления лючков в авиации в открытом состоянии.

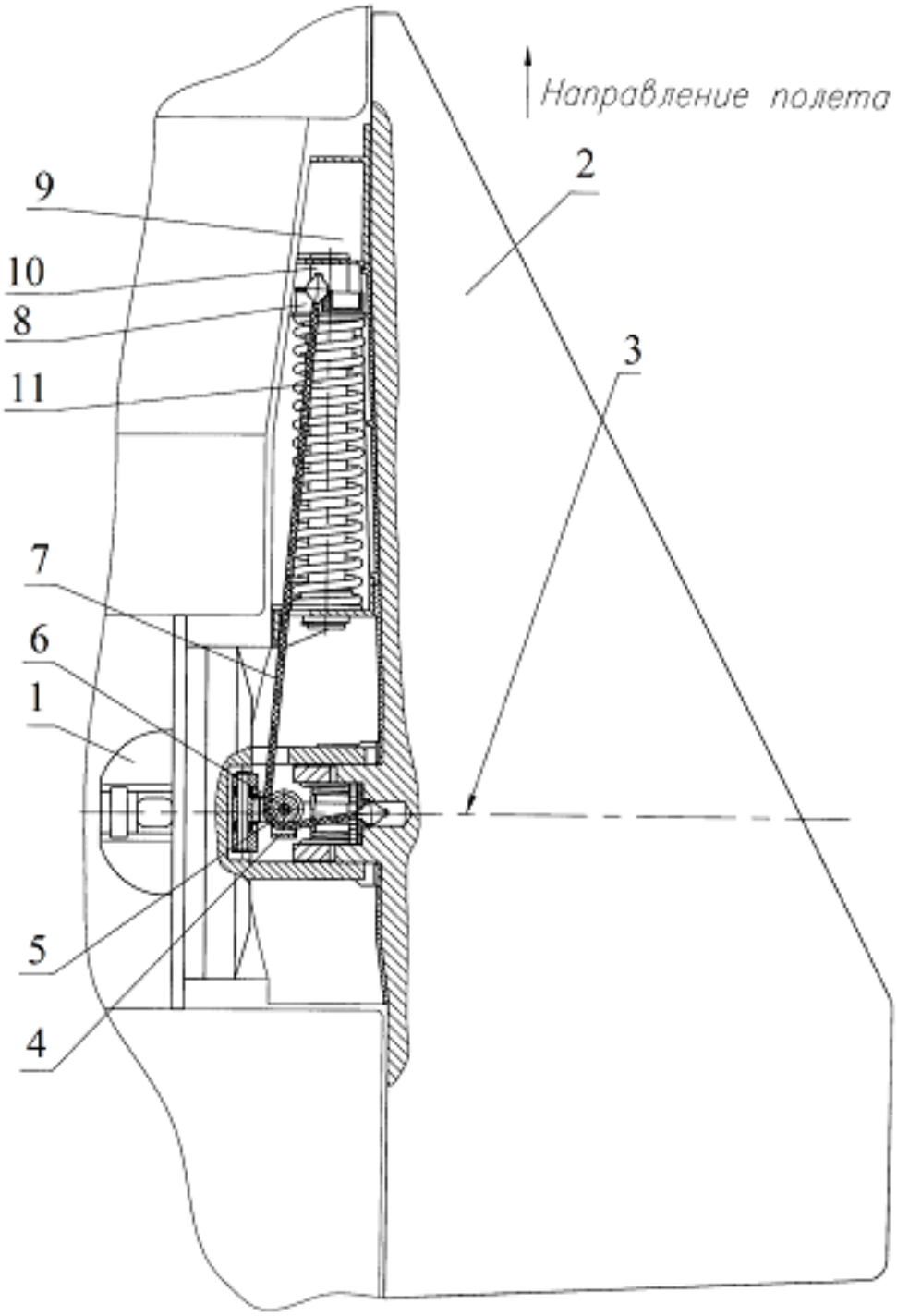


Рисунок 1 – Механизм раскрытия руля:

1 – вал, 2 – руль, 3 – ось, 4 – качалка, 5 – ролик, 6 – ось, 7 – трос, 8 – толкатель, 9 – корпус, 10 – направляющие, 11 – пружины сжатия.

Представленный механизм раскрытия рулей увеличивает размер ТПС, его невозможно установить в корпус ракеты с малым объемом, из-за большого габаритного размера вала 1, так же невозможно применить данный механизм в сочетании с рулем, имеющим тонкое сечение, из-за необходимости размещения устройства раскрытия в корневой части.

В работе [2] предложено крыло и механизм раскрытия, установленные автономно на разных ступенях ракеты, согласно рисунку 2. Механизм

раскрытия изготовлен в виде вращающегося кривошипа 5, состоящего из привода 9, рычага и оси вращения 6, закрепленного в кронштейне 7. Крыло 1 закреплено в опоре 2 внутри корпуса 3. Пружина сжатия установлена между упорами. На кромке крыла 4 оснащены пальцы 11 с гнездами 12. Единая ось – ось опор и ось вращения.

Данное устройство компактное, имеет малые габариты и его рационально применять в ракетах с одной ступенью и аэродинамическими рулями малой площади поверхности (1/10 все площади ЛА).

В случае, когда аэродинамические рули вытянуты по корпусу ракеты (с сверх скоростями), которые оснащены разгонными ступенями данный механизм использовать нерационально, потому что такие рули закрепляются не меньше чем на две, разнесенные на значительные расстояния по корпусу, опорах. Для их срабатывания из – за огромных скоростей и значительных размеров крыльев, необходимо прикладывать большие силы при раскрывании, что в итоге приведет к сильному прибавлению к массе механизмов и систем раскрытия рулей, в результате уменьшается масса полезного груза на борту ракеты.

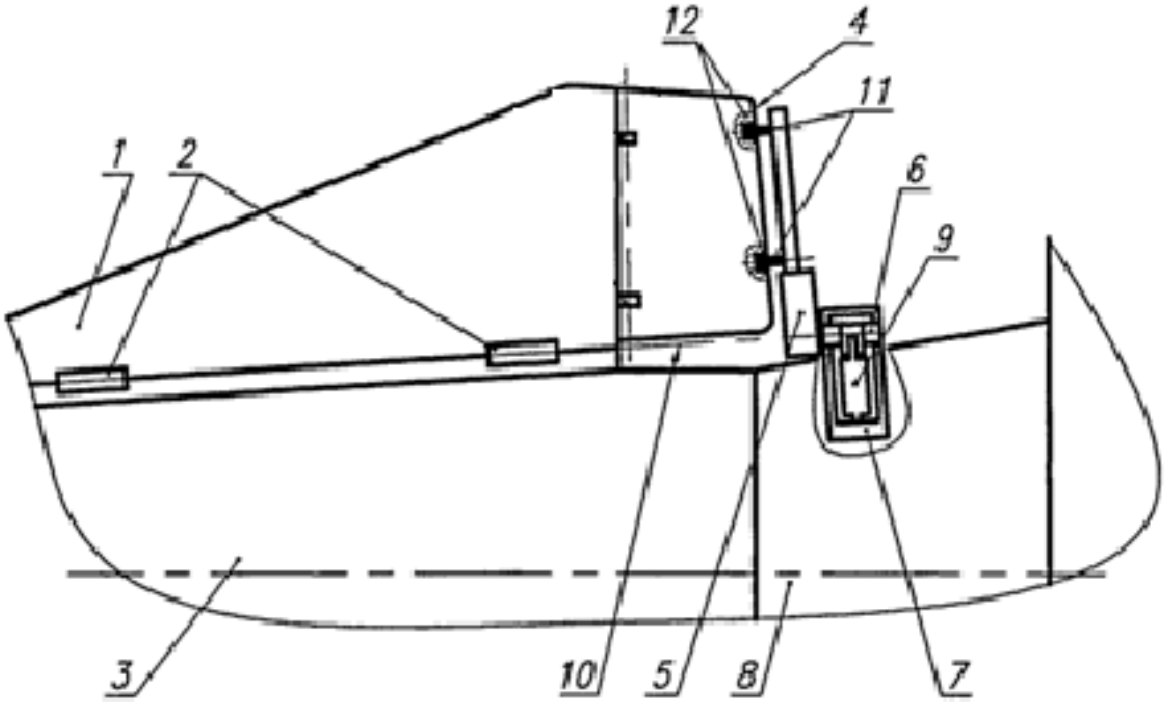


Рисунок 2 – Устройство раскрываемого крыла:

1 – крыло, 2 – опора, 3 – корпус ракеты, 4 – задняя кромка крыла, 5 – кривошип, 6 – ось вращения, 7 – опорный кронштейн, 8 – разгонная ступень, 9 – привод, 10 – единая ось, 11 – пальцы, 12 – гнездо.

В работе [3] представлен еще один механизм раскрытия рулей ЛА, поясняемый рисунком 3.Механизм состоит из вала 7, руля 1 с канавкой рычага 4, место для толкателя, газового оборудования 6, части руля 2 со способностью поворота. Устройство содержит толкатель 5 на валу 7. Часть руля 2 находится

на полуосях 3. Толкатель имеет кольца 8 и пружины 13. Толкатель расположен так что один конец находится на оси 9, а второй на фиксаторе 10 в пазах 11. В толкателе имеется стержень 12.

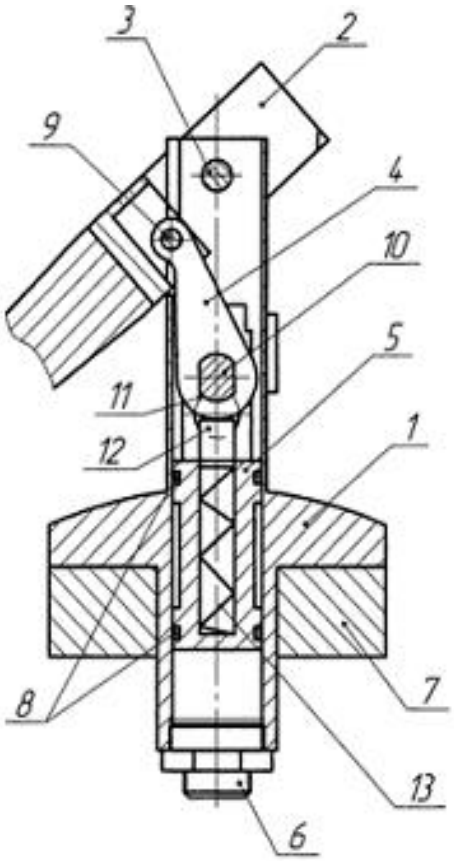


Рисунок 3 – Вид складного руля в разрезе поперек оси ракеты:
1 – корневая часть, 2 – поворотная часть, 3 – полуось, 4 – рычаг, 5 – толкатель, 6 – источник газа высокого давления, 7 – выходной вал, 8 – уплотнительные кольца, 9 – ось, 10 – фиксатор, 11 – паз, 12 – стержень, 13 – пружина.

Прорези на руле и торец толкателя выполнены профильными со способностью движения толкателя после окончательного поворота руля и установки в пазы толкателя соответствующих выступов.

Недостаток данного механизма – нестабильное время раскрытия рулей, которое зависит от разных аэродинамических нагрузок при различных условиях запуска ракеты.

Проанализировав устройства существующих механизмов раскрытия рулей ЛА, были выявлены различные причины их нестабильной работы; факторы, влияющие на надежность и особенность применения. Сформулируем варианты решения проблем.

Первое, необходима разработка раскрываемого руля ракеты с наименьшими размерами вала и не широким сечением аэродинамического руля, функционирующего при высоких нагрузках и надежно фиксированного в раскрытом положении. Так же руль должен находится в наименьших зазорах между ТПС и корпусом ракеты, когда рули сложены.

Второе, когда механизм раскрытия руля установлен на разгонной ступени, а крыло на другой ступени, необходимо использовать пальцы кривошипа, для надежного повороты руля, причем два, так как одним пальцем такие действия выполнить очень сложно – это может привести к разрушению руля, в результате складывания его по оси вращения.

После раскрытия руля устройство становится бесполезным (вредная масса) и исходя из этого его отбрасывают вместе с разгонной ступенью.

Третье, для устранения указанных недостатков, а прежде всего для повышения надёжности раскрытия требуется разработать конструкцию пиротехнического раскрытия рулей. Пиротехнический способ раскрытия и фиксации рулей обеспечивает высокую стабильность при хранении изделия, т.к. нет механических нагрузок в отличии от сжатой пружины и натянутого троса и электрических нагрузок, т.к. электрические цепи обесточены.

Список использованных источников

1. Зеленый А.Е., Норкин С.А., Создание нагрузок, имитирующих воздействие аэродинамических потоков, при раскрытии рулей: 2012 – 181 с.

2. Шевченко В.А., Шестаков С.А., Земсков В.А., Дергачев А.А., Раскрываемый руль ракеты: 2013 – 8 с.

3. Волков В.А., Белюстин Л.В., Раскрываемое крыло двухступенчатой ракеты: 2013 – 6 с.

4. Дулькин И.И., Зайцев А.Н., Левищев О.Н., Складной руль управляемой ракеты: 2012 – 4 с.

МЕСТО, РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Сулейманов Р.М.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В основной образовательной программе подготовки инженеров для авиа- и ракетостроения в Аэрокосмическом институте были такие дисциплины, связанные с заготовительным производством, как «Технология заготовительно-штамповочных работ» (с курсовым проектом) и «Проектирование и производство заготовок». При переходе на двухуровневую систему образования первая дисциплина выпускающей кафедрой летательных аппаратов была из учебного плана вообще исключена, а вторая – переведена в разряд дисциплин по выбору, при этом альтернативными оказались дисциплины «Теория обработки резани-ем» (в учебном плане академического бакалавриата для авиастроения) и «Технология сборочно-сварочных работ» (в учебном плане академического бакалавриата для ракетостроения).

Однако реально выбор дисциплины «Проектирование и производство заготовок» оказался заблокированным, т.к. в действующее расписание кафедра летательных аппаратов включила только закреплённые за ней упомянутые выше альтернативные дисциплины и не включила ту, которая посвящена проектированию и производству заготовок.

Это привело к тому, что заготовительное производство, с которого начинается технологический процесс производства деталей любых машин, в том числе деталей самолётов, вертолётов, ракетной техники, теперь изучается лишь обзорно, без необходимой детализации как раздел 1 «Технология изготовления деталей самолётов (вертолётов)» и «Технология изготовления деталей ракетной техники» соответственно в курсах «Технология производства самолётов (вертолётов)» и «Технология ракетостроения».

Важное место и решающая роль заготовительного производства определяются тем, что заготовительно-штамповочные работы (листовая штамповка) – один из основных процессов изготовления деталей летательных аппаратов (ЛА).

Листовая штамповка во многих случаях успешно заменяет менее производительные способы обработки металлов: обработку резанием, литьё, объёмную штамповку. Она обеспечивает замену сварных или клёпаных узлов цельноштампованными изделиями.

Листовая штамповка является широко распространённым методом изготовления деталей как в общем, так и в специальном машиностроении. К её достоинствам относятся высокая производительность труда, рациональное использование исходного материала, широкие возможности механизации и автоматизации процессов, высокая точность воспроизведения размеров деталей, возможность изготовления жёстких деталей при относительно небольшой их массе.

В производстве ЛА заготовительно-штамповочные работы занимают одно из ведущих мест. Так, в настоящее время трудоёмкость изготовления деталей штамповкой составляет от 7 % до 16 % от общей трудоёмкости изготовления самолётов [1].

Значительная часть деталей современных конструкций самолётов изготовляется из листового материала, прессованных профилей и труб. Примерно 60 % деталей, оформляющих наружный контур (нервюры, шпангоуты, рамы, стрингеры, обшивки, обтекатели, двери, люки и др.), многие детали внутреннего оборудования самолёта (полы, перегородки, приборные щитки и панели, панели интерьера и т.п.) и почти все элементы систем трубопроводов (патрубки и пр.) производятся различными методами в заготовительно-штамповочных цехах Число деталей из листов, профилей и труб на современных широкофюзеляжных пассажирских самолётах превышает 120 тысяч. От технологичности этих деталей зависит себестоимость изделия в целом. .

В связи с этим недостаточно знать лишь общую характеристику заготовительно-штамповочных работ в производстве ЛА, классификацию элементарных операций и совмещённых процессов. Необходимо изучать технологические схемы выполнения операций, знать их назначение, возможности и области применения, напряжённо-деформированное состояние в очаге деформаций, владеть методикой расчётов силовых и технологических параметров и определения рациональных режимов штамповки.

В содержание дисциплины «Технология заготовительно-штамповочных работ» [2] входят такие важные разделы и темы, как:

- общая характеристика заготовительно-штамповочных работ: сущность и область применения; классификация операций; технологическая характеристика материалов; методика теоретического анализа операций;
- раскройные работы (разделительные операции): классификация процессов раскроя, раскройные карты; механизм деформирования; определение сил и технологических параметров; раскрой на ножницах, фрезерных станках, в штампах; способы улучшения качества кромки среза;
- гибка: напряжённо-деформированное состояние и расчёт усилий при гибке; пружинение при гибке; минимальный радиус гибки; определение длины развёртки; способы гибки листовых заготовок; особенности гибки профилей и труб; совмещённые процессы гибки;
- вытяжка: напряжённо-деформированное состояние заготовки; усилие вытяжки и прижима; определение диаметра заготовок; минимальные значения коэффициентов вытяжки и расчёт числа операций; особенности вытяжки деталей коробчатой формы; оптимальные условия деформирования;
- раздача и отбортовка: напряжённо-деформированное состояние заготовки; усилие деформирования; технологические возможности; размеры заготовки; рациональные условия деформирования;
- обжим: напряжённо-деформированное состояние заготовки; определение усилий; технологические возможности; размер заготовки; оптимальные условия деформирования;

- формовка: напряжённо-деформированное состояние и определение усилий; технологические возможности;

- обтяжка: технологические особенности поперечной, продольной и кольцевой обтяжки; пуансоны для обтяжки;

- операции объёмной штамповки: вытяжка с утонением стенки; ротационное выдавливание; холодное выдавливание; осадка труб и кромок листа;

- специализированные методы выполнения операций: штамповка эластичными средами и жидкостью; штамповка на листоштамповочных молотах; высокоскоростные методы штамповки; штамповка в условиях сверхпластичности, с дифференцированным нагревом; ротационные методы;

- штамповка деталей сложных форм: технологические особенности штамповки полупатрубков, зализов, деталей нервюр, ячеистых панелей, крестовин, ступенчатых деталей, деталей конической формы и с широким фланцем; вытяжка в ленте; штамповка деталей из неметаллических и композиционных материалов.

В содержание дисциплины «Проектирование и производство заготовок» входят также важные разделы и темы:

- машиностроительные заготовки: терминология, общая характеристика, методология выбора;

- заготовки, получаемые литьём: характеристика основных способов литья; основы стратегии выбора способа литья и обеспечения технологичности литой детали; основы проектирования отливки и разработки графического документа на неё;

- заготовки, получаемые обработкой давлением: характеристика обработки давлением; получение заготовок из листового и фасонного проката; кованые и штампованные заготовки; основы проектирования штампованной поковки и разработки графического документа на неё;

- заготовки из порошковых, неметаллических и композиционных материалов; комбинированные заготовки;

- автоматизация проектирования технологических процессов заготовительного производства.

Таким образом, учитывая важную роль заготовительного производства в аэрокосмическом образовании, считаем необходимым вновь включить дисциплины «Технология заготовительно-штамповочных работ» и «Проектирование и производство заготовок» в учебные планы подготовки академических бакалавров для авиа- и ракетостроения.

Список литературы

1 Современные технологии авиастроения / Коллектив авторов ; под ред. А. Г. Братухина, Ю. Л. Иванова. – Москва : Машиностроение, 1999. – 83*276 с. – ISBN 5-217-02909-9.*

2 Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учеб. пособие / С. И. Богодухов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2009. – 432 с. – ISBN 978-5-94275-467-9.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОНОВОК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ

Тамеев Д.О., Кондров Я.В
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Летно-технические характеристики летательного аппарата (ЛА) во многом определяются его аэродинамической компоновкой. Она характеризуется взаимным расположением корпуса и несущих поверхностей, числом и поперечной ориентировкой по длине корпуса подвижных и неподвижных несущих поверхностей. Аэродинамическая компоновка как процесс – выбор схемы взаимного расположения и геометрических параметров основных частей ЛА, обтекаемых воздухом в процессе полета, увязка их между собой с целью получения таких аэродинамических характеристик ЛА, которые позволили бы ему выполнять поставленные задачи. Она тесно связана с проектированием конструкции, выбором параметров силовой установки ЛА и т.д. Аэродинамическая компоновка как результат проектирования – облик ЛА, формы, размеры и взаимное расположение его обтекаемых частей. Облик ЛА – комплексная качественная характеристика, отражающая наиболее общие признаки объекта. Для ЛА такими признаками являются: аэродинамическая схема, компоновочная схема, конструктивная схема и тип полезной нагрузки, отражающей целевое назначение ЛА.[1]

В настоящее время многими авиастроительными фирмами решается задача повышения эффективности применения ЛА в зависимости от их целевого на значения. Для этого применяются и развиваются компоновки ЛА с интегрированными элементами конструкции и силовой установки схемы: "летающее крыло", несущий корпус и сочлененное крыло.

Летающее крыло – разновидность схемы "бесхвостка" с редуцированным фюзеляжем, роль которого играет крыло, несущее все агрегаты, экипаж и полезную нагрузку.

Преимуществом схемы "летающее крыло" является отсутствие фюзеляжа и больших плоскостей управления, что снижает удельную массу планера и даёт возможность увеличить массу полезной нагрузки. Формы ЛА, вы полненного по данной схеме очень легко оптимизировать для снижения радиолокационной заметности, что важно для военного применения. Эти достоинства позволяют строить малозаметные машины по стелс-технологии.

Недостатком схемы является небольшое удаление плоскостей управления от центра масс, что приводит к сильному уменьшению их эффективности и высокой неустойчивости ЛА во время полета.[2]

Но несмотря на данный недостаток, схему ЛА четвертого поколения трудно назвать "классической", поскольку функции фюзеляжа в большей степени выполняет корпус, выполненный в виде крыльевого профиля с деформированной срединной поверхностью. В сочетании с интегральным

сочленением всех частей планера и мотогондол двигателей, ЛА по своей аэродинамической схеме находятся ближе к "летающему крылу", чем к "классической" схеме.[3] Об этом можно судить при рассмотрении компоновки с несущим корпусом.

Несущий корпус (несущий фюзеляж) – аэродинамическая компоновка, при котором подъемная сила формируется на корпусе летательного аппарата. Обычно, такая компоновка применяется для разгрузки обычного крыла, при этом подъёмная сила создаётся исключительно на режимах высокой скорости при значительных углах атаки. Преимущество несущего корпуса заключается в значительном увеличении подъемной силы.

В отличие от летающего крыла, которое представляет собой крыло без фюзеляжа как такового, несущий корпус представляет собой фюзеляж без типичных для крыла плоских форм и уменьшения толщины по краям.

Интегральная компоновка – вид компоновки с несущим корпусом, при которой фюзеляж плавно переходит в крыло, создавая с ним единую несущую поверхность. Преимуществами данной компоновки являются меньшее лобовое сопротивление и увеличение внутренних объемов. При этом сильно изменяется распределение объемов по длине фюзеляжа, что может привести к увеличению общего миделя, если их использовать неоптимально.

Многоцелевой истребитель четвертого поколения МиГ-29 был спроектирован именно по интегральной компоновке, несмотря на то, что ЦАГИ рекомендовало использовать классическую компоновку. Позже, на испытаниях различных компоновок было выявлено отсутствие каких-либо преимуществ моделей, выполненных по классической схеме, перед моделями, выполненными с использованием интегральной компоновки. При интегральной компоновке фюзеляж может давать значительное увеличение подъемной силы на всех режимах полета. Например, у МиГ-29 около 40% подъемной силы создается за счет фюзеляжа.[4]

Сочлененное крыло является дальнейшим развитием схемы "Тандем" и, как правило, представляет собой расположенные в разных плоскостях две несущих поверхности, соединенные между собой.

Преимуществами данной схемы являются: меньшие размеры и масса при той же площади несущих поверхностей, относительно других схем и возможность применения профилей меньшей толщины и уменьшения общего сопротивления ЛА за счет уменьшения площади смачиваемой поверхности.

Недостаток схемы заключается в том, что она накладывает ограничения на конструкцию ЛА. Например, элероны на переднем крыле ухудшают обтекание потоком заднего крыла.[5]

Наиболее современным проектом с применением компоновки с сочлененным крылом можно назвать проект IDINTOS. (рис 1)

Рис 1 – проект IDINTOS

Проект ориентирован на создание легкого гидросамолета и последующего производства легких самолетов в Тоскане. Данная аэродинамическая компоновка создает наименьшее сопротивление и, следовательно, низкое энергопотребление, шум и загрязнение наряду с возможностью установки различных типов двигателей.[6]

Представленные виды компоновок дают различные преимущества для решения поставленных задач. Они постоянно дорабатываются для достижения лучшего результата.

Список литературы

1. Припадчев А.Д., Межуева Л.В., Султанов Н.З. Концептуальные основы проектирования облика летательного аппарата://Фундаментальные исследования. 2013. №6. URL: http://www.cyberleninka.ru/article/n/ kontseptualnye-osnovy-proektirovaniya-oblika-letatelnogo-apparata

2. Костенко И. К. Летающие крылья М.: Машиностроение, 1988 (2-е издание, перераб. и доп.) 104 с.

3. Свищев Г. П. Авиация: Энциклопедия М.: Большая Российская Энциклопедия, 1994. 736 с.

4. Уголок Неба. Большая авиационная энциклопедия:[Электронный ресурс].URL: http://www.airwar.ru/enc/fighter/mig29.html

5. Авиация общего назначения. 2014. №5:[Электронный ресурс].URL: http://www.aviajournal.com

6. Проект IDINTOS:[Электронный ресурс]. URL: http://www.idintos.eu

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ГОЛОВНЫХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ

Химич А.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из самых важных элементов летального аппарата (ЛА), является его передняя часть – головной обтекатель (ГО). Обтекатели должны соответствовать требованиям, которые, в конечном счете, станут определяющими в достижении необходимых аэродинамических характеристик и точности наведения на цель.

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании ГО, является выбор материалов. Связано это с рядом предъявляемых противоречивых требований к конструкционным материалам, таких как: минимальная масса, которая так же должна обеспечивать достаточную надежность и прочность при действии тепловых и аэродинамических нагрузок; радиопрозрачность, определяемая допустимой величиной ослабления мощности электромагнитного потока и искажения радиоволн заданного спектра частот.

Материалов, удовлетворяющих вышеизложенным требованиям, существует множество, но наиболее перспективными на сегодняшний день являются керамические материалы, стеклопластики, органопластики и пластмассы.

Постоянный рост скоростей и маневренности ЛА является тенденцией в ракетной и авиационной технике, что в свою очередь приводит к повышению температуры поверхности агрегатов летательных аппаратов и увеличению аэродинамических нагрузок – внешнего давления, обусловленного скоростным напором. Именно обтекатели подвергаются наиболее интенсивным нагрузкам, действующим на аппарат. Скорости ЛА с середины XX века по сегодняшний день заметно возросли, и увеличились от значения 2М (где М – число Маха) до скоростей, превышающих 10М.

При проектировании ЛА очень важно учесть влияние ГО на пеленгующую моноимпульсную антенну. Система «обтекатель – антенна» должна стабильно работать в широком интервале высот и скоростей полета. В таблице 1 приведены воздействующие факторы и требования к обтекателям летательным аппаратам различных классов. Анализируя данную таблицу можно сделать вывод, что ГО подвергаются интенсивному силовому и тепловому воздействию от высокоскоростного потока воздуха и от электромагнитного излучения радиолокатора.

Материалы ГО должны обладать высокими прочностными и термическими характеристиками, они должны иметь хорошие теплоизолирующие свойства для обеспечения рабочей температуры среды в носовом отсеке аппарата. Зависимость температуры на поверхности головного обтекателя от скорости полета и высоты приведена на рисунке 1.

Транспортировка ракет таких классов как «воздух-воздух» и «воздух-поверхность» на подвесках самолетов зачастую приводит к дождевой и

пылевой эрозии, что в свою очередь существенно ухудшает качества ГО. Происходит это из-за изменения толщины стенки и накопления влаги в порах, что напрямую сказывается на радиотехнических характеристиках обтекателя, а так же может привезти к его разрушению при резком охлаждении. Так же надежность агрегата снижают термоциклические нагрузки, имеющие место при сверхзвуковых скоростях. Эти нагрузки, совместно с ранее перечисленными явлениями, стали причинами актуализации антиэрозионных и влагозащитных покрытий.

Таблица 1 - Эксплуатационные воздействия и радиотехнические требования к антенным обтекателям ЛА

Класс ЛА	Тепловой поток МВт/м^2	Аэродинамический напор, Мпа	Скорость нагрева, К/с	Максимальная температура поверхности, К	Время автономного полета, с	Радиопрозрачность, %
Воздух-воздух	0,21-0,4	0,5	100	1300	40-600	85
Зенитная управляемая ракета	2,1-5,0	2,5	200	1600	50-200	80
Поверхность-воздух	4,2-16,0	5,0	400	Более 3300	40-60	85
Воздух поверхность	1,3-10,0	1,5	100	1300-1800	300-400	80
Баллистическая ракета средней дальности	21-42	5,0	500	Более 3300	10-20	70
Межконтинентальная баллистическая ракета	210	>15,0	700	Более 3300	10-30	70

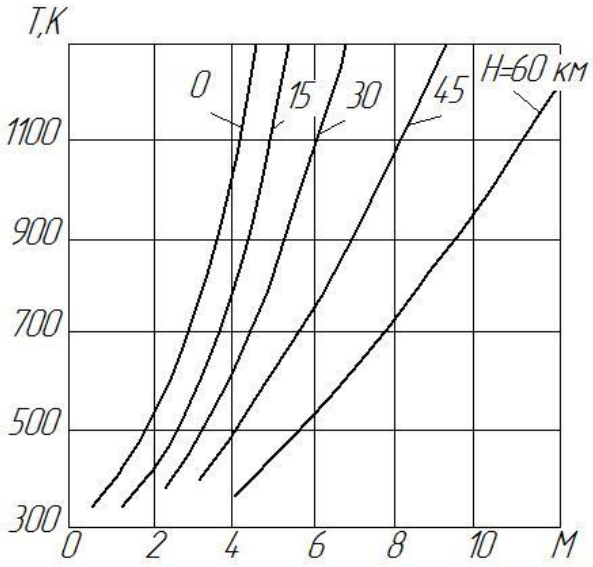


Рисунок 1. Зависимость температуры на стенке головной части ракеты от высоты *H* и скорости полета

Учитывая требования, которые предъявляют к головным обтекателям ракет, можно установить иерархичность потребительских свойств, базирующихся на технологии изготовления и выборе конструкционного материала агрегата (рисунок 2).

Рисунок 2 - Иерархическая смеха требований к потребительским свойствам (характеристикам) антенных обтекателей

Изначально, исходя из эксплуатационных характеристик и требований, обтекатели производились из неметаллов. В 50-е годы XX столетия ГО изготавливались из стеклопластиков. Однако спустя 20 лет данный материал уступил свое лидирующее место керамическим материалам (рисунок 3). Наряду с металлами, в отечественном авиа- и ракетостроении применяются все виды композиционных материалов (рисунок 4).

При проектировании конструкции ГО большое значение так же имеет его внешняя форма, которая определяется общей аэродинамикой аппарата.

Так, например, полусфера является оптимальной формой для функционирования радиолокационной антенны, т.к. не вносит изменений в электромагнитное поле, при соответствующем подборе материала и толщены. Существует и «обратная сторона медали», заключающаяся в ухудшении аэродинамических свойств, а так же диэлектрических свойств, причиной которых является большие тепловые нагрузки, действующие на головной обтекатель. В отличие от конического, полусферический обтекатель намного сложнее изготовить намоткой стеклонитью, что является еще одним недостатком.

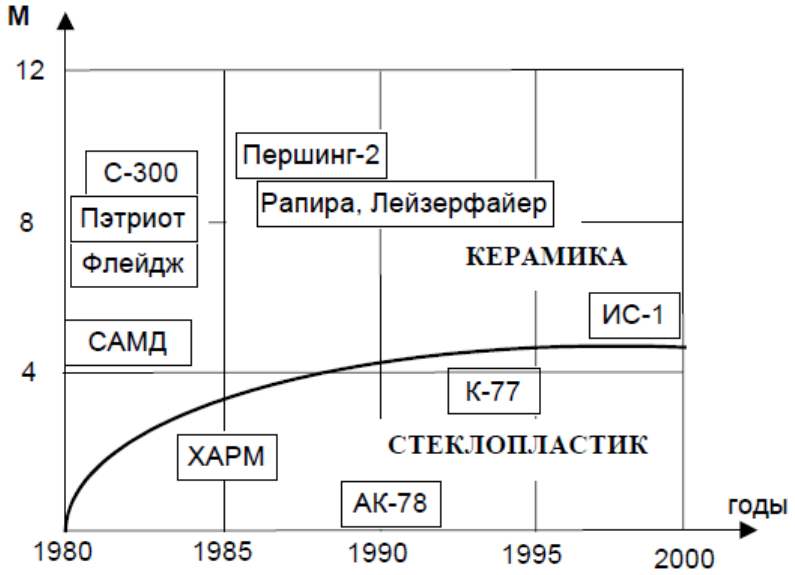


Рисунок 3 - Области применения керамических и стеклопластиковых материалов в обтекателях ракет

Рисунок 4 - Композиты в ракетной и аэрокосмической технике

Стремительное увеличение скоростей полета летательных аппаратов является причиной постоянного удлинения обтекателя и уменьшения площади сопротивления (рисунок 5).

Таким образом, важнейшими задачами, решаемых при проектировании головных обтекателей, являются выбор конструкционного материала и конструктивной схемы, обеспечивающих полноценное функционирование системы наведения для выполнения основополагающих задач летательного аппарата.

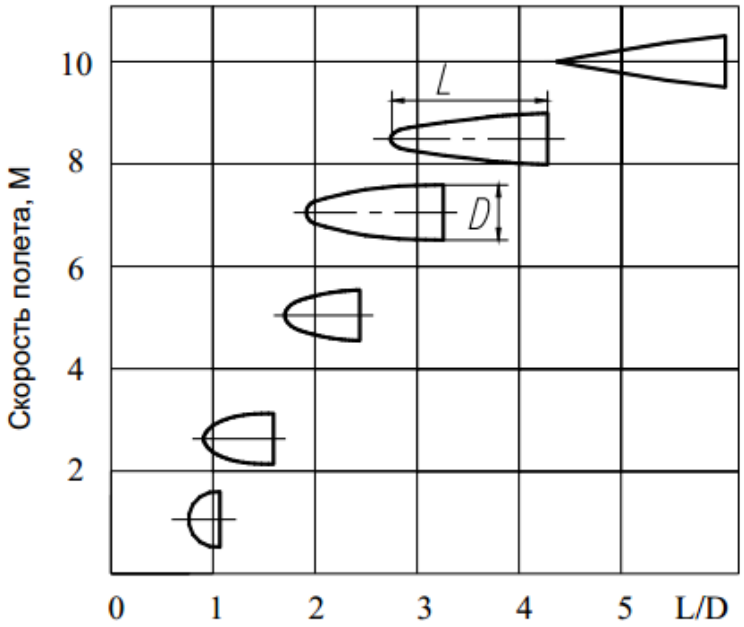


Рисунок 5 - Эволюция формы носовых обтекателей

Список литературы

1. Русин, М. Ю. Проектирование головных обтекателей ракет из керамических и композиционных материалов: Учебное пособие. / М. Ю. Русин. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 64.: ил. ISBN 5-7038-2648-9.

2. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учеб. пособие для студентов вузов – 3-е изд., перераб. и доп. / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин– М.: Машиностроение, 1994. – 384 с.: ил. ISBN 5-217-02379-1.

3. Моссаковский, В. И. Прочность ракетных конструкций: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренков, П. И. Никитин и др.; Под ред. В. И. Моссаковского. – М.: Высш. шк., 1990. – 359 с.: ил. ISBN 5-06-000487-2.

4. Режим доступа:https://ru.wikipedia.org/wiki/Головной_обтекатель - 10.12.2015.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ СРЕДСТВАМИ PROCESS SIMULATE И ROBCAD

Цыбиногин В.В., Марусич К.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сейчас в процесс проектирования, планирования и монтажа оборудования вовлечено множество групп специалистов различного профиля. Они могут специализироваться на архитектуре, организации производства и планировании размещения заводского оборудования. Даже сторонние поставщики, например, поставщики производственных линий и производители оборудования принимают активное участие в процессе проектирования [1]. Разная специализация работников затрудняет эффективную передачу проектных решений между этими группами и снижает результативность совместной работы. Часто возникает ощущение разобщенности между командами, поскольку каждый работает со своей собственной средой данных. Сложности обмена данными, невозможность эффективной совместной работы, недостаток стандартизированных в результате приводят к процессу создания планировки, в котором отсутствует эффективный контроль над изменениями, управление выпуском и даже учет внешних событий в сети поставщиков.

Из-за повышения сложности изделий и производственных процессов производители сталкиваются с задачами своевременного вывода изделий на рынок и оптимизации использования ресурсов. Технологические группы должны выпустить изделия на рынок, но при этом обеспечить заданную себестоимость, качество и сроки. Чтобы соответствовать всем этим требованиям, ведущим производителям приходится использовать организационные данные и 3D- модели изделий и ресурсов для виртуальной проверки своих технологических процессов.

Решение Process Simulate [2] предоставляет ответ на эти вопросы, обеспечивая проектирование и проверку производственных процессов в трехмерной динамической среде, полностью интегрированной в производственную систему, в рамках которой инженерам-технологам предоставляются методы повторного использования, разработки и проверки последовательности операций производственного процесса с реалистичным поведением и оптимизацией продолжительности цикла. Process Simulate распространяется на множество роботизированных процессов, обеспечивая моделирование производственных систем и их ввод в эксплуатацию.

Process Simulate (рисунок 1) значительно ускоряет время вывода изделия на рынок, позволяя производителю в виртуальной среде выверить концепции производства по всему жизненному циклу изделия.

Возможности:

- 3D-проектирование и моделирование технологического процесса на основе стандарта визуализации JT.

- Планирование траектории движения робота, тест достижимости и интеллектуальное размещение.
- 3D-модели ресурсов с интегрированной управляющей логикой.
- Логическое моделирование с использованием логической и аналоговой сигнализации.
- Использование при моделировании реального кода и оборудования.

Преимущества:

- Сокращение затрат на внесение изменений за счет раннего обнаружения проблем проектирования изделия.
- Сокращение числа физических прототипов благодаря виртуальной проверке.
- Оптимизация длительности цикла при помощи моделирования.
- Виртуальная проверка механических и электрических компонентов.
- Стимуляция совместной работы групп проектирования и контроля.

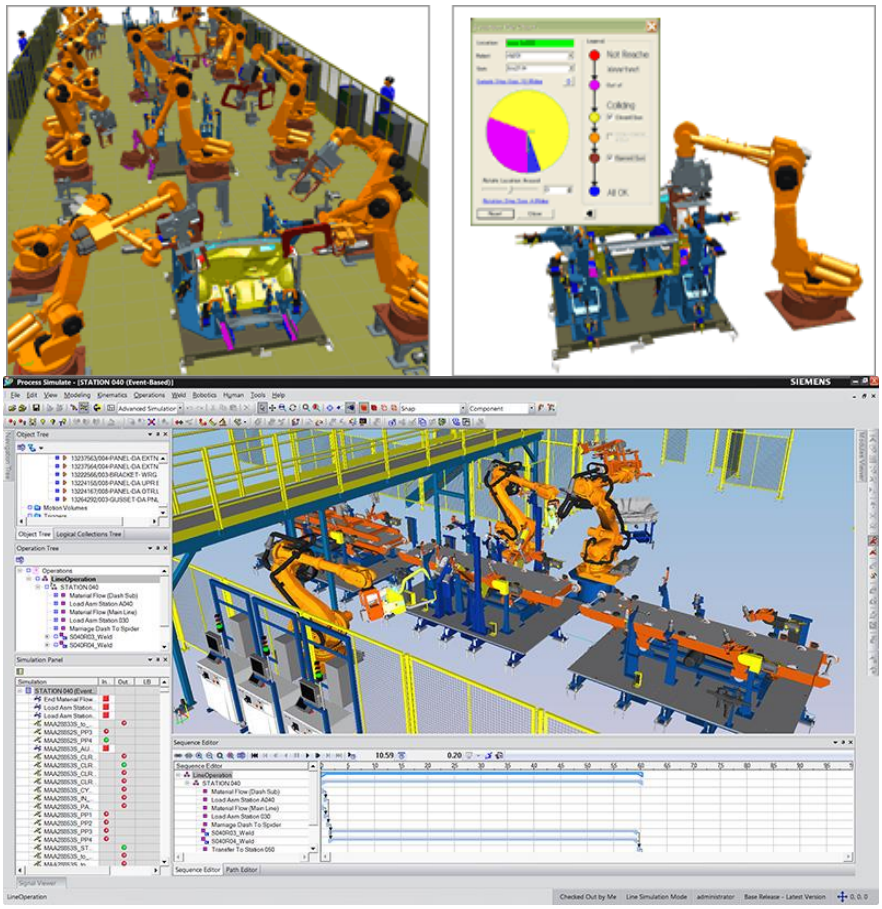


Рисунок 1 - Пример моделирования в системе Process Simulate

Так же перед промышленными компаниями стоит задача обеспечить синхронность и гибкость производственных систем, поэтому требуется проверить все аспекты системы перед принятием решений о покупке и установке дорогостоящего оборудования. Учитывая высокую стоимость автоматизированного оборудования, такого как роботы, необходимо убедиться, что оборудование функционирует с максимальной эффективностью и

производительностью, чтобы добиться максимальной эффективности капиталовложений, как для новых производственных систем, так и для изменений, вносимых в существующие линии в процессе эксплуатации. Старых, ручных методов теперь недостаточно для проектирования этих сложных производственных систем. Использование ручных методов также ведет к недостаточно согласованному участию многих специалистов в рабочем процессе, а в результате — к ошибкам при монтаже и увеличению разнообразных дорогостоящих производственных изменений. Как правило, эти методы не позволяют выполнить все проверки, которые необходимы для создания эффективных производственных систем.

Tecnomatix Robcad [3] - инструмент проектирования и моделирования рабочей ячейки, с помощью которого можно проектировать, моделировать, оптимизировать, оценивать работу автоматизированных систем и выполнять offline-программирование роботов (рисунок 2).

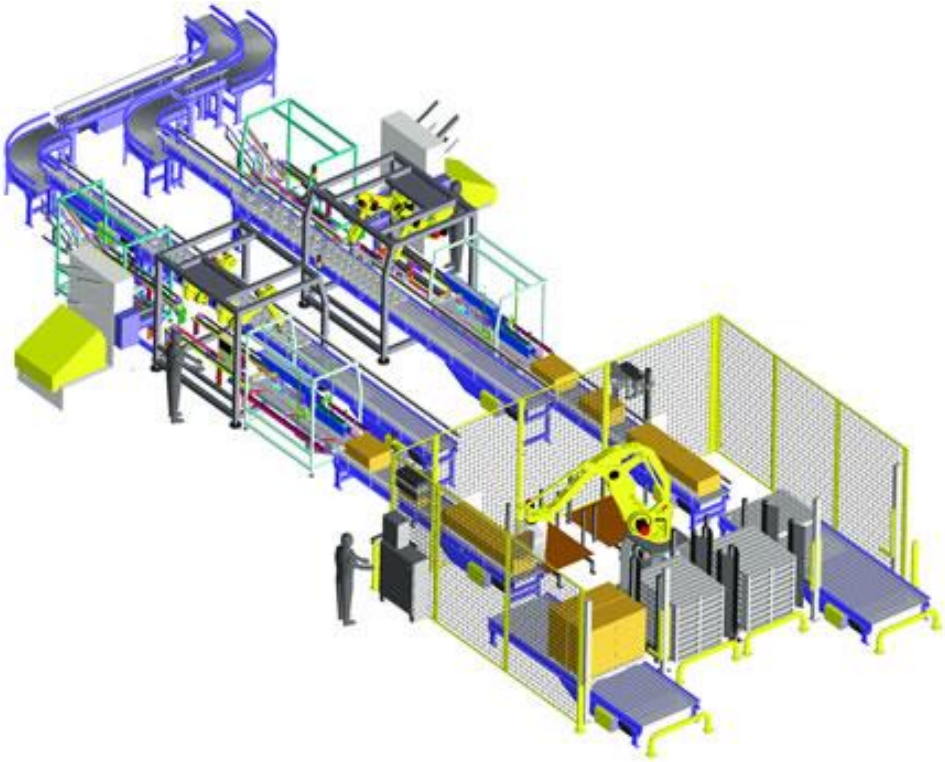


Рисунок 2 - Пример моделирования в системе Robcad

Robcad обеспечивает интеграцию базовых технологий симуляции и набора специализированных приложений, охватывая широкий спектр процессоров, в том числе точечную сварку, дуговую сварку, лазерную и гидроабразивную резку, сверление, клепание и окраску.

Возможности:

- Совместимость с основными системами САПР.
- Трехмерное определение компоновки производственных ячеек.
- Точное моделирование и синхронизация работы роботов и вспомогательного оборудования.

- Обширная библиотека стандартных моделей роботов и контроллеров.
- Инструменты автоматизации для размещения роботов, выбора оборудования, разработки траектории движения и ее оптимизации, подготовки программы и обнаружения столкновений.

Преимущества:

- Сокращение задержек в процессе проектирования процесса.
- Повышение качества производства, точности и прибыли.
- Загрузка точных программ управления роботами в цеховое оборудование.
- Повышение степени использования производственного оборудования для получения максимальной отдачи.
- Выявление проблем на ранних стадиях планирования.
- Проверка и оптимизация сварочных программ в соответствии с корпоративными спецификациями.
- Сокращение затрат на этапах разработки и внедрения процесса.

Проведенный обзор двух программных продуктов Process Simulate и Robcad, позволил сформулировать следующее:

- создание современного машиностроительного производства средствами имитационного моделирования - наиболее эффективное средство автоматизации, позволяющее переходить с одного вида продукции на другой с минимальными затратами времени и труда;
- объединение систем автоматизированного проектирования с автоматизированной системой управления предприятием позволит создать единый информационный комплекс.

Отсюда следует, что будущий специалист машиностроительного профиля должен в процессе изучения дисциплин связанных с проектированием производства получать актуальные знания и закреплять их при выполнении практических и лабораторных работ. Эти знания в дальнейшем помогут ему грамотно применять средства имитационного моделирования на реальном производстве.

Список литературы

1. Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / А. С. Климов,Н. Е. Машнин. - СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 240 с.

2. Tecnomatix - Process Simulate. – Режим доступа: http://geometricsolutions.net/solutions-siemens-plm-solutions-partner/process-simulate.html. - 21.12.2015.

3. Siemens PLM Software - Robcad – Режим доступа: http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/products/tecnomatix/robotics_automation/robcad/. - 21.12.2015.

АСПЕКТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Чекрыгина В.В., Шерстобитова В.Н.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Космонавтика как наука появилась в середине 20 века, но уже 21 век, международные специалисты, назвали веком космонавтики.

Россия владеет мощным научной, инженерной, творческой возможностью, позволяющей ей стать передовиком в освоении космоса. Оренбургская область занимает лидирующую позицию в данном направлении, так как является кузницей кадров для российских космонавтов. В продолжение сказанного нельзя не отметить Аэрокосмический институт на базе Оренбургского государственного университета и ПО «Стрела». Огромный факультет, как показано на рисунке 1, ведет подготовку профессионалов по разным направлениям.

Рисунок 1 – Структура Аэрокосмического института

Аэрокосмическая наука всегда будет интересна для молодого поколения и в то же время содержит все сферы человеческой деятельности: передовые технологии, новую технику, конструкционные материалы, автоматику, физику и географию, биологию и медицину, философию и психологию, литературу и искусство. Формирование разностороннего развития во многом зависит от научно-исследовательской деятельности обучающегося, чему способствуют центральные периодические научные и научно-технические издания на базе образовательного учреждения.

Казалось бы, какие могут быть проблемы: прием статьи, рецензирование, экспертиза, заседание редколлегии? Но и на этом пути встречаются узкие места. Существует огромное количество программных продуктов позволяющих вести управление электронными рецензируемыми научными журналами автоматизировано: ePublishing Toolkit, Digital Publishing System, GAPWorks, Ambra Publishing System, Drupal e-Journal и Open Journal Systems.

Как любые программные продукты, перечисленные системы имеют ряд своих преимуществ и недостатков. Отпечаток накладывает финансирование, персонал, специалисты, свободно владеющие иностранными языками. Поэтому

всегда существует необходимость в создании, либо доработки продукта под определенные конкретные цели.

Изучив процесс прохождения от приема статьи до ее выхода в свет (публикации), была разработана схема, как показано на рисунке 2.

Рисунок 2 – Процесс публикации статьи

Опишем процесс публикации статьи. И так статья написана, издательство для публикации выбрано. Автор направляет статью в редакцию, она поступает редактору для анализа, у каждого издания существуют свои правила оформления, как правило, по времени это занимает от трех до десяти дней. В большинстве случаев просматривают наличие: УДК, корректность названия статьи (иногда существуют ограничения по количеству символов, использование определенных слои и сочетаний, падеж), наличие резюме (грамотное составление, является немаловажной частью самой статьи и здесь имеются ограничения), сама статья, библиографический список (который тоже необходимо грамотно оформить) ну и перевод на английский язык (названия статьи, аннотацию и библиографический список).

Так же часто при написании научных статей является допущение автором следующих ошибок:

– непонимание того, что в статье идеям автора должен предшествовать глубокий обзор того, что в этом направлении или по этой проблеме наработано другими исследователями, т.е. отсутствует анализ исследований, выполненных другими учеными, и не упоминаются их публикации;

– несоответствие заголовка статьи теме диссертационной работы или несовпадение текста статьи с текстом параграфа диссертации;

– формулировка заголовка статьи не отражает основную мысль статьи;

– сумбурный перечень идей, которые автор пытается изложить в работе;

– недостаточное количество фактического материала в публикуемой статье (статистических или экспериментальных данных, анализа источников);

– отсутствие авторского анализа, обобщения закономерностей;

– отсутствие итоговых, обобщающих выводов;

– наличие грамматических ошибок [1].

Если автору удалось преодолеть все нюансы оформления, то статья продвигается далее на рецензирование, иначе отправляется автору на доработку или вовсе приходит мотивированное заключение об отказе публикации.

Рецензирование, это открытый процесс. Из базы рецензентов, как правило, это доктора наук по профилю публикации, выбираются три кандидатуры (главное условие рецензент не может быть автором статьи), которым отправляется статья с указанием все информации (название, автор и т.д.). Рецензия представляет собой специальный документ, который составляется от имени рецензента. Рецензент приводит краткий анализ рецензируемой статьи, дает оценки по критериям содержания и оформления: оценивает объем статьи, проверяет составление аннотации и подбор ключевых слов на русском и английском языках, правильность приведения библиографических ссылок и наличие библиографического списка, устанавливает релевантность темы статьи специализации издания [2]. Процесс рецензирования длится около месяца, по его результатам автор получает либо копии рецензий, либо мотивированное заключение об отказе публикации и предложению по переработки и исправлении статьи. Исправленный вариант

статьи возвращается рецензенту для принятия решения и подготовки мотивированного заключения о возможности публикации.

Пройден этап рецензирование, статья поступает эксперту в «закрытом» виде. Эксперт видит только название статьи и саму статью, какие-либо другие данные для него закрыты. Процесс экспертизы длится в районе 2–4 недель и в его результате статья движется дальше, либо автору высылается мотивированное заключение об отказе публикации.

И вот казалось бы финишная прямая, утверждение статьи на заседании редколлегии. Это процесс открытый и занимает небольшое количество времени, но и здесь автор может получить отказ, а вот в противном случае, статья публикуется.

Как часто автор может получить мотивированное заключение на отказ публикации статьи. Что может повлечь за собой угасание энтузиазма дальнейшего научно-исследовательского роста обучающегося. Для минимизации отрицательных заключений необходимо оптимизировать процесс публикации статьи. Из всего перечисленного процесса для минимизации мотивированного отказа, повышения качества публикуемых статей и сокращения времени на обработку статьи выявлено, что необходимо автоматизировать процесс приема статьи для публикации, проверка ее на антиплагиат и составление шаблона рецензии на основании представленных данных.

В результате внедрения автоматизированной системы по обработке публикации большинство заинтересованных лиц (автор, редакция, учебное заведение) будут пребывать в выигрышном состоянии:

– минимизируется возврат публикации, за счет автоматизированного приема статей, так как большинство необходимых параметров будут закладываться при регистрации автора и статьи;

– повышения качества публикуемых статей, за счет ограничений при регистрации автором статьи и проверки ее на антиплагиат;

– сокращения времени, за счет автоматизированного приема и составления шаблона для рецензента.

Список литературы

1. *Типичные ошибки аспирантов: как не наступать на собственные грабли [Электронный ресурс]: евразийский международный научно-аналитический журнал. / Проблемы современной экономики. – Электрон.журн. – СПб : N 3 (43), 2012. – Режим доступа: http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=4245. – 10.12.2015.*

2. *Как подготовить рецензию на научную статью [Электронный ресурс]: Издательство ИНГН. – М.: ИНГН. – Режим доступа: http://www.ingnpublishing.com/rig/metodicheskaya_pomow/kak_podgotovit_recenziyu_na_nauchnuyu_statyu/. – 15.12.2015.*

КОНСТРУКЦИЯ ОТСЕКА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПЕРЕДАЮЩЕГО ЧАСТЬ НАГРУЗКИ НА КОРПУСА ПРИБОРОВ

Шевченко В.В. Денисов П.П.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В данной статье описывается альтернативная конструкция отсека летательного аппарата, основанная на оптимальном использовании внутренней компоновки и рационального использования конструктивных элементов силового набора и корпусов приборов.

Отсеки летательных аппаратов служат для размещения полезной нагрузки, топлива, приборов и т.д. В современных летательных аппаратах все внешние нагрузки воспринимает корпус. Прочность корпуса определяется силовым набором, состоящим из множества конструктивных элементов: лонжероны, стрингеры, шпангоуты, рамы. На рисунке 1 схематично показана нагрузка на отсек в сечении. Приборы устанавливают в приборные рамы, задача которых состоит в определении положения и предохранении приборов от перегрузок которые испытывает летательный аппарат. Приборные рамы и корпуса приборов имеют значительную массу.

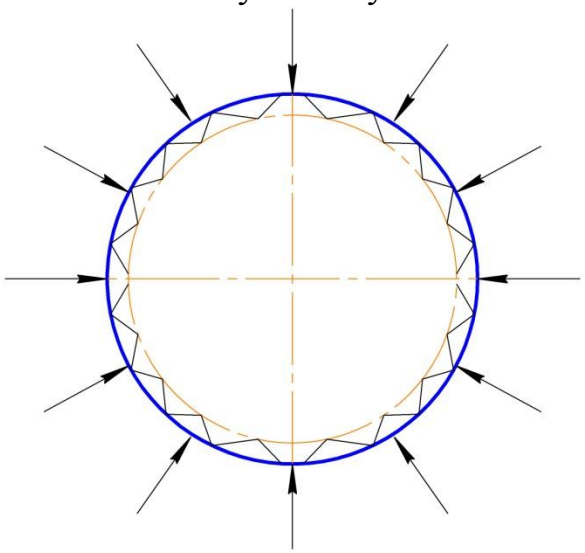


Рис.1 – нагрузка в сечении

Передача внешней нагрузки на корпуса приборов позволяет выполнить силовой набор меньшего сечения или частично исключить некоторые его элементы. Распределение внешних нагрузок между внешними и внутренними частями отсека реализуется с помощью усиленных приборных корпусов, которые жестко связаны с элементами корпуса тем самым воспринимая часть внешней нагрузки. В этом случае приборные корпуса будут воспринимать нагрузки как внутренняя ферменная конструкция определяющая прочность всей конструкции, а внешним элементам достаточно иметь небольшую жесткость для сохранения формы отсека. Схема нагрузки на отсек с передачей нагрузки на корпуса приборов показана на рисунке 2.

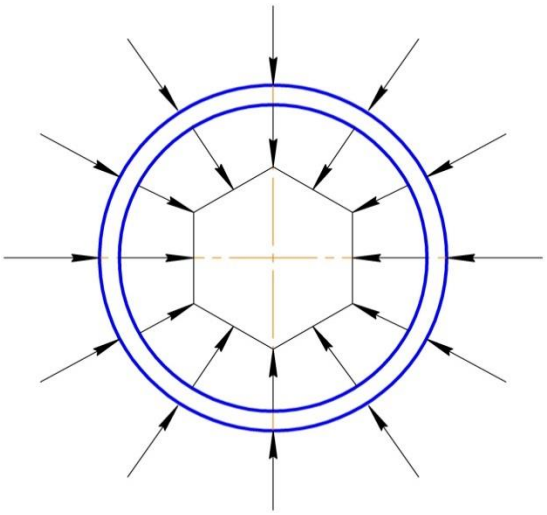


Рис.2 – схема передачи нагрузки на корпуса приборов

Данный тип конструкции имеет преимущества:

1. Меньшая масса по сравнению с классическими конструкционными решениями;
2. Высокая плотность компоновки;
3. Возможность уменьшения габаритов летательного аппарата.

Экономия массы обеспечивается более легким силовым набором и исключением части приборных рам конструкции. Плотность компоновки обеспечивается необходимостью размещения всех приборов в пространстве отсека с учетом совместной работы корпусов приборов и силового набора.

К недостаткам отсеков такой конструкции можно отнести более сложное проектирование и расчеты, а так же сложное планирование дальнейшей модернизации таких отсеков т.к. корпуса приборов необходимо выполнять под каждый прибор индивидуально, а отсек не способен воспринимать нагрузки без установленных приборов.

Современные технологии и возможности программных средств позволяют произвести сложные расчеты и моделирование поведения такой конструкции.

Список литературы

1.Черненко Ж.С., Сабитов Н.Г., Гаража В.В. и др. Конструкция и прочность воздушных судов: Учебное пособие. – Киев: КИИГА,1985. - 88с.

2. Оптимальное проектирование летательных аппаратов: Многоцелевой подход / В. С. Брусов, С. К. Баранов. – М.: Машиностроение, 1989. – 232 с. – ISBN 5–217–00588–2.