Секция 2

«НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

СОДЕРЖАНИЕ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОЗРАЧНОСТИ РАБОТЫ КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ PLM-КОНЦЕПЦИИ Абдуллин Э.Р. 580

ВЫБОР МЕТОДИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВАРКИ Аржанникова И.Е. 587

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВАРКИ КАПЕЛЬНЫМ ПЕРЕНОСОМ Аржанникова И.Е., Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор 590

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА МАГИСТРАНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ Ахмедьянова Г.Ф., канд. пед. наук 594

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ Ахмедьянова Г.Ф., канд. пед. наук 598

ТВОРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНЖЕНЕРА: РАЗВИТИЕ ПРОЕКТНЫМ МЕТОДОМ ОБУЧЕНИЯ Ахмедьянова Г.Ф., канд. пед. наук, Пищухин А.М., д-р техн. наук, профессор 602

ЛОПАТКИ ТУРБИН КАК ОТВЕТСТВЕННОЕ ИЗДЕЛИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ Белоновская И.Д., д-р. пед. наук, профессор, Арефьев Д.П. 607

СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМАНДНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ Белоновская И.Д., д-р пед. наук, профессор, Езерская Е.М., канд. пед. наук .. 613

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ Белоновский П. В. 619

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАРЕЮЩИХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК НА САМОЛЕТАХ ИЛ-76 Бесенбеков Е. И., Попов Р. А 625

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ Бочкарев А.В. 630

ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА API Быкова И. С., канд. техн. наук, Горбунов А. А., канд. техн. наук, ... 633

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ РАМЫ, ПОДКРЕПЛЕННОЙ ОБОЛОЧКОЙ Гаврилов А.А., канд. техн. наук, Морозов Н.А., канд. техн. наук, Чирков Ю.А., д-р техн. наук 636

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ
Глинская Н.Ю., канд. техн. наук, доцент, Кочетова Е.В. 641

МЕТОДИКА СОПОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА
Горбунов А.А., канд. техн. наук,
Припадчев А.Д., д-р техн. наук, доцент, Чепасов В.И., д-р техн. наук, профессор, Кондров Я.В. 645

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТЕЙ В СИСТЕМЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ
Гуньков С.А., Акимов С.С. 654

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ Гуньков С.А., Дудоров В.Б., доцент 658

КОНЦЕВЫЕ КРЫЛЫШКИ (ЗАКОНЦОВКИ) КРЫЛА САМОЛЁТА
Денисов Д. А. 662

СОКРАЩЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ ПУТЁМ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
Джуламанов В.Б., Рафиков Д.М. 665

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ, НЕРЖАВЕЮЩИХ, ТЕПЛОСТОЙКИХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ В СРЕДЕ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ Ефанова О.В., Черняков В.Н. 672

АНАЛИЗ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ
Жеребцова Е.И., Коннов А.Л., канд. техн. наук, доцент 676

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХРОМА Завьялов В.А., Курноскин И.А., Плесовских А.Ю., Крылова С.Е., канд. техн. наук, доцент, Оплеснин С.П., Шурупов А.Ю. 679

СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСАХ Зинзер А.Е., Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент 684

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС В ЗОНЕ КОНТАКТА ОПОРНОГО УСТРОЙСТВА С ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ Иванова В.С., Горелова С.С. 690

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАРЯДА ТВЕРДОТОПЛИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ
Исекенова Д. М., Соболев М. М. 700

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ Каменев С. В., канд. техн. наук, Искандаров В. З. 703

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ШТАМПОВКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ
Коротков Ю.Д. 709

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНОЧНОГО ПАРКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Кравцов А.Г., канд. техн. наук, доцент, Хаеров К.П. 712

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ Кузнецов А.В., Кузнецова Е.Н. 718

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ И СОПРВОЖДЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА
Кушнерова И.А., Дудоров В.Б., доцент 723

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ Лосева М.В. 727

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОЙ ДУГИ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ Майстренко Н.Ю. 731

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФУЗИОННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ Майстренко Н.Ю. 735

ОБЗОР УСТАНОВОК ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ Марусич К.В., канд. техн. наук, Антонцева И.В., Шинкоренко Т.В. 742

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ Марусич К.В., кандидат технических наук, Буренин Д.В., Марусич Ю.К. 747

УПРАВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ
Марусич К.В., канд. техн. наук, Михалкина В.А. 753

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОК ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК8 Марусич К.В., канд. техн, наук, Шабаев М.М. 756

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ПРОЦЕССА АЗОТИРОВАНИЯ
Назин Е.В.; Черноусова А.М., канд. техн. наук, доцент 759

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ Никифоров В.С., Акимов С.С. 763

КОМПОНОВКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА АГРАРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
Николаенков А.А., Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент 767

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СМЕНА ИНСТРУМЕНТА СТАНКОВ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ С ЧПУ Овинов А.Д. 772

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНКА В КОМПЛЕКСЕ С CAD-CAM СИСТЕМОЙ ADEM Овинов А.Д. 775

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПО СИСТЕМ КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА Овинов А.Д. 779

ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ Овинов А.Д. 782

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ОТ4 С ЗАЗОРОМ, ПРЕВЫШАЮЩИМ 0,15ММ, ЗАПОЛНЕННОГО ТИТАНОВОЙ ФОЛЬГОЙ ВТ1-00 И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ Онучин С.В. 785

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ИНСТРУМЕНТА Оплеснин С.С., Оплеснин С.П., Крылова С.Е., канд. техн. наук, доцент, Мингазов Р.Р, Валитов Д.М., Жамансарин М.А. 788

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ Петров Д.В., Лапов А.Н. 791

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ В SIEMENS PLM NX Поляков А.Н., д-р техн. наук, профессор, Никитина И.П., канд. техн. наук, доцент 795

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ Проскурин В. Д., канд. техн. наук, доцент 800

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В РАБОТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ Радыгин А.Б. 805

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СОПЛОВЫХ АППАРАТОВ Рубанова М.Д. 809

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕВЕРСНОГО ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА Сергеев А. И., д-р техн. наук, доцент, Стасюк П. А. .. 812

ВОЗМОЖНОСТИ СИТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ Сергиенко С.Н., канд. техн. наук, Шабловская Е.Б., Клецова О.А. канд. техн. наук., Михайлов А.Д. 817

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНТИНГЕНТА СТУДЕНТОВ В АКИ ОГУ ЗА 2013 – 2017 ГОДЫ Сердюк А.И., д-р техн. наук, профессор, Езерская Е.М., канд. пед. наук, Гаврюшина Е.В. 821

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Серёгин А.А. канд. техн. наук, доцент 825

МОНИТОРИНГ И УЧЕТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ СТАНКОВ С ЧПУ Сечина С.П. 830

АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ И ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ БАЛАНСИРНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
Снегирева И.В., Горбунов А.А., канд. техн. наук, доцент 833

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА НА БАЗЕ ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ Солдатов Н.Е.,
Марусич К.В., канд. техн. наук, доцент, Солдатова Д.Е. 836

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор, Попов А.Н. 840

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Тавтилов И.Ш.,канд.техн.наук, Юршева Н.В, Григорьева А.Е. 845

ЗНАЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ
Терентьев А.А. 852

ВЫБОР СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК В МАШИНОСТРОЕНИИ
Фирсова Н.В., канд. техн. наук 856

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ С НЕЖЕСТКОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ
Фролов С.С. 859

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
Фролова О.А., к.т.н., доцент 863

КОНСТРУКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПОНОВКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ В КОРПУСЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА Халыков С.В., Горбунов А.А., канд. техн. наук, Ерофеев Е.А., Халыков С.В. 866

ИСПЫТАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ КПП – (3-10), КПП – (50-180) Хопренинов В.А., Елагин В.В. 870

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ КОРРОЗИИ Черняев Б.О. 876

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬ В МАШИНОСТРОЕНИИ Шинкоренко Т.В., Антонцева И.В. 882

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РОБОТИЗИРОВАННОГО СРЕДСТВА СКАНИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА Шрейдер М.Ю., канд. техн. наук, Петров Д.С. . 887

АНАЛИЗ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ
Щербаков С.В., Коннов А.Л., канд. техн. наук, доцент 890

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОЗРАЧНОСТИ РАБОТЫ КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ PLM-КОНЦЕПЦИИ

Абдуллин Э.Р.

Оренбургский государственный университет

Внедрение концепции PLM на машиностроительных предприятиях – модная тенденция или необходимость?

PLM (англ. Product lifecycle management) дословно – это управление жизненным циклом изделий. Иными словами, PLM – это концепция, то есть подход основанный на централизации всей информации об изделиях в едином информационном пространстве.

Этот подход получил свое уверенное развитие за последние 10-15 лет на Западе, а также в Японии и ряде других развитых стран. Первой концепцию и методы PLM взяла на вооружение компания IBM Dassault Systemes - на сегодняшний лидер в области разработки PLM-решений, предлагающая системы CATIA, ENOVIA, DELMIA и SmarTeam. Начиная примерно с 2010 года PLM – концепция плавно приходит и в российские предприятия, однако знания и опыт зарубежных производителей применяется на отечественном рынке не так методично, как это могло быть. Сегодня PLM переживает бум популярности, как в свое время ГПС (гибкая производственная система) и CALS-технологии (англ. Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий). Что же такое PLM-концепция, для каких целей она внедряется и какова роль в ней PDM-системы? Все это мы попытаемся понять в данной статье.

Концепция PLM на любом современном машиностроительном предприятии предусматривает управление процессами всего жизненного цикла продукта, включая следующие стадии:

- маркетинговые исследования
- проектирование продукта
- планирование и разработка процесса
- закупка
- производство или обслуживание
- проверка
- упаковка и хранение
- продажа и распределение
- монтаж и наладка
- техническая поддержка и обслуживание
- эксплуатация по назначению
- послепродажная деятельность
- утилизация или переработка

В зависимости от специфики предприятия и самого продукта, каждый этап жизненного цикла должен быть представлен в той или иной степени дета-

лизации. Если проанализировать функционал современных ERP-систем, внедряемых на отечественных предприятиях – мы видим, что большая часть этапов так или иначе охвачена в ERP-системе: маркетинг, планирование, закупки, производство, продажа, монтаж и даже техобслуживание – все это блоки современной учетной системы.

Из наиболее важных на данном этапе развития промышленности, в ERP-системах не хватает одного важного блока – это проектирование продукта. Ниже пойдет речь именно о проектировании, что в свою очередь предполагает разговор о CAD- и PDM-системах (Computer Aided Design – Система автоматизированного проектирования, САПР. *Product Data Management* – система управления данными об изделии).

Проблемы производственных предприятий: предпосылки перехода на концепцию PLM. Что же заставляет думать руководителей многих современных отечественных производственных предприятий о переходе на концепцию PLM? Вот только часть проблем:

- низкая скорость выведения продукта на рынок
- постоянный срыв сроков разработки и производства (при позаказном производстве)
- низкая скорость разработки изделий, а также внесения изменений в конструкторско-технологическую документацию (КТД)
- проблемы кооперации конструкторских бюро (КБ) и производственных подразделений
- малая эффективность управления на проектах разработки новой продукции
- низкое качество разрабатываемой и производимой продукции
- несоблюдение требований маркетинга и производства при проектировании;
- ориентированность сотрудников предприятия на показатели объема (система мотивации по типу "чем больше - тем лучше").

Значительная доля проблем берет свое начало с основной проблемой производственных предприятий – это низкая степень автоматизации всего, что связано с производством. Если бухгалтерский учет и управление финансами компании более-менее автоматизированы, то PDM-системы лишь только начинают получать должное распространение.

Что внедрять: PDM или PLM? Для начала, нужно четко для себя понять: что же такое PLM и PDM и как они между собой соотносятся? PLM – это концепция, которую использует руководство предприятия для достижения каких-то целей.

С точки зрения глобальных бизнес-целей производственного предприятия (имеющего собственные конструкторские и технологические подразделения) можно выделить две основных цели менеджмента:

Уменьшение себестоимости разрабатываемой продукции;

Сокращение времени выхода на рынок новых изделий.

Важно то, какими методами достигаются эти цели. Основным инструментом достижения этих целей является PDM-система. Рассмотрим ниже основные способы реализации PLM-концепции посредством внедрения тех или иных возможностей современной PDM-системы.

Снижение непроизводственных затрат конструкторов и технологов при подготовке КТД. Основные две сущности, которые появляются в PDM-системе в отличие от «ручного» проектирования – это электронная структура изделия (ЭСИ) и электронная технология изготовления (ЭТИ). Основная идея в том, чтобы инженеры-конструкторы и инженеры-технологи занимались разработкой именно ЭСИ и ЭТИ, а не, например, чертежей и маршрутных карт. В контексте PLM-концепции данные документы являются лишь конечной стадией проектирования (простой печатной формой).

PDM-системы обеспечивают создание и поддержку единого информационного пространства на всех этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ). CAD/CAM/CAE-системы автоматизируют процессы проектирования и подготовки производства. MRP-системы решают задачи планирования ресурсов и управления производством, а ERP-системы — задачи управления деятельностью предприятия. CRM-системы управляют взаимоотношениями с заказчиками. SCM- и CPC-системы обеспечивают управление цепочками поставок и ведение совместного бизнеса всеми участниками расширенного предприятия. И это далеко не весь перечень элементов в используемой сегодня классификации.

Не все из перечисленных видов систем относятся к средствам поддержки PLM-решений. Так, согласно CIMdata, поддержка PLM-решений выполняется системами автоматизации процессов проектирования (CAD/CAM/CAE и др.) и PDM-системами (точнее, коллаборативными PDM, обозначаемыми как cPDm — collaborative Product Definition Management). IBM/Dassault Systemes также отмечает, что системы классов ERP, SCM и CRM не относятся к средствам поддержки PLM-решений, а обеспечивают, совместно с PLM, эффективное функционирование расширенного предприятия (рис. 1).

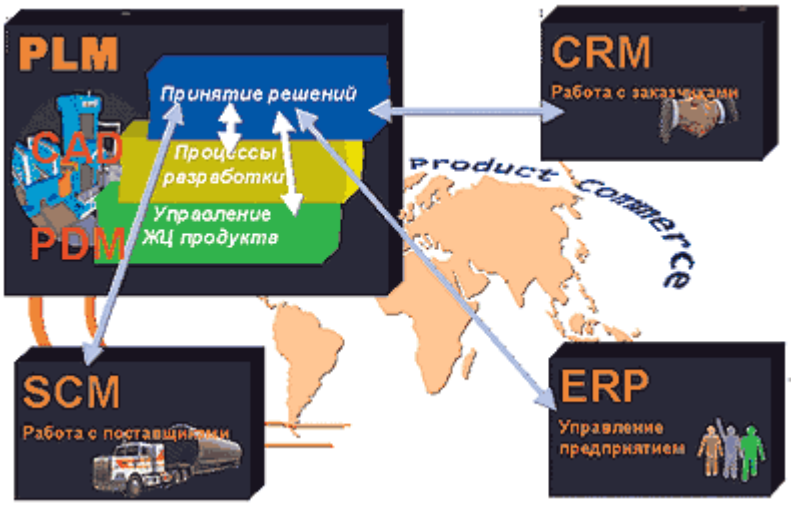


Рис.1 - Связь PLM-решений с другими задачами

Для конструкторов будет важнее всего тратить минимум времени на работу с деревом спецификаций в самой PDM-системе и максимум – на разработку непосредственно изделия в своей САПР (3Д-модель, электрическая схема и т. д.). Страх того, что конструктору придется тратить много времени на работу с ЭСИ в PDM-системе – это основная причина внутреннего сопротивления персонала конструкторского бюро при внедрении, поэтому крайне важно обращать на это внимание с самого начала и убеждать персонал, что при должном обучении конструктор начинает очень уверенно ориентироваться в практически в любой современной PDM-системе уже через пару недель после начала работы.

В отличие от конструкторов – для технологов PDM-система является не просто «дополнительной нагрузкой», а основным рабочим инструментом по разработке технологических карт и маршрутов (иначе говоря – по разработке ЭТИ). Соответственно, здесь мы видим очевидное преимущество автоматизации: вместо разработки технологической документации в MS Word или, того хуже, в твердой копии технологи теперь имеют возможность именно проектировать технологию в электронном виде. Ускорение процесса при этом – многократное (технологи тратят в 2-3, а то и больше раз времени на рутинную «механическую»).

Уменьшение стоимости разработки за счет повышение доли заимствованных деталей и узлов. Это еще один очевидный плюс автоматизации: использование ЭСИ и ЭТИ позволяет достаточно легко (технически) организовывать поиск деталей и сборочных единиц (ДСЕ), покупных изделий (ПКИ), средств технологического оснащения (СТО) и прочих элементов конструкторско-технологического проектирования по применяемости. Отсюда – появляется возможность наследования узлов и деталей из более ранних разработок (причем – не конкретного специалиста ИТР, а всего предприятия в целом). Теперь вместо копирования или, того хуже – «изобретения велосипеда», специалисты-разработчики могут наследовать часть узлов, схем, деталей и даже частей маршрута или технологии из предыдущих разработок. Для этого достаточно найти нужный узел по применяемости, воспользовавшись параметрическим поиском и включить его в проект и в состав электронной структуры изделия, либо в состав технологической карты или маршрута.

Наведение порядка в архиве КТД. Другая важная часть работы конструкторских бюро и отделов технической документации – это организация архива. Современная PDM-система позволяет вести электронный архив, когда вся документация на изделие или на тех. процесс (например – спецификации или технологические карты) хранится в электронном виде, а твердые копии формируются только по мере необходимости (например – для передачи внешнему подрядчику или заказчику – предприятию Министерства обороны).

Ускорение процесса разработки изделий. За счет значительно большей оперативности обмена информацией между участниками проекта разработки изделия: руководитель проекта в любой момент времени имеет актуальную информацию по готовности тех или иных проектов и может ставить параллельно несколько задач на разработку проектных решений. Внедрение PDM-системы

позволяет реализовать метод параллельного проектирования. Современный уровень предполагает наличие возможности параллельного проектирования, накопление и использование корпоративных знаний, автоматизацию проведения изменений по всем этапам процесса проектирования, различные режимы визуализации проекта и др. Такой уровень проектирования получил название методологии RGD (Relational Generative Design).

Улучшение системы управления потоком работ на стадии проекта. Руководителям проектов и производственного предприятия PLM-концепция и как автоматизированный инструмент – внедренная PDM-система дает значительную прозрачность процессов проектирования на этапах разработки: теперь, за счет оперативности получения информации о нарастающей структуре изделия или комплекса в любой момент времени можно без формирования ручных отчетов сотрудников о проделанной работе оценить процент выполнения задач на проекте и принять соответствующие управленческие решения в рамках управления конструкторским бюро. Внедренная PDM-система дает представление о том, где в бизнес-процессе узкие места. Как правило – данный аспект внедрения PLM позволяет находить точки неоправданного простоя персонала, что в свою очередь помогает повышать исполнительскую дисциплину конструкторско-технологических подразделений. PDM-система дает возможность наладить взаимодействие между пользователями, контролировать большие потоки инженерно-технической информации, получать разграниченный доступ к данным на любой стадии разработки/изготовления изделий. Во многом, поэтому ее считают основной при выборе управленческого модуля.

Формализация процесса разработки КТД. Как известно, внедрение любой автоматизированной системы (в т.ч. – PDM и PLM) в рамках одного из этапов сопровождается разработкой регламентирующих документов – как регламентов работы всего предприятия, отдельных подразделений (причем – не только КБ и ОТД, но и отдела закупок, диспетчера на производстве и т. д.), так и пользовательских инструкций, регламентирующих работу специалиста на конкретном рабочем месте. Это позволяет не только поддерживать текущую работу в области проектирования, но и без особых усилий со стороны руководителя КБ вводить в курс дела новых сотрудников.

Организация совместной работы распределенных коллективов. Последний, способ реализации PLM – это организация совместной работы территориально распределенных команд. Речь идет о применении облачных SaaS-технологий (англ. Software as a service – программное обеспечение как услуга, то есть технология обслуживания) в сфере автоматизации работы конструкторов, технологов, нормировщиков и прочих специалистов инженерно-технического профиля, так или иначе связанных с разработкой изделий и комплексов в современном предприятии. Представим себе команду конструкторов, каждый из которых работает у себя дома, или, например, совместную работу двух КБ одного предприятия, удаленных друг от друга территориально. При внедрении PDM-системы, как системы коллективной разработки, автоматически отпадает необходимость очного присутствия всех участников разработки в

одном рабочем месте. Действительно каждый разработчик работает, в своей CAD-системе которая может быть установлена у него локально на рабочей станции, далее результат своей работы он выгружает в PDM-систему, как законченную электронную структуру изделия. Данные выгружаются по каналам связи (например – по RDP или по VPN), в том числе – вся документация на изделие формируется и хранится в PDM в электронном виде. Таким образом, нет никакой необходимости «быть на рабочем месте». Что же касается управления проектной командой – общение с конструкторами руководитель проекта выполняет посредством постановки задач в системе управления проектами, либо через одно из средств организации телеконференций.

Еще совсем недавно трехмерная визуализация изделия была прерогативой только участников процессов проектирования. Сегодня PLM-решения дают возможность просмотра и оценки 3D-модели (используется также термин DMU (Digital Mock-Up) — цифровой макет изделия) и на других этапах ЖЦИ. Для практики важно, что такой просмотр и оценка не требуют от пользователя умения работать в CAD-системе. По результатам оценки может быть принято решение, которое учитывается при проектировании. В качестве примера таких PLM-решений можно привести систему ENOVIA, которая создает 3D-пространство сотрудничества для всех участников расширенного предприятия. ENOVIA обеспечивает построение единой модели, которая конфигурирует и интегрирует продукт с процессами и ресурсами, необходимыми для его создания и обслуживания на протяжении всего жизненного цикла.

Создание единого информационного пространства (ЕИП) для поддержки информации на всех этапах ЖЦИ является сложным процессом, носящим итерационный характер. Это делает предпочтительным использование объектно-ориентированного подхода при построении ЕИП и выдвигает соответствующие требования к используемой PDM-системе. Примером PDM, реализующей объектно-ориентированный подход, является система SmarTeam, которая допускает плавное, итерационное развитие структуры ЕИП и наращивание функциональности системы за счет создаваемых приложений.

Каждое рабочее место SmarTeam основывается на конкретной конфигурации, отвечающей ролевой нагрузке данного пользователя. При этом, наряду с клиентскими компонентами, каждая конфигурация содержит весь набор серверных компонентов для организации единой многопользовательской информационной среды.

Базовая конфигурация SmarTeam содержит набор средств для совместной работы при создании, редактировании, поиске и хранении любых типов данных и документов, обеспечивая управление проектами, ведение версий, экспорт и импорт информации, включает средства для редактирования структур баз данных и настройки системы. Другие конфигурации SmarTeam обеспечивают интеграцию с CAD, работу удаленных пользователей (с доступом к общей базе данных через Интернет), поддержку ЕИП по всей цепочке поставок, маршрутизацию документов и заданий (Workflow), интеграцию с MRP/ERP и др.

Учет этапов цикла дает возможность предприятию комплексно уменьшать издержки производства, объединить все сложные процессы. Поэтому использование PLM-систем актуально для многооперационных предприятий в отрасли машиностроения, информационной сфере и так далее. Они помогут отслеживать каждый экземпляр или выпущенный продукт, учесть разнообразные требования. Если же нужно внедрить механизм управления изделиями в существующую среду или нет необходимости в масштабных комплексных решениях, можно ограничиться PDM-решением.

Рассматривая многочисленные программные продукты, предназначенные для автоматизации деятельности конструкторских и технологических подразделений, мы задаем себе вопрос: «Почему при такой технической проработке вопроса реально завершенных внедрений остается так мало?».

Дело в том, что любое внедрение продукта – это совокупность организационно-технических мероприятий, и если техника и технические специалисты (программисты, инженеры, руководители проектов) уже вполне готовы к автоматизации российских предприятий – дело встает за организационной составляющей. Многие предприятия будут работать «в старом стиле» ровно до тех пор, пока руководящая структура не осознает необходимости проведения перемен. То есть – пока внедрение концепции PLM не станет одной из стратегических задач предприятия.

Таким образом, внедрение PLM-решений заключается не только в приобретении и освоении специалистами некоторого набора систем высокого уровня автоматизации, но необходимо провести детальный анализ деятельности предприятия и на основе этого анализа построить модель функционирования предприятия в новых условиях. Только в этом случае можно будет избежать ненужных финансовых и временных затрат, максимально снизить количество проб и ошибок, обеспечить оптимальное продвижение предприятия к поставленной цели.

Список литературы

1. Что такое PLM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sapr.ru/article/8052 (дата обращения: 20.12.2017).

2. PDM и PLM системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asapcg.com/press-center/articles/pdm-i-plm-sistemy/ (дата обращения: 20.12.2017).

ВЫБОР МЕТОДИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВАРКИ

Аржанникова И.Е.
Оренбургский государственный университет

Основными задачами проектирования являются анализ технологического процесса, оптимизация параметров и их расчет. В результате проведенных исследований [1-6] выяснено, что для внедрения на производстве разработанного технологического процесса сварки стыковых соединений тонкостенных конструкций из алюминиевого сплава необходимо решение задачи выбора и применения методики для расчета оптимальных параметров режима. Решение задачи осложняется отсутствием методики расчета параметров, которые учитывают все количественные зависимости и всесторонне характеризуют процесс сварки капельным переносом для алюминиевых сплавов.

Важнейшими из всего параметрического ряда количественных характеристик в технологическом процессе сварки являются параметры режима сварки. В результате выбранного оптимального режима сварки получают качественные сварные соединения. Показателями качества при сварке алюминиевых сплавов являются соответствие механических свойств техническим требованиям, геометрические размеров сварного шва и отсутствие дефектов.

Задача проектирования по определению оптимального режима сводится к решению многокритериальной задачи. Известные методы по определению режима сварки плавящимся электродом основаны на имитационном моделировании. При определении режима сварки исходными данными являются – тип сварного соединения, способ сварки, марка материала, химический состав, требования о допуске дефектов, к механическим свойствам.

Выходными данными - технологический документ с установленным режимом, оборудованием, оснасткой, инструментом, обеспечивающий требуемое качество сварной конструкции. На основе выходных данных осуществляется изготовление оснастки, покупка и подготовка оборудования, заказ материалов, составляются график последовательности технологических операций сборки, параметры режима сварки, нормы времени. Определение оптимальных параметров режима сварки является необходимым условием получения качественной сварной конструкции. Технологические параметры разработанного процесса сварки могут быть рассчитаны и оптимизированы на этапе технологической подготовки производства.

Большой теоретический и практический вклад в разработку методик для расчета параметров режима сварки внесли В.Е. Кривошея, А.М. Попков, В.П. Демянцевич, И. Масумото, М. Охара, Ф.Хартунга, С.Н. Дубовецкий, В.А. Судник, Г.Г. Чернышев, В.Л. Ковтун, О.Г. Касаткин, П.Зайффарт, В.Ф. Мусияченко Б.Д. Лебедев, Н.Н. Рыкалин, А.С. Бабкин и др. На основании проведенного обзора существующих методик, которые используют для расчета режима сварки, составлена таблица 1.

Таблица 1 – Краткий обзор методик расчета параметров режима сварки

Автор методики	Краткое описание	Недостатки
В.П. Демянцевич	Последовательное вычисление i+1-го параметра режима как функции i-го [8]	Не учитывает влияние зазора на глубину проплавления, нет оценки качества
И.Масумото	Зависимость в виде выражений получена экспериментально с учетом влияния зазора на глубину проплавления стыка [10]	Ограниченность применения для диаметра 1,6мм длиной20 мм одного типа соединения
А.М. Попков	Решение полученной системы связей катетов, ширины шва и толщины стенки[11]	Не учитывается количество наплавленного металла в катете шва
С.Н. Дубовецкий	Создание регрессионных зависимостей, связывающих элементы вектора с толщиной, зазором в стыке, с диаметром [9]	Ограниченность применения для постоянной длины и диаметра электрода
В.А. Судник	Решение систем дифференциальных уравнений с частными производными [12]	Трудоемкость поиска оптимального решения

Таким образом, на основании проведенного обзора существующих методик, можно сделать следующие выводы. Большинство методик имеют ограниченную область применения и трудоемки. Выбор методики для расчета и оптимизации параметров режима сварки осуществлен в пользу разработанной методики А.С. Бабкина [7], который применяет метод множителей Лагранжа. Расчет предполагается произвести с учетом проведенных натурных испытаний и полученных количественных зависимостей, характеризующих процесс сварки алюминиевых сплавов методом капельного переноса.

Список литературы

1. Аржанникова, И. Е. Автоматизированная сварка плавящимся электродом с процессом холодного переноса капель в стыковых соединениях конструкций алюминиевых сплавов / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. - № 3, С. 145-150.

2. Аржанникова, И. Е. Исследование возможности применения перспективной технологии автоматической сварки плавящимся электродом авиационной техники [Электронный ресурс] / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и

культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-7410-1180-5.

3. Аржанникова, И. Е. К вопросу о моделировании технологического процесса сварки плавящимся электродом / И. Е. Аржанникова // КИП в ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, 2017. – С. 382-384.

4. Аржанникова, И. Е. Метод холодного переноса технологии сварки плавящимся электродом стыковых соединений алюминиевых сплавов элементов авиационного кластера / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // Сборник материалов Международной научной конференции Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. - Оренбург: ОО ИПК «Университет», 2015. – С. 4-9.

5. Аржанникова, И. Е. Рационализация процесса по технологии сварки стыковых соединений алюминиевых сплавов элементов авиационного кластера / И. Е. Аржанникова // КИП в ИПИ-технологии: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, 2015. – С. 7-10.

6. Аржанникова, И. Е. Технологический процесс сварки методом капельного переноса и специфика его проектирования / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // КИП в ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, 2017. – С. 25-27.

7. Бабкин, А. С. Расчет и оптимизация параметров режима дуговой сварки металлов : монография / А. С. Бабкин. – Липецк : ЛГТУ, 2003. - 216 с.

8. Демянцевич, В. П. Расчет коэффициента расплавления электродной проволоки при механизированной сварке под флюсом / В. П. Демянцевич // Автоматическая сварка. 1974. - № 8.- С. 50–52.

9. Дубовецкий, С. В. Оптимизация режимов сварки с использованием регрессионных моделей формирования шва / С. В. Дубовецкий, О.Г. Касаткин // Математические методы в сварке. - Киев, 1986.- С. 102-111.

10. Масумото, И. Программа задания параметров сварки в углекислом газе с однопроходным стыковым I образным швом. // Есэцу Гаккай си. - 1979. - Т. 48. - № 11. - с. 17-21 / ВЦП - №80/35975. - М.: ВЦП, 1983.

11. Попков, А. М. Методика расчета параметров режима сварки тавровых соединений с неравнокатетными угловыми шва / А. М. Попков // Сварочное производство. 2002. - № 12. - С. 3-4.

12. Судник, В.А. Теоретический расчет оптимальных параметров сварки плавящимся электродом в защитных газах / В. А. Судник, О. А. Мокров // САПР и экспертные системы в сварке. Изв. ТулГУ—Тула: ТулГУ, 1995. - С. 20-32.

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВАРКИ КАПЕЛЬНЫМ ПЕРЕНОСОМ

Аржанникова И.Е., Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор
Оренбургский государственный университет

В ходе выполнения исследовательских работ [1-7] установлено, что применение эффективной технологии сварки плавящимся электродом с процессом холодного переноса капель является оптимальным технологическим решением для сварки алюминиевого сплава элементов сложных ответственных конструкций.

При проектировании технологического процесса (ТП) сварки необходимо исследовать количественные зависимости между исходными данными (чертеж, технические требования (ТТ)) и выходными данными (технологические карты), технологические документы (ТД), маршрут). Проводится большое количество исследований по моделированию процесса сварки плавящимся электродом. Обзор литературы [8-12] показал, что данных по моделированию процесса методом холодного переноса для алюминиевого сплава в российской практике нет. Для внедрения на производстве разработанного ТП сварки стыковых соединений тонкостенных алюминиевых конструкций необходимо решение задачи выбора и применения информационных технологий при освоении новых образцов техники. Решение актуальной задачи осложняется ограниченностью методов и алгоритмов расчетов режимов сварки, соответствующего математического обеспечения, разработанных методик и доступных программ. Существующие программы позволяют работать с выбором элементов из базы данных, в которой информация является недостаточной [8]. Поэтому до сих пор на машиностроительных предприятиях разработка ТП сварки ведётся на основе опыта технологов и сварщиков практически без применения ЭВМ. При отсутствии автоматизации проектирования процессов сварки технологические решения инженеров - технологов влекут большие временные, трудовые и материальные затраты[8].

В решении задачи автоматизации проектирования ТП сварки важная роль отведена тесному взаимодействию научных и методических основ образования с практикой сварочного производства.

Целью данной работы является – определение особенностей автоматизации проектирования и алгоритма создания программного средства, предназначенного для расчета оптимального режима сварки технологического процесса сварки капельным переносом тонкостенных конструкций из алюминиевого сплава.

В результате разработки программного средства пользователь сможет ввести геометрические параметры конструкции сварки, заданные параметры качества сварного шва и через несколько минут получить оптимальные параметры режима сварки в виде ТД. Применение автоматизированного проектиро-

вания значительно сократит число натурных экспериментов при внедрении технологии путем замены их на компьютерное моделирование на основе создаваемых виртуальных математических моделей сложных ТП.

Этапы создания программного обеспечения для автоматизации проектирования разработанного технологического процесса сварки капельным переносом электродного металла тонкостенных конструкций представлены на рисунке 1.

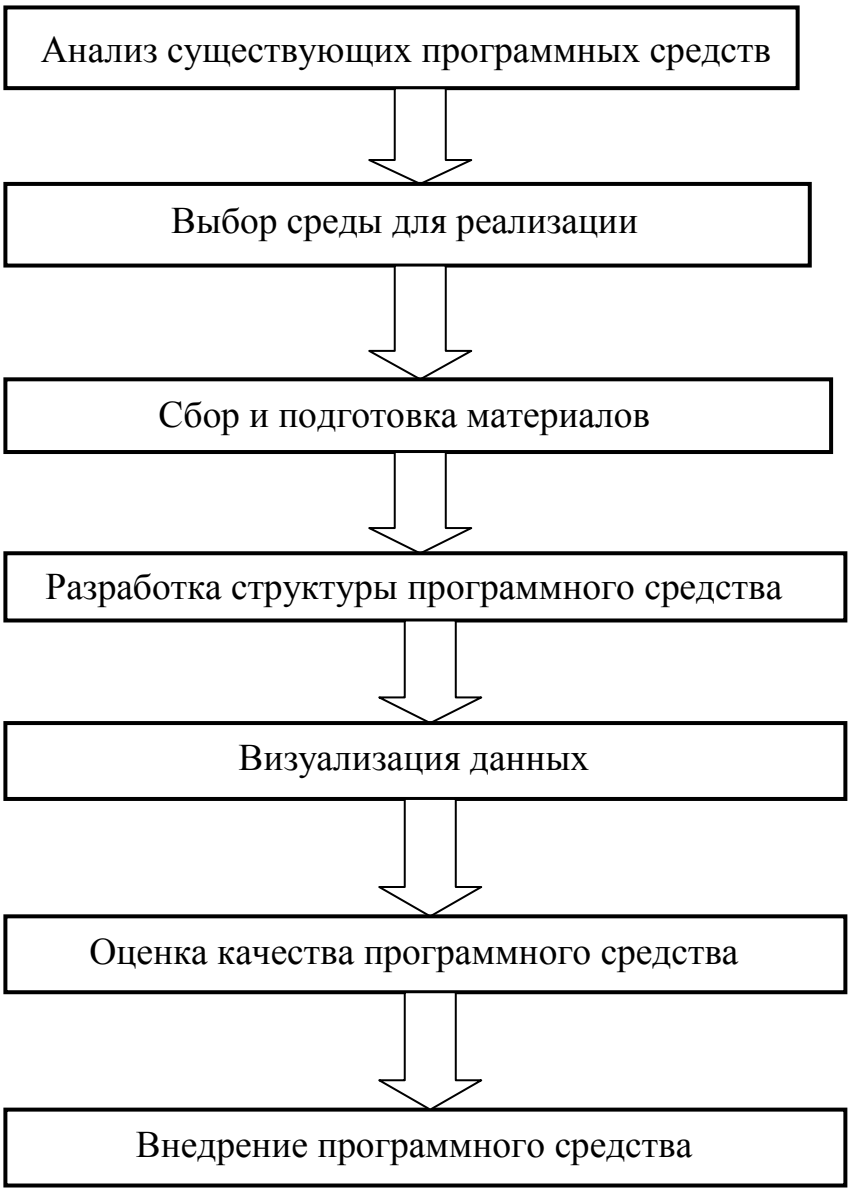


Рисунок 1 - Алгоритм разработки программного средства расчета и оптимизации параметров режима сварки плавящимся электродом с процессом холодного переноса капель.

В российской практике программные средства для проектирования технологии называют технологическими САПР, в зарубежной – CAPP. В настоящее время известны WELDOffice (CSPEC, США) и WeldPlan (Force Technology,

Дания), Компас-Вертикаль российской фирмы АСКОН, и ADEM CAM/CAPP. Краткий анализ известных программных средств показал, что результатом разработки технологических процессов сварки являются ТД, форма и содержание которых регламентируются стандартами. В большинстве имеющихся программных средств отсутствует синтез маршрута, переходов и параметров режима. Программные средства работают в диалоговом режиме поиска информации для построения ТД и требуют в качестве пользователя технолога высокой квалификации. Математические модели в них описывают ограниченное количество способов сварки и материалов. В менее известном разработанном программном средстве Autoweld учтен ряд вышеперечисленных недостатков. Данный пакет прикладных программ разработан А.С. Бабкиным и А.Ю. Кручаненко для сварки стальных конструкций [8].

Таким образом, проектирование технологического процесса сварки на практике производится ручными методами с учетом опыта инженеров – технологов и сварщиков. Автоматизация проектирования ТП сварки может решить трудоемкую задачу назначения оптимальных параметров режима сварки. Применяемые методы в программных средствах проектирования предназначены для решения прямой технологической задачи по заданным параметрам режима сварки, при этом не обеспечивают полным пакетом ТД, не имеют исчерпывающей базы данных. Проблема разработки оптимального технологического процесса может быть решена путем использования математической модели, позволяющей решать обратную задачу. Для определения оптимального режима сварки технологии плавящимся электродом капельным переносом для алюминиевого сплава по заданным параметрам шва необходимо провести комплекс исследовательских работ, в том числе разработку программного средства по вышеуказанному алгоритму.

Список литературы

1. Аржанникова, И. Е. Автоматизированная сварка плавящимся электродом с процессом холодного переноса капель в стыковых соединениях конструкций алюминиевых сплавов / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. - № 3, С. 145-150.

2. Аржанникова, И. Е. Исследование возможности применения перспективной технологии автоматической сварки плавящимся электродом авиационной техники [Электронный ресурс] / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-7410-1180-5.

3. Аржанникова, И. Е. К вопросу о моделировании технологического процесса сварки плавящимся электродом / И. Е. Аржанникова // КИП в ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, 2017. – С. 382-384.

4. Аржанникова, И. Е. Метод холодного переноса технологии сварки плавящимся электродом стыковых соединений алюминиевых сплавов элементов авиационного кластера / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // Сборник материалов Международной научной конференции Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. - Оренбург: ОО ИПК «Университет», 2015. – С. 4-9.

5. Аржанникова, И. Е. Применение новой технологии сварки стыковых соединений авиационной техники / И. Е. Аржанникова // Сборник школы-семинара. - Оренбург: ОО ИПК «Университет», 2015. – С. 9 –14.

6. Аржанникова, И. Е. Рационализация процесса по технологии сварки стыковых соединений алюминиевых сплавов элементов авиационного кластера / И. Е. Аржанникова // КИП в ИПИ-технологии: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, 2015. – С. 7-10.

7. Аржанникова, И. Е. Технологический процесс сварки методом капельного переноса и специфика его проектирования / И. Е. Аржанникова, Н. З. Султанов // КИП в ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, 2017. – С. 25-27.

8. Бабкин, А.С. Разработка научных основ автоматизированного проектирования технологии сварки в защитных газах стальных конструкций /: дисс. на соискание ученой степени док-ра техн. наук: 05.03.06. – Москва, 2008. – 441 с.

9. Гецкин, О.Б. Разработка алгоритма управления переносом электродного металла при сварке в защитных газах и его реализация в многофункциональном сварочном источнике. – М.: МВТУ им. Н.Э.Баумана, 2010. – 16 с.

10. Гуляев, В. В. Автоматизация проектирования технологического процесса сварки / В. В. Гуляев, И. Г. Хармац // САПР и графика . – 2008. - №4; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sapr.ru/article/18962 (дата обращения: 02.12.2017).

11. Долгопольский, Б. С. Построение в среде интегрированной инструментальной системы "МАСТЕР-САПР" технологических процессов сварки / Б. С Долгопольский, И. М. Семенович // САПР и микропроцессорная техника в сварочном производстве.- М.: Знание,1991. с.36-39

12. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. А. Куркина и В. М. Ховова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.- 464 с.

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА МАГИСТРАНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ахмедьянова Г.Ф., канд. пед. наук
Оренбургский государственный университет

В настоящее время особо важное значение имеет совершенствование подготовки магистрантов и создание системы их компетенций, связанных с успешным выполнением своей дальнейшей профессиональной деятельности. Государственный образовательный стандарт подготовки магистрантов технических направлений предполагает в качестве обязательного компонента системы обучения выполнение научно-исследовательской и педагогической работы в учебных семестрах. Построение организационно-педагогической системы формирования профессиональной компетентности является своеобразным способом познания, объектом исследования которого выступает процесс формирования профессиональной компетентности. При этом сама система представляет определенный стандарт (образец) последовательности действий преподавателя и магистранта, ориентированных на решение общих задач формирования педагогической компетентности у магистрантов [1].

В основной образовательной программе магистратуры в качестве одного из видов учебных занятий предусмотрена практика (производственная, научно – исследовательская, научно – производственная, педагогическая), основным содержанием которой является выполнение практических учебных, учебно-исследовательских, научно – исследовательских, творческих или производственных заданий на предприятии или в учреждении, соответствующих характеру будущей профессиональной деятельности обучающихся.

Педагогическую практику магистрант проходит согласно графику учебного процесса на II курсе магистерской подготовки на кафедре высшего учебного заведения, где преподаются базовые дисциплины направлений и специализаций, по которым обучается магистрант, в соответствии с учебным планом.

Поскольку определение качества предоставляемых образовательных услуг является делом нелегким и зачастую спорным, при формировании концептуальных подходов к созданию организационно-педагогической системы для повышения качества подготовки магистров по направлению подготовки - Системный анализ и управление, возникает необходимость в компетентностном и системном подходах в качестве методологической направленности. В процессе прохождения педагогической практики важна именно самостоятельность работы магистрантов, которым при крайней необходимости предоставляется своевременная квалифицированная помощь руководителя практики и научного руководителя, как в организации, так и в ее проведении.

Образование – результат усвоения человеком опыта поколений в виде системы знаний, навыков, умений, отношений субъектов в деятельности и отношения к ней, т. е. компетенций. Оно обеспечивает определенный уровень под-

готовки к выбранному виду профессиональной деятельности и к инновационной деятельности в профессии [2,3].

Ядром образования является обучение – процесс непосредственной передачи и усвоения опыта поколений во взаимодействии педагога и обучаемого [4]. И все же цель этого процесса не только преподавательское искусство, заключающееся в талантливом изложении истин, выработанных человечеством, а в формировании в обучающемся личности, обладающей не только репродуктивными способностями, но и творческими, ведущими к приращению новых знаний и продуктивной деятельности, со сформированными компонентами мотивации к инновационной деятельности [5]. Педагогическая практика предполагает погружение магистрантов в обучающий, воспитательный и научно-исследовательский этапы, формируя при этом мотивацию к педагогической деятельности.

В связи с этим целесообразно подчеркнуть, что практика включает целевой, содержательный, технологический и рефлексивно-диагностический компоненты.

Целевой компонент предполагает, что педагогическая практика призвана подготовить магистранта к педагогической деятельности, сформировав у него такую профессиональную компетентность, как способность проектировать содержание и технологию преподавания, управлять учебным процессом [6].

Содержательный компонент основывается на знаниях, усвоенных магистрантами при изучении всех предшествующих дисциплин. В ходе практики каждый практикант совместно с руководителями от кафедры составляют индивидуальный план прохождения практики, в котором определяются объем и содержание учебных и внеаудиторных занятий по специальности, мероприятий по ведению научно-исследовательской работы и формам воспитательной работы. Индивидуальный план и результаты выполняемых работ практикант заносит в дневник специально разработанной формы.

Время, отведенное на практику, предполагают знакомство студентов с нормативно-законодательными документами в области образования, принципами организации учебного и воспитательного процессов в вузе, особенностями преподавания дисциплин различных циклов, основами проектирования дисциплин, овладение видами вузовской педагогической и исследовательской деятельности на уровне, соответствующем квалификации «магистр» [1].

Первая неделя практики отводится на общее ознакомление магистрантов с нормативной и законодательной информацией в области высшего образования, учебным заведением, задачами, структурой, правилами внутреннего распорядка, с составом кафедры и содержанием дисциплин, читаемых преподавателями кафедры; особенностей проведения занятий на курсах и в группах, содержания и форм учебной, научной и воспитательной работы и т.д.

Вторая и третья недели посвящаются учебно-методической и воспитательной работе, когда практиканты посещают занятия ведущих профессоров и доцентов кафедры не только по своей специализации, но и по другим предметам, читаемым преподавателями кафедры. За это время каждый из них прово-

дит анализ лекционного занятия преподавателя кафедры, являющегося его научным руководителем, разрабатывает проект лекции по теме, выбранной совместно с руководителем в соответствии с рабочей программой, преподаваемой им дисциплины, разрабатывает и проводит практическое, семинарское или лабораторное занятие.

Четвертая неделя посвящена организации научных исследований по методике и теории обучения в соответствии с заданными алгоритмом, структурой и формами этих исследований.

Алгоритм научно-методических исследований стандартен: теоретический анализ литературы (педагогической, психологической и методической); организация и проведение педагогического эксперимента (наблюдение, анкетирование, беседа, моделирование, контроль и диагностика, оценка уровня усвоения, разработка методических рекомендаций).

Структура исследования: цели, задачи, актуальность, объект и предмет, гипотеза исследования, методы, решение задач, выводы, оформление приложений, списка литературы.

Формы научно-исследовательской работы: изучение опыта работы преподавателей; разработка и проведение аудиторных и внеаудиторных мероприятий; анализ педагогической деятельности; создание дидактического материала и наглядных пособий и др.

Технологическая часть, включает методы, формы и средства обучения, при этом предполагается осуществить: ознакомление с нормативной и законодательной документацией в области высшего образования, со структурой вуза, его подразделениями и непосредственно с кафедрой, на которой проходит практика. При проведении учебной и учебно-методической работ выявляются особенности всех видов учебных занятий на разных курсах, методики преподавания в вузе, изучаются формы внеаудиторной работы со студентами, определяются цели и содержание занятий, проводится подготовка к ним, составляется тематический план лекционных, практических, семинарских и лабораторных занятий и проводятся занятия. Научно-методическая часть работы заключается в изучении форм организации научно-исследовательской работы на кафедре и участии (в соответствии с утвержденной темой магистерской диссертации) в научно-исследовательской работе кафедры, и подготовке отчета по результатам проведения научной работы в период практики.

На всех этапах руководитель практики проводит беседы и консультации с магистрантами по педагогике, на которых разбираются неясные вопросы по прохождению практики (комментарии к стандартам образования, подготовка разных форм занятий, технологии и методика обучения, особенности общения со студентами и др.). Педагогическая практика организуется на основе реализации принципов компетентности, научности и творчества.

Рефлексивно-диагностический компонент предполагает диагностику и самодиагностику уровня сформированности компетентности как совокупности ее компонентов и реализуется через систему заданий.

Как уже указано выше на протяжении всей практики магистранты ведут дневник в соответствие с программой педагогической практики. Итоги прохождения практики обсуждаются на кафедре и принимается решение об утверждении ее прохождения магистрантом с проставлением оценки.

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сказать, что педагогическая деятельность является одним из видов обучения, углубляющим профессионализм магистранта. Поэтому педагогическая практика как инструмент инженерного образования является важным компонентом подготовки студентов магистратуры как исследователей, аналитиков и научно – педагогических работников и обязательна для всех магистрантов независимо от избранной программы. Методическая новизна педагогической практики состоит в передаче магистрантам новых педагогических приемов, используемых в ходе преподавания, а также в соединении научных интересов магистранта и направленности учебной дисциплины, занятия по которой проводит магистрант в ходе практики.

Список литература

1. Ярыгина, Н.А. Магистратура как источник повышения кадрового резерва вузов /Ярыгина Н.А./ Балтийский гуманитарный журнал. -2017. - Т. 6. - № 2 (19). - С. 201-203.

2. 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.

3. Ахмедьянова, Г.Ф. Влияние университетской среды на успешность обучения студентов технического профиля /Г.Ф. Ахмедьянова, Н.П. Мошуров, О.С. Ерошенко //Теория и практика общественного развития. -2014. -№ 7. -С. 70-72.

4. Ахмедьянова, Г.Ф. О систематизации организации обратной связи «студент-преподаватель»/Г.Ф. Ахмедьянова//Вестник ОГУ. -2013. -№ 2. -С. 12-17.

5. Пиралова, О.Ф., Белоглазова, Е.А. Тенденции развития профессионального педагогического образования. Роль личности преподавателя в образовательном процессе. Научное обозрение. Педагогические науки. 2016. № 5. С. 57-60.

6. 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.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ

Ахмедьянова Г.Ф., канд. пед. наук
Оренбургский государственный университет

Для профессионального становления и успешной деятельности на производстве будущего специалиста большое значение имеет развитие интереса к технике, технических способностей и мышления. Все это становится возможным, если в содержании профессионального образования интегрировать глубокую фундаментальную подготовку по техническим дисциплинам и производственное обучение, что создает условия для формирования компетенций по рабочей профессии. На предприятии практикуется трудоустройство студентов старших курсов на неполный рабочий день. Это позволяет будущим инженерам глубже освоить выбранную специальность, адаптироваться в производственном коллективе [1]. В связи с этим актуальной становится разработка образовательных программ, учитывающих запросы работодателей, требования отрасли и содержащих совокупность технических и производственных задач и ситуаций, позволяющих будущим выпускникам в полной мере овладеть профессией инженерного профиля и стать грамотными специалистами. Существенным отличием подготовки должно стать сочетание теоретической инженерной и производственной подготовки на базе вуза и предприятий. Основой для изучения специальных дисциплин и формирования профессиональной компетентности будущего специалиста можно считать знания и умения по рабочей профессии, полученные на младших курсах, и мотивацию к профессиональной деятельности, чему и был посвящен специальный вебинар: *Маркетинг преподавателя. Мотивация студентов* [2].

В ходе профессионального обучения мотивы используются как инструмент воздействия на личность [3,4]. В процессе освоения профессии и трудовой деятельности происходят развитие и трансформация мотивационной структуры субъекта деятельности. Это развитие идет в двух направлениях: во-первых, общие мотивы личности (внутренняя мотивация) трансформируются в трудовые; во-вторых, с изменением уровня профессионализации изменяется и система профессиональных мотивов (внешняя мотивация). А. К. Маркова в становлении и развитии профессионала выделяет:

- мотивационную сферу, в которую входят направленность на труд, трудовые и профессиональные интересы, профессиональные намерения, готовность к труду и к выбору профессии;
- операциональную сферу, которая включает в себя знания о труде и о профессии, знания о качествах личности, необходимых для профессиональной деятельности, и о наличии этих качеств у себя, трудовые умения [5]

Профессиональная внутренняя мотивация личности развивается в учебном процессе, когда студенты активно усваивают компетенции по специальным дисциплинам, овладевают определенными навыками на практике. Основным

фактором её успешного развития становится производственная практика, ее непрерывный характер, научный уровень организации и содержания, связь с теорией, индивидуальный подход. Освоенные компетенции после самостоятельного их применения оказывают решающее влияние на систему убеждений, стимулируя развитие личностных качеств студентов, всё чаще подчеркивают значение таких деловых качеств, как коммуникативность, компетентность, чувство нового, инициатива, смелость, активность и готовность брать ответственность на себя [6]; доброта, нравственная ответственность, свободное самоопределение, творческая самореализация, мотивация профессиональной деятельности. Мотивация к профессиональной деятельности придает дополнительный стимул к освоению и раскрытию профессиональных качеств в различных формах практики и общения. В структуре личности внутренняя профессиональная мотивация выступает в данном случае как одна из основных подструктур. Анализ развития подструктур профессиональной мотивации личности на соответствие предъявляемым требованиям исследователи предлагают провести по четырем группам критериев: мотивационно-ценностным, когнитивным, деятельностным, оценочным. По этим критериям составляется множество аксиологических задач. Например, это могут быть задачи, объединенные идеями обоснования правомерности выбора профессионально ценностных ориентаций в качестве собственных аксиологических критериев; сопоставить собственную систему аксиологических координат с ценностным содержанием осуществляемой педагогической деятельности, в случае расхождения, проанализировать причины и определить пути корректировки; апробировать личностно принятые профессиональные ценностные ориентации в рамках активной производственной практики.

Внутренняя мотивация усиливается самим содержанием личной профессиональной деятельности, стремлением достичь в ней максимально позитивных результатов. В профессиональной деятельности достижение самостоятельно поставленной положительной цели расценивается личностью как успех, который стимулирует активное включение в деятельность и выбор эффективных средств. В своей профессии личность видит возможность самореализации, возможности влиять на взаимоотношения в коллективе; стремится, во что бы то ни стало добиваться только успеха; часто выступает инициатором нововведений в профессиональной деятельности. Отрицательным мотивационным комплексом при этом может быть неуверенность в себе, неверие в возможность добиться успеха, боязнь критики. Трудовая активность личности при этом обусловлена мотивами избегания, желанием учиться и работать без замечаний. Такие мотивы связаны с потребностью самозащиты и начинают доминировать над мотивами, которые связаны и с ценностью самой трудовой деятельности, а также с доминированием над внешней положительной мотивацией. В этом случае с работой обычно связаны отрицательные эмоциональные переживания, а личность характеризуется неадекватностью профессионального самоопределения, предпочитая для себя или слишком легкие, или слишком сложные её паттерны. При этом она нередко игнорирует объективную информацию о своих способностях,

имеет завышенную или заниженную самооценку, нереалистичный уровень притязаний, повышенный уровень тревожности [8]. Такая личность избегает частых контактов с руководителями, не всегда быстро привыкает к нововведениям, отличается нестабильной работоспособностью, остро реагирует на малейшие замечания.

Внешняя мотивация, порождаемая самой деятельностью, способствует увлечению самим процессом деятельности, бескорыстному стремлению к познанию, глубокому овладению новыми умениями и компетенциями. Обычно внешняя мотивация повышает стремление сотрудничать с коллективом и добиваться наибольшей продуктивности, находить в диалоге серьезные аргументы в защиту своей позиции. Анализ позволяет разбить результаты опроса на три уровня: низкий, средний и высокий уровни профессиональной мотивации. Низкому уровню соответствует доминирующая внешняя отрицательная мотивация и замкнутость в себе. Среднему уровню - доминирующая внешняя положительная мотивация и стремление к взаимодействию. Высокому уровню - доминирующая внутренняя мотивация и сосредоточенность на профессиональных задачах.

Формирование мотивации студентов к профессиональной деятельности в процессе освоения профессии обеспечивается комплексом следующих педагогических условий: организация обучения в условиях производственной профессионально-образовательной среды; осознание студентами цели профессиональной подготовки и профессионального развития; включение в процесс подготовки комплекса учебно-производственных заданий, подбираемых с учетом контекстного подхода; психолого-педагогическое сопровождение процесса профессиональной подготовки [9], включающее в себя диагностику мотивов обучения, использование результатов исследования в образовательном процессе с целью содействия в решении учебно-производственных проблем. Формирование мотивации происходит последовательно:

- в ходе этапов адаптации студентов к социальному окружению и к будущей специальности;
- при актуализации мотивов – формирование осознанной потребности в систематическом самопознании, рефлексии и профессиональном развитии;
- в развитии и усилении мотивации – формирование стремления к освоению трудовых операций, способов работы в группе;
- при оценке и самооценке профессиональных способностей студентов, предусмотренных требованиями квалификационной характеристики.

Таким образом, можно сказать об интегративной роли двух составляющих профессиональной мотивации: внешней и внутренней, то есть мотивация изучена с позиций её внутренних и внешних составляющих. В свою очередь, анализ внутренней мотивации проведен дифференцированно по двум её видам: по виду внутренней положительной мотивации и по виду внутренней отрицательной мотивации. По аналогии с этой дифференциацией внешняя мотивация исследована по виду внешней положительной мотивации и по виду внешней отрицательной мотивации. Особое сочетание всех видов мотивации придает

оригинальный характер профессиональной направленности личности каждого конкретного студента.

Список литературы

1 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.

2 Вебинар Маркетинг преподавателя. Часть 3: Мотивация студентов от 30 ноября 2017 Режим доступа: https://events.webinar.ru/339323/655745/3c32df46b87471fdb0ed6d7635bd6c55

3 Маслоу. А., Мотивация и личность [Текст] / А. Маслоу .3е изд.. СПб. : Питер, 2003. 352 с.

4 Ковалев В. И. Мотивы поведения и деятельности / В. И. Ковалев. Москва: Наука, 1988. 192 с.

5 Маркова А. К. Психология профессионализма / А. К. Маркова. Москва: Знание, 1996. 308 с.

6 Зеер Э. Ф. Психология профессионального образования: учебник для студентов высших учебных заведений / Э. Ф. Зеер. Москва: Академия, 2009. 384 с.

7 Шабунина В.А., Царапкина Ю.М. Педагогическая практика студентов как основа готовности к профессиональной деятельности // Вестник Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию. - 2015. - № 2 (49). - С. 201- 207.

8 Ахмедьянова Г.Ф. Выбор педагогических средств в зависимости от уровня тревожности студентов технических направлений подготовки//Современные наукоемкие технологии. -2016. -№ 11-2. -С. 341-345.

9 Пищухин, А.М., Методика оценки эффективности педагогических средств./Пищухин А.М., Ахмедьянова Г.Ф./Всероссийская н/п конференция «Модернизация педагогического образования в контексте глобальной образовательной повестки». Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина. -2015. -С.105 -108.

ТВОРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНЖЕНЕРА: РАЗВИТИЕ ПРОЕКТНЫМ МЕТОДОМ ОБУЧЕНИЯ

Ахмедьянова Г.Ф., канд. пед. наук,
Пищухин А.М., д-р техн. наук, профессор
Оренбургский государственный университет

Для того чтобы разбудить у обучающихся стремление к творчеству, необходимо использовать специальные методы обучения. Особую значимость при этом имеет метод проектов. Главная особенность этого подхода - активизировать обучение, придав ему исследовательский, творческий характер, и, тем самым, передать обучающемуся инициативу в организации своей познавательной деятельности.

В основе метода проектов лежит развитие познавательных, творческих навыков обучающихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развивать критическое мышление.

Метод проектов - не новое явление в педагогике. Он применялся и в отечественной дидактике (особенно в 20-30 годы), и в зарубежной. В последнее время этому методу уделяется пристальное внимание во многих странах мира. Первоначально его называли методом проблем, и связывался он с идеями гуманистического направления в философии и образовании, разработанными американским философом и педагогом Дж. Дьюи. Он предлагал строить обучение на активной основе, через целесообразную деятельность ученика, сообразуясь с его личной заинтересованностью именно в этом знании. Его ученик Уильям Херд Килпатрик стал основоположником метода проектов, в котором особое внимание уделялось выбору деятельности, посредством которой приобретались знания [1].

Е.С. Полат, дает такое определение методу проектов в современном понимании: «метод», предполагающий «определенную совокупность учебно-познавательных приемов, которые позволяют решить ту или иную проблему в результате самостоятельных действий учащихся с обязательной презентацией этих результатов» [2].

Метод проектов всегда ориентирован на самостоятельную деятельность обучающегося - индивидуальную, парную, групповую, которую учащиеся выполняют в течение определенного отрезка времени. Этот подход органично сочетается с методом обучения в сотрудничестве.

Метод проектов всегда предполагает решение какой-то проблемы, предусматривающей, с одной стороны, использование разнообразных подходов, с другой - интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники, технологии, творческих областей [3].

Основные требования к использованию метода проектов:

- наличие значимой в творческом плане проблемы, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для ее решения;

- практическая, познавательная значимость предполагаемых результатов;
- самостоятельная деятельность учащихся;
- структурирование содержательной части проекта.

Несмотря на теоретическую важность метода проектов, рассмотренную выше, в последнее время обозначилась тенденция сокращения числа курсовых работ и проектов. Не умаляя достоинств других видов занятий, все же охарактеризуем эту тенденцию как негативную и попробуем это аргументировать.

Проектирование заставляет обучающегося привлекать знания, которые до этой поры лежали «мертвым грузом». Знания могут усваиваться только когда, обучающийся осознает в них потребность. При этом они достраиваются метауровнем, позволяющим отвечать на вопросы: как это делать, где найти необходимые части, как достигать поставленных целей.

Творческий потенциал обычно позиционируется, как возможность создавать (творить) что-то новое. Естественно, чем внушительнее творение, тем потенциал должен быть выше. В этом смысле курсовой проект превосходит другие виды самостоятельной работы, такие как расчетно-графическое задание, реферат, эссе.

Очевидно, творческий потенциал и есть тот достраиваемый уровень, который делает обучающегося инженером, создателем новых устройств или технологий [4]. С другой стороны, творческий потенциал есть вещь в себе, не реализовавшаяся до поры-до времени возможность, узнать же о нем можно только по его проявлениям. В образовательном процессе именно проектный метод позволяет проявить и развить творческий потенциал.

Творческий потенциал проявляется и в творческом мышлении как одном из видов мышления, характеризующимся созданием субъективно или объективно нового продукта и новообразованиями в самой познавательной деятельности по его созданию (интенсивность мотивации и новизна целей, оригинальность методов и приемов достижения этих целей и др.). Творческое мышление наиболее востребовано при решении интеллектуальных задач.

По мнению М.С. Кагана «Творческий потенциал личности определяется полученными ею и самостоятельно выработанными умениями и навыками, способностями к действию, созидательному и (или) разрушительному, продуктивному или репродуктивному, и мерой их реализации в какой-либо (или нескольких) сфере труда, социально-организаторской и революционно-критической деятельности» [5].

Учитывая это определение, будем рассматривать в данном исследовании инженерный творческий потенциал в трех аспектах: формы проявления, внутренняя структура, методы развития. Творческий потенциал может проявить себя при создании научных теорий, новой техники, в дизайне этой техники, в различных видах искусств. Структурными составляющими творческого потенциала являются абстрактное мышление, креативность, способность к системному синтезу. Наконец, развивать творческий потенциал можно научным творчеством и практикой проектирования технических систем. Особо обращает на себя внимание важный для данного исследования факт, что развивать творческий

потенциал можно с помощью проектирования.

Творчество является естественной противоположностью технологии. По закону единства и борьбы противоположностей технология и творчество неотделимы друг от друга. Единство их в том, что они является способами получения результата. С другой стороны, сам процесс получения результата в этих двух случаях резко отличается. Если технология это результат гарантированного качества и количества произведенной продукции, при условии выполнения технологических режимов и условий, то при творческом подходе результат рождается на вдохновении, на озарении, разово, неповторимо.

Чаще всего творчество предшествует технологии - на современном этапе в виде научного исследования, затем, многократно повторяясь и отрабатываясь, творческий процесс создания нового продукта превращается в технологию [6,7].

Проектирование с этой позиции содержит больше творческого, чем технологического и, стало быть, развивает в проектанте творческий потенциал. Выявление проблемы, постановка задач проектирования, поиск решения выявленных проблем, задачи синтеза системы являются творческими процедурами и одновременно этапами проектирования продукта. Только опыт проектирования, многократно повторяясь, превращает обучающегося в профессионального инженера.

Проектный метод обучения естественно должен включать аналогичные этапы, как любой творческий процесс, которые способствуют построению в голове обучающегося определенной методологии создания новшества. Он позволяет осуществить «обучение через делание», когда обучаемый самым непосредственным образом включен в активный познавательный процесс, самостоятельно формулирует учебную проблему, осуществляет сбор необходимой информации, планирует варианты решения проблемы, делает выводы, анализирует свою деятельность, формируя «по кирпичикам» новое здание и приобретая новый учебный и жизненный опыт.

Первым этапом в любом проектировании является обоснование актуальности выбранной тематики. Проектант должен в первую очередь себе доказать, что занимается нужным и важным делом. При обосновании актуальности, во-первых, подчеркивается своевременность проектируемого продукта, а во-вторых, анализируется готовность необходимых условий для проектирования.

При обосновании актуальности хорошо привести графики возрастания числа публикаций по тематике проекта, возрастание вклада в социальную действительность предмета проектирования в экономическом, социальном, техническом планах и даже в отношении «моды» на выбранное новшество.

Вторым этапом является анализ исходного состояния и критика имеющихся технических решений. При этом описываются все технические решения, имеющиеся на данный момент, то есть отвечаем на вопрос, как это делается сегодня. В существующих технических решениях находятся противоречия, проблемы. Критика технических решений, вызвавших эти противоречия и проблемы должна быть конструктивной, определяющей вектор направления, в кото-

ром затем пойдет проектирование. Как видим, при таком подходе, проектант развивает прогнозирующую способность, умение логически увязывать факты и, наконец, прослеживает системную взаимосвязь всех составляющих проектной деятельности.

Цель проектирования должна, ставится так, чтобы ее достижение снимало выявленные противоречия и проблемы. При этом цель должна подчеркивать социальную полезность или внешний эффект проектируемого новшества, а то чем цель достигается, описывается в дополнении. Например, повышение точности функционирования на основе…

Цель должна разбиваться на задачи, решение которых приведет к ее достижению. При этом задачи должны быть естественным образом обособлены друг от друга, по возможности не пересекаться в отношении инструментов, процедур и применяемых методов.

Первой задачей обычно является различного рода моделирование с сопутствующим инженерным анализом. Моделирование развивает целый комплекс творческих функций: пространственное воображение и мышление, оперирование методом аналогий, ассоциативное и аналитическое мышление и последующий системный синтез, а иногда даже умение «вжиться» в образ создаваемого продукта.

Другой задачей может стать системное исследование функционирования отдельных частей или всего изделия в целом. Исследование может проводиться, как на модели, так и на некотором быстро-изготавливаемом прототипе. Исследование требует от экспериментатора, как алгоритмической аккуратности, так и аккуратности в действиях, внимательности к мелочам, упорства и последовательности в достижении поставленной цели.

Завершающим этапом становится выбор конструктивных элементов изделия и различные виды расчетов: прочностных, кинематических, гидравлических, тепловых, электротехнических, оптических, а так же окончательная компоновка изделия, изготовление рабочих чертежей, хотя бы сборочных. При этом, конечно, развиваются в первую очередь репродуктивные функции, хотя в отдельных случаях возможно проявление творческих моментов.

Таким образом, развитие творческого потенциала проектным методом обучения позволяет перевести обучающегося на другой уровень отношения к будущей профессиональной деятельности. Умение проектировать, в конечном счете, составляет основу профессионализма в любой инженерной деятельности. Поэтому использование проектного метода в образовательном процессе есть неотъемлемое верное средство повышения качества образования и пополнения инженерного кадрового потенциала страны квалифицированными специалистами.

Список литературы

1. *Педагогические технологии / М. В. Буланова-Топоркова, А.В. Духавнева, В.С. Кукушин, Г.В. Сучков. - М.: МарТ, 2006. - 320 с.*

2. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. - М., 2008

3. Зерщикова Т.А. О способах реализации метода проектов в вузе // Проблемы и перспективы развития образования: материалы междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2011 г.). Т. II. – Пермь: Меркурий, 2011. – С. 79–82.

4. Ахмедьянова Г.Ф, Пищухин А.М. Важность инженерного творчества в образовательном маршруте / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбургский государственный университет. 2017. С. 29-32.

5. Каган, М. С. Человеческая деятельность: (Опыт системного анализа) / М. С. Каган. - Москва: Политиздат, 1974. - 328 с.

6. Ахмедьянова, Г.Ф. Инженерное образование: проектирование образовательного маршрута по принципу от творчества к технологии / Ахмедьянова Г.Ф., Пищухин А.М. // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. С. 177.

7. Ахмедьянова Г.Ф. Повышение компетентности будущего специалиста на основе сочетания творческой и технологической составляющих обучения//Образование и саморазвитие. 2009. Т. 4. № 14. С. 65-70.

ЛОПАТКИ ТУРБИН КАК ОТВЕТСТВЕННОЕ ИЗДЕЛИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Белоновская И.Д., д-р. пед. наук, профессор, Арефьев Д.П.
Оренбургский государственный университет

Технологические процессы изготовления лопаток турбин являются сложными и высокоточными процессами машиностроения. Несмотря на достаточно длительную историю их производства, все стадии технологического процесса остаются трудоёмкими и требующими тщательного контроля точности изготовления. В этой связи анализ конструкции лопатки турбины с целью выявления конструктивных особенностей, снижения трудоемкости и себестоимости изготовления (отработка на технологичность) является важной задачей в теории и практике технологии машиностроения.

Целью данной статьи является анализ требований, предъявляемый к конструкции и точности изготовления лопаток турбин как ответственных изделий.

Несмотря на определенный научный задел в исследованиях конструкций лопаток турбин, возникают новые аспекты их изучения. Это связано с повышением скоростей работы двигателей, созданием новых конструкций, непрекращающимися попытками конструктивных и точностных улучшений характеристик лопаток турбин, а также возникновением новых технологий и оборудования для их моделирования и изготовления. В этой связи анализ современных конструкций лопаток турбин является актуальной задачей технологии машиностроения.

Лопаткой (рисунок 1) называют деталь турбокомпрессора и/или турбины газотурбинного двигателя (ГТД), предназначенную для перемещения потока газа (воздуха и продуктов его горения) [1].

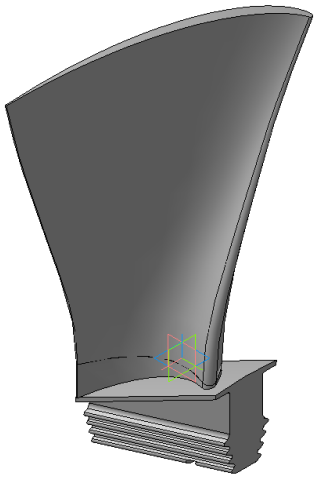


Рисунок 1 – Лопатка турбины ГТД.

Принцип действия такого двигателя (рисунок 2) заключается в следующем: за счет вращения лопаток турбокомпрессора происходит сжатие воздуха, необходимого для горения, и направление его в камеру сгорания, куда также

подается топливо, в результате горения которого образуется большое количество продуктов сгорания, которые находятся под высоким давлением. Энергия давления продуктов сгорания преобразуется в механическую работу за счет вращения лопаток газовой турбины. Часть этой работы расходуется на сжатие воздуха в компрессоре. Другая часть – передается на приводимый агрегат. Именно она считается полезной работой ГТД [1].

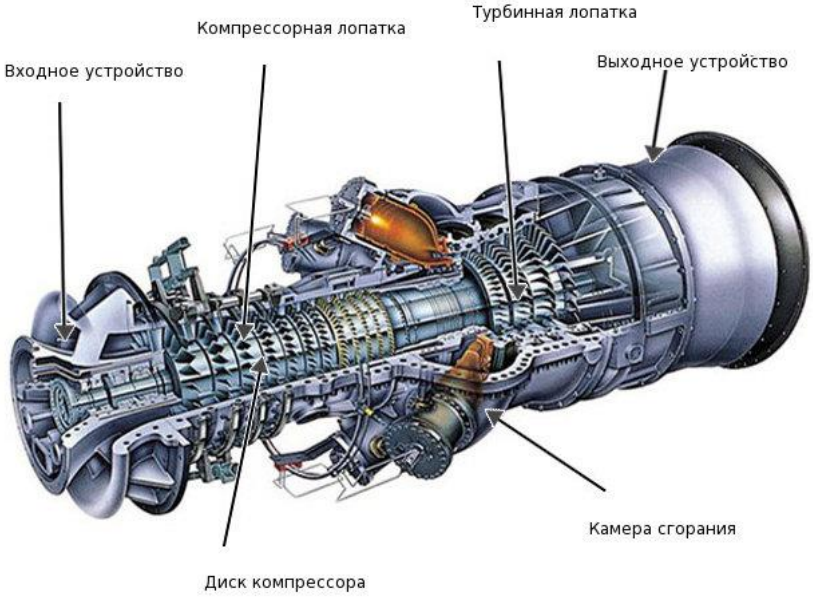
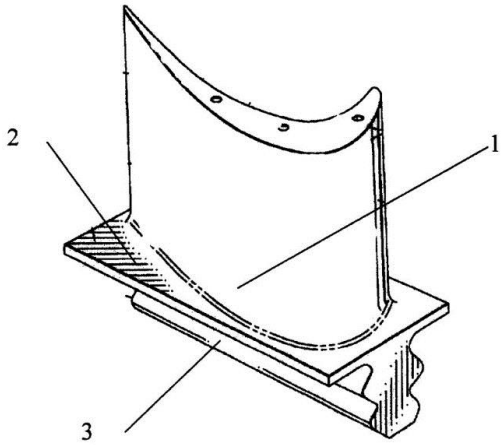


Рисунок 2 – Устройство и принцип действия ГТД.

Основными конструктивными элементами лопатки являются перо лопатки, бандажные полки и замковая часть (рисунок 3).



1 – перо лопатки; 2 – бондажная полка; 3 – замковая часть.
Рисунок 3 – Основные конструктивные элементы лопатки.

Замковая часть является крепежным элементом лопатки; ее поверхности являются конструкторскими базами, определяющими положение детали в сборочной единице. К конструкторским базам лопаток предъявляются высокие требования шероховатости поверхности в пределах Rz=0,16…0,32 мкм.

В зависимости от сборочной единицы, в которой находится лопатка, различают несколько видов замковой части:

- елочный замок;
- грибовидный замок;
- замок Т-образной формы;
- замок трапецеидальной формы;
- вильчатый замок и др.

Например, елочный замок применяется на лопатках турбин, так как он обеспечивает необходимые параметры прочности и точности крепления лопатки к диску турбины. Замки Т-образной и трапецеидальной формы используются у лопаток турбонасосных агрегатов.

Следует отметить, что каждый из видов замков имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому нельзя однозначно утверждать, что один вид имеет преимущество перед другим. Разными заводами изготавливаются разные типы замковой части лопатки, и каждый из них использует свои технологии изготовления [2].

Рабочими поверхностями лопатки являются поверхности пера. К ним предъявляются высокие требования по точности геометрических параметров и шероховатости поверхности. Кроме того, важным параметром является толщина стенки между наружной поверхностью пера лопатки и внутренним контуром охлаждения.

К конструктивным особенностям поверхности пера лопатки следует отнести также термобарьерное керамическое покрытие, обладающее низкой теплопроводностью, толщиной порядка 250 мкм, которое и позволяет ей работать при столь высоких температурах.

Характерной особенностью каждой лопатки является уникальность аэродинамического профиля пера. Как правило, он имеет некоторое сходство с крылом летательного аппарата. При этом существенным отличием пера лопатки от крыла состоит в условиях ее работы. А именно в том, что лопатки работают в потоке воздуха (газа), параметры которого значительно изменяются по её длине.

Бандажные полки предназначены для сцепления в сборочной единице соседних лопаток между собой. Это позволяет повысить прочностные характеристики конструкции, улучшить условия защиты от вибрации. При сборке колес турбины, за счет сложного профиля бандажной полки создается замкнутый контур бандажного обода, который повышает условия прочности и экономичности изделия. Точность соединения между стыковыми частями бандажных полок лопаток выполняется не ниже 5-6 квалитета. Кроме того, с высокой точностью обеспечивается расположение этих поверхностей относительно замка лопатки [3].

Из дополнительных требований к лопаткам ГТД можно отметить следующие. Допуск на массу каждой рабочей лопатки устанавливают до 5% номинального значения. В процессе сборки колеса турбины осуществляют распре-

деление лопаток по массе исходя из оптимальной схемы их расположения в колесе турбины. Различие масс каждой из лопаток в составе колеса при этом составляет 2 г. После сборки колесо турбины подвергают статической балансировке. На этапе сборки ротора турбины проводятся его динамическая и статическая балансировки.

Столь высокие требования к лопаткам ГТД предъявляются не случайно. Это связано с тем, что разрушение рабочих лопаток турбины является одним из наиболее опасных отказов ГТД. Отломившаяся часть лопатки может пробить корпус турбины, обшивку двигателя и даже обшивку самолета, повредить тяги управления им [4]. Помимо этого, при разрушении лопатки вследствие дисбаланса возникает сильная вибрация ГТД, которая может повлечь за собой разрушение топливных и масляных трубопроводов и пожар двигателя [5].

В этой связи на этапе разработки необходимо выполнять 3d-модель лопатки турбин для проведения предварительного компьютерного анализа ее физико-механических свойств, а также наиболее полной проработки технологического процесса ее изготовления.

В современном машиностроении создание 3d-модели будущей детали является неотъемлемой частью технологической подготовки производства. Лопатки ГТД не являются исключением.

Наиболее популярными в отечественной и мировой промышленности CAD-системами, используемыми для трехмерного моделирования деталей в настоящее время являются Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD, Solid Works, КОМПАС-3D, Catia, Siemens NX и другие.

Однако, создание 3d-модели лопатки ГТД осложняется тем, что перо лопатки имеет сложную пространственную форму, геометрия которой задается координатами точек в ряде сечений (рисунок 4, сеч. I-IX).

В связи с этим, наиболее рациональным способом построения трехмерной модели лопатки турбин, а именно пера лопатки, является так называемая операция «вытягивания по сечениям», доступная в большинстве современных CAD-систем.

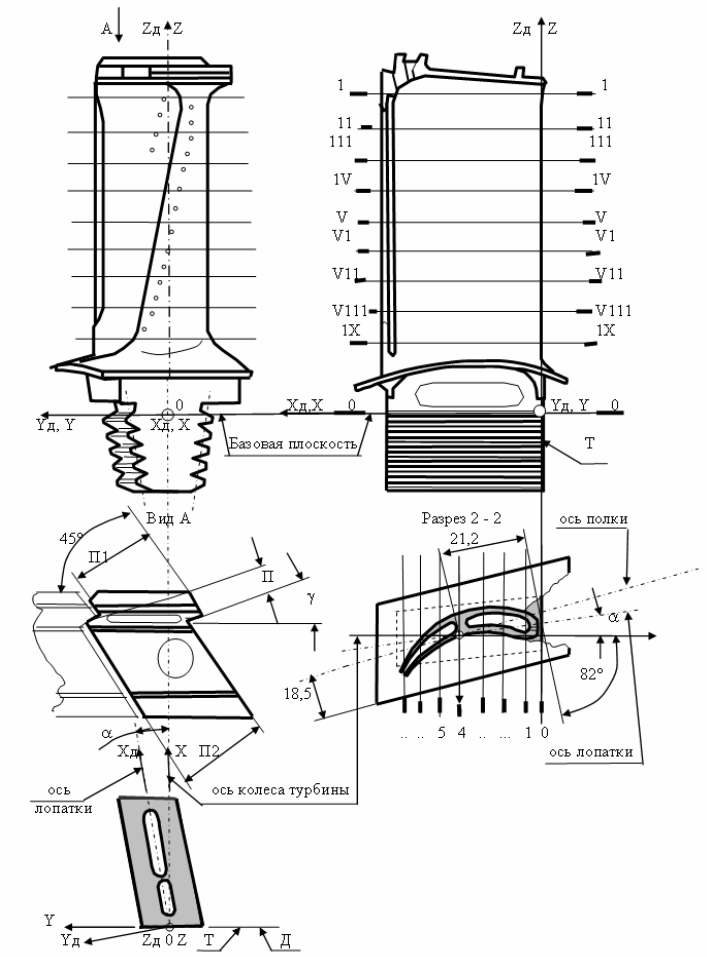


Рисунок 4 – Координатная система ориентирования лопатки первой ступени турбины ГТД.

В связи с этим, наиболее рациональным способом построения трехмерной модели лопатки турбин, а именно пера лопатки, является так называемая операция «вытягивания по сечениям», доступная в большинстве современных CAD-систем. Однако наибольшую сложность в связи с особенностями геометрии пера лопатки имеет процесс создания эскизов сечений, по которым будет производиться данная операция [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс изготовления столь ответственной детали как лопатка турбины ГТД является очень трудоемким уже на этапе технологической подготовки производства и требует обязательного применения различных систем автоматизации с целью снижения трудоемкости, а также себестоимости готового изделия.

Список литературы

1. *Демин Ф.И. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей [Электронный ресурс] : [учебник] / Ф. И. Демин, Н. Д. Проничев, И. Л. Шитарев; под. общ. ред. проф. Ф. И. Демина. – 2-е изд. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).*

2. *Резник С.В. Проектирование замкового соединения керамической лопатки и металлического диска газовой турбины: / С.В. Резник, Д.В. Сапронов - Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (Москва), 2014. – 9с. ISSN: 0536-1044*

3. *Бандажная полка рабочей лопатки: Пат. №2063518 РФ МПК F01D 5/22 / О.Г. Вассерберг, Е.Д. Консон, В.Н. Макаров, Ю.Н. Неженцев, О.М. Холтобин ; заявитель и патентообладатель Акционерное общество открытого типа "Ленинградский металлический завод". – № 92016020; заявл. 30.12.92; опубл. 10.07.96. – 3 с.: ил*

4. *Белоусов А.И. Дефекты бандажированных лопаток высокотемпературных газовых турбин: / А.И. Белоусов, С.В. Наздрачев - Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (Самара), 2013. – 6с. ISSN: 2542-0453, eISSN: 2541-7533*

5. *Основные неисправности турбины, причины их возникновения и мероприятия по предотвращению [Электронный ресурс] //* http://ooobskspetsavia.ru/2015/10/06/osnovnye-neispravnosti-turbiny-prichiny-ix-vozniknoveniya-i-meropriyatiya-po-predotvrashheniyu/

6. *Рязанов А.И. Автоматизация процесса 3d-моделирования рабочей лопатки турбины: / А.И. Рязанов - ООО "Стин" (Москва), 2016. – 3с. ISSN: 0869-7566*

СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМАНДНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Белоновская И.Д., д-р пед. наук, профессор,
Езерская Е.М., канд. пед. наук
Оренбургский государственный университет

Профессиональная деятельность в современном мире все более принимает коллективные формы. Особенно это относится к инженерному труду. По данным Национальной палаты инженеров России общая численность инженеров в нашей стране составляет порядка пяти миллионов человек. Эта армия инженеров работает на заводах, фабриках, предприятиях, концернах, в научных и исследовательских институтах. По результатам опросов [4], проведенных среди инженеров, эта профессия относится к профессиям исключительно умственного (творческого или интеллектуального труда). Проведенный статистические исследования [4] показывают, что, как правило, российские инженеры работают на крупных предприятиях численностью более 300 человек. Большинство опрошенных (78%) считает, что профессия инженера относится больше к командной работе, поскольку инженерные действия построены на взаимодействии с коллегами, а продукт деятельности, к какой бы стадии жизненного цикла изделия он не относился, является совместной работой.

Взаимодействие инженеров возможно рассматривать в социальном и профессиональном аспектах, в рамках отдельного подразделения и в глобальном масштабе, с точки зрения предметного содержания и технологий автоматизации.

Социальный аспект инженерных взаимодействий представлен процессами создания и деятельности профессиональных сообществ инженеров. Мировому опыту объединения инженеров в общественные организации почти 200 лет [6]. К настоящему времени приняты Кодексы инженерной этики, которые определяют нормы взаимодействия в профессии.

В России в настоящее время активно действуют Союз машиностроителей России, Российский союз инженеров, Российский союз нефтегазостроителей, Российские союзы инженеров-строителей, Союз архитекторов России, Союз химиков и многие другие, которые играют важную роль как становлении самой профессии, так и в повышении качества инженерного образования. Именно эти организации разрабатывают профессиональные стандарты, в которых отмечаются необходимые компетенции командной работы. В настоящее время создана и активно действует Национальная палата инженеров России, миссия которой состоит в объединении профессиональных действий инженеров России самых различных специализаций (сайт организации http://npirf.ru) [7].

В профессиональном аспекте проблемы организации командной работы инженеров на различных этапах жизненного цикла изделия стали актуальными в 80-х года прошлого столетия [5]. Этот период характеризуется активным про-

никновением автоматизации в интеллектуальную деятельность, в первую очередь, в трудоемкое инженерной проектирование и инженерный анализ.

В условиях крупного предприятия совместная работа инженеров различных специализаций, которая ранее заключалась в консультациях, теперь просто захлёбывалась в потоках различных согласуемых документах. В целях автоматизации были созданы и внедрены многочисленные локальные программные продукты, но они слабо стыковывались между собой, не имели общей концепции и платформы.

Для решения проблем интеграции и взаимодействия различных инженерных служб, а также организации информационных потоков предлагались различные подходы и технологии. Таким образом, к концу XX века определились технологические аспекты инженерного взаимодействия.

В первую очередь автоматизировалось взаимодействие инженеров различных служб в границах одного предприятия.

Последние десятилетия XX века стали временем активного внедрения идей компьютерного интегрированного производства (Computer Integrated Manufacturing, CIM, разработка корпорации IBM). Ведущей идеей концепции CIM стало комплексное взаимодействие исследователей, проектантов, конструкторов, технологов, производственников и плановых служб на основе интеграции локальных автоматизированных систем. Наибольшее распространение получили CAD/CAM-технологии (Computer-Aided Design/Manufacturing), которые автоматизируют конструкторско-технологическую подготовку производства. В современных наиболее полных вариантах в них интегрированы средства 3-D моделирования, подготовки и выпуска чертежей, карт технологических процессов, ведомостей и разработка управляющих программ для станков с ЧПУ, а также других элементов документооборота. В последнее время к этим программным продуктам подключаются технологий быстрого прототипирования (Rapid Prototyping, RP) или аддитивные технологии (Additive Technologies, AD).

Более широкое поле инженерного взаимодействия определяют CALS технологии, характерные для начала XXI века. Они создавались на основе идеи инженерной поддержки всех этапов жизненного цикла изделия. Под CALS технологиями понимаются программно-методические комплексы автоматизированной поддержки принятия решений, включая бизнес процессы и материальные потоки (Computer-aided Acquisition and Logistics Support, разработка Министерства обороны США).

Новой концепцией инженерного взаимодействия стала PLM технология (Product Lifecycle Management, разработка IBM) автоматизированной информационно-аналитической и экспертной поддержки принимаемых решений. Ее основу составили CAD/CAM-, CAE- и PDM-технологии, созданные в виде систем, управляющих данными. Они уже обоснованно названы автоматизированными средствами командной работы (коллективной работы) инженеров. Их отличительная особенность и главное достоинство состоят в том, что работы по

реализации жизненного цикла изделия выполняются параллельно, а не традиционно последовательно.

PLM технология инженерного взаимодействия обеспечивает одновременное компьютерное проектирование изделия с помощью CAD-системы, выполнение многовариантных инженерных CAE-расчетов (компьютерный инжиниринг) и технологическую подготовку производства с помощью CAM-системы на основе совместного использования проектных данных, начиная с самых ранних стадий проектирования и инженерного анализа различными группами специалистов. При этом PDM-системы осуществляют автоматизацию управления всеми данными об изделии, о его хранении и управления данным.

CALS технологии и PLM технологии создают возможности глобального взаимодействия инженеров разных стран. Взаимодействие приобретает новые качества с использованием технологий 3D Visualization & Virtual Reality & Global Visual Collaboration. Они создают «эффекты присутствия» на основе компьютерных технологий визуализации, виртуальной реальности, моделирования реалистичного поведения и предназначены для обеспечения глобального сотрудничества между территориально рассредоточенными взаимодействующими командами инженеров.

Следует отметить что повсеместное внедрение автоматизированных технологий командного взаимодействия требует сформированности специальных компетенций. Важной особенностью инженерных команд является не постоянство ролей и функций каждого сотрудника, а наоборот, умение заменить другого члена команды в силу новых обстоятельств для выполнения поставленных задач в новых условиях. В этой связи инженеры должны иметь междисциплинарные навыки и быть, по крайне мере, осведомлёнными в различных направлениях производственной деятельности. Этому отвечают так называемые «Т-образные навыки» инженера.

Идея «Т-образных» (T-shaped) навыков была впервые высказана Дэвидом Гестом (David Guest) в статье 1991 г., описывающей будущее автоматизации интеллектуального труда. Затем идея приобрела иное направление - подход к приему на работу нужных работников, способных создать группы, работающие на стыке различных дисциплин, которые вместе смогут генерировать новые идеи. На рисунке 1 дана схема таких навыков. «Верхняя перекладина» включает сверху: выходящие за пределы своей области навыки и знания; ниже слева: несколько дисциплин; ниже справа: несколько систем. «Основание»: слева: глубокие знания по меньшей мере одной дисциплины, справа: глубокие знания по меньшей мере одной системы.

Рисунок 1 – «Т-образные навыки» инженера

«Т-образная» концепция является образным представлением глубины и широты знаний каждого. Основание буквы «Т» обозначает широту навыков и опыта в конкретной области, а верхняя перекладина обозначает широту навыков и возможностей совместной работы в различных дисциплинах с экспертами в других областях и применения знаний в областях отличных от собственных. Для инженеров это означает не только наличие глубоких технических знаний, но и наличие таких качеств как умение поставить себя на место другого, коммуникативных навыков, навыков сплачивания коллектива и возможности совместной работы или навыков межличностного общения. Для будущих инженеров развитие «Т-образных» навыков может оказаться решающим фактором для успешной карьеры по окончанию учебы.

Общемировые тенденции изменения форм обучения профессиональному взаимодействию в производственных структурах представлены в материалах под общим названием «Всемирная инициатива CDIO» [3]. (рисунок 2).

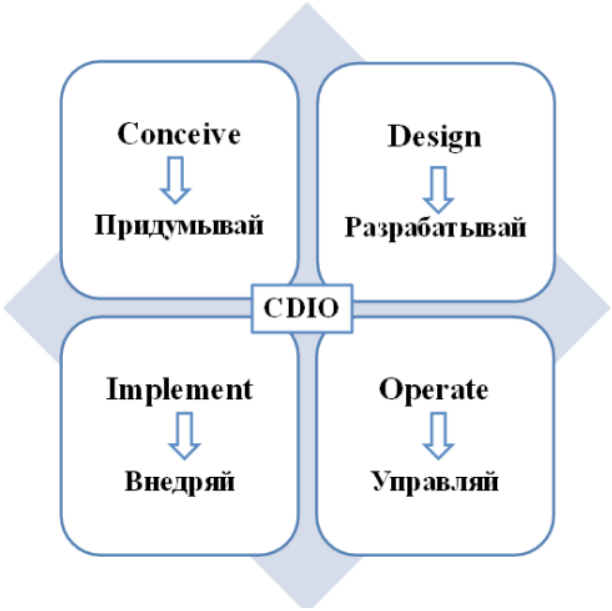


Рисунок 2 – Философия командного проектного обучения CDIO

Это идея освоения студентами профессиональных компетенций в единстве «Задумка - Проект - Реализация - Эксплуатация» или «Придумывай – Разрабатывай - Внедряй – Управляй» (Conceive–Design–Implement –Operate) [1] Новая технология обучения разработана в Массачусетском технологическом университете, но буквально за несколько лет была распространена в более чем ста вузах всего мира. В настоящее время в экспериментальном режиме внедряется в исследовательских университетах России. Результатом такой подготовки должен стать инженер, способный не только разрабатывать, но и придумать новый продукт, осуществить полный цикл его разработки и внедрить в производство. При этом инженерная деятельность основана на командной работе, умении объединить и увлечь коллег, найти инвесторов.

Идею CDIO активно поддерживает Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов [8]. Агентство развивает национальную технологическую инициативу на основе создания творческих команд, работающих в наиболее перспективных направлениях. В частности, к таким направлениям отнесено создание распределенных систем беспилотных летательных аппаратов. В качестве приоритетных технологий взаимодействия инженеров признаются сетевые технологии, впитывающие в себя тренды мирового развития. Автоматизированные технологии командного взаимодействия, безусловно, являются основой таких работ.

Список литературы

1. *Гансуар, К.Др. Опыт проектно-ориентированного обучения и организации командной работы студентов вуза / К. Др. Гансуар, Е. А. Неретина, Ю. В. Корокошко // Интеграция образования. – 2015. – Т. 19. – № 2. – С. 22-29.*
2. *Боровков, А.И. Современное инженерное образование: серия докладов. / А.И. Боровков [и др]. Фонд Центр стратегических разработок «Северо-Запад». Промышленный и технологический Форсайт Российской Федерации на длительную перспективу – Санкт-Петербург, 2012. – 79 с.*
3. *Международный семинар по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO» / под ред. Н. М. Золотаревой и А. Ю. Умарова. – М. : Дом МИСиС, 2011. – 60 с.*
4. *Открытые электронные ресурсы сайта «Мое образование». – Режим доступа https://moeobrazovanie.ru/professions_inzhener_statistika.html. (дата обращения 11.05.2017).*
5. *Переверзев, В. Проектно-организованное обучение в высшем техническом образовании [Электронный ресурс] / В. Переверзев, С. Фомин // НОУ «Национальный открытый университет». – Режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/17144/1291/lecture/25030 . (Дата обращения 11.02.2016).*
6. *Международное инженерное движение [Электронный ресурс] //Российский союз инженеров. М., 2017. Режим доступа: http://российский-союз-инженеров.рф/. (Дата обращения 18.12.2017).*

7. *Ассоциация инженеров «Национальная палата инженеров» [Электронный ресурс] // М., 2017. Режим доступа:* http://npirf.ru *(Дата обращения 18.12.2017).*

8. *Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс] // Агентство стратегических инициатив http://* asi.ru/nti/ *(Дата обращения 18.12.2017).*

9. *Белоновская, И.Д. Технологии командного взаимодействия в учебно-производственной деятельности студентов инженерно-технических направлений подготовки: учебное пособие [Электронный ресурс] / И.Д. Белоновская, А.И. Сердюк, Е.М. Езерская; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 157с.*

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Белоновский П. В.
АО «Газпром газораспределение Оренбург»

Автоматизация управления параметрами производственных процессов представляет собой одну из целевых задач достижения нового уровня технологического развития страны. Несмотря на определенный опыт решения этих задач многие аспекты автоматизации остаются недостаточно определенными. В частности, в каждой из отраслей промышленности актуальным является установление параметров, подлежащих автоматизированному управлению в первую очередь.

В этой связи отметим, что промышленность характеризуется как функциями градо – и комплексообразования, так и созданием рисков масштабных аварийных ситуаций. С этой точки зрения мониторинг и управление параметрами производственных процессов обеспечивают стабильность жизнедеятельности современных мегаполисов, городов и поселков.

В структуре отечественной промышленности выделяются три базовых отрасли, так называемые киты индустрии России, к которым относятся Военно-промышленный комплекс, топливно-энергетический комплекс, металлургию. Несмотря на значительную разницу в сущности технологических процессов этих отраслей, возможно выявить единые подходы к разработке моделей автоматизации управления их параметрами.

Так, например, газовая промышленность - одна из интенсивно развивающихся отраслей топливной промышленности. Технологические процессы газовой промышленности включают добычу, транспортировку, хранение и распределение природного газа. Экономическая целесообразность ее развития на территории Российской Федерации обусловлена тем, что добыча газа в вдвое дешевле добычи нефти, а также в почти в 15 раз дешевле добычи угля. В соответствии со статическими данными на нашей территории имеется одна треть разведанных мировых запасов природного газа. Лидером в газодобыче и газораспределении является крупнейшая в мире промышленная структура АО «Газпром». Предприятие АО «Газпром газораспределение Оренбург» является одним из подразделений на территории Оренбургской области. Функции предприятия состоят в обеспечении бесперебойной и безаварийной работы сети газораспределения (СГ), которая представлена имущественным производственным комплексом, состоящим из организационно и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и подачи газа непосредственно его потребителям [7].

В газораспределительную сеть входят сооружения на газопроводах средства электрохимической защиты, газорегуляторные пункты (ГРП, ГРПБ), шкафные регуляторные пункты (ШРП) (рисунок 2), а также система автоматизированного управления технологическим процессом газораспределения.

Рисунок 1 - Сооружения на газопроводах

Рисунок 2 - Шкафный регуляторный пункт (ШРП)

Производственныей процесс представляет собой комплекс действий работников предприятия и орудий труда, в результате котрых производится готовая продукция или создается услуга в заданном количестве, качестве и ассортименте в определенные сроки.

Согласно техническому регламенту [4] в сетях газораспределения *производственные процессы* включают транспортирование природного газа по трубопроводам сети газораспределения и сети, а также использование газа в качестве топлива в газоиспользующем оборудовании.

Технологический комплекс СГ включает наружные газопроводы поселений от выходного отключающего устройства газораспределительной станции (ГРС) до вводного газопровода к объекту газопотребления [7]. Основным технологическим объектом СГ является газопровод. Жизненный цикл газопровода представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Жизненный цикл газопровода

Возможно выделить этап функционирования газопровода, который включен в производственное обслуживание СГ. Функционирование трубопровода требует мониторинга технических осмотров и выполнения текущего ремонта. Оба эти процесса имеют существенное значение.

Необходимость технического осмотра состояния сетей газораспределения обусловлена высоким уровнем опасности производственного процесса. Так, АО «Газпром газораспределение» в целом по Российской Федерации насчитывает более 2300-х опасных производственных объектов, на которых по данным Ростехнадзора. только в 2016 году было отмечено более 560 аварии и инцидентов, материальный ущерб от которых достигает 140 млн руб. Ситуация в Оренбургской области характеризуется тем, что сеть газораспределения имеет предельные масштабы, ее непрерывное функционирование согласно техническим регламентам требует непрерывного контроля состояния газопроводов (рисунок 4).

Рисунок 4 – Осмотр шкафного регуляторного пункта (ШРП)

Так, например, в результате неправильно произведенных земляных работ в Оренбургской области в июне 2016 был поврежден газопровод, который обеспечивал пять пригородных сел — Каменноозерное, Бакалку, Чулошниково, Приуральский и Беленовку. В устранении аварий было задействовано 42 человека в течение двух суток [6]. Только за первую половину году таких инцидентов, приведших к авариям было пять.

Аварии на сетях газораспределения , как правило, приводят к существенному материальному ущербу. Так, например, в январе 2017 в Омской области произошла авария на газопроводе. На ликвидации работали 67 человек и 22 единицы техники [3] (рисунок 5).

Рисунок 5 - Авария на газопроводе (Омская область, январь 2017г.)

Осмотр состояния газопроводов, а главное, повышение качества такого осмотра, является одной из основных возможностей снижения риска аварийный ситуаций. Учитывая высокую степень опасности функционирования сетей газораспределения следует отнести перемещение бригад слесарей по маршрутам технических осмотров к параметрам производственных процессов сетей газораспределения.

Для определения степени приближения бригады к месту расположения элемента газопровода необходимо выделить параметры объектов сетей газораспределения. В нашем исследовании было использовано оборудование, определяющее текущие географические координаты - GPS трекеры (рисунок 6), которые позволили отслеживать маршрут и определять нахождение бригад в зоне

технического осмотра объектов ГП (количество объектов варьируется от 20 до 80) для выявления его технического состояния и проведения технического ремонта.

Рисунок 6 – Персональный трекер Queclink GL-300

Повышению эффективности производственных процессов способствуют внедрение геоинформационных технологий и интеграция информационных систем предприятия. Решение этих задач могут обеспечить автоматизированные системы управления параметрами производственных процессов.

Разработанная и внедренная в АО «Газпром газораспределение Оренбург автоматизированная система управления производственными процессами сетей газораспределения решает следующие задачи автоматизации:

− автоматизация управления параметрами производственных процессов сетей газораспределения на основе геоинформационной технологии с многофункциональным пользовательским интерфейсом для принятия оперативных управленческих решений различными классами пользователей (диспетчеры, мастера комплексно-эксплуатационных служб (КЭС), инженеры производственно-технических служб предприятия);

− автоматизированная оценка качества технического осмотра газопровода бригадами слесарей для выявления нарушений правил осмотра запорной арматуры;

− автоматизированное прогнозирование выходного давления на пунктах редуцирования газа с учетом суточного перепада давления газа, позволяющего выявлять необходимость выполнения внепланового обслуживания сетей газораспределения и снижать износ оборудования.

Разработанная АСУ ППП СГ основана на принципах объектно-ориентированного программирования (ООП), что обеспечило модульную структуру системы, открытость и совместимость. Использованный язык программирования C# с Net.Framework 4 позволил реализовать современные подходы к программированию, принципы параллельного программирования (фоновые задачи, списки задач, потоки) и использовать современные эффективные структуры (словари, списки, перечисления, деревья). Методика командной разработки Microsoft Team Foundation Server позволила оперативно вносить изме-

нения участникам группы программистов и синхронизировать командную разработку проекта [1, 2].

Комплексная оценка качества АСУ ППП СГ реализована на основе ISO/IEC 25010:2011 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015) по модели качества продукта.

Список литературы

1. *Белоновский, П.В. Автоматизация мониторинга обслуживания газораспределительных систем Оренбургской области / П. В. Белоновский, И. В. Влацкая // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015, № 4. – С. 172–176.*
2. *Белоновский, П.В. Задачи автоматизации прогнозирования выходного давления газорегуляторного пункта в газовой сети / П.В. Белоновский // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20351 (Дата обращения: 23.06.2017).*
3. *Интернет источник [Электронный источник]. Режим доступа:* http://m.ngs55.ru/news/60005/view/ *(Дата обращения 12.11.2017).*
4. *Постановление Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 "Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления".*
5. *Ростехнадзор информирует [Электронный ресурс] Режим доступа:* http://zural.gosnadzor.ru/news/64/1999/(дата обращения 08.11.2017).
6. *Сайт телекомпания «Регион» [Электронный источник]. Режим доступа:https://56nv.ru/news/pyat-sel-orenburgskogo-rayona-ostalis-bez-gaza-iz-za-avarii (Дата обращения 12.11. 2017).*
7. *СТО Газпром РД 2.5-141-2005 Газораспределение. Термины и определения. Спб.:Изд-во стандартов, 2004. -11 с.*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАРЕЮЩИХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК НА САМОЛЕТАХ ИЛ-76

Бесенбеков Е. И., Попов Р. А.
Оренбургский государственный университет

Двухконтурный турбореактивный силовой агрегат (двигатель) Д-30КП устанавливается на всех модификациях транспортного самолета Ил-76, включая самолет-топливозаправщик Ил-78. Двигатель прошел Государственные испытания в 1972 году и поступил в эксплуатацию в 1974 году. Всего было изготовлено более 4500 двигателей разных серий. В основном в эксплуатации находятся двигатели Д-30КП 1-й и 2-й серии. Соотношение двигателей по сериям примерно 1:4. За время эксплуатации двигатели Д-30КП показали высокую надежность и высокие эксплуатационные качества. Суммарная наработка парка двигателей Д-30КП за время их эксплуатации составляет более 30 млн. часов. В процессе эксплуатации на двигателях поэтапно выявлялись слабые места и выполнялись конструктивные доработки и модернизации. В результате проведенных конструкторских мероприятий и усовершенствований технологий технического обслуживания и контроля двигателей Д-30КП в процессе эксплуатации, значительно улучшились показатели их надежности. Так, наработка на один досрочный съем двигателя с самолета при нормативном показателе 6000 часов составляет 18824 часа, а наработка на одно выключение двигателя в полете при нормативном показателе 26000 часов составляет 1066669 часов. Это дало возможность поэтапно увеличивать граничные значения ресурсных показателей двигателя, которые в настоящее время достигли следующих значений:

- календарный срок службы - 12 лет;
- назначенный ресурс - 9000 часов (4620 циклов);
- гарантийный ресурс до первого ремонта - 2000 часов (1025 циклов);
- ресурс до первого ремонта по техническому состоянию - 4000 часов (1539 циклов);
- гарантийный межремонтный ресурс - 2000 часов (1025 циклов);
- межремонтный ресурс по техническому состоянию - 4000 часов (1539 циклов).

Однако из общего количества двигателей в настоящее время находятся на крыле около 60%. Отработали межремонтные ресурсы и ресурс до первого ремонта порядка 38% двигателей, которые находятся в состоянии ремфонда. 2,3% двигателей Д-30КП находятся в резерве. Около 50% двигателей имеют наработку свыше 4000 часов, из них более половины уже наработали с начала эксплуатации свыше 6000 часов. В эксплуатации находятся двигатели, у которых наработка превышает 6500 часов. 75% парка двигателей уже проходили капитальный ремонт. Таким образом, эксплуатирующиеся в настоящее время на самолетах Ил-76 двигатели Д-30КП, в большинстве своем приближаются к исчерпанию назначенных им ресурсов, и поэтому вероятность их безотказной ра-

боты снижается. В связи с этим, дальнейшая эксплуатация двигателей Д-30КП, особенно после продления ресурсных показателей, требует повышенного контроля их технического состояния.

В настоящее время контроль технического состояния двигателей в эксплуатации осуществляется периодически при выполнении регламентных работ и при продлении ресурсных показателей, то есть после наработки определенного количества часов и полетных циклов, а также после исчерпания установленных календарных сроков службы. Следует отметить, что при выполнении периодического технического обслуживания для оценки технического состояния двигателей применяются самые современные методы и средства наземного неразрушающего контроля, что не дает оснований сомневаться в достоверности и объективности принятых решений. Однако для стареющего парка двигателей вероятность появления неисправности в период их работы до очередного технического обслуживания, а значит и вероятность отказа двигателя во время полета в воздухе, значительно увеличивается. Это особенно актуально для двигателей, которые эксплуатируются после продления ресурсных показателей. Поэтому, в целях повышения безопасности полетов и своевременного выявления предотказного состояния двигателей, необходимо осуществлять контроль технического состояния двигателей в полете с частотой не реже одного раза за полет. Только при таком подходе можно реализовать стратегию эксплуатации авиационных двигателей «по техническому состоянию», то есть эксплуатировать их до полного исчерпания ресурсных возможностей.

На протяжении многих лет на кафедре авиационных двигателей НАУ, совместно с Пермским моторостроительным конструкторским бюро, ныне ОАО "Авиадвигатель", ведутся работы по созданию и внедрению автоматизированных систем контроля технического состояния авиационных двигателей по параметрам, зарегистрированным в полете и при техническом обслуживании на земле. Опыт использования совместно разработанных автоматизированных систем "Контроль Д30КП", "Алгоритм Д-30КП" и "Алгоритм ПС-90А" показал высокую эффективность диагностирования и достоверность контроля технического состояния двигателей Д-30КП и ПС-90 А в процессе их эксплуатации [3, 4]. В основу методического обеспечения названных автоматизированных систем положено сравнение специально разработанных безразмерных диагностических признаков (ДП) исправного (исходного) состояния двигателя с диагностическими признаками их фактического состояния. Разница между этими диагностическими признаками называется «отклонением диагностических признаков» (А), сокращенно – «диагностическое отклонение» (ДО). Для обеспечения раннего обнаружения развивающихся в двигателе неисправностей, а также для отслеживания динамики и характера их развития, предусмотрен специальный метод расчета трех типов допусков (D) на изменение диагностических отклонений (А):

D1 - допуск на погрешность определения А;

D2 - профилактический допуск на изменение А;

D3 - контрольный допуск на изменение А.

Результаты анализа изменения диагностических отклонений (А) в пределах названных допусков служат основанием для принятия решений о техническом состоянии конкретных экземпляров авиационных двигателей и формирования рекомендаций по дальнейшей их эксплуатации. Для решения задачи раннего обнаружения развивающихся неисправностей и предупреждения отказов в полете конкретных экземпляров двигателей Д-30КП необходимо создать систему сбора, передачи и накопления в компьютерной памяти, а также обработки и анализа, требуемой информации, которую можно квалифицировать следующим образом:

- параметрическая информация, измеряемая в полете и регистрируемая с помощью средств объективного контроля типа МСРП-64 или вручную членами экипажа (полетная информация);
- информация, полученная при техническом обслуживании двигателей на земле с использованием средств неразрушающего контроля (наземная информация);
- результаты опробования двигателей на земле;
- формулярные данные конкретного двигателя;
- данные, зафиксированные в эксплуатационно-технической и конструкторской документации.

Разработанная методика предполагает обработку в режиме реального времени больших потоков разноплановой параметрической информации по алгоритмам повышенной сложности, а также выполнение анализа технического состояния и выдачу рекомендаций по дальнейшей эксплуатации двигателей в текстовом, табличном и графическом виде. Поэтому такая методика может быть реализована только в автоматизированных системах, созданных на основе современной компьютерной техники с использованием современных средств электронной связи.

Предусмотрена фиксация одного из следующих трех видов технического состояния двигателя: "ИСПРАВНЫЙ", "ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЙ НА НЕИСПРАВНОСТЬ", "НЕИСПРАВНЫЙ". Если двигатель классифицируется как "ИСПРАВНЫЙ", то принимается решение о продолжении его эксплуатации в обычном режиме без ограничений. В случае, если в результате обработки и анализа информации техническое состояние двигателя классифицируется как "ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЙ НА НЕИСПРАВНОСТЬ" или "НЕИСПРАВНЫЙ", тогда все рабочие материалы компьютерного анализа передаются в группу экспертных оценок технического состояния двигателей. В состав группы входят специалисты, имеющие:

- большой опыт эксплуатации двигателей Д-30КП на самолетах Ил-76;
- профессиональную теоретическую подготовку;
- специальную подготовку;
- допуск к выполнению работ с конкретной автоматизированной системой сопровождения эксплуатации двигателей.

В случае возникновения специфических вопросов, в состав экспертной группы могут привлекаться узкопрофильные специалисты нужного направле-

ния. Экспертная группа исследует входную и выходную диагностическую информацию, изучает условия эксплуатации, анализирует требования действующей нормативно-технической документации (НТД) и производит экспертную оценку технического состояния контрольного двигателя. На основании экспертной оценки, результатов компьютерного анализа, с учетом требований НТД и накопленного опыта эксплуатации делается заключение о техническом состоянии конкретного двигателя, и разрабатываются рекомендации по управляющим воздействиям и дальнейшей его эксплуатации, которые передаются в эксплуатационное предприятие для выполнения назначенных работ. Автоматизированная система мониторинга эксплуатации двигателей Д-30КП может стать современным эффективным инструментом для поддержания летной годности и обеспечения безопасности полетов самолетов Ил-76 в современных коммерческих условиях их эксплуатации.

Кроме организационно-технических проблем при решении задач поддержания летной годности и обеспечения безотказной работы стареющего парка двигателей Д-30КП возникают не менее важные вопросы экономической целесообразности дальнейшей их эксплуатации. Особую актуальность эти вопросы приобретают при обосновании решения о продлении ресурсных показателей двигателей. Критерии, которые отображают текущее техническое состояние парка этих двигателей можно сформулировать в виде стоимостных показателей транспортной работы воздушных судов, на которых они установлены.

Выводы

1. Установленные на всех типах самолетов Ил-76 двигатели Д-30КП, за все время их эксплуатации наработали в воздухе более 30 млн. часов и показали хорошую надежность, что позволило установить для них достаточно высокие ресурсные показатели. Однако значительная часть парка эксплуатируемых в настоящее время двигателей Д-30КП уже исчерпала свои ресурсные возможности или приближается к достижению установленных пределов. В связи с этим, дальнейшая эксплуатация этих двигателей, с целью обеспечения безопасности полетов, требует осуществления непрерывного контроля (мониторинга) их технического состояния.

2. Для непрерывного отслеживания большого объема информации, полученной от двигателя при техническом обслуживании на земле и в процессе его работы в полете, необходимо разрабатывать специальное методическое, информационное и программное обеспечение, которое может быть реализовано только в автоматизированных системах с применением современной компьютерной техники. Приведенная в статье автоматизированная система сопровождения эксплуатации двигателей может стать основой создания компьютерного центра мониторинга стареющего парка двигателей Д-30КП в эксплуатации.

3. С увеличением объемов работ по поддержанию летной годности авиационной техники, в том числе и двигателей Д-30КП, неизбежно увеличиваются эксплуатационные расходы, которые значительно влияют на экономические показатели эффективности работы авиатранспортных предприятий. Приведенные в настоящей статье критерии стоимостных показателей транспортной рабо-

ты воздушных судов отображают их текущее техническое состояние и могут быть использованы при определении целесообразности инвестирования работ по дальнейшему поддержанию летной годности самолетов Ил-76 и установленных на них двигателей.

Список литературы

1. Шустов И.В. Двигатели 1944-2000 (авиационные, ракетные, морские, промышленные). - М.: АКС- Конверсолт, 2000.

2. Лозицкий Л.П. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП (конструкция, надежность и опыт эксплуатации) - М.: Машиностроение, 1988.

3. Лозицкий Л.П., Тарасенко А.В. Разработка автоматизированной системы управления техническим состоянием двигателей ПС-90 А. // Обеспечение надежности авиационных двигателей в эксплуатации: Межвуз. сб. науч. тр. - К.: КНИГА, 1993, с. 10-20.

4. Кулик Н.С., Кучер А.Г., Тарасенко А.В. Система управления ТС авиационных ГТД в эксплуатации. - К.: КМУГА, 2000.

5. Тарасенко А.В. Особенности эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей в условиях коммерческой деятельности авиапредприятий // Вестник КМУГА, № 1, К: КМУГА, 1998, с. 99-101.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ

Бочкарев А.В.
Оренбургский государственный университет

Металл – один из основных элементов современной цивилизации. За один год современный человек добывает и перерабатывает такое количество одного только железа, что прежде весь мир добывал бы его не менее пары веков. И данная потребность совершенно оправдана, так как металл окружает нас повсюду: дома, автомобили, дороги и т.д. Технологии литья металлов в таких реалиях постоянно совершенствуется [1].

Литейное производство – отрасль науки и промышленности, предметом которой является получение заготовок и изделий методом литья. Сущность литья сводится к тому, что в специально подготовленную полость (форму) заливают расплав материала будущей заготовки. При этом расплав вначале принимает конфигурацию полости, затем охлаждается и затвердевает. Литая заготовка называется отливкой [2].

Литье – это единственный метод получения заготовок, при котором формообразование начинается с момента нахождения материала в расплавленном состоянии, а формирование структуры и свойств - в процессе прохождения его через жидкое, жидко-твердое, твердо-жидкое и твердое состояния.

В этом заключается важнейшее достоинство литья – универсальность и перспективность, поскольку дает возможность получения заготовок любой конфигурации, любого размера из любого материала массой от десятых долей грамма до сотен тонн. Но это предопределят и основной его недостаток: в процессе охлаждения и затвердевания материала и формирования отливки в ней неизбежно возникают специфические литейные дефекты, имеющие различную природу.

Профессионализм литейщиков основывается на глубоких знаниях этой природы, базирующихся на комплексе фундаментальных и прикладных наук, и позволяет управлять процессами формирования структуры литейных заготовок, получить необходимый набор их свойств и минимизировать число литейных дефектов. Сделать это весьма сложно в силу различных причин, в том числе недостаточной изученности некоторых вопросов и проблем (например, свойств материалов при высоких температурах), поэтому литейное производство часто называют искусством.

На сегодняшний день объем литейного производства составляет более 8107 т в год и охватывает более одной трети всех операций заготовительного производства. Доля литых деталей в автомобиле- и тракторостроении составляет 40-50%, корабле- и авиастроении – 60%, станкостроении – до 70%. Но литейное производство является самым энерго- и материалоемким из всех заготовительных производств. Например, для производства одной тонны отливок требуется 1,1-1,7 тонны шихтовых и 6-10 тонн формовочных материалов. В се-

бестоимости литья энергетические затраты и топливо составляют 50-60%, а стоимость материалов – до 40%.

При всем разнообразии способов литья, появившихся за длительный период развития его технологии, принципиальная схема технологического процесса литья практически не изменилась за более чем 70 веков его развития и включает четыре основных этапа: плавку металла, изготовление формы, заливку жидкого металла в форму, извлечение затвердевшей отливки из формы. До середины двадцатого века литье считалось одним из главных способов получения фасонных заготовок [3].

К достоинствам литейного производства можно отнести:

- возможность получения заготовок и деталей различной конфигурации, из различных металлов и сплавов;
- возможность получения фасонных изделий сложной конфигурации (полых, объемных и т. д.), которые невозможно и экономически нецелесообразно изготавливать другими методами (например, резанием – большой расход металла в стружку, значительные затраты времени и др.);
- универсальность технологий – возможность изготовления заготовок от нескольких граммов до сотен тонн;
- возможность переработки отходов производства и брака:
- относительная простота получения и низкая стоимость отливок.

Однако наряду достоинствами литейного производства, имеется и ряд существенных недостатков:

- низкая производительность труда;
- неоднородность состава;
- пониженная плотность материала заготовок, а следовательно, и их более низкие, чем у заготовок, полученных обработкой давлением, прочностные характеристики.

Освоено производство автоматических линий формовки, заливки и выбивки отливок, созданы комплекты современного смесеприготовительного оборудования, освоен выпуск целой гаммы машин для специальных способов литья, существенно возрос уровень механизации и автоматизации технологических процессов.

Немалый вклад в решение поставленных задач может внести реконструкция и модернизация литейного производства, замена устаревшего оборудования высокопроизводительными литейными автоматами и полуавтоматами, робототехническими комплексами. Большой резерв экономии металла, снижения материалоемкости продукции машиностроения состоит в увеличении доли литья из легированных сталей и высокопрочного чугуна, а также точного литья, получаемого специальными способами.

Основными технико-экономическими показателями работы литейных цехов являются:

- годовой выпуск отливок в тоннах;
- выпуск отливок на одного работающего (производственного);
- съем литья с 1 м^2 производственной площади цеха;

- выход годного металла (в процентах от массы металлозавалки и жидкого металла);
- доля брака литья (в процентах);
- уровень механизации;
- доля литья, получаемого специальными способами;
- себестоимость 1 т литья.

Производя технико-экономический анализ литейного производства, особое внимание необходимо обращать на те стадии и элементы технологического процесса, которые непосредственно связаны с возможными потерями металла на угар, разбрызгивание, брак и т. п.

Таким образом, себестоимость литья зависит от объемов производства и уровня механизации и автоматизации применяемых технологических процессов.

Список литературы

1. Дальский А.М., Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение.– 2003. – 512 с.

2. Информационный портал «FB.ru». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fb.ru

3. Информационный портал «Инфопедия». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://infopedia.su

ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА API

Быкова И. С., канд. техн. наук,
Горбунов А. А., канд. техн. наук,
Оренбургский государственный университет

Проблема конкурентоспособности гражданского сектора российской авиационной промышленности признана на государственном уровне. Для ее решения разработана государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы», включающая подпрограмму «Авиационная наука и технологии»[1].

Одними из основных ожидаемых результатов подпрограммы должны стать: создание эффективной системы управления научными исследованиями в отрасли, в том числе механизма координации проведения исследований и разработки перспективных технологий между научными организациями и промышленностью; создание и поддержание постоянно обновляемого научно-технического задела, позволяющего российской авиационной промышленности осуществить прорыв по ряду ключевых направлений.

В связи с этим расширяется спектр работ по созданию новых механизмов и технологий анализа рынка, фундаментальных научных исследований, проектирования, производства и сопровождения авиационных систем в течении жизненного цикла.

Системы автоматизированного проектирования, существующие на данный момент (CATIA, SolidWorks, Autodesk Inventor, Siemens NX, КОМПАС-3D), имеют возможности для расширения и дополнения своих функций непосредственно на производстве.

Актуальной задачей является исследование возможностей, предоставляемых для модификации и создания собственного функционала современных САПР на предприятиях с помощью API (Application Programming Interface) и применение этих знаний в проектировании сложных технических систем, таких как современные магистральные воздушные судна [2].

На данный момент существуют решения для автоматизированного проектирования определенных параметров, но представленные решения предоставляют лишь ограниченный набор параметров для выбора и подразумевают вовлеченность человека между итерациями.

В качестве базовой САПР для системы автоматизированного проектирования сложных технических систем на примере магистральных воздушных судов будет использоваться КОМПАС-3D.

Разработан программный модуль расчета следующей целевой функции:

$$f = m_0 \cdot к_{в.и.} \to \min \tag{1}$$

где $m_0{}^I$ – взлетная масса ВС, кг;

$k_{в.и.}$ – весовой интегральный коэффициент [3] .

Показателем эффективности ВС является весовой интегральный коэффициент, он является функцией нескольких характеристик весового совершенства ВС, вычисляют по формуле

$$k_{в.и.} = (\overline{m_{ком.нагр} / m_0}) \cdot \kappa_{вес.i} + (\overline{m_{п.сн.} / n_{пасс}}) \cdot \kappa_{вес.i} + \overline{S_{омыв.}} \cdot \kappa_{вес.i} + \overline{T_б} \cdot \kappa_{вес.i} + \overline{T_{св}} \cdot \kappa_{вес.i} \quad (2)$$

Программный модуль представляет возможность расчета параметров магистрального воздушного судна как примера сложной технической системы, используя закономерности изменения значения целевой функции при изменении значений выходных характеристик в установленных интервалах в соответствии с заданными ограничениями.[3]

Для внедрения в программный код моделирования зависимости значений целевой функции от выходных параметров потребовалось выразить целевую функцию (1) через выходной параметр и построить график этой функции (на примере зависимости f от длины фюзеляжа Lф):

Расчетная формула для построения данного графика в программном коде выглядит следующим образом (фрагмент):

```
        dlina[0] = 30;
for (int x = 1; x <= 99; x += 1)
{
dlina[x] = dlina[x - 1] + 0.5;
        }
for (int x = 0; x <= 99; x += 1
        {
double l0otDliny = dlina[x] / (Math.Pow((1.3 * 0.2 * Math.PI) / Convert.ToDouble(Perem.koefformi), 0.333));
doublem_tsnew = Perem.k_TS * Perem.m_otnt;
doublem_sunew = Perem.k_su * Perem.udvesdvig * Perem.tagovooruj;
doublem_obuprnew = (250 + 30 * Convert.ToDouble(Perem.nPas)) / Perem.m_0ish + 0.06 + Perem.m_snaraj;
doublem_kotnnew = ((Perem.alfanew * Perem.koefrazgrkr * Perem.peregA * Math.Pow((Perem.m_0ish * Perem.udlinkr / (1000 * Perem.udnagrnakr) + 5.5 / Perem.udnagrnakr), 0.5))
* (1 + Perem.betta_1 * l0otDliny / Convert.ToDouble(Perem.dfe) * Perem.mbezraz + Perem.betta_2) + 0.065) * Perem.k_ntp;
doublemNullotDliny = (Perem.m_komnew + Perem.m_eknew) / (1 - m_kotnnew - m_sunew - m_obuprnew - m_tsnew);
```

Результатом выполнения данной процедуры служит график зависимости целевой функции от длины фюзеляжа, представленный на вкладке «Расчет целевой функции», рисунок 1.[3]

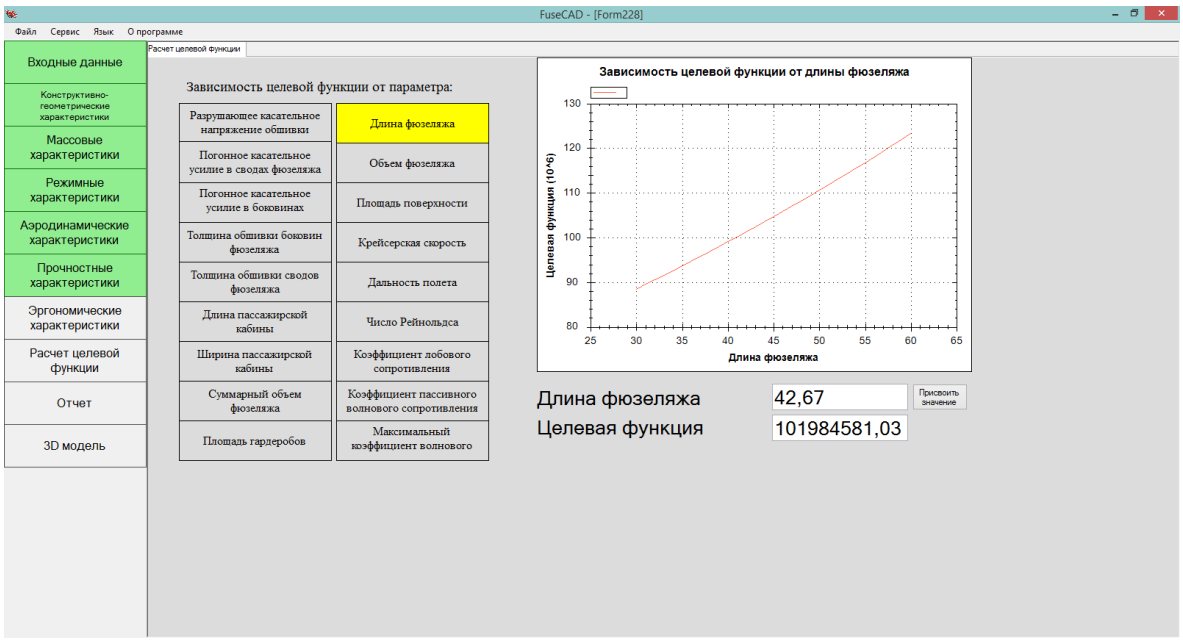


Рисунок 1 — Зависимость целевой функции от длины фюзеляжа

Таким образом, программный модуль позволяет пользователю присвоить новое значение диаметра согласно графику и в соответствии с присвоенным значением пересчитать значения остальных выходных параметров, и, тем самым, в диалоговом корректировать результат проектирования фюзеляжа ВС, получая вариант с наиболее рациональными параметрами по критерию минимальной взлетной массы.

Список литературы

1. Федеральная целевая программа «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2012 годы и на период до 2015 года». – СПС «Консультант +».

2. Кретинин, О.В. Система автоматизированной оптимизации структурно-параметрических моделей по технико-экономическим критериям в виртуальной среде / О.В. Кретинин, А.Ю. Сизов, А.А. Туманов, Л.О. Федосова // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева . – 2014 г. – № 5(107). – С. 271 – 275.

3. Bykova, I. S. Mathematical Modeling of the Design Process of Additional Aerodynamic Surfaces of the Wing as a Component of the Configuration of a Commercial Airliner / A. Gorbunov, A. Pripadchev and I. Bykova // Advances in Military Technology. – 2016. – Vol 11. –№ .1. – P. 29 – 42. – eid – 2-s2. 0-84995378152.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ РАМЫ, ПОДКРЕПЛЕННОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Гаврилов А.А., канд. техн. наук, Морозов Н.А., канд. техн. наук, Чирков Ю.А., д-р техн. наук
Оренбургский государственный университет

В авиастроении и ракетостроении широко используются рамные конструкции, подкрепленные оболочками. Исследование колебаний данных конструкций производится путем компьютерного моделирования напряженнодеформированного состояния с помощью метода конечных элементов [1, 2, 3,
4].При исследовании колебаний так же можно использовать аналитические методы [5 ,6, 7, 8, 9, 10]. Экспериментальные исследования колебаний, как правило, в полном объеме не проводятся, что связано с существенными материальными затратами. Тем не менее, именно получение экспериментальных данных позволяет выявить погрешности моделирования.

Эксперимент осуществлялся с помощью вибростенда V8-440 HBT 900 CM8R по методу плавного изменения частоты синусоидальных колебаний ГОСТ 30630.1.1-99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкции».

В качестве образца выступала сварная рама из стальных стержней

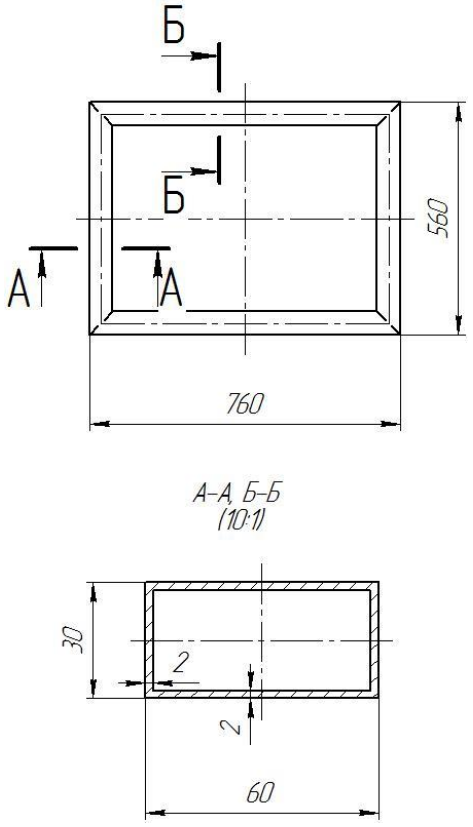
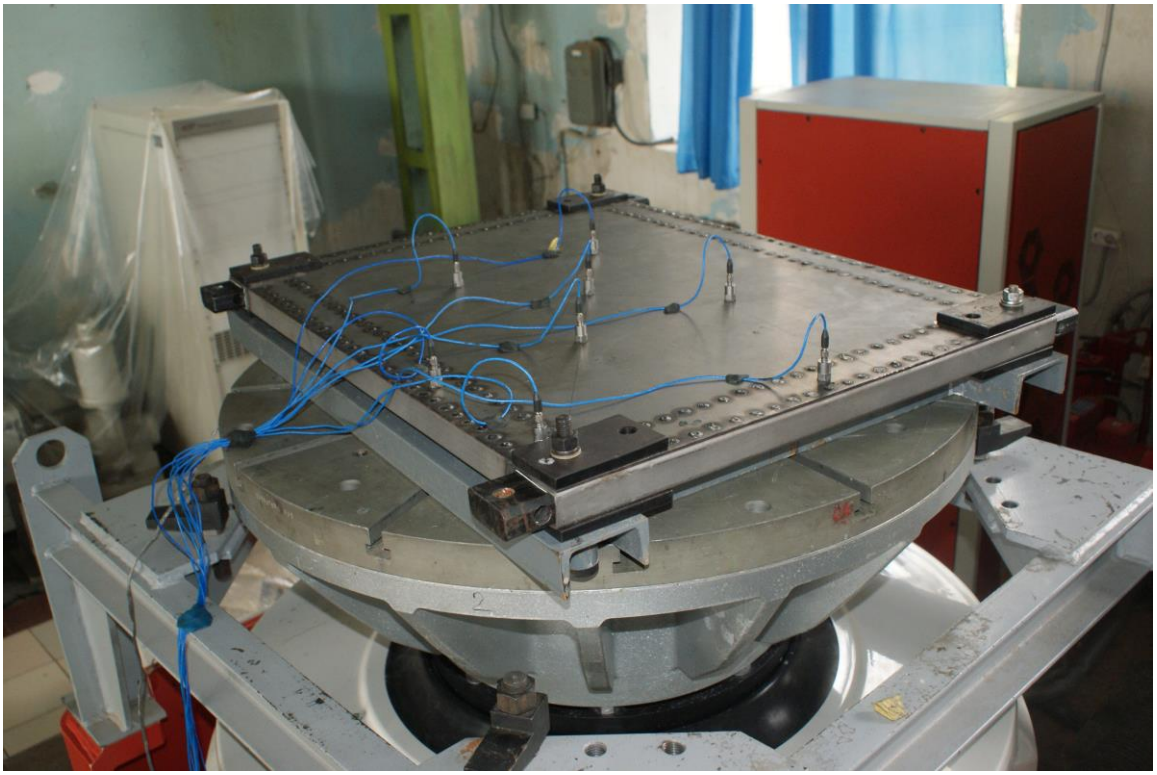


Рисунок 1 – Сварная рама

На подкрепленную раму устанавливались датчики ускорений 352C04. Крепление к столу вибростенда осуществлялось в углах рамы с помощью специально изготовленной оснастки. Жесткость крепления обеспечивалась за счет установленных внутрь стержней параллелепипедов, исключающих деформацию стержней, и подкрепления каждого угла рамы пластинами (рисунок 2).



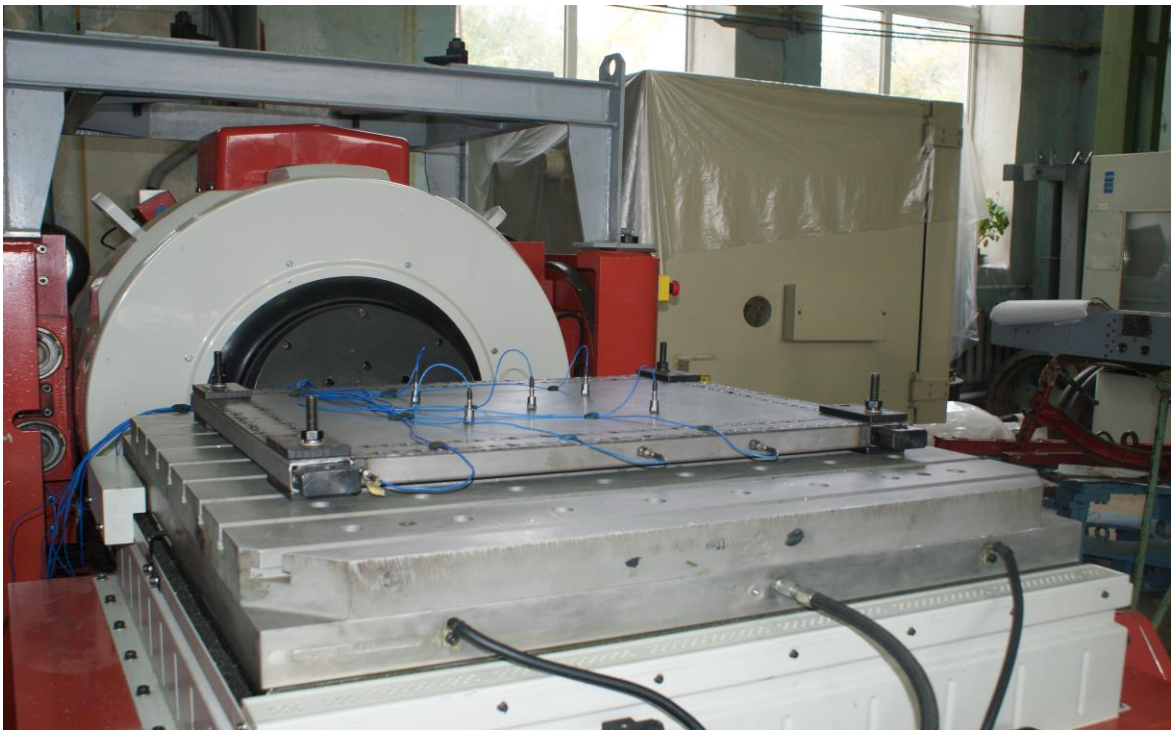
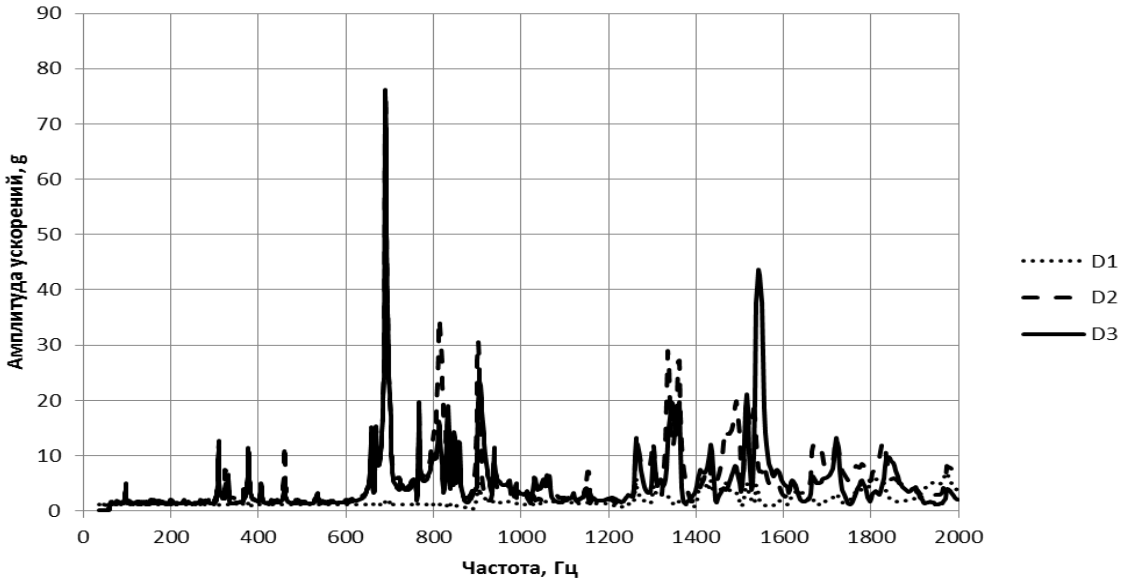


Рисунок 2 – Подкрепленная рама, установленная на стол вибростенда

Колебания осуществлялись в двух плоскостях. Результаты представлены на рисунке 3. Для упрощения визуализации представлены графики изменения амплитуды только по трем датчикам. Пиковые значения соответствуют частотам собственных колебаний, форма колебаний оценивается по соотношению амплитуд датчиков.



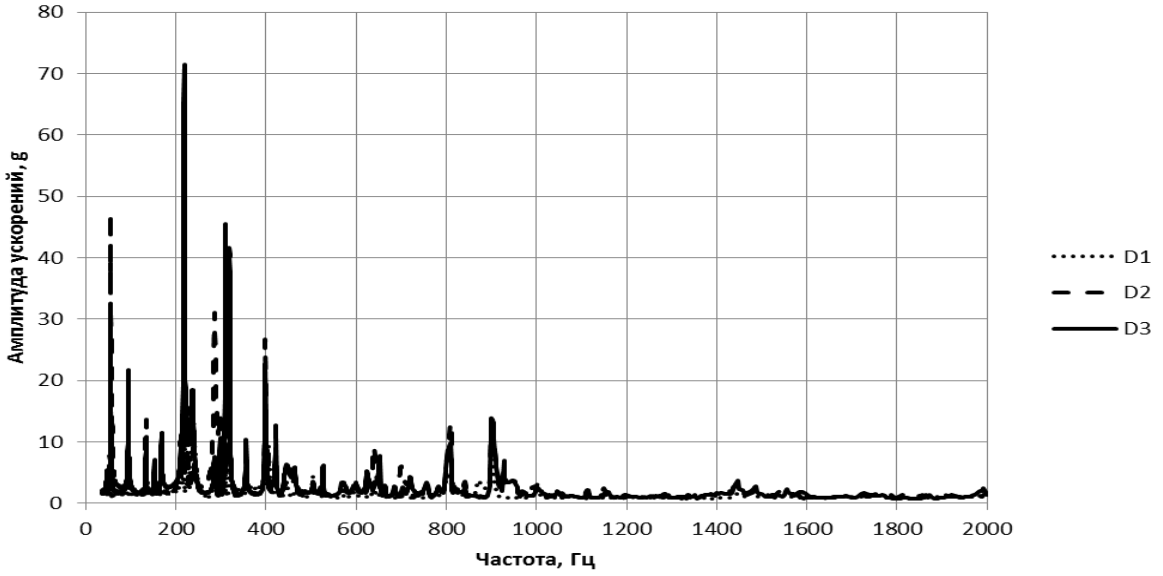


Рисунок 3 – Амплитуды ускорений и частоты при колебаниях рамы, подкрепленной оболочкой, в двух плоскостях

Таким образом, было проведено экспериментальное определение частот собственных колебаний прямоугольной тонкостенной стальной рамы, подкрепленной стальной оболочкой. Полученные экспериментальные данные предлагается использовать при оценке погрешности моделирования колебаний подкрепленных рамных конструкций.

Список литературы

1. *Морозов, Н. А.Оптимизация параметров композитных обшивок сухих отсеков летательных аппаратов с помощью Nastran / Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. А. Гаврилов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 9 (184). – С. 164-169. – ISSN 1814-6457*
2. *Морозов, Н. А. Влияние геометрических характеристик стрингеров на устойчивость подкрепленных цилиндрических обшивок летательных аппаратов / Н. А. Морозов, С. Д. Изенин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург , 2015. – С. 77-81. – ISBN: 978-5-7410-1180-5*
3. *Морозов, Н. А. Оптимизация параметров обшивок сухих отсеков ракет, выполненных из композиционных материалов / Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. А. Гаврилов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник трудов двенадцатой международной научно-практическая конференции, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург , 2015. – С. 282-286. – ISBN: 978-5-9723-0168-3*
4. *Абдрахимова, Р. И. Применение программных комплексов в расчетах элементов конструкций / Р. И. Абдрахимова, О. А.Фролова // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург , 2013. – С. 399-401. – ISBN: 978-5-44-17-0299-7*
5. *Гаврилов, А. А. Прочность и жесткость тонкостенных стержней при изгибных колебаниях / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 4 (140). – С. 253-257. – ISSN 1814-6457*
6. *Авдонин, А.М. Прогнозирование величин деформаций и напряжений, возникающих при ремонте металлоконструкций сваркой / А. М. Авдонин, Е. В. Пояркова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 4-2. – С. 1585-1588.. – ISSN 1810-0198*
7. *Гаврилов, А. А. Влияние геометрических характеристик сечений на значения частот свободных изгибных колебаний тонкостенных прямолинейных стержней / А. А. Гаврилов, Л. И. Кудина, Г. В. Куча, Н. А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 5(124). – С. 146-150. – ISSN 1814-6457*
8. *Гаврилов, А. А. Прочностные аспекты моделирования изгибных колебаний тонкостенных стержней / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов// Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург , 2013. – С. 494-500. – ISBN: 978-5-44-17-0299-7*
9. *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. – ISSN 1814-6457

10. Гаврилов, А. А. Формы и частоты колебаний многопролетных неразрезных подкрановых балок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. В. Колотвин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21. – № 3. – С. 922-925. – ISSN 1810-0198

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Глинская Н.Ю., канд. техн. наук, доцент, Кочетова Е.В.
Оренбургский государственный университет

Определение припусков на механическую обработку поверхностей деталей является одним из самых ответственных и в тоже время, одним из трудоемких этапов технологического проектирования. Существует несколько подходов к решению этой задачи: назначение припусков по таблицам, аналитический расчет и технологический размерный анализ маршрута обработки. Так как определение припусков является расчетной задачей ее решение относительно легко поддается формализации, а следовательно и автоматизации. Этот тезис находит свое подтверждение в наличии некоторого числа программных продуктов, представленных на рынке. Их анализ показал, что они не свободны от недостатков.

При решении задачи автоматизации расчета припусков было решено использовать расчетно-аналитический метод определения припусков (РАМОП), основанном на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого перехода технологического процесса обработки поверхности. Значение припуска определяется методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск [1].

Рассмотрим эти элементы более подробно. При определении припусков рассчитываются обычно минимальный, номинальный и максимальный припуски. Для расчета минимального припуска существует несколько формул, в зависимости от вида обрабатываемой поверхности. Рассмотрим наиболее наглядный вариант, возникающий при последовательной обработке противолежащих поверхностей, так называемый односторонний припуск.

$$Z_{i\,\min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i \text{, где} \qquad (1)$$

Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе,

h_{i-1} – глубина поверхностного дефектного слоя на предшествующем переходе,

Δ_{i-1}- суммарное отклонение расположения поверхности на предшествующем переходе,

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

В зависимости от материала заготовки, способа ее получения, а также от используемых методов обработки и ряда других факторов, те или иные компоненты формулы могут не учитываться.

Так, для чугуна и цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода и для стали после термической обработки при расчете припуска слагаемое *h* из формулы исключают.

При шлифовании у заготовки после ее термообработки должен быть сохранен поверхностный слой, поэтому слагаемое h_{i-1} из формулы также исключается, и она принимает вид

$$2Z_{i\min} = Rz_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i \qquad (2)$$

При отделочных методах обработки, таких как суперфиниширование и полирование, когда достигается лишь уменьшение шероховатости поверхности, припуск на механообработку определяется высотой микронеровностей поверхности и погрешностью наладки инструмента и его износом, величина которых принимается равной в пределах половины допуска на обработку. Таким образом, минимальный припуск будет определяться по формуле

$$2Z_{i\min} = Rz_{i-1} + 0.5T_i \qquad (3)$$

Отклонения расположения Δ учитываются у заготовок, после черновой и получистовой обработки и после термообработки. В связи с существенным сокращением отклонений при обработке за несколько переходов, на стадиях чистовой и отделочной обработки они не учитываются.

Следует учитывать те отклонения, которые не связаны с допуском на размер поверхности и имеют самостоятельное значение.

При рассмотрении отклонения оси детали от прямолинейности учитывается способ установки детали и геометрическое соотношение размеров детали. Существуют формулы для точного и приближенного расчета. Существует еще один способ определения величины суммарных пространственных отклонений, при котором величина отклонения после механической обработки принимается в процентах от суммарных отклонений заготовки, которые в свою очередь определяются по таблицам [2].

Еще одним слагаемым при определении минимального припуска является погрешность установки заготовки. Её величина определяется в зависимости от способа базирования детали при установке на станке или в приспособлении. Наиболее часто встречающиеся случаи представлены на рисунке.

Номинальный и максимальный припуски рассчитываются путем прибавления к минимальному припуску разницы верхних предельных отклонений размеров соответственно на предшествующем и текущем переходах (для номинального припуска) и разницы полей допусков на предшествующем и текущем переходах (для максимального припуска).

Совершенно очевидно, что студенту при расчете припусков трудно не запутаться в условиях и формулах для расчета. Поэтому разрабатываемая программа определения припусков позволит ему с одной стороны правильно назначить припуски и определить размеры заготовки, а с другой стороны позволит задуматься о факторах, влияющих на величину припуска, так как ему предстоит в режиме диалога задавать условия обработки.

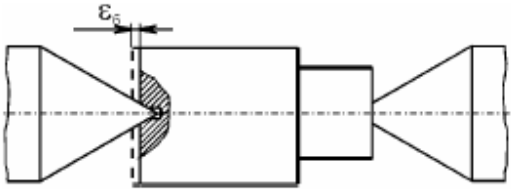
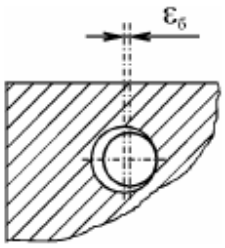
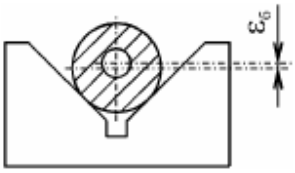
Базирование	Схема установки	Погрешность базирования, мм
На жесткий передний центр		$\varepsilon_б = \Delta_ц$
На гладкую оправку (палец)		$\varepsilon_б = \frac{S_{max}}{2}$
В призму		$\varepsilon_б = 0{,}5T_d(\frac{1}{\sin\alpha}+1)$
Примечание – в формулах используются: $\Delta_ц$ - просадка центров; S_{max} - максимальный зазор между пальцем и отверстием; T_d - допуск базирующего диаметра; α - угол призмы.		

Рисунок 1 - Погрешности базирования

Еще одной проблемой при разработке программы стало формирование базы данных, в которую необходимо включить информацию из 13 таблиц, содержащих сведения о заготовках, 7 таблиц содержащих данные о точности обработки поверхностей, 10 таблиц содержащих сведения о качестве поверхностного слоя после обработки, а также таблицу допусков. Причем как видно из рисунка, часть информации представлена в графической форме.

Разрабатываемая программа находится в стадии отладки и в последующем может быть использована, как студентами на этапе курсового и дипломного проектирования, так и специалистами – технологами на машиностроительных предприятиях.

Список литературы

1. Справочник технолога – машиностроителя. В2-х т. /Под ред. А.М.Дальского и др. 5-е изд.,перераб. и доп. – М: Машиностроение, 2001. Т-1:.-, 2001. – 912 с.

2. Абрамов, К. Н. Технологические размерные расчеты и их автоматизация: учебноепособие / К. Н. Абрамов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 110 с.

МЕТОДИКА СОПОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Горбунов А.А., канд. техн. наук, Припадчев А.Д., д-р техн. наук, доцент, Чепасов В.И., д-р техн. наук, профессор, Кондров Я.В.
Оренбургский государственный университет

Использование результатов теоретических и расчетно-экспериментальных работ, а также анализ и систематизация результатов специальных летных испытаний являются неотъемлемой частью процесса эскизного проектирования магистрального воздушного судна (ВС). Отличительная особенность данной стадии проектирования — сравнение и анализ большого количества проектных альтернатив (плановых проекций ВС, сочетание элементов и т.д.) [1]. Сравнение проектных альтернатив и выбор рационального решения производятся на основе сопоставления характеристик, которыми обладает та или другая проектная альтернатива, в различных условиях ее функционирования (скорость ВС, высота полета, дальность полета и д.р.). В этой связи появляется необходимость в анализе большого числа статистических данных, при этом степень достоверности для анализируемых параметров представляется в некотором доверительном интервале [2, 3].

Оценить и выявить из многообразия параметров те, которые влияют наиболее существенно, неавтоматизированным способом практически невозможно [4, 5]. В этой связи появляется необходимость в разработке системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющей анализировать статистические данные в заданных ограничениях и реализовывать критериальный многопараметрический подход к анализу варианта проектной альтернативы.

Постановка задачи сопоставления соразмерных характеристик. Предположим, что нам необходимо сравнить два эскизных проекта крыла магистрального ВС одного типа, обладающих сопоставимыми аэродинамическими характеристиками, но различными конструктивно-геометрическими параметрами. Для этого необходимо определить множество параметров, описывающих рассматриваемый эскизный проект для каждого исследуемого крыла ВС. Рассмотрим процесс сопоставления проектных альтернатив для крыльев среднемагистральных ВС.

Исходя из предположения, что крыло ВС — сложная многопараметрическая система, существующая в различных условиях функционирования, то эту систему можно представить в виде функциональной зависимости

$$Z = F(X, Y), \qquad (1)$$

где F – функция объекта, являющаяся неизвестной величиной, для определения которой применяют численные моделирования (CFD) и физические эксперименты в аэродинамических трубах; X – облик ВС (геометрические, энергетические и аэродинамические характеристики); Y – условия его функционирования (высота, скорость, дальность, взлётная масса).

Функцию объекта *F*, можно представить в виде множества взаимосвязанных и взаимозависимых параметров, механизм взаимодействия которых определяется моделью. Зная некоторую модель *M*, можно вычислить приближённое значение объекта, обладающего сопоставимыми режимными характеристиками, но другими обликовыми параметрами, с некоторой величиной корреляции. Тогда для функции объекта справедливо соотношение

$$F(X_i, Y_j) \approx F_M(X_i, Y_j), \quad (2)$$

где *M* – модель перехода; *i* – (*1,2,3, ..., p*) переменная; *j* – (*1,2,3, ..., k*) наблюдаемая величина.

Функция объекта $F(X_i, Y_j)$ является одной из возможных проектных альтернатив проектируемого ВС или его элемента, состоящего из множества параметров, а $F_M(X_i, Y_j)$ — возможная проектная альтернатива объекта с учетом модели перехода. Тогда, для того, чтобы сопоставить или получить некоторую величину, позволяющую найти те или иные обликовые характеристики в одинаковых условиях функционирования, необходима модель перехода *M* (способ или функция) [6].

Если ВС и его элементы представить как статистическую систему, то изменение одного из параметров должно оказывать влияние на другие параметры системы. Такая система должна обладать корреляционной зависимостью, где взаимосвязь двух или более отдельных параметров соотносятся между собой с определенной степенью точности. В случае высокой степени корреляции для множества, описывающего проектируемое ВС или его составной элемент (например, крыло), можно изучить взаимосвязи между значениями переменных — факторный анализ. Факторный анализ позволяет: всесторонне и в то же время компактно описать объект анализа; выявить скрытые переменные факторов, отвечающих за наличие линейных статистических корреляций между наблюдаемыми переменными. Используя метод главных компонент, а так же варимаксное вращение, можно однозначно интерпретировать факторы, объединяющие параметры исследования [7].

Изучение взаимосвязи параметров в сопоставляемых множествах. Для решения поставленной задачи необходимо построить нормализованную матрицу исследования, в которой первое *N*-ое количество столбиков содержат значения параметров для первой проектной альтернативы крыла, таблица 1, а столбики с N_i содержат значения параметров для крыла второй проектной альтернативы, таблица 2. Строчками-наблюдениями в построенной матрице будут значения характеристик, которые имеют нормальное распределение.

Таблица 1 — Параметры исследования для крыла первой проектной альтернативы

№ п/п	Параметра	Значение
1	Удлинение крыла, λ	9,46
2	Сужение крыла, η	4,35
3	Угол стреловидности, χ	25,01
***	***	***
17	Угол отвала поляры, A	0,031
18	Аэродинамическое качество, K	23,23

Таблица 2 — Параметры исследования для крыла второй проектной альтернативы

№ п/п	Параметра	Значение
19	Удлинение крыла, λ	9,18
20	Сужение крыла, η	4,37
21	Угол стреловидности, χ	21,33
***	***	***
36	Аэродинамическое качество, K	17,57

В строчках в матрицы исследования указываем значения параметров исследования по соответствующим наблюдениям. Предлагаемый метод идентификации базовых параметров реализован в пакете научных подпрограмм алгоритмического языка «Фортран V» в программе «Многомерный анализ параметров магистральных воздушных судов с построением регрессионных моделей» (№ 2017615504). Для запуска программы необходимо подготовить два построчных файла «sled» и «name» в текстовом редакторе. Построчная структура файла «sled» приобретает вид, показана на рисунок 1.

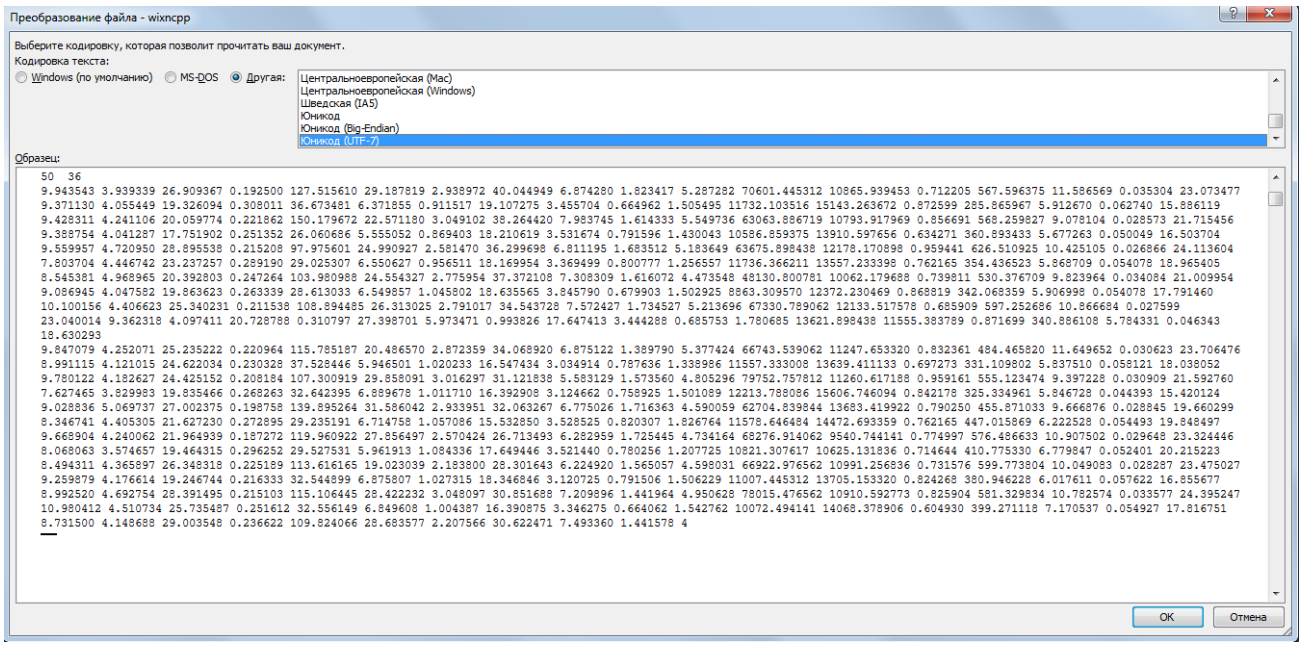


Рисунок 1 — Структура построчного файла «sled»

Представленное в описанном методе количество параметров исследования может быть увеличено до следующих значений: максимальное количество наблюдений — 500; максимальное число параметров — 500.

На построенной матрице исследования проведем проверку на нормальность распределения каждого исследуемого параметра. По результатам проверки на нормальность распределения сделан следующий основной вывод, что исходное распределение незначительно отличается от нормального. Процесс проверки на нормальность распределения проводится по всем наблюдениям. Результаты предварительной обработки сводятся в конце проверки в таблицу 3. Количество наблюдений n = 50; доверительная вероятность 0,9500; значение критерия Стьюдента t = 2,12.

Таблица 3 — Предварительная обработка по наблюдаемым параметрам

№	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	$m=st/sqrt(n)$
1	Удлинение крыла (λ)	9,458	0,085	0,024
2	Сужение крыла (η)	4,346	0,040	0,011
3	Угол стреловидности (χ)	25,032	0,296	0,084
4	Относительная толщина профиля крыла ($\bar{c}$)	0,220	0,002	0,001
5	Площадь крыла ($S_к$)	122,838	1,387	0,394
6	Площадь крыла занятая фюзеляжем ($S_{к.п.ф.}$)	25,606	0,282	0,080
7	Площадь крыла под пилонами двигателя ($S_{к.п.д}$)	2,788	0,031	0,009
8	Размах крыла (l)	34,168	0,347	0,099

9	Корневая хорда крыла (b_0)	7,013	0,062	0,018
***	***	***	***	***
33	Удельная нагрузка на крыло (p_0)	378,635	4,245	1,207
34	Эффективное удлинение крыла ($\lambda_{эф}$)	5,919	0,046	0,013
35	Угол отвала поляры (A)	0,054	0,001	0,000
6	Аэродинамическое качество (K)	17,585	0,142	0,040

Далее для параметров исследования рассчитывается доверительный интервал, проводится корреляционный анализ и построение корреляционных матриц для каждого параметра, например корреляционная матрица для параметра 1 — «Удлинение крыла, λ», таблица 4.

Таблица 4 — Корреляционная матрица для параметра 1 — «Удлинение крыла, λ»

1.00	-0.31	0.04	-0.16	-0.02	0.16	-0.03	-0.13	-0.16	-0.24
0.11	0.25	-0.15	0.07	-0.13	-0.03	-0.02	-0.16	0.07	-0.16
0.08	-0.24	0.04	-0.10	0.24	0.11	0.03	0.23	0.22	0.02
0.06	0.10	-0.13	-0.14	-0.02	-0.03	–	–	–	–

Процесс установления линейной связи повторяем для всех 50-ти наблюдений. После установления линейных связей определяем групповые обусловленности. Для определения групповых обусловленностей параметров исследования был проведен на матрице исследования факторный анализ. В результате проведения факторного анализа получены следующие базовые параметры, таблица 5.

Таблица 5 — Базовые параметры

Фактор	Параметр	Базовый параметр	Параметра
5	Площадь крыла, $S_к$	2	Сужение крыла, η
8	Размах крыла, l	3	Угол стреловидности, χ
16	Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$	26	Размах крыла, l
6	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	5	Площадь крыла, $S_к$
11	Поперечный угол крыла при виде спереди, φ	6	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$
12	Взлетная масса, m_0	7	Площадь крыла под пилонами двигателя, $S_{к.п.д}$
1	Удлинение крыла, λ	8	Размах крыла, l
20	Сужение крыла, η	9	Корневая хорда крыла, b_0
3	Угол стреловидности, χ	31	Крейсерская высота полета, H
2	Сужение крыла, η	30	Взлетная масса, m_0

10	Концевая хорда крыла, $b_к$	14	Скорость полета, M
18	Аэродинамическое качество, K	15	Удельная нагрузка на крыло, p_0
13	Крейсерская высота полета, H	16	Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$
9	Корневая хорда крыла, b_0	21	Угол стреловидности, χ
15	Удельная нагрузка на крыло, p_0	22	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$
17	Угол отвала поляры, A	35	Угол отвала поляры, A
4	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	20	Сужение крыла, η
19	Удлинение крыла, λ	28	Концевая хорда крыла, $b_к$
14	Скорость полета, M	29	Поперечный угол крыла при виде спереди, φ
7	Площадь крыла под пилонами двигателя, $S_{к.п.д}$	34	Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$

Базовым параметром называется тот, в котором объединилась группа параметров с максимальной по модулю факторной нагрузкой. Выявленные таким образом базовые параметры, позволяют снизить размерность и число параметров исследования.

Определив базовые параметры, переходим к определению количественной обусловленности параметров. Для зависимой переменной 19 — «Удлинение крыла, λ» осуществляется построение модели на базовых параметрах. Номерами аргументов будут (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18.). Оптимальная степень — 3. Модель для зависимой переменной 3 — Угол стреловидности, χ, имеет следующий вид

```
y(i,j19)=+
+(  0,46661887203757e2)*(x(i,j1))**3+
+( -0,13379982781908e4)*(x(i,j1))**2+
+(  0,12786967286967e5)*(x(i,j1))**1+
+( -0,90231154031341e3)*(x(i,j2))**3+
+(  0,11733196195865e5)*(x(i,j2))**2+
+( -0,50853667817078e5)*(x(i,j2))**1+
+(  0,11412466870627e1)*(x(i,j3))**3+
+( -0,85560558814867e2)*(x(i,j3))**2
y(i,j19)=y(i,j19)+
+(  0,21382089112571e4)*(x(i,j3))**1+
**********
+(  0,15592988952302e3)*(x(i,j15))**1+
+( -0,63522069125799e1)*(x(i,j16))**3+
+(  0,19154756976023e3)*(x(i,j16))**2+
+( -0,19235736331405e4)*(x(i,j16))**1
y(i,j19)=y(i,j19)+
+(  0,55582050533880e9)*(x(i,j17))**3+
дельта преобразования-1=
0,00000000745058059692
+( -0,52680814071766e8)*(x(i,j17))**2+
+(  0,16636690995620e7)*(x(i,j17))**1+
+( -0,59579178907960e0)*(x(i,j18))**3+
+(  0,45757959375505e2)*(x(i,j18))**2+
+( -0,11609582446052e4)*(x(i,j18))**1+
+(  0,15001378118783e6)
```

3)

где * — умножение; ** — возведение в степень.

Результаты прогноза ошибки, представлены в таблице 6. Средняя абсолютная ошибка составляет 0,002359753571439356.

Таблица 6 — Результаты прогноза ошибки

Исход	Прогноз	Ошибка
1	2	3
9,199699	9,201354	0,001655
…	…	…
9,152020	9,152702	0,000682

Далее осуществляем определение вкладов параметров-аргументов, тем самым определяя количественную обусловленность параметров. Результаты сводятся в таблицу 7.

Таблица 7 — Количественная обусловленность параметров

№	Название параметра	№	Количественная обусловленность параметром	Вклад
19	Удлинение крыла, λ	4	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	0,16922
20	Сужение крыла, η	4	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	0,14794
21	Угол стреловидности, χ	9	Корневая хорда крыла, b_0	0,13159
22	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	9	Корневая хорда крыла, b_0	0,17333
23	Площадь крыла, $S_к$	1	Удлинение крыла, λ	0,11570
24	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	8	Аэродинамическое качество, K	0,11922
25	Площадь крыла под пилонами двигателя, $S_{к.п.д}$	4	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	0,12914
26	Размах крыла, l	8	Размах крыла, l	0,15653
27	Корневая хорда крыла, b_0	8	Аэродинамическое качество, K	0,14922
28	Концевая хорда крыла, $b_к$	6	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	0,14156
29	Поперечный угол крыла при виде спереди, φ	6	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	0,11577
30	Взлетная масса, m_0	8	Аэродинамическое качество, K	0,22785
31	Крейсерская высота полета, H	8	Размах крыла, l	0,18180
32	Скорость полета, M	9	Корневая хорда крыла, b_0	0,14472
33	Удельная нагрузка на крыло, p_0	4	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	0,18728
34	Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$	6	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	0,18321
35	Угол отвала поляры, A	6	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	0,20183
6	Аэродинамическое качество, K	8	Аэродинамическое качество, K	0,13950

Анализ учета влияния исследуемых параметров. Согласно формуле 2, два соразмерных множества можно считать сопоставимыми, если их функции связаны через модель перехода *M*. Построенные регрессионные модели для параметров с 19 по 36 методом наименьших квадратов и методом Брандона с некоторой степенью адекватности можно считать моделью перехода *M*. Для учета влияния исследуемых характеристик и их переноса в расчеты на стадии эскизного проектирования крыла и элементов ВС необходимо получить некоторый ко-

эффициент — величину, позволяющую в ту или иную сторону изменять расчетные параметры с учетом результатов экспериментальных исследований. Для учета влияния параметров необходимо использовать группу (ряд) взаимозависимых параметров, оказывающих наибольшее влияние (величину вклада количественной обусловленности зависимого параметра). Произведем перегруппировку результатов количественной обусловленности для параметров, представленных в таблице 7, результаты сведем в таблицу 8.

Таблица 8 — Группировка результатов по определению количественной обусловленности параметров

№	Группа параметров	Количественная обусловленность параметром	Вклад
1	2	3	4
19	Удлинение крыла, (λ	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$	0,16922
20	Сужение крыла, η		0,14794
25	Площадь крыла под пилонами двигателя, $S_{к.п.д}$		0,12914
33	Удельная нагрузка на крыло, p_0		0,18728
Средняя величина вклада			0,158395
1	2	3	4
21	Угол стреловидности, χ	Корневая хорда крыла, b_0	0,13159
22	Относительная толщина профиля крыла, $\bar{c}$		0,17333
32	Скорость полета, M		0,14472
Средняя величина вклада			0,14988
23	Площадь крыла, $S_к$	Удлинение крыла, λ	0,11570
Средняя величина вклада			0,11570
24	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	Аэродинамическое качество, K	0,11922
27	Корневая хорда крыла, b_0		0,14922
30	Взлетная масса, m_0		0,22785
6	Аэродинамическое качество, K		0,13950
Средняя величина вклада			0,1589475
26	Размах крыла, l	Размах крыла, l	0,15653
31	Крейсерская высота полета, H		0,18180
Средняя величина вклада			0,169165
28	Концевая хорда крыла, $b_к$	Площадь крыла занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	0,14156
29	Поперечный угол крыла при виде спереди, φ		0,11577
34	Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$		0,18321
35	Угол отвала поляры, A		0,20183
Средняя величина вклада			0,128665

При анализе количественных обусловленностей для двух крыльев ВС установлено, что совокупность регрессионных моделей, обладающих высоким коэф-

фициентом детерминации, позволят достоверно определять параметры для сопоставляемых многопараметрических систем.

Проведя группировку и определив среднюю величину вклада, таблица 8, получили группу безразмерных параметров, величина которых находится в пределах от 0 до 1. Учет параметра на зависимую величину $k_{экв}$, вычисляют по формуле

$$k_{экв} = p_i - (p_i \cdot k_i) \quad (4)$$

где $k_{экв}$ — эквивалентный параметр, с учетом величины вклада; p — зависимый параметр («Удлинение крыла, λ», «Угол стреловидности, χ» … ,); k_i — величина вклада.

Заключение. Предлагаемый метод сопоставления проектных альтернатив, позволяет осуществлять генерацию данных на многообразиях меньшей размерности, для решения нестандартных задач проектирования для решения нестандартных задач проектирования в составе сложной технической системы — магистрального воздушного судна.

Результаты приняты в проектную и конструкторскую деятельность АО ПО «Стрела», филиал АО ВПК «НПО машиностроение» – КБ «Орион», а также в АО Государственная корпорация «Ростех», «РТ-Техприемка», для анализа качества принимаемой продукции.

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. *Белоцерковский А. С. Создание и применение математических моделей самолетов. М.: Наука, 1984. 144 с.*
3. *Комаров В.А. 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.*
4. *Raymer D.P., Aircraft Design: A Conceptual Approach. Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992.*
5. *Международная энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение / Гл.ред. А.Г. Братухин. – М.: ОАО «НИЦ АСК», 2015. – 608 с.*
6. *Бурнаев Е.В., Суррогатное моделирование разноточных данных в случае выборок большого размера / Е.В. Бурнаев, А.А.Зайцев // Информационные процессы. Т. 15. № 1.2015. С. 97–109.*
7. *Brandon B. Developing Mathematical Models for Computer Control, USA Journal, 1959, V.S, N7.*

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТЕЙ В СИСТЕМЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Гуньков С.А., Акимов С.С.
Оренбургский государственный университет

В настоящее время, с целью усиления своих конкурентных преимуществ, производственные предприятия вынуждены прибегать к использованию системы бережливого производства.

Система бережливого производства основывается на применении специальных инструментов и методов. Преимущественно распространенными инструментами бережливого производства являются:

«5S» – организация рабочего пространства;

«Andon» – система информирования о проблеме;

«Bottleneck analysis» («Бутылочное горлышко») – определение самого «узкого» места в производственной цепочке, которое не позволяет производить больше или быстрее;

TPM – система обслуживания оборудования ;

«Gemba» («Место сражения») – этот подход напоминает нам о том, что все самое важное происходит не в офисах, а непосредственно на производственной площадке;

«Jidoka» («Джидока») – метод частичной автоматизации оборудования.

Однако попытки внедрения этих методов в производственный процесс не всегда дают ожидаемый результат. Это связанно с тем, что инструментарий был выбран поспешно, не подготовлено и поэтому необоснованные внедрения не решают основные производственные проблемы:

простои, связанные с ожиданием доставки материалов и комплектующих к рабочим местам;

переизбыток готовой продукции, запасов материалов и комплектующих;

недостаток средств для осуществления транспортировки готовой продукции и материалов и комплектующих;

задержки при изготовлении продукции.

Для того чтобы добиться положительных результатов при внедрении методов бережливого производства, для начала нужно рассмотреть весь процесс производства продукции с точки зрения процессов, создающих ценность, и процессов, не создающих ценность (потерь).

Потери – это все операции, которые требуют затрат времени и ресурсов, но не повышают ценность готового товара или услуги.

Выявить все потери позволяет построение карты потока (value stream map, VSM) – это схематическое описание действий, которые совершаются с продуктом по мере его продвижения к конечному потребителю. В ней отражаются все этапы, начиная с генерации идеи, разработки, производства и заканчивая доставкой потребителю, сервисным обслуживанием и даже утилизацией и переработкой.

Схематично карта потока отображена на рисунке 1.

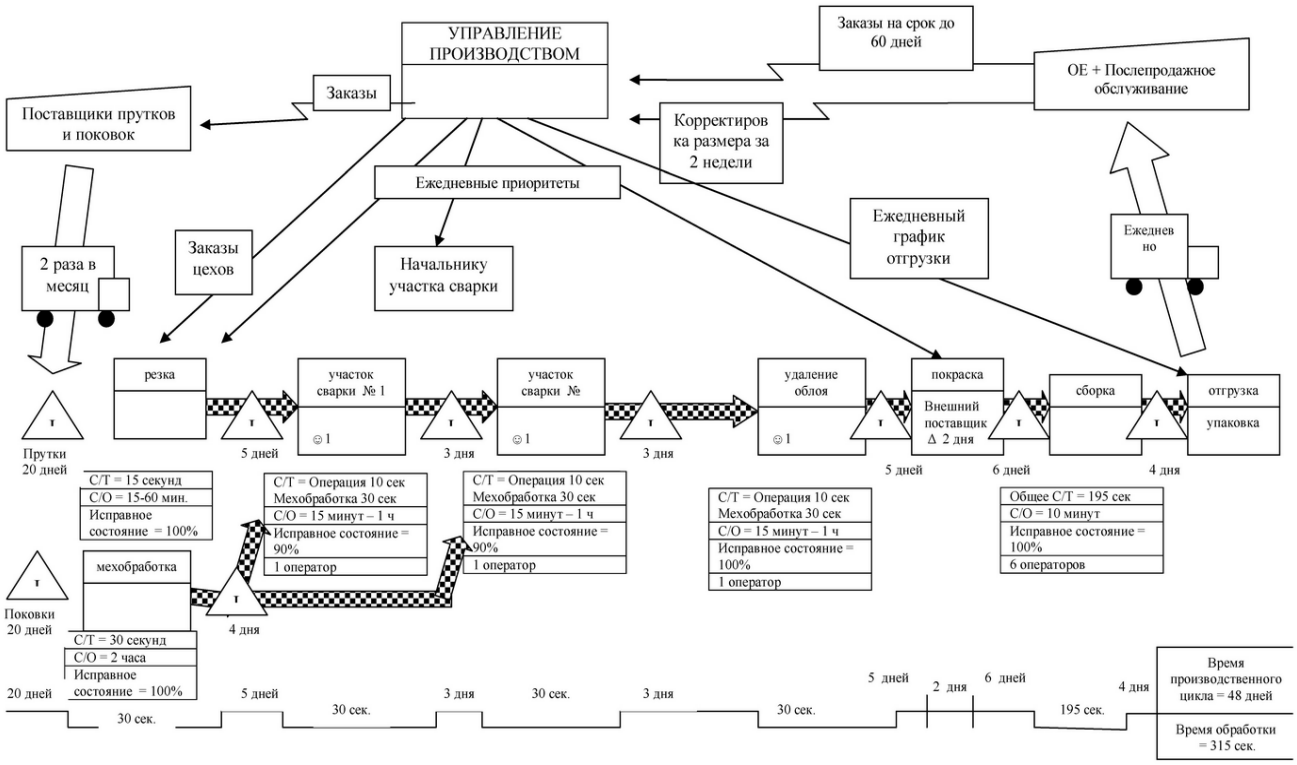


Рисунок 1 – Пример отображения карты потока создания ценностей производственного предприятия [1]

Для построения карты потока, нужно выполнить следующие 6 шагов:

1 Определение целей улучшения.

Построение VSM нужно начинать с определения целей по улучшению процесса производства. Простое описание процессов приведет только потери времени и других ресурсов.

Направлениями по улучшению могут являться:

повышение уровня безопасности производства;

улучшение качества продукции;

повышение производительности труда;

повышение скорости выпуска продукции;

налаживание дисциплины поставок;

разработка гибкой системы производства;

повышение себестоимости продукции;

повышение уровня адаптивности производства.

Рекомендуется устанавливать не более 1-2 задач для одного конкретного проекта, чтобы не растрачивать ограниченные ресурсы на решение множества проблем.

После следует сформировать показатели, по которым будет оцениваться текущий проект.

2 Выбор семейства продуктов.

Построение карты потока ценностей для каждого производимого продукта будет являться не эффективным. Необходимо выбирать семейство продуктов, что снизит количество разрабатываемых карт.

Выбор семейства продуктов является очень трудоемким процессом и связан с большим количеством споров среди участников команды.

В связи с тем, что создание карты потока для каждого продукта не является возможным, базовым следует выбирать такой продукт, который охватывает большое количество производственных этапов, представляет ценность для потребителей, и пользуется спросом.

3 Отображение основных этапов производства.

Построение следует начинать с последнего этапа, после которого продукция попадает к потребителю, и постепенно переходить до начальной стадии производства.

4 Отображение движения материалов и информации.

Выделяться в потоки будет следующее:

поставки материалов;

сроки погрузки и разгрузки материалов;

расходные материалы;

информационные потоки (команды, распоряжения, коммуникация и т.д.)

5 Фиксирование параметров процессов.

На карте потока фиксируются количественные показатели каждого этапа производства, такие как:

готовые изделия;

комплектующие;

запасы материалов;

брак;

простои в работе;

временные затраты;

усилия работников производства.

Показатели выбираются в зависимости от поставленных целей.

6. Обнаружение и оценка потерь производства.

При построении VSM команда должна выявлять и отображать на карте потока потери в производственном процессе, при снижении которых достигаются цели производства. Потери структурируются и оцениваются количественно.

Карта потока создания ценности – это инструмент, помогающий претворить в жизнь философию бережливого производства. VSM позволяет собрать полную и наглядную информацию о состоянии бизнес-процессов, что помогает эффективно вырабатывать способы их оптимизации.

Список литературы

1 КПСЦ – карта потока создания ценности (VSM – value stream mapping).Управление производством [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.up-pro.ru/specprojects/shkola-menedjera/kpcs-vsm.html

2 Вумек, Джеймс П. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 473 с.

3 Давыдова Н.С. Клочков Ю.П. Модель управления внедрением системы «Бережливое производство» на предприятии // Вестн Удм. ун-та. Сер. Экономика и право. - 2012. - Вып. 4. - С. 32-35.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Гуньков С.А., Дудоров В.Б., доцент
Оренбургский государственный университет

За последние десятилетия информационные и телекоммуникационные технологии получили широкое распространение, что дало толчок к развитию современной образовательной системы, которая должна не только обеспечивать знаниями, но и мотивировать обучающихся к самообучению.

Современное образовательное и научное сообщество признало, что одним их перспективных направлений в развитии образовательной системы является внедрение в учебный процесс технологии дистанционного обучения на основе достижений в развитии информационной сферы деятельности человека.

Образовательный портал (ОП) является одним из главных механизмов создания систем дистанционного обучения.

Использование такого механизма обеспечивает:

– размещение образовательного контента и управление им;
– доступ к ресурсам портала;
– организацию взаимодействия обучаемого и преподавателя;
– решение задач администрирования.

Распределенная система ОП эффективно решает следующие задачи в развитии систем дистанционного обучения:

– формирует единые требования к системам дистанционного обучения, что обеспечивает повышение качества образования;
– создает условия для развития открытой образовательной системы;
– формирует условия для эффективной научной и педагогической деятельности преподавательского состава.

В области обучающего процесса образовательный портал выполняет следующие функции:

– обеспечивает условия для разработки и размещения учебно-методических материалов;
– обеспечивает доступ к учебной информации и предоставляет инструменты для обмена ею;
– предоставляет интерактивные средства для обучения и управления;
– осуществляет механизм проведения консультаций;
– создает условия для эффективной проверки усвоения материала;
– проводит текущий, рубежный и итоговый контроль;
– реализует гибкую, индивидуальную траекторию обучения.

В настоящий момент различают такие виды ОП:

– горизонтальные – это порталы, предоставляющие учебные материалы для широкого круга потребителей, и содержащие дополнительные инструменты

(электронная почта, форум, чат);

– вертикальные – это порталы, направленные более узко тематически, такими являются большинство ОП;

– корпоративные – порталы, рассчитанные на использования внутри предприятия для повышения уровня квалификации работников;

– индустриальные – более развитые вертикальные порталы, относящиеся к корпоративным.

Структура ОП представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. – Структура образовательного портала

Службы и адаптеры ОП реализуют его основные функции, предоставляют доступ к базам данных.

Информационные слагаемые представляют собой метаинформацию, оперативную и справочную информацию, обобщенную персональную и корпоративную информацию, элементы образовательных технологий и компоненты дистанционного обучения.

Приложения – совокупность прикладных программ, которые решают задачи в обучении и управлении обучением.

Средства разработки и управления предназначены для обновления, создания дизайна и новых элементов, предоставляют доступ к порталу, осуществляют мониторинг.

Средства коммуникации предназначены обеспечения удаленной учебной работы, а также для взаимодействия при групповой работе.

Средства интеграции связывают между собой порталы, базы данных, метаинформацию, справочные системы и т.д.

Различные по назначению порталы образуют образовательный мегапортал (рисунок 2)

Рисунок 2 – Образовательный мегапортал

Данный мегапортал выполняет следующие функции:

предоставляет доступ к учебному материалу, и предоставляет возможность поиска по нему;

обеспечивает навигацию по образовательным порталам входящих в него;

создает условия хранения и предоставления информации о законах и нормативно-правовых актах в сфере образования;

содержит новостную ленту в сфере образования;

сопровождает интерактивные сервисы.

Для того чтобы система порталов обладала необходимой гибкостью и эффективностью необходимо выполнить следующие условия:

соблюдение международных и национальных стандартов;

система должна обладать совместимостью с современными прикладными программами и базами информации;

система не должна зависеть от выбранной платформы;

необходимо чтобы структура портала была распределенной, а также чтобы обладала возможностью размещения на разных серверах;

в системе следует предусмотреть функции резервного копирования и восстановления.

Платформу для размещения образовательного портала необходимо выбирать, учитывая общие и специфические требования к архитектуре, функционалу и программам.

Основной функционал портала реализуется системными функциями его платформы, такими как:

выполнение прикладных программ;

обеспечение коллективной работы;

управление формой и содержанием;

администрирование работы преподавателей и обучаемых;

контроль и управление производительностью;

поддержка современных средств коммуникации;

поддержка профилирования, индивидуальных форм работы в реальном масштабе времени;

обеспечение безопасности (защита данных, приложений и транзакций).

Таким образом, можно отметить, что дистанционное обучение является наиболее перспективным видом получения знаний в настоящее время, а важнейшим элементом и главным механизмом дистанционного обучения является образовательный портал.

Список литературы

1. *Концепция развития единой информационной образовательной среды в Российской Федерации (2013). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.herzen.spb.ru/img/files/puchkov/koncepciya.pdf*

2. *Ибрагимов, И.М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / И.М. Ибрагимов ; под ред. А.Н. Ковшова. 2-е изд., стер. М. : Издательский центр «Академия», 2007. 336 с*

3. *Тихонов, А.И. Публикация данных в Internet / А.И. Тихонов ; под ред. В.А. Филикова. М. : Изд-во МЭИ, 2000. 96 с.*

КОНЦЕВЫЕ КРЫЛЫШКИ (ЗАКОНЦОВКИ) КРЫЛА САМОЛЁТА

Денисов Д. А.
Оренбургский государственный университет

Со времени первого применения законцовок крыла самолёта братьями Райт прошло более ста лет, за этот период времени было проведено десятки научных исследований в поиске главного вопроса нужны ли законцовки современному самолёту.

Ричард Уиткомб, авиационный специалист и инженер, сотрудник NASA, был одним из первых исследователей влияния законцовок крыла на аэродинамику самолёта. В начале 70-х этот специалист сконструировал законцовку крыла, перпендикулярно распространяющуюся вверх и вниз от плоскости крыла. Данная конструкция в настоящий момент применяется на крыльях среднемагистральных самолётов Airbus A-320.

Законцовки крыла, концевые крылышки, винглеты (англ. Winglet «крылышко») служат для увеличения эффективного размаха крыла, снижая индуктивное сопротивление, создаваемое срывающимся с конца стреловидного крыла вихрем и, как следствие, увеличивая подъемную силу на конце крыла. Крыло без законцовки не создает подъемную силу на оставшихся 5% длины крыла до его конца. Также законцовки позволяют увеличить удлинение крыла, практически не изменяя при этом размах крыла. Применение законцовок крыла позволяет улучшить топливную экономичность у самолетов, либо дальность полёта у планеров. В настоящее время одни и те же типы самолётов могут иметь разные варианты законцовок.

Рисунок 1 – виды законцовок крыла самолёта.

Принцип действия законцовок: подъёмная сила крыла образуется из-за разности давлений под крылом и над крылом. Из-за разности давлений часть

воздуха перетекает через край крыла из области высокого давления снизу в область пониженного давления сверху, образуя при этом концевой вихрь. На образование вихря тратится энергия движения, что приводит к появлению силы индуктивного сопротивления. Концевой вихрь также приводит к перераспределению подъёмной силы по размаху крыла, уменьшая его эффективную площадь и удлинение, и снижая аэродинамическое качество. Установка винглетов помогает добиться более оптимальной формы распределения подъёмной силы.

Индуктивное сопротивление отсутствует у бесконечно длинного крыла, но реальный самолёт такое крыло иметь не может. Для оценки аэродинамического совершенства крыла существует понятие «аэродинамическое качество», — чем оно выше, тем совершеннее самолёт. Улучшить аэродинамическое качество крыла можно, увеличивая его эффективное удлинение — чем длиннее крыло, тем меньше его индуктивное сопротивление, меньше расход топлива, больше дальность полёта.

Рисунок 2 – влияние законцовок на уменьшение индуктивного сопротивления.

Однако законцовки имеют и недостатки, с которыми столкнулись конструкторы магистрального самолёта МС-21. Для исследования влияния винглетов на динамику полёта МС-21 в ЦАГИ (Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н. Е. Жуковского) были спроектированы и испытаны в аэродинамических трубах крылья с аэродинамическими законцовками. Установка винглетов требует значительного усиления конструкции крыла и увеличения его массы. При боковых порывах ветра винглеты создают серьёзную сгибающую и крутящую нагрузки на крыло, существенно увеличивают влияние бокового ветра на самолёт при взлёте и посадке, а также в зонах турбулентности.

В тоже время на начальном этапе проектирования в начале 2000-х винглеты на МС-21 предусматривались (фото макета самолёта представлено ниже), то есть, конструкция крыла не позволяла получить требуемую топливную эффективность. Но по мере развития проекта, появления новых материалов и технологий, от них отказались, и именно потому, что МС-21 — это современный и

технологичный самолёт с высоким аэродинамическим качеством, не требующим какого-либо изменения геометрии на концах его крыльев.

Рисунок 3 – Макет самолёта МС-21 с винглетами.

В заключении возвращаясь к выше поставленному вопросу, нужны ли законцовки современному самолёту? Законцовки крыла самолёта служат по большей мере «опцией» и устанавливать их на тот или иной самолёт решает не только конструкторы, но и авиакомпания эксплуатирующая самолёты.

Большинство привыкли видеть самолёты Boeing 737-800 с винглетами, в то же время существуют самолёты и без них. Такие самолеты у Хайнаньских авиалиний. Винглеты накладывают дополнительные ограничения на боковой ветер, а так как Хайнань остров, и на нем постоянные, достаточно сильные ветра с моря, в авиакомпании решили поступиться экономией топлива ради возможности обеспечить регулярность полетов вне зависимости от ветра.

Возможно по этой же причине крупнейшие японские авиакомпании JAL (Japan Airlines Corporation) и ANA (All Nippon Airways) используют на международных рейсах самолеты Boeing 747-400 с винглетами, а на внутрияпонских линиях - Boeing 747-400, но без винглетов. По причине того, что у выше перечисленных авиакомпаний все крупные аэродромы - на искусственных островах или как минимум, на берегу.

Список литературы

1. *Д.А. Денисов, Н.З Султанов // Законцовки крыла самолёта.*
2. *Почему у МС-21 нет винглетов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://aviation21.ru/mc-21-winglets/*
3. *Винглет. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/843358*

СОКРАЩЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ ПУТЁМ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Джуламанов В.Б., Рафиков Д.М.
Оренбургский государственный университет

Большая часть расходов на энергию для всех видов транспорта (воздушных, наземных, морских) и для многих промышленных и двигательных процессов - это преодоление турбулентного трения. Бюджет для изобретения и развития подходов к решению данного вопроса оценивался в миллиардах, независимо от того, какую валюту страны рассматривают. Подходы к выбору исследований до конца 1970-х годов включали либо контроль ламинарного потока (LFC), который имел довольно серьезные ограничения в отношении применения, либо методы изменения среднего расхода, уменьшение шероховатости, изменение неблагоприятного градиента давления. Исключением было использование композиционных материалов для непосредственного воздействия на область турбулентности.

Турбулентное сокращения сопротивления является одним из ключевых вопросов в аэродинамике, поскольку во многих потоках невозможно устанавливать (поддерживать) ламинарный поток, поэтому некоторое уменьшение бурных уровней сопротивления должно быть рассмотрено. Дополнительные случаи, где контроль ламинарного потока нарушен, включает в себя поверхности с большой шероховатостью, например фюзеляж самолета, а также области загрязнения поверхностей, подвергнутых обходу воздуха, вызывая такие особенности потока, как эрозия, ударное взаимодействие, высокий уровень шума и массовые отток с поверхности.

Поскольку в этих случая ламинарный уровень недоступен, величина снижения сопротивления не так велика, как в случаях контроля ламинарного потока, но по-прежнему имеет важное технологическое значение (например локальное снижение трения обшивки на 5-30% по сравнению с 50-80% контроля ламинарного потока).

Управление турбулентностью представляет собой еще один класс средств для уменьшения сопротивления трения или, более того, для манипуляция с турбулентным пограничным слоем.

Вихревые генераторы представляют собой другое управление турбулентностью с различной целью. Они были и будут широко использоваться для того, чтобы откладывать разделение пограничного слоя, таким образом, для улучшения низкоскоростных и высокоскоростных характеристик. Механизм состоит в том, чтобы сделать пограничный слой более устойчивым к разделению из-за неблагоприятного градиента давления, создавая поточные вихри вблизи края пограничного слоя, которые «оживляют» поток пограничного слоя. Это происходит за счет дополнительного сопротивления, возникающего в результате увеличения поверхностного трения потока пограничного слоя, а также сопротивления трения и вихревого сопротивления самих генераторных устройств.

Недавно разработанная концепция «умных» вихревых генераторов довольно тесно связана с понятием управления турбулентностью. Основная идея здесь состоит в том, чтобы приостановить разделение, стимулируя развитие (очень) больших вихрей в пограничном слое через небольшие генерирующие устройства с меньшим дополнительным сопротивлением. Для этой цели были предложены как механические, так и пневматические устройства. Понятие «умных» вихревых генераторов достаточно интересно для дальнейшего изучения.

Особый интерес представляет вопрос о том, будет ли он принят с самого начала в качестве дополнительной «переменной» в пространстве проектирования летательного аппарата (а не как «устройство для устранения недостатков», которое применяется впоследствии), потому что генераторы привели бы к лучшим полным аэродинамическим/экономическим показателям.

Снижения турбулентного сопротивления происходит по нескольким методам: активный контроль, пассивный контроль, интерактивное управление. Для активного управления уменьшение турбулентного сопротивления может быть достигнуто путем изменения свойств и поведения потока. Первый может быть реализован путем добавления в поток дополнительных веществ, которые включают частицы, полимерные растворы и поверхностно-активные вещества (называемые «добавками»). Последнее можно сделать, навязывая внешнюю силу и массу, такие как магнитогидродинамический (МГД) контроль и массовое впрыскивание. Пассивное управление, связанное с модификацией стенок, путем изменения структуры и корректировки угла атаки, пассивное управление включает в себя работы с поверхностью ЛА, большим устройством для разведения вихрей, выпуклой кривизной, волнистой стенкой и неблагоприятным градиентом давления.

По сравнению с активным управлением, преимуществом пассивного управления является снижение сопротивления вязкого течения пассивным способом, при котором эффект сокращения сопротивления чрезвычайно отображается при определенных условиях потока. Интерактивное управление определяется как наблюдение когерентной турбулентной структуры и управление турбулентным пограничным слоем путем принятия физических или тепловых действий на поверхностях стен, включает колебания стенок, их нагрев и охлаждение. Интерактивные и активные элементы управления обеспечивают снижение сопротивления в управляемом режиме, подходящем для изменения условий потока, в то время как пассивное управление подходит для расчетных условий из-за пассивного стиля потоков. Учитывая ввод дополнительной мощности или массы, пассивное управление является более энергосберегающим, чем интерактивное и активное управление из-за отсутствия дополнительного ввода.

Среди методов снижения турбулентного торможения, наиболее распространенным методом является сокращение сопротивления. За последние 60-70 лет он широко и интенсивно изучается по широкому кругу аспектов. С точки зрения эффективности сокращения сопротивления изучались поверхности с пря-

моугольной, треугольной, полукруглой, трапециевидной и зубчатой формами. Очевидно, что большинство исследований, проведенных до сих пор, были направлены на снижение турбулентного течения. Широко согласованные многими из соответствующих исследований, показали, что эффект уменьшения сопротивления в турбулентном потоке связан с безразмерной геометрией структур поверхностей.

Уменьшение сопротивления с помощью «Умной поверхности» (рис.1) представляет собой новую предлагаемую композитную поверхность, которая сочетает в себе обшивку с эластичным покрытием. «Умная поверхность», вдохновленная самонастраивающейся кожей морских животных, таких как дельфин, предназначена для изменения традиционной техники поверхности и позволяет ей «ощущать» и взаимодействовать с потоком, регулируя структуру стенок в соответствии с потоком (рис. 1).

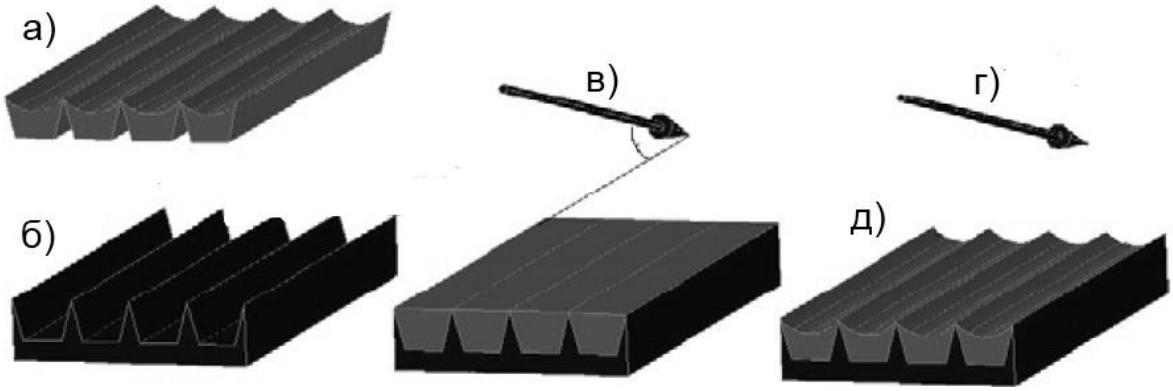


Рисунок 1 – Структура “умной поверхности”,
где а) эластичное покрытие; б) трапециевидные передние ребра; в) угол атаки; г) направление потока; д) упругое сжатие.

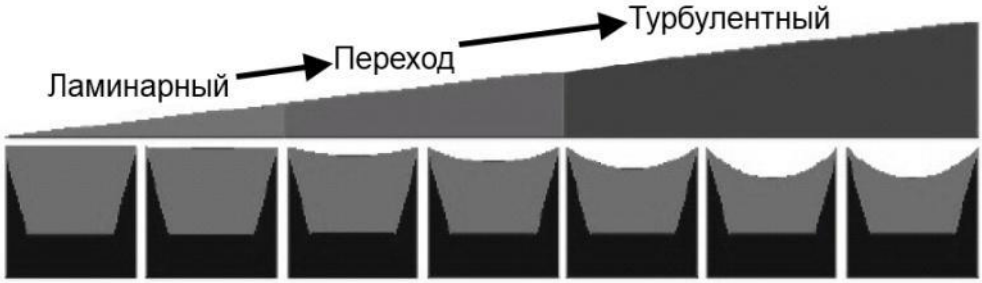


Рисунок 2 - Сжатия при разных режимах потока

Была предложена деформируемая активная обшивка, приводимая в действие активными материалами. Для технологии управления потоком, которая обещает значительное снижение турбулентного сопротивления трения. Были проведены теоретические исследования двух принципов проектирования и были сопоставлены с FEA, чтобы придумать параметризацию амплитуды отклонения и собственной частоты в терминах размеров модели. Было установлено, что эффективность работы схемы активации на основе силы выше, чем эффективность схемы срабатывания по моменту с структурной точки зрения.

Три различных моделей обшивок используют SMA (сплав с памятью формы), пьезоэлектрические С-блок и пьезокерамические стопки для приведения в дей-

ствие соответственно (см. Рисунки 3, 4 и 5). Обычно можно суммировать то, что для приложений, в которых требуемые частоты срабатывания являются низкими (порядка 50 Гц для медленных приложений БПЛА), метод срабатывания на основе SMA имеет наибольшие перспективы, тогда как для приложений с высокими частотами срабатывания (несколько сотен Гц для авиалайнеры и военные самолеты), системы на основе пьезоэлектрического привода будут более уместными. Механизированная кожа на основе кулачкового действия была спроектирована и изготовлена для проверки работоспособности техники снижения сопротивления до фактического развития активной кожи.

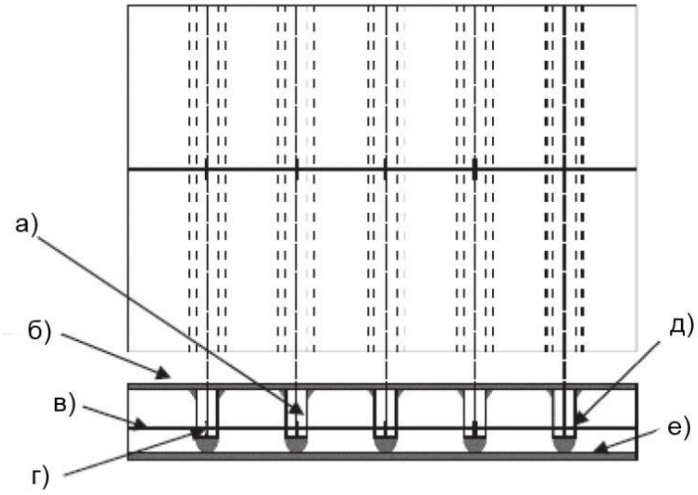


Рисунок 3 - Поперечное сечение и вид сверху SMA приводится в действие активной поверхности,
где а) стойка; б) верхняя поверхность обшивки, подверженная воздействию потока; в) провод SMA; г) соединение 1; д) соединение 5; е) нижняя поверхность обшивки, прикрепленная к поверхности ЛА.

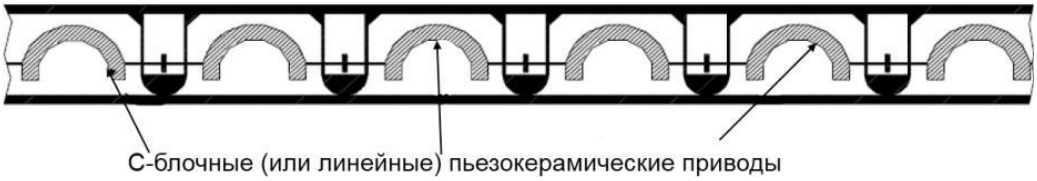


Рисунок 4 – Активная обшивка, приводимая в действия пьезоэлектрическим образом

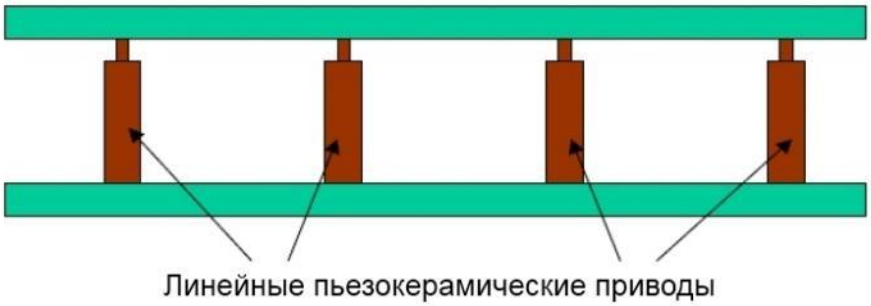


Рисунок 5 - Модель обшивки с линейными пьезокерамическими исполнительными механизмами, ориентированными перпендикулярно обшивки.

В концепции гибридного ламинарного потока, всасывания может под-

держиваться приложением в области передней кромки для управления развития перекрестных течений и неустойчивостей Толлмиен-Шлихтинга в сочетании с благоприятными градиентами давления в области лонжерона (рис. 6). Прежде всего необходимо обеспечить, чтобы линия крепления оставалась ламинарной. Чтобы избежать явления загрязнения, необходимо использовать устройства для борьбы с загрязнением, чтобы избежать загрязнения линии крепления турбулентными структурами, идущими из фюзеляжа.

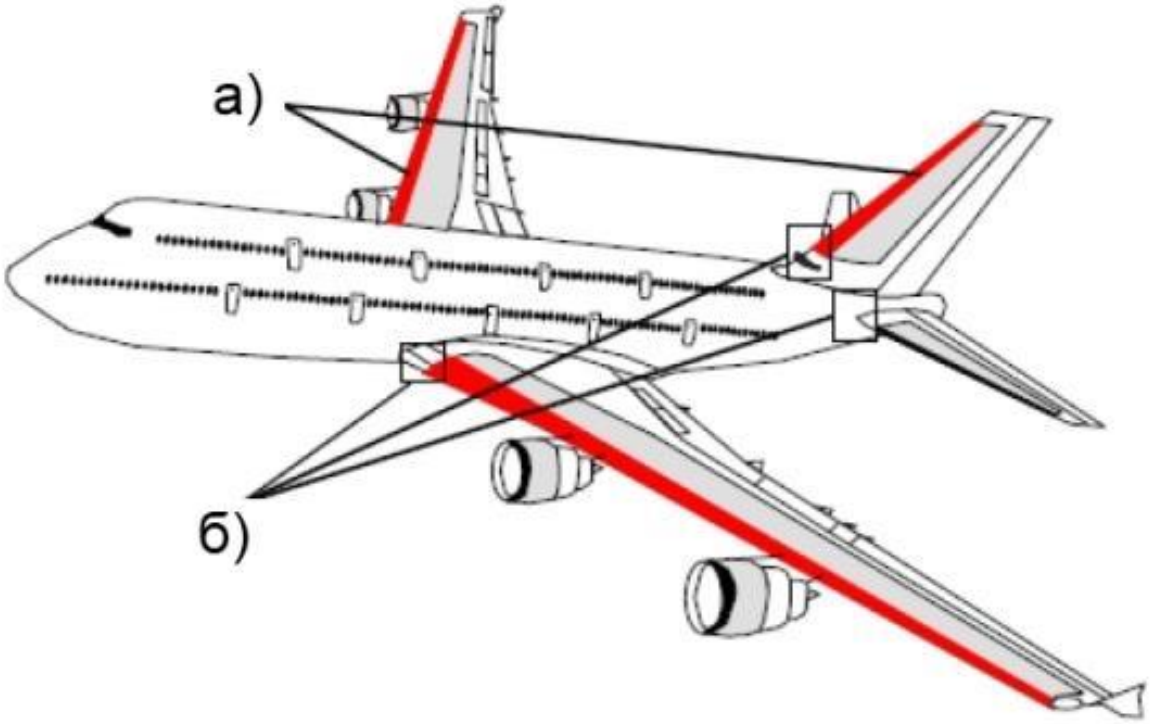


Рисунок 6 - Концепция гибридного ламинарного потока,
где а) Поглощение встречного потока, б) устройства для борьбы с загрязнением.

Гарет Уильямс из проекта Airbus недавно в своем выступлении отметил, что до сих пор развивались два типа технологии ламинарного потока. Природный ламинарный поток, эксплуатирующий форму и материалы, гибридный ламинарный поток, где активная система индуцирует ламинарность, обычно всасывание (рисунок 7). SFWA исследует потенциал обоих, но сосредотачиваются на естественном ламинарном потоке, поскольку это позволяет избежать признанной сложности и веса для гибридного аналога.

В то время как естественный ламинарный или контроль ламинарного потока традиционно использовался для уменьшения сопротивления дозвуковыми аэродинамическими профилями, наличие новых материалов и технологий изготовления открыли новые перспективы снижения сопротивления за счет управления потоком пограничного слоя.

В то время как естественный ламинарный поток или контроль ламинарного потока традиционно использовался для уменьшения сопротивления до-

звуковым аэродинамическим профилям, наличие новых материалов и технологий изготовления открыли новые перспективы снижения сопротивления за счет управления потоком пограничного слоя. Одним из таких методов, который, по нашему мнению, является гибкий композитный поверхностный детектор, показанный на рисунке 7. Представляет собой микроструктурированную стену, а взаимодействие совместимых стенок с ламинарным, переходным и турбулентным пограничными слоями с нулевым давлением хорошо документировано. Уникальность подхода заключается в том, что он основан на снижении общего аэродинамического сопротивления, помогая поддерживать тонкий слой отделенного потока вблизи поверхности за счет ослабления турбулентного смешивания в этом сдвигаемом слое. Для этого важно наличие разного хордового градиента давления, типичного для аэродинамических поверхностей и обтекаемых аэродинамических тел. FCSD помогает поддерживать ламинарную разделительную пузырьковую структуру потока, за исключением того, что она растянута в большей степени хорды. Таким образом, пузырь ведет себя как проскальзывающий слой к внешнему потоку и может устранить сопротивление трения. Ламинарные пограничные слои имеют более низкое поверхностное трение по сравнению с турбулентными пограничными слоями. Однако продвижение только ламинарного потока не может нейтрализовать трение поверхности. На практике модификация потоков пограничного слоя значительно снижает коэффициенты трения поверхности, о чем свидетельствует ускорение внешнего невязкого потока. Это может помочь увеличить генерацию циркуляции и подъема, подобно лифтовой крышке. Однако такие аэродинамические профили требуют тщательного контроля за переходом. FCSD делает управление перехода менее критичным, тем самым расширяя условия низкого сопротивления до более высоких диапазонов условий полета. Кроме того, ранее проводимые исследования стен проводились главным образом для потоков воды, поскольку механические свойства совместимых поверхностей, реагирующих на воздушные потоки, сделают их чрезвычайно деликатными и, следовательно, непрактичными. FCSD преодолел это ограничение благодаря своей уникальной строительной технике, механизму взаимодействия и интеграции с крылом.

Альтернативный подход к задержке перехода ламинарного потока заключается в том, чтобы в реальном времени определять детали локального возмущения и вводить в локальный поток динамический сигнал, который «отменяет» растущие волны, поэтапно блокированные. Такой подход, очевидно, значительно более сложный с точки зрения практической реализации, чем другие методы, все из которых влияют на средний поток, чтобы снизить темпы роста, а не напрямую влиять на динамику. Дополнительные «стимулирующие» технологии для этого подхода к контролю ламинарного потока включают в себя миниатюризацию обоих процессоров и различных типов датчиков и исполнительных механизмов, которые являются продуктами текущей информационной революции (например микроэлектромеханических систем).

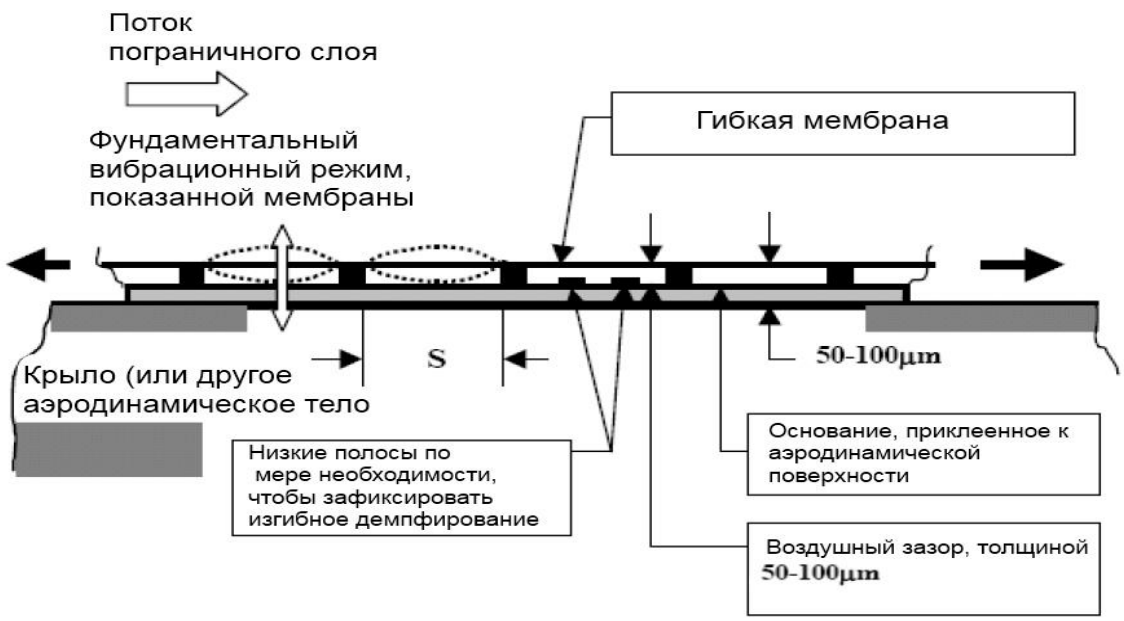


Рисунок 7 – Схема составной силовой поверхности

Список литературы

1. Горбунов, А. А. Математическая модель применяемая в автоматизированном проектировании дополнительных аэродинамических поверхностей крыла воздушного судна / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев - Интернет-журнал «Науковедение». 2014. – №2. – С. 1 – 10.

2. Горбунов А.А. Применение метода линейного программирования при автоматизированном проектировании дополнительных аэродинамических поверхностей / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев - Международный научнопрактический журнал «Программные продукты и системы». – 2012. – №4. – С. 203 – 206

3. Султанов, Н.З. Методические основы оценки эффективности применения воздушных судов на авиационных работах / Н.З. Султанов, Б.А. Портников, Д.И. Сергеев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. докл. седьмой Росс. науч.-практ. конф./ Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. – С.221…229 [189]

4. Султанов, Н.З. Системное и ситуационное моделирование социально-экономических и производственных объектов / Н.З. Султанов, Б.А. Портников, Д.И. Сергеев //Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. докл. шестой Росс. науч.-техн. конф./ Оренбург: Оренбургский государственных ун-т, 2003. – С. 177…181 [173]

5. Султанов, Н.З. К вопросу повышения эффективности функционирования автотранспортного предприятия с использованием программно-целевого планирования и выбора рациональной структуры парка / Н.З. Султанов, И.И. Любимов, Г.К. Ныров //Вестник ОГУ. - 2006. – № 10(60).- С. 422…428 [206]

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ, НЕРЖАВЕЮЩИХ, ТЕПЛОСТОЙКИХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ В СРЕДЕ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Ефанова О.В., Черняков В.Н.
Оренбургский государственный университет

В современной ракетной и авиационной технике широкое применение находят композитные материалы, алюминиевые и титановые сплавы, а также коррозионно-стойкие стали. Стремление обеспечить конкурентоспособность производимой продукции предприятиям ракетной и авиационной техники приводит к поиску новых инновационных технологий. В последнее время все большее применение при создании изделий ракетной и авиационной техники получают аддитивные технологии.

В качестве альтернативной традиционной технологии для аддитивных технологий изготовления металлических конструкций можно рассматривать технологию дуговой сварки в среде инертных газов. Как это не парадоксально, но при сварке алюминиевых и титановых сплавов, а также коррозионностойких сталей возникают многие проблемы, разрешение которых позволит существенно совершенствовать новые аддитивные технологии [1].

Согласно ГОСТ Р ИСО 4063-2010 [2] дуговая сварка в среде защитных газов может быть осуществлена неплавящимся (вольфрамовым) и плавящимся электродом.

Дуговая сварка неплавящимся электродом может осуществляться при непрерывной и импульсной подаче энергии. При импульсной подаче энергии производятся точечная сварка пульсирующей дугой.

При точечной сварке для возбуждения дуги при постановке каждой сварной точки подается дозированный импульс энергии.

При сварке импульсной дугой ток подается отдельными импульсами. При пропускании импульса тока определенной длительности на свариваемом материале получается сварная точка. Сварной шов образуется расплавлением отдельных точек с заданным перекрытием.

Для повышения стабильности повторных возбуждений дуги и получения сварных точек одинаковых размеров между вольфрамовым электродом и изделием постоянно горит маломощная дежурная дуга. Ток дежурной дуги составляет – 10% от тока дуги в импульсе и устанавливается в зависимости от толщины свариваемого металла. Дежурная дуга стабилизирует горячее катодное пятно, поддерживает в ионизированном состоянии дуговой промежуток и устраняет блуждание сварочной дуги.

В целях увеличения проплавляющей способности сварочной дуги, повышения плотности металла шва и его стабильности могут быть использованы различные технологические способы воздействия на энергетику, физико-

химические процессы и кинетику формирования структуры шва, такие как низкочастотная модуляция тока: сварка по активирующему флюсу; различные низкочастотные премещения (сканирования) сварочной дуги (поперечные, продольные, вертикальные, вращательные и др.); сварка в среде различных смесей газов; воздействие дополнительных потоков защитного газа, направленных в зону сварочной ванны; дискретно-попеременного изменение состава защитного газа, подаваемого в зону сварки и другие методы и средства.

Сварка неплавящимся и плавящимся электродом в зависимости от уровня механизации подразделяется на ручную (вручную направляется горелка по стыку и подается присадочный материал) механизированную, выполняемую сварочными полуавтоматами, пистолетами для точечной сварки и т.п. (с помощью механизмов выполняется подача плавящегося электрода или присадочного металла или перемещение дуги относительно изделия) и автоматическую (подача плавящегося электрода или присадочного металла, перемещение дуги и изделия относительно друг друга осуществляется исполнительными механизмами по программе или при дистанционно управлении процессом и слежении оператором за его протеканием.

Выбор способа сварки конструкционных, нержавеющих, теплостойких и жаропрочных сталей и сплавов. Дуговую сварку в среде защитных газов применяют при изготовлении изделий из конструкционных, нержавеющих, теплостойких и жаропрочных сталей и сплавов. Этим способом можно сваривать также разнородные металлы: конструкционную и нержавеющую стали, конструкционные стали различные марок с жаропрочными сплавами, нержавеющие жаропрочные стали с жаропрочными сплавами.

При разработке технологии сварки следует отдавать предпочтение автоматическим и механизированным процессам, обеспечивающим наилучшее качество и высокую производительность на прямолинейных, круговых и кольцевых швах при использовании универсального и специализированного оборудования и на криволинейных швах- при использовании станков и установок с ЧПУ или ЭВМ.

При выборе способа дуговой сварки в среде защитных газов следует иметь в виду, что:

- неплавящимся (вольфрамовым) электродом рекомендуется сваривать изделия из материала толщиной о,5 мм и более (ручную сварку применять при толщине 0,8 мм и более).

Сварку пульсирующей дугой рекомендуется применять:

- при сварке встык или в отбортовку материалов толщиной 0,5-2мм;
- при изготовлении конструкций, не допускающих значительных деформаций в зоне шва;
- при сварке соединений, вызывающих при других способах сварки трудности проплавления корня шва (замковые соединения, собранные на прихватках, и др.);

- при сварке тонкостенных деталей с массивными деталями (сильфоны, датчики, фланцы с обшивкой и др.);

-при сварке нахлесточных соединений;

-при исправлении дефектов;

- при сварке в различных пространственных положениях.

Сварку неплавящимся электродом по активирующему флюсу рекомендуется применять при выполнении:

- стыковых соединений материалов толщиной 2,5-6 мм без разделки кромок;

- соединений, вызывающих трудности в обеспечении стабильного проплавления корня шва;

- сварки на весу;

Нахлесточных и других соединений методом проплавления;

- соединений с органичением по выступанию проплава в корне шва (особенно эффективно при сварке кольцевых соединений в потолочном и полупотолочном положениях).

Процесс точечной аргонодуговой сварки применять при одностороннем подходе к месту соединений деталей.

Процесс сварки плавящимся электродом можно применять при изготовлении изделий из материалов толщиной 1 мм и более.

Сварку плавящимся электродом рекомендуется производить на постоянном токе обратной полярности.

При сварке неплавящимся электродом может применяться как постоянный ток прямой полярности (обратной полярности – при ограничении сварочного тока – 100А), так и переменный. Переменный ток целесообразен при сварке соединений, выполняемых на весу.

Параметры низкочастотной модуляции тока, сварки пульсирующей дугой, такие как жесткость режима сварки (отношение времени паузы ко времени горения дуги), глубина пульсации (максимальный ток сварки), формы кривых нарастания тока (переднего фронта сварки) и спада его перед паузой; длительность, частота и амплитуда накладываемого на сварочный ток высокоамперных кратковременных (0,01с) импульсов тока (от специального источника ИМИ-2) и другие параметры устанавливаются опытным путем и вводятся в программу процесса. Они могут корректироваться в процессе сварки.

Автоматическую сварку неплавящимся электродом криволинейных швов листовых пространственных конструкций следует осуществлять, используя технологическую схему процесса с вертикальной (к поверхности детали) подачей присадочной проволоки и вращением (или без вращения) вокруг нее сварочной дуги. Возможность автоматизации обеспечивается благодаря симметричной схеме процесса сварки, безразличной к направлению сварки; при этом не требуется разворота сварочной головки на криволинейном участке шва.

С целью увеличения глубины проплавления в зависимости от толщины свариваемых деталей можно применять сварку затоплено дуги (когда сварочную дугу погружают ниже поверхности деталей, не погружая электрод) или сварку погруженным электродом (когда электрод со сварочной дугой погружают ниже поверхности деталей).Стабильность процесса обеспечивается системой автоматического регулирования энергетических параметров- напряжения на дуге или силы сварочного тока- при изменении длины дуги.

В целях улучшения качества соединений, повышения производительности сварки и т.д. рекомендуется использовать технологию, включающую комбинацию разных способов или разновидностей одного способа сварки. Например, для улучшения формирования обратной стороны шва корневые проходы выполняются неплавящимся электродом, а последующие плавящимся в среде защитных газов, под слоем флюса, штучными электродами и т.д.

Список литературы

1. *Постановка задачи исследования технологии сварки коррозионностойких сталей, титановых и цветных сплавов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/2316/1/elibrary_28976862_35434396. - Дата обращения 25.12.17*

2. *ГОСТ Р ИСО 4063-2010. Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов. – Введ. 2012–01–01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. – 12 с.*

АНАЛИЗ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

Жеребцова Е.И., Коннов А.Л., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Тепловым пунктом называется комплекс установок, которые распределяют тепло, поступающее из теплосетей в систему отопления, горячего водоснабжения или вентиляции жилых зданий и производственных сооружений.

Тепловые пункты подразделяются на:

- индивидуальные тепловые пункты (ИТП), служащие для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок одного здания или его части;
- центральные тепловые пункты (ЦТП) выполняющие те же функции что и ИТП для двух зданий или более.

Тепловой пункт состоит из насосов, теплообменных аппаратов, запорно-регулирующей аппаратуры, устройства умягчения воды, системы автоматики.

Система автоматики в свою очередь контролирует:

- счетчик тепловой энергии, учитывающий потребление тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, а также внутренний узел учета ГВС для распределения потребленной многоквартирным домом теплоэнергии;
- пульт управления, регулирующий подготовку и подогрев горячей воды в соответствии с заданной программой и показаний датчика температуры наружного воздуха;
- регулирующий клапан горячей воды с исполнительным механизмом и теплообменник, обеспечивающие постоянную необходимую температуру горячей воды;
- регулирующий клапан отопления с исполнительным механизмом и теплообменник, обеспечивающие качественное отопление в соответствии с температурным графиком и учетом показаний датчика температуры наружного воздуха;
- насосы горячей воды и системы отопления, создающие циркуляцию воды в системах горячего водоснабжения и отопления;
- регулятор перепада давления, поддерживающий постоянное давление на первичной стороне ИТП, улучшая качество теплоснабжения и увеличивая срок службы теплотехнического оборудования;
- расширительный бак (устанавливается в зависимости от типа здания), заполняющий систему отопления здания при изменениях температуры теплоносителя.

При автоматизации тепловых пунктов одним из главных параметров является ограничение максимального расхода теплоносителя (воды), при повышении заданного значения сигналы будут поступать на контролер, который в свою очередь будет отдавать импульсы на регуляторы перепада давления, насосы горячего водоснабжения, исполнительные механизмы и задавать им новые

параметры температурного графика в зависимости от давления, температуры наружного воздуха, расходы воды, температуры теплоносителя.

Типовой контур управления тепловым пунктом на базе программируемого контроллера обычно включает в себя следующие функциональные элементы управления:

- датчики температуры (датчик температуры погружной, Pt1000, 200 мм, Regeltechnik, TF65T), давления (Danfoss MBS 1700, MBS 3000), несанкционированного доступа, опционально (ИО-102-14 (СМК-14, геркон) извещатель охранный магнитоконтактный;
- органы управления для подачи команд в ручном режиме;
- средства визуализации режимов работы объекта;
- исполнительные устройства:
- маломощные приводы клапанов (рекомендуются DanfossEV210A, EV220A, EV310A, EV210B, EV220B и т.д.);
- мощные насосы.

Целесообразность применения программируемого контроллера, необходимость дополнения его модулями расширения или конфигурацией программируемых контроллеров Master/Slave зависит от:

- функциональных элементов управления, применяемых в техническом решении;
- особенностей объекта отопления: отапливаемой площади, этажности, пространственной конфигурации расположения трубопроводов и радиаторов в системе отопления объекта;
- наличия специальных зон с особыми тепловыми режимами.

В зависимости от особенностей конкретного решения управляющие сигналы на исполнительные устройства могут подаваться через:

- аналоговый выход 0 В – 10 В;
- дискретный выход подключаемый напрямую к исполнительному устройству, подключаемый к силовому ключу, который в свою очередь, управляет силовым устройством, порт RS485, подключенный к исполнительному устройству по протоколу Modbus RTU.

Управляющие воздействия автоматики тепловых узлов, которые могут использоваться при создании алгоритмов управления следующие:

- заданное в планировщике реального времени (встроен в программируемый контроллер);
- сигналы ручного управления (встроенные или подключаемые тумблеры, кнопки)
- сигналы датчика логические (датчик присутствия, температуры);
- сигналы датчика аналоговые (температуры, давления)
- команда от диспетчерского пункта
- команда от Master-контроллера.

В зависимости от масштаба задачи автоматизации управления тепловым пунктом, может быть реализовано:

- локальное управление тепловым пунктом в конфигурациях автономного контроллера или сети контроллеров: Master - Slave.

- локальная или удаленная диспетчеризация управлением тепловым пунктом на базе одиночного контроллера или сети контроллеров: Master - Slave.

В настоящее время у многих тепловых пунктов отсутствует система автоматизации, что приводит к:

- увеличению расхода теплоносителя (воды);

- повышенному давлению в сети, которое уменьшает сроки работы оборудования;

- замене оборудования на тепловом пункте.

Автотматизированный тепловой пункт позволяет обеспечивать:

- автоматическое поддержание графика температуры теплоносителя, подаваемого в систему отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования с учетом температуры наружного воздуха, времени суток и рабочего календаря, тепловой инерции стен здания вне зависимости от располагаемого напора тепловой сети;

- автоматический и ручной режимы управления входящими агрегатами и устройствами;

- автоматическое управление циркуляционными насосами;

- автоматический контроль и индикацию возникающих внештатных ситуаций;

- оптимизацию теплопотребления производственного, административного, общественного здания или частного жилого дома путем задания графика отопления, либо жилого здания с учетом бытовых тепловыделений;

- поддержание или сохранность работоспособности теплосистемы объекта при критических или аварийных режимах работы теплоснабжающей сети;

- отсутствие необходимости постоянного сантехнического и операторского вмешательства в работу теплового пункта;

- уменьшение обслуживающего персонала;

- оплата за реально потребленную тепловую энергию без потерь;

- снижение потерь на подпитку системы;

- высвобождение свободных площадей;

- долговечность и высокую ремонтопригодность.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

2. Пырков, В.В. Современные тепловые пункты автоматика и регулрование / В.В. Пырков, 2007. – 252 с. – ISBN 966-7208-35-4.

3. Фаликов В.С., Витальев В.П. Автоматизация тепловых пунктов справочное пособие / В.С Фаликов, В.П Витальев, 1989. - 256 с.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХРОМА

Завьялов В.А., Курноскин И.А., Плесовских А.Ю.,
Крылова С.Е., канд. техн. наук, доцент,
Оплеснин С.П., Шурупов А.Ю.
Оренбургский государственный университет

Известны многочисленные методы нанесения покрытий, наиболее оптимальным из которых выбран метод КИБ (конденсация и ионная бомбардировка), относящийся к методам физического осаждения покрытий. Наиболее характерной особенностью покрытий, получаемых этим методом, является отсутствие переходной зоны между покрытием и инструментальным материалом, что даёт возможность получать комплекс свойств на рабочих поверхностях инструмента, не ухудшая характеристик основы инструмента [1].

Распространенным однослойным износостойким покрытием на инструмент является CrN. Данное покрытие имеет серебристый цвет, обладает высокой пластичностью и трибологическими свойствами, твердость не более 11 ГПа, коэффициент трения по стали – 0,3. Покрытия типа CrN применяют для снижения налипания материала заготовки на режущий инструмент, штампы, пресс-формы и детали машин. Низкая температура нанесения (около 200°С) обеспечивает сохранение твердости основного материала.

Целью работы послужило изучение структуры, фазового состава и распределения микромеханических свойств поверхностного слоя коррозионностойких сталей после нанесения покрытия CrN ионно-плазменным методом. Материалом для исследования послужили опытные образцы стали 40Х после нанесения поверхностного покрытия ионно-плазменным методом на установке ВУП – 1.

Вакуумный пост ВУП-1 предназначен для нанесения на подложку тонких металлических и углеродных пленок в вакууме. Высокий вакуум в рабочем объеме создают с помощью паромасляного диффузионного насоса. Для предварительной откачки вакуумной системы служит механический форвакуумный пластинчато-роторный насос. С целью предотвращения попадания в рабочий объем паров масла из диффузионного насоса на впускной фланец последнего установлена азотная ловушка (металлическая емкость, в которую заливается жидкий азот). Пары масла, попавшие за пределы диффузионного насоса, конденсируются на охлажденной до азотных температур поверхности ловушки. Переключения в вакуумной системе осуществляют с помощью электромагнитных клапанов и высоковакуумного затвора, закрываемого и открываемого с помощью, расположенной слева от рабочего объема ручки. Для напуска воздуха в рабочий объем служит специальный вентиль-натекатель.

Измерение давления в рабочем объеме осуществляют с помощью двух манометрических ламп – термопарной (форвакуум) и ионизационной (высокий

вакуум). Вакуумная система поста ВУП-1 уверенно обеспечивает создание вакуума в рабочем объеме до 10-5 мм. рт. ст.

Структура поверхности покрытия, полученного в указанных условиях представлена на рисунке 1. Микроструктурные исследования выполняли методом электронной растровой микроскопии с использованием энергодисперсионного рентгеновского анализатора JEOL – 6000 NeoScope (EX – 54400T1L11). Результаты рентгеноструктурных исследований представлены на рисунке 1 и таблицах 1 и 2.

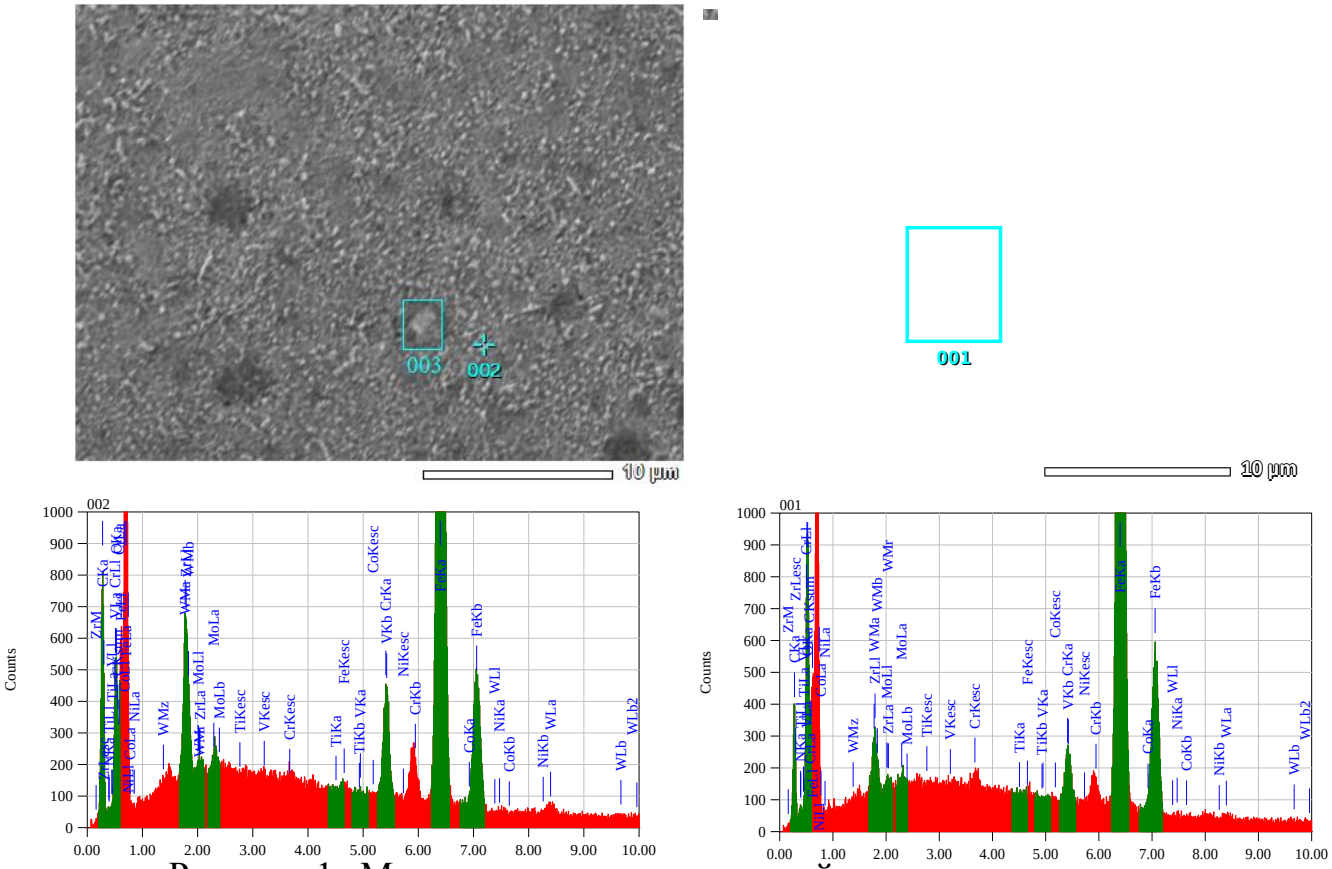


Рисунок 1- Микрорентгеноспектральный анализ поверхностного слоя покрытия

Таблица 1 - Химический состав спектра 002, в % по массе

C	N	Cr	Fe	Ni	Zr	Mo	W
8.64	2.2	5.85	74.38	0.18	0.9	1.54	6.31

Таблица 2 - Химический состав спектра 001, в % по массе

C	N	Cr	Fe	Ni	Zr	Mo	W
3.89	4.34	2.83	85.03	0.15	0.77	0.71	2.28

Структурные исследования поверхности полученного покрытия показали, что в исследуемом объекте наблюдается сложное трехфазное строение.

Металлическая основа представляет собой смесь двух твердых растворов на основе железа (феррита и аустенита) в которых различный состав легирую-

щих элементов (спектры 001 и 002) и обособленную карбидную фазу, (область 003).

В спектре 001, являющимся участком металлической основы покрытия растворены легирующие элементы следующего состава: Cr – 2.83%, W – 2.28%, Zr – 0.77%, Mo – 0.71%, идентифицируемые, как сложные карбидные включения типа $(Fe;Me)_3C_6$. Полученное покрытие имеет мелкозернистую структуру с равномерно распределенными мелкими карбидами и характеризуется следующими свойствами: плотность 6.12 г/см^3, температура плавления 1050 ˚С, твердость 11ГПа, модуль Юнга 400 кН/мм^3, коэффициент термического расширения $2.3 \cdot 10^6$ К$^{-1}$.

Техника реализации и сущность метода рентгеноспектрального анализа предусматривает определение полного спектра химических элементов в выделенном объеме сплава, однако точный фазовый состав при этом остается неизвестным. Для выявления качественного фазового состава полученного покрытия использовали рентгеновский минидифрактометр МД-10, рисунок 2,3, таблица 3.

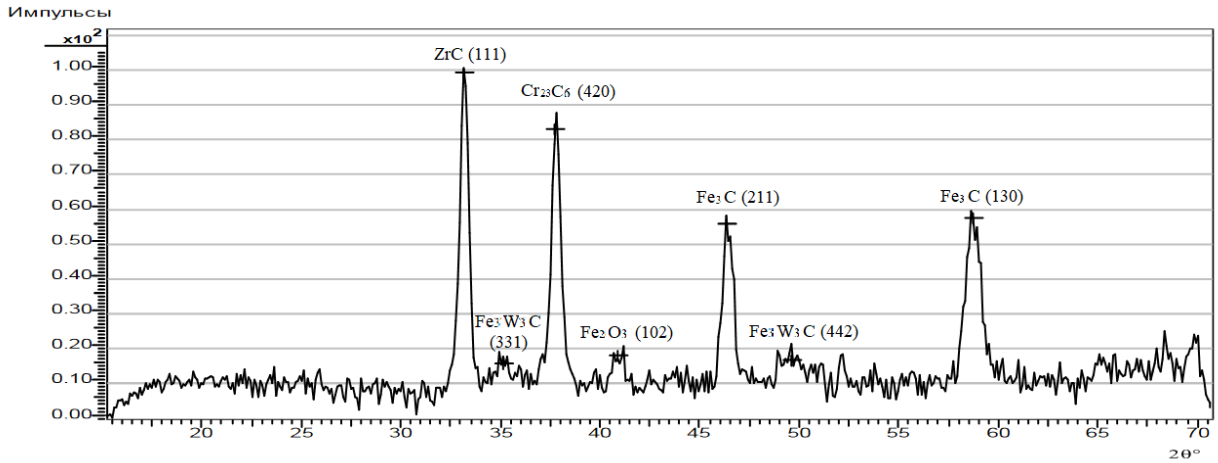


Рисунок 2 – Рентгенограмма покрытия CrN на стали 40Х в интервале углов 2θ° от 0 до 70 град.

Таблица 3 – Кристаллографические характеристики идентифицированных в покрытии фаз

интервал углов 2θ° от 0 до 70 град.					интервал углов 2θ° от 70 до 120 град.				
пик	2θ°	d	HKL	Фаза	пик	2θ°	d	HKL	Фаза
1	33,15	2,7025	111	ZrC	1	83,51	1,15795	221	Fe2N
2	35,12	2,5552	331	Fe_3W_3C	2	96,25	1,03533	400	VC
3	37,76	2,38248	420	$Cr_{23}C_6$	3	98,55	1,01721	112	WC
4	40,91	2,20584	102	Fe_2O_3	4	117,62	0,90113	121	WC
5	46,4	1,95703	211	Fe_3C					
6	49,65	1,836	442	Fe_3W_3C					
7	58,72	1,57242	130	Fe_3C					

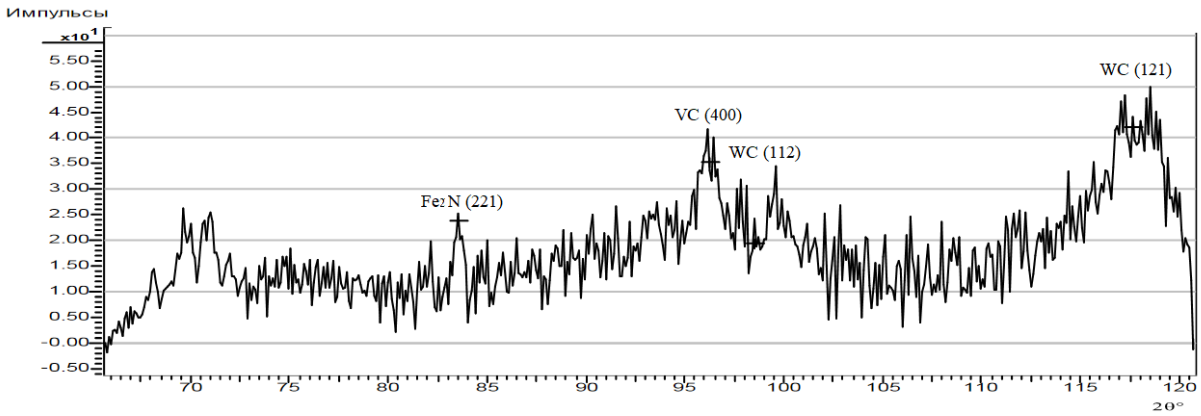


Рисунок 3 – Рентгенограмма покрытия CrN на стали 40Х в интервале углов 2θ° от 70 до 120 град.

Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ позволил установить тип карбидных соединений полученного покрытия. Так в матрице сплава на железной основе равномерно распределены специальные карбиды ZrC, $Cr_{23}C_6$, Fe_3C, WC, VC, и сложные карбидные соединения, идентифицированные как Fe_3W_3C, позволившие получить твердость поверхности в пределах 10,5 – 11,2 ГПа. Тенденция изменения микротвердости по поверхности полученного покрытия представлена на рисунке 4.

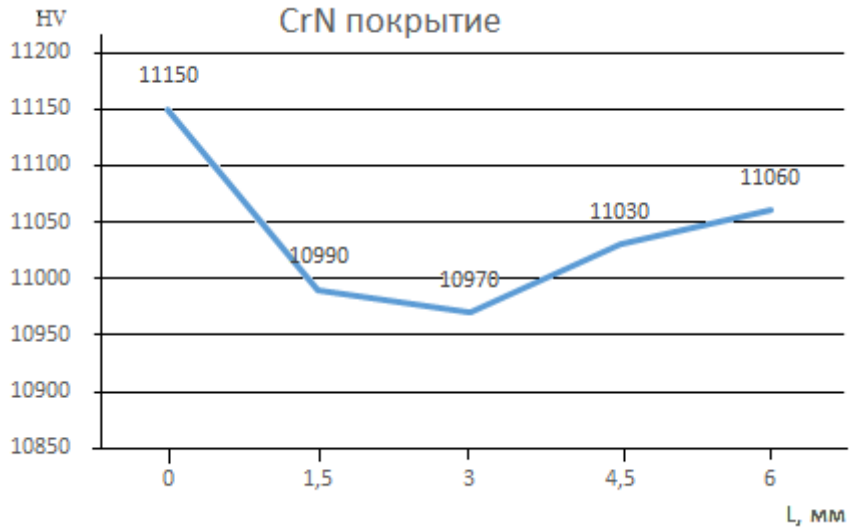


Рисунок 4 -Распределение твердости по поверхности покрытия

Данные распределения микротвердости по поверхности стали с покрытием типа CrN показывают, что экспериментальные значения микротвердости согласуются со справочными литературными данными и результатами подобных исследований в данной области [2]. Однако из графика (рисунок 4) видно, что к центральной части изделия с покрытием наблюдается некоторое занижение микромеханических свойств, обусловленное конструктивными особенностями установки ВУП-1, отсутствием вращения и подогрева подложки в процессе

осаждения покрытия, что учтено и успешно минимизировано в более совершенных устройствах PVD.

С учетом вышеуказанных особенностей метода, проведенные структурные исследования свидетельствуют, что полученное комплексно-легированное покрытие CrN на легированную среднеуглеродистую сталь марки 40Х обеспечивает необходимый комплекс свойств на рабочих поверхностях инструмента, не ухудшая характеристик основного металла.

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2011. – 368 с. – ISBN 978-5-94275-591-1.

2. Бондарь А.В., Смоленцев Е.В. Криогенно-эрозионное упрочнение металлических изделий // Упрочняющие технология и покрытия. 2006. №4. С. 17-22.

СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Зинзер А.Е., Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Современный этап развития робототехники характеризуется устойчивой тенденцией к повышению роли технологических роботов, непосредственно выполняющих основные производственные операции (сварку, окраску, механообработку, сборку, монтаж электронных схем и т. п.), по сравнению со вспомогательными роботами, обслуживающими основное технологическое оборудование. Соответственно увеличивается значенимость эффективного применения систем технического зрения (СТЗ) в комплексе с технологическими роботами, что придает последним абсолютно новые возможности, особенно в гибких производственных системах.

Сварочное производство является одним из главных потребителей роботов, которые уже давно стали массовым и привычным оборудованием точечной контактной сварки и все шире используются при операциях дуговой сварки.

Важное место в системах адаптации сварочных роботов отводится и техническому зрению. При создании СТЗ для роботизации сварки нужно преодолевать специфические трудности, обусловленные сильными помехами от яркого света дуги (горелки) и сварочной ванны, необходимостью защиты видеосенсора от брызг расплавленного металла, воздействия высоких температур и агрессивной газовой среды, большой неравномерностью отражения света от поверхности свариваемых элементов. Поэтому наряду с попытками использования стандартных промышленных телевизионных установок идет активная разработка специальных СТЗ, ориентированных на решение сварочных задач. Эти СТЗ включают: осветители с направленным и монохроматическим излучением или модулированным световым потоком; избирательные фильтры; световоды; устройства охлаждения и защиты; различные видеосенсоры, которые устанавливают как в непосредственной близости от точки сварки (часто монтируют вместе со сварочной головкой), так и на некотором удалении от нее для обнаружения шва «с опережением» и снабжают системами зеркал, двигателями для сканирования зоны, а также аппаратными и программными средствами обработки видеоинформации для быстрого поиска центральной линии свариваемого соединения. Проиллюстрировать изложенное можно рядом примеров.

Для дуговой сварки применяется адаптивная система по слежению за стыком, использующая компактный видеодатчик, встроенный в сварочную горелку (рисунок 1). Последняя состоит из блока ввода монохроматического излучения от He-Ne–лазера малой мощности. Поток излучения от лазера, проникая через стекловолоконную оптику, отображается в виде полосы, расположенной поперек кромок стыка. Отраженное от поверхности излучение, проходя через фильтр и систему линз, направляется в объектив жгута волоконной оптики и далее, минуя горелку, в видикон со считывающим устройством. По результа-

там считывания (в том числе по оценке симметрии расположения освещенной полосы относительно кромки) появляется команда на коррекцию положения горелки. Нежелательный эффект светового излучения дуги широкого спектра удален путем применения фильтра, специальных линз, стекловолоконных проводников и видикона, рассчитанных на потоки излучения с выделенной длиной волны. Для снижения влияния высокочастотного разряда применяется экранировка электрической схемы в целом. Система работает при скоростях сварки 0св < 10 мм/с.

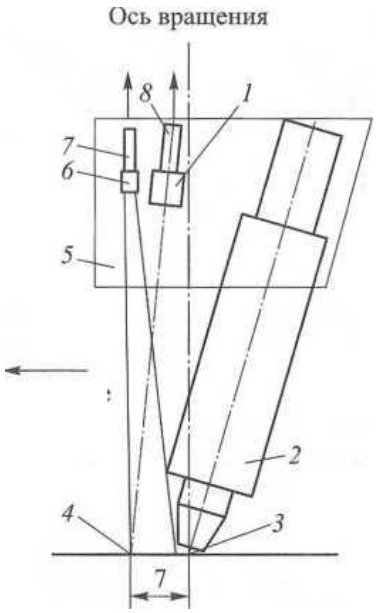


Рисунок 1 – Лазерный датчик слежения за стыком: 1 — фильтр и система линз; 2 — сварочная головка; 3 — сварочная ванна; 4 — полоска света; 5 — корпус; б — система линз; 7 — световод; 8 — волоконный световод

Другим примером компактного видеосенсора, построенного с использованием метода триангуляции, является видеосенсор, смонтированный в одном корпусе с горелкой (рисунок 2). Аппаратура видеосенсора, расположенная вблизи области сварки, заключена в цилиндрический корпус диаметром 57 мм, центральная часть которого занята горелкой. Видеосенсор состоит из двух частей. Каждая часть включает: источник структурированного освещения, состоящий из маломощного инфракрасного лазера и цилиндрической оптики для получения полосы, пересекающей линию соединения; фотоприемник на основе ПЗС-матрицы; интерференционный фильтр; объектив; сменное входное окно. Поле зрения каждой из двух частей видеосенсора 19х16 мм, при этом центр поля зрения удален от точки сварки на расстояние 16 мм.

Газовое сопло защищает фотоприемник от прямого света сварочной дуги и препятствует попаданию брызг металла на входное окно.

Одна из двух частей видеосенсора анализирует соединения перед точкой сварки и служит для получения информации об отклонении линии соединения от эталонного, а также для измерения зазора в соединении. Зазор измеряется с погрешностью не более 0,2 мм. В начале сварки отклонение линии соединения

от эталонного положения не должно превышать 5 мм, иначе должна реализовываться специальная процедура поиска. Вторая часть видеосенсора анализирует соединение после сварки и используется для получения информации об отклонении формы и положения получаемого шва от заданных значений. Компьютер, который является частью видеосенсорной системы, вырабатывает информацию, необходимую как для геометрической, так и для технологической адаптации.

Следует отметить, что выбор принципа измерения положения свариваемого соединения и конструкции сенсоров на практике осуществляют, исходя из типа сварного соединения, габаритных размеров свободного пространства в зоне, прилегающей к соединению, материала изделия, характера его поверхности и кромок, подготовленных под сварку, особенностей технологического процесса изготовления изделия, а также возможностей системы управления.

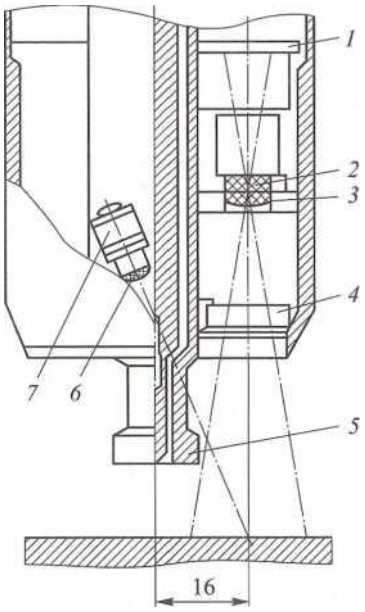


Рисунок 2 – Схема видеосенсора, смонтированного в одном корпусе с горелкой: 1 – фотоприемник (ПЗС-матрица); 2 – интерференционный фильтр;

3 – объектив; 4 – окно; 5 – газовое сопло горелки; 6 – цилиндрическая оптика; 7– лазерный источник освещения

Система ARTIST (Adaptive Real-Time Intelligent Seam Tracker) — адаптивная интеллектуальная система отслеживания шва в реальном времени (разработка Университета штата Пенсильвания, США) — применяется для роботизации сварки без необходимости предварительного программирования сварочного робота путем его проведения по требуемой траектории. Это обеспечивается благодаря тому, что система (рисунок 3) способна управлять движением сварочной головки в реальном времени на основе видеоинформации об искажении лазерного луча на стыке свариваемых деталей. Видеосенсор с лазерным излучателем фирмы Chesapeake Laser Systems (США) измеряет профиль стыка методом триангуляции. Максимальное число точек измерения при сканировании — 1000; скорость измерения — несколько миллисекунд на точку; погрешность

измерения не более ±0,125 мм на линии шириной 32 мм. Видеосенсор оснащён щитком, оберегающим от брызг расплавленного металла, светофильтром для задымленной среды и специализированным препроцессором, преобразующим исходную видеоинформацию в последовательность значений отклонений оси объектива от средней линии стыка. Эти сигналы поступают в микро ЭВМ IBM PC, где вместе с текущими координатами видеосенсора используются для расчета пространственного положения стыка в системе координат рабочего органа робота.

Программное обеспечение имеет модульную структуру и реализует следующие алгоритмы: сбора данных о профиле стыка (с управлением частотой съема и временами задержек); фильтрации ошибочных отсчетов, вызванных, например, отражением луча от блестящих участков сварочной ванны; обработки видеоинформации с сегментацией изображений, что позволяет достаточно точно определять V– образную разделку, валики прихваточного шва, среднюю линию и кромки стыка; преобразования геометрии стыка в систему координат сварочной головки.

Система ARTIST рассчитана на использование вместе с портальным роботом Unimate 6000 (шесть степеней подвижности) и предусматривает многопроходную сварку швов с V– образной разделкой со скоростью до 25,4 мм/с.

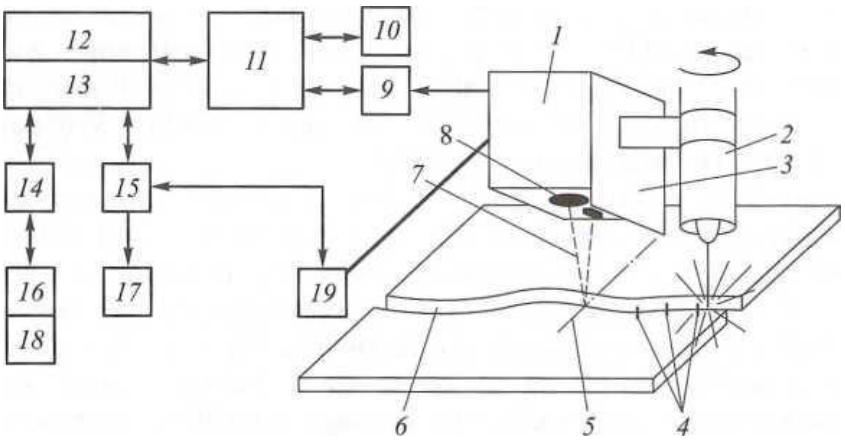


Рисунок 3 – Система дуговой сварки роботом с СТЗ: 1 – видеосенсор; 2 – сварочная головка; 3 – щиток; 4 – позиции коррекции; 5 – линия сканирования; 6 – стык; 7 – лазерный луч; 8 – телекамера; 9 – специализированный процессор; 10 – процессор обработки изображения (ПОИ); 11 – шина; 12 – интерфейс микроЭВМ; 13 – супервизорное устройство управления; 14 – интерфейс сварочного стола; 15 – устройство управления роботом (УУР); 16 – контроллер сварочного стола; 17 – сварочное оборудование (СО); 18 – сварочный стол; 19 – робот

Структура роботизированного комплекса для автоматической сварки двигателя космического корабля «Шаттл», разработанная совместно НАСА и компанией Rockwell International, показана на рисунке 4. Для каждого двигателя, который состоит из большого числа деталей, выполненных из различных жаропрочных сплавов и имеющих большой разброс по толщине, типам разделки кромок, отражательной способности, необходимо заварить до 3000 швов, неко-

торые из них — многопроходные. Эти факторы вместе с повышенными требованиями к качеству изделия не позволяют применять обычные средства автоматизации сварки, и около 50 % сварочных операций нужно выполнять вручную.

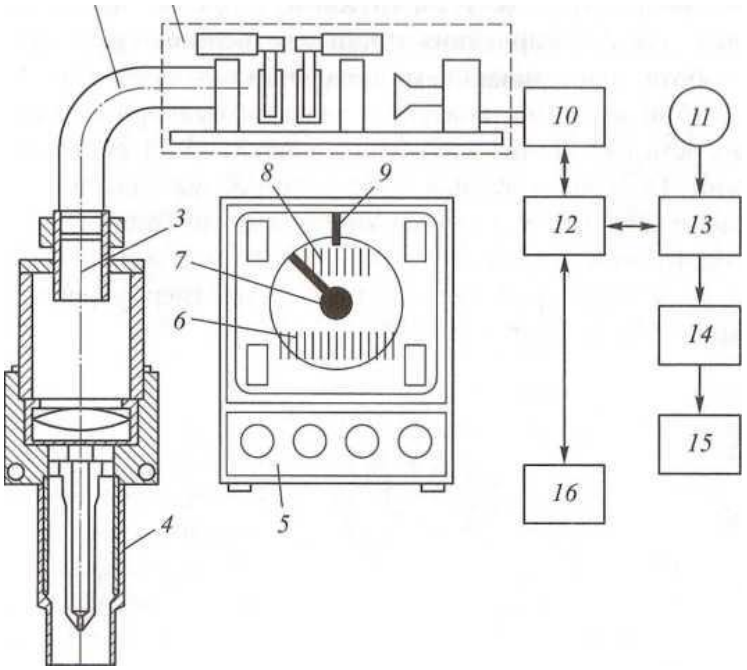


Рисунок 4 – Схема включения СТЗ в адаптивный роботизированный комплекс для сварки двигателя космического корабля «Шаттл»: 1 – ПЗС-камера; 2 – оптоволоконный световод; 3 – соосный оптический приемник; 4 – шов; 5 – окно слежения за швом; 6 – тень от электрода; 7 – окно измерения ширины сварочной ванны; 8 – дисплей; 9 – очувствленная сварочная головка; 10 – ПОИ; 11 – робот; 12 – ЭВМ; 13 – УУР; 14 – контроллер сварочного оборудования (КСО); 15 – СО; 16 – ССУ

Для роботизации части этих операций предложено использовать робот Cyro 750 фирмы Advanced Robotics (США) и СТЗ с видеосенсором, разработанным в Университете штата Огайо (США), приемник которого устанавливается непосредственно в сварочной головке соосно с электродом и связан гибким оптоволоконным световодом с ПЗС-камерой. Полученное изображение обрабатывается процессором PDP 11/45, который, в свою очередь, обменивается информацией с центральной ЭВМ VAX 11-780 производственной ячейки. Имеющиеся средства графического моделирования и САПР дают возможность оператору в интерактивном режиме выбирать вид и параметры алгоритмов выделения характерных признаков, чтобы СТЗ наилучшим образом выявляла швы разных типов и определяла их геометрические характеристики. Адаптивная коррекция движений робота в режиме контурного управления рассчитана на скорость сварки до 5 мм/с. Точность позиционирования составляет 0,254 мм. Компания Norfolk & Western Railway (США) применила стереозрение для формирования пространственной траектории движения робота, приваривающего вкладыши размером 190x230 мм в тяжелые (500 кг) рамы колесных тележек бункерных вагонов во время их ремонта. Длина каждого шва около 90 см, ско-

рость сварки 25 см/мин. Поскольку точная пространственная фиксация вкладышей крайне осложнена, специалисты компании сочли целесообразным использовать сварочный робот AID-800 в адаптивном режиме, снабдив его СТЗ с парой твердотельных телекамер, укрепленных на расстоянии 76,2 см друг от друга. Бинокулярная СТЗ фирмы Automatix Robotic Systems (США) по двум изображениям методом триангуляции находит трехмерные координаты крайних точек прорези в середине вкладыша и по известным его размерам определяет траекторию будущего сварного шва. Этот процесс — от начала движения робота к рабочей позиции до начала сварки — занимает менее 6 с. Вычислительная часть системы строится на базе микропроцессора Motorolla 6800. Для программирования как СТЗ, так и робота оператор может пользоваться удобным языком RAIL. Вся процедура калибровки и обучения системы новому классу деталей занимает не более часа.

Список литературы

1. *Автоматизация сварочных процессов / под ред. В.К. Лебедева, В.П. Черныша. Киев: Вища школа, 1986.*
2. *Браверман В.Я., Лелеков А.Т., Белозерцев В.С. Феррозондовый датчик для слежения за стыком свариваемых деталей. Патент РФ № 2457476,2012.*
3. *Геттерт В., Герден Г., Гюттнер Х. Сварочные роботы / под ред. Г. Гердена; пер. с нем. Г.Н. Клебанова, Д.Г. Тесменицкого. М.: Машино-строение, 1988. 288 с.*
4. *Гладков Э.А. Управление процессами и оборудованием при сварке. М.: Академия, 2006.*
5. *Львов Н.С., Гладков Э.А. Автоматика и автоматизация сварочных про-цессов: учеб, пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1982.*
6. *Машиностроение. Энциклопедия. В 40 т. / под. ред. К.В. Фролова. М.: Машиностроение, 1999.*
7. *Мошкин В.И., Петров А.А., Титов В.С., Якушенков Ю.Г. Техническое зрение роботов / под ред. Ю.Г. Якушенкова. М.: Машиностроение, 1990.*

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС В ЗОНЕ КОНТАКТА ОПОРНОГО УСТРОЙСТВА С ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ

Иванова В.С., Горелова С.С.
Оренбургский государственный университет

Одной из актуальнейших задач при производстве летательных аппаратов является снижение материалоемкости конструкций. Для решения этой задачи необходимым условием выступает постоянное совершенствование теории и методик прочностного анализа. Целью настоящего исследования является оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) в зоне контакта летательного аппарата с опорным устройством и разработка способа крепления ракеты на ложементе транспорта.

Рассмотрим нагрузки, действующие на ракету в условиях наземной эксплуатации. Наземные случаи эксплуатации ракеты-носителя характеризуются разнообразным нагружением ее конструкции как статическими, так и динамическими внешними силами, действующими на различных этапах наземной эксплуатации: разгрузка, погрузка, монтажные сборочные операции, транспортировка, установка на стартовое устройство и т.д. В процессе транспортировки конструкция ракеты-носителя подвергается воздействию различных внешних сил: массовых, аэродинамических, распределенных, сосредоточенных. Величины и характер действия этих сил зависят от вида транспорта, от конструкции и характеристик транспортного устройства (вагона, платформы, транспортной тележки и т.д.).

Передача нагрузок на тонкостенную конструкцию корпуса ракеты-носителя или отдельного ракетного блока со стороны элементов наземного оборудования происходит в местах установки транспортных опор – ложементов. На рисунках 1, 2 и 3 представлены принципиальные схемы размещения транспортируемого ракетного блока, на которых 1 обозначен транспортируемый объект; 2 – транспортировочная платформа; 3 – самолет; 4 – транспортируемый ракетный блок. Графики распределения по длине корпуса внутренних силовых факторов Q(x), M(x), N(x) при транспортировке проиллюстрированы на рисунке 4.

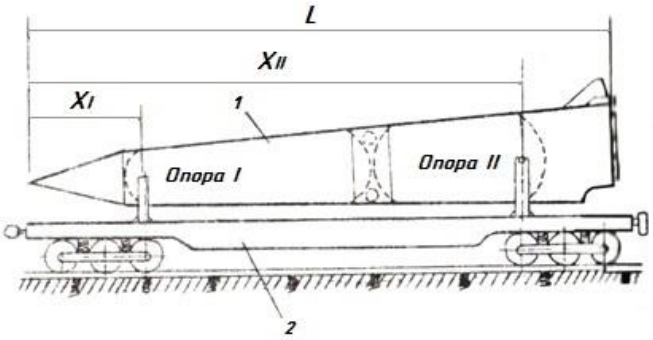


Рисунок 1 – Принципиальная схема размещения транспортируемого ракетного блока на железнодорожной транспортировочной платформе

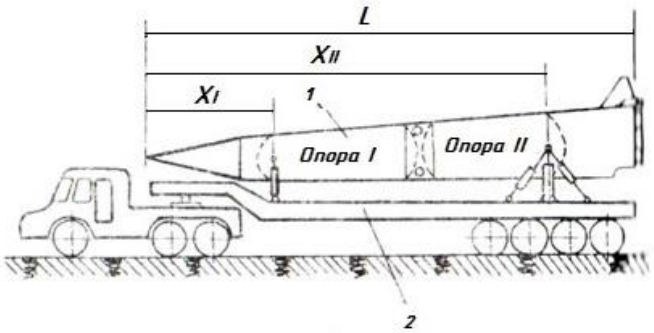


Рисунок 2 – Принципиальная схема размещения транспортируемого ракетного блока на автомобильной транспортировочной платформе

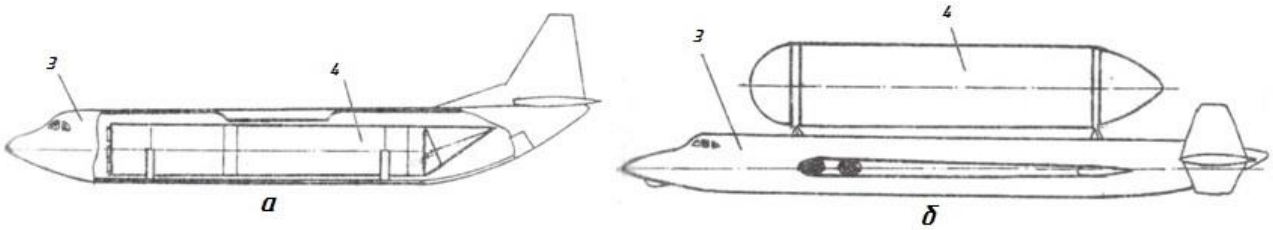


Рисунок 3 – Принципиальная схема размещения транспортируемого ракетного блока самолетом: а – внутри фюзеляжа; б – на внешней подвеске

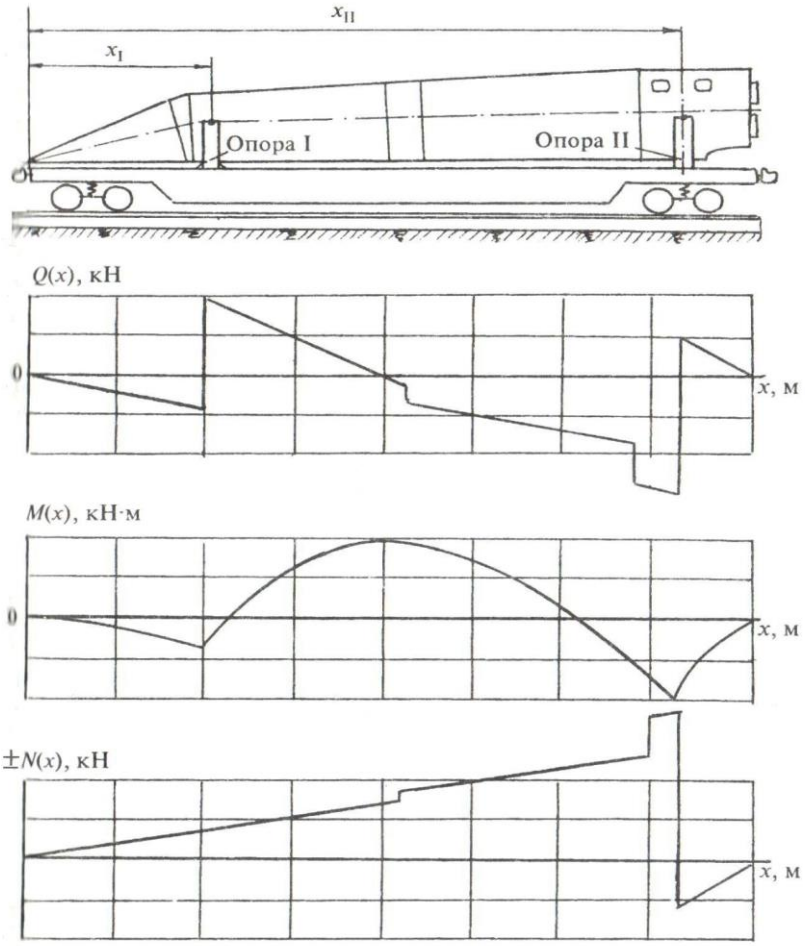


Рисунок 4 – Графики распределения по длине корпуса внутренних сило-

вых факторов Q(x), M(x), N(x) при транспортировке

Значения внутренних продольных сил в поперечных сечениях корпуса транспортируемого объекта определяются следующим образом:

$$при\ 0 < x < x_I:$$

$$N(x) = \int_0^x m(x) g_0 n_x dx + \sum_{j=1}^{n} M_j g_0 n_x,$$

$$Q_y(x) = \int_0^x m(x) g_0 n_y dx + \sum_{j=1}^{k} M_j g_0 n_y,$$

$$M_z(x) = \int_0^x \int_0^x m(x) g_0 n_y dx dx + \sum_{j=1}^{k} M_j g_0 n_y (x - x_j)$$

Значения внутренних продольных сил в поперечных сечениях корпуса транспортируемого объекта:

$$при\ x_N < x < x_{II}:$$

$$N(x) = \int_0^x m(x) g_0 n_x dx + \sum_{j=1}^{n} M_j g_0 n_x - R_{X_N},$$

где R_{X_N} – продольная сила – реакция, приложенная к корпусу в месте установки транспортной опоры, воспринимающей эту силу:

$$R_{X_N} = \int_0^{x_{II}} m(x) g_0 n_x dx + \sum_{j=1}^{m} M_j g_0 n_x,$$

$$Q_y(x) = \int_0^x m(x) g_0 n_y dx + \sum_{j=1}^{n} M_j g_0 n_y - R_{y_I},$$

$$M_z(x) = \int_0^x \int_0^x m(x) g_0 n_y dx dx + \sum_{j=1}^{n} M_j g_0 n_y (x - x_j) - R_{y_I}(x - x_I)$$

Схему размещения корпуса ракеты на ложементах и эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов отражает рисунок 5.

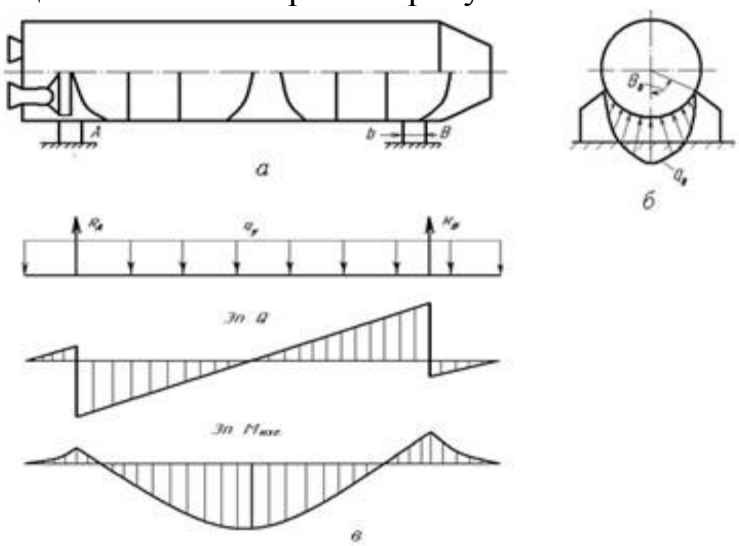


Рисунок 5 – Схема размещения корпуса ракеты на ложементах (а, б) и эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов (в)

Проверка прочности выполняется для корпуса под действием перерезывающих сил и изгибающих моментов, рассчитанных от действия силы тяжести конструкции с учетом перегрузки конструкции при движении.

Выполняется проверка местной прочности конструкции, соприкасающейся с ложементом. Для исключения обмятия оболочки корпуса и шпангоута из условия прочности подбираются ширина ложемента b и угол обхвата Ѳ0. Характер распределения усилий по линии обхвата ракеты с ложементом принимают в соответствии с уравнением:

$$q = q_0[\cos(\pi\theta_0)/(2\theta_0)]^k, \text{где } k = 1 \text{ или } 2$$

В наиболее нагруженной области АВ, максимальные нормальные напряжения в поперечном сечении ракеты повторяют характер изменения переменной по времени нормальной перегрузки:

$$\sigma_x(t) = M_{изг}^{\max} / W_{изг} = An_y(t)$$

где $W_{изг}$ – момент сопротивления изгибу корпуса в зоне АВ,

n_y – суммарный коэффициент перегрузки в поперечном направлении

Вариант размещения корпуса ракеты на 4-х ложементах проиллюстрирован на рисунке 6, схема установки ракеты 1 на воздушной подушке 2 – на рисунке 7.

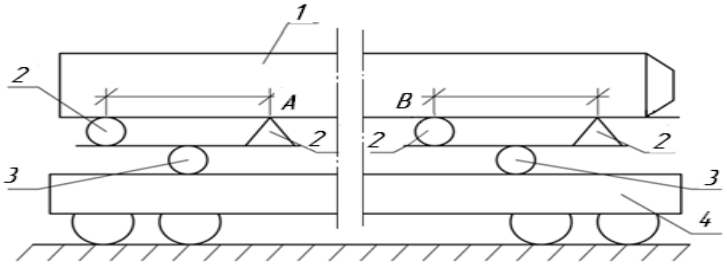


Рисунок 6 – Вариант размещения корпуса ракеты на 4-х ложементах, где 1 – корпус ракеты; 2, 3 – опоры; 4 - платформа

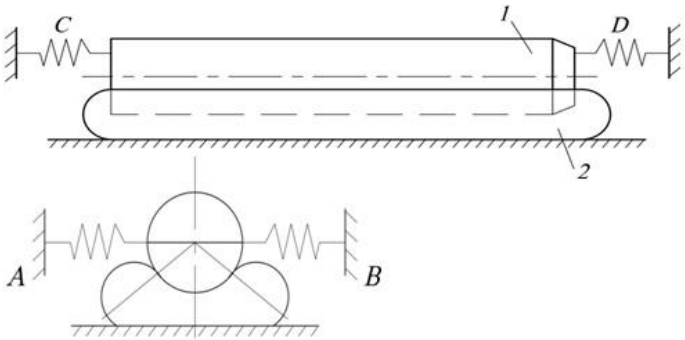


Рисунок 7 – Схема установки ракеты 1 на воздушной подушке 2, где A,B, C,D – упругие связи, обеспечивающие фиксацию ракеты при транспортировке

Тело ракеты деформирует подушку и при наличии растяжек (упругих связей) оказывается в плавающем состоянии. Эпюра изгибающих моментов для плавающего тела будет иметь нулевые ординаты по всей длине.

Схемы контактного взаимодействия конструкций ракет с опорами-ложементами проиллюстрированы на рисунке 8. Варианты крепления ложемента в зависимости от угла охвата и установки опор ложемента представлены на рисунке 9.

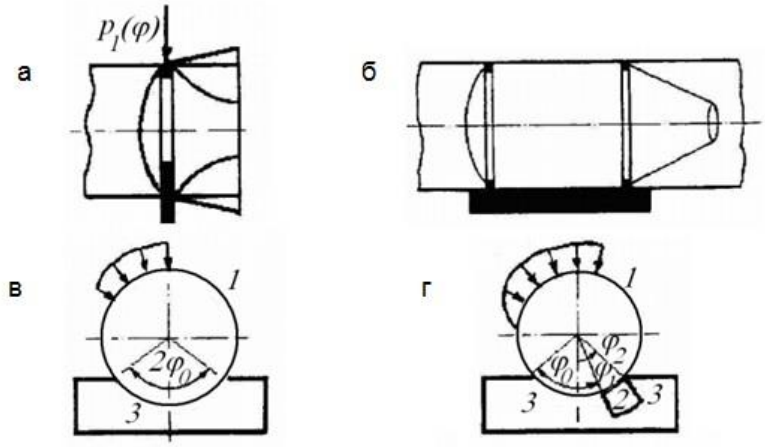


Рисунок 8 – Установка конструкций 1 на опоры-ложементы 3 через шпангоут с локальными ложементами (а) или протяженными по части длины (б); установка конструкций 1 на опоры-ложементы 3, имеющие сплошные (в) или отдельные (г) площадки контакта 2

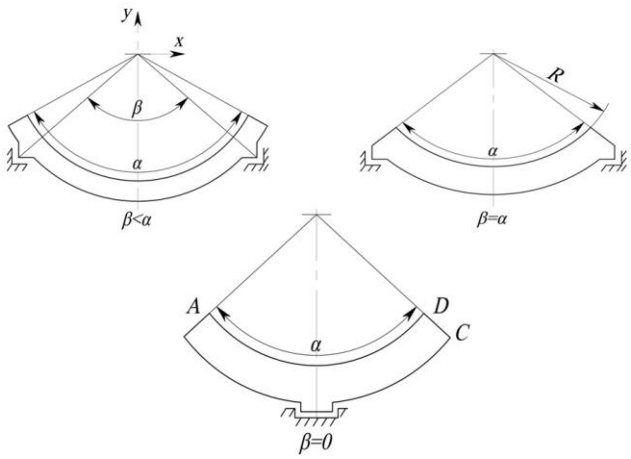


Рисунок 9 – Варианты крепления ложемента в зависимости от угла охвата (α) и установки опор ложемента(β)

В большинстве работ задачи о контактном взаимодействии цилиндрических оболочек с опорными устройствами упругие свойства опоры моделируются путем введения между оболочкой и ложементом упругого слоя-прокладки, механические свойства которого отождествляются, согласно гипотезе Винклера, с механическими свойствами набора не связанных между собой вертикальных пружин. В этом случае фактически имеется в виду абсолютно жесткий ложемент, так как податливость основания определяется деформативными свой-

ствами только прослойки [1-7].

Для решения поставленной задачи использованы лицензионные программные продукты КОМПАС 3D (моделирование оболочки, прокладки, ложемента), APM Studio 3D (создание конечноэлементной сетки на модели импортированной из КОМПАС, закрепление, нагрузки) и APM Structure 3D (расчет и прочностной анализ). Рассмотрены варианты приложения внешней нагрузки в виде равномерно распределенной по образующей (погонной) и по поверхности оболочки [8]. Модель упругой прослойки между ложементом и оболочкой показана на рисунке 10.

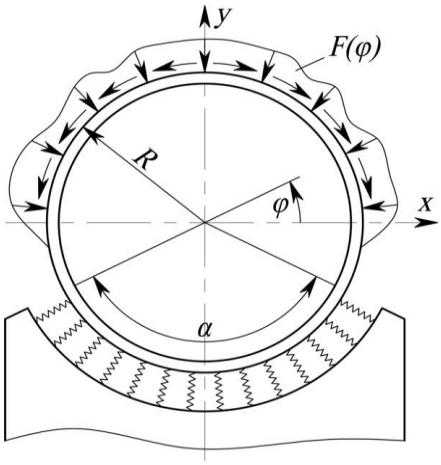


Рисунок 10 – Модель упругой прослойки между ложементом и оболочкой

Расчет на прочность конструкции ракеты-носителя Союз 2в характеризуется распределенной на пластину нагрузкой, отраженной на рисунке 11.

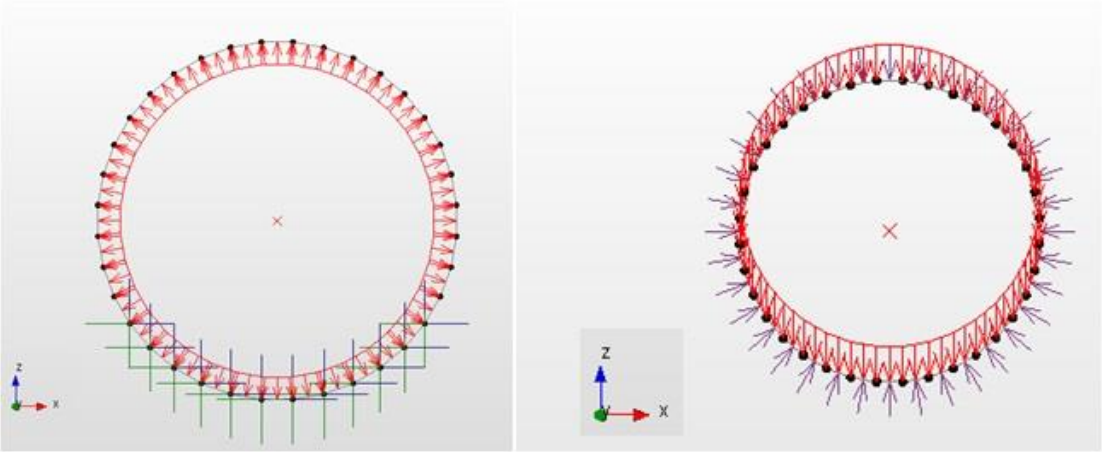


Рисунок 11 – Распределенная на пластину нагрузка

Для модели проводили статический расчет и определяли частоты и формы собственных колебаний. Результатом статического расчета конструкции являются: перемещения узлов конструкции (линейные и угловые), нагрузки на концах стержней, в узлах пластин; напряжения, действующие в стержнях, пластинах, нагрузки на концах стержней и в узлах пластин. Результаты расчетов APM WinMachine проиллюстрированы на рисунках 12-16.

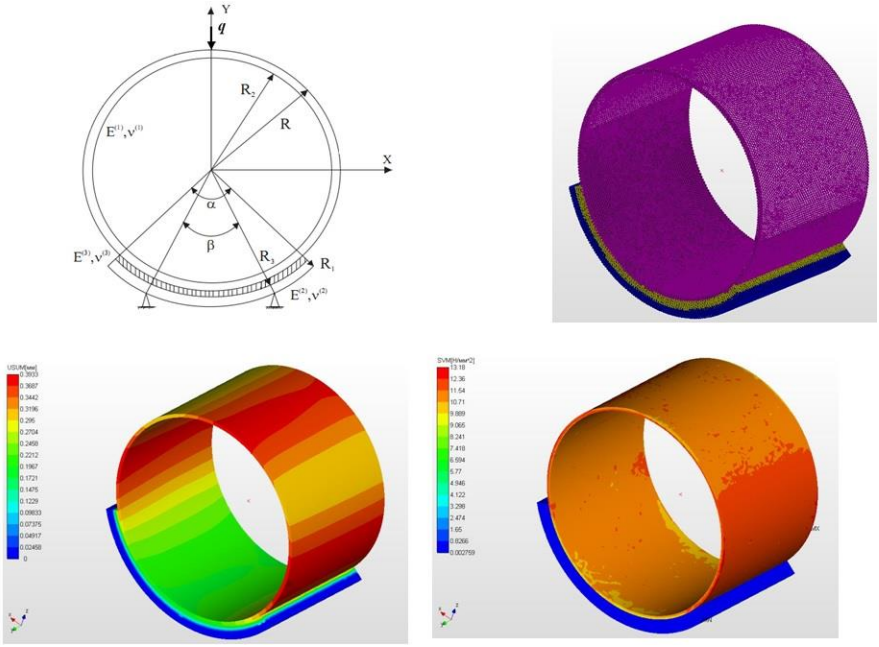


Рисунок 12 – Схема исходных данных с учетом физико-механических свойств материалов конструкции и КЭ-модель

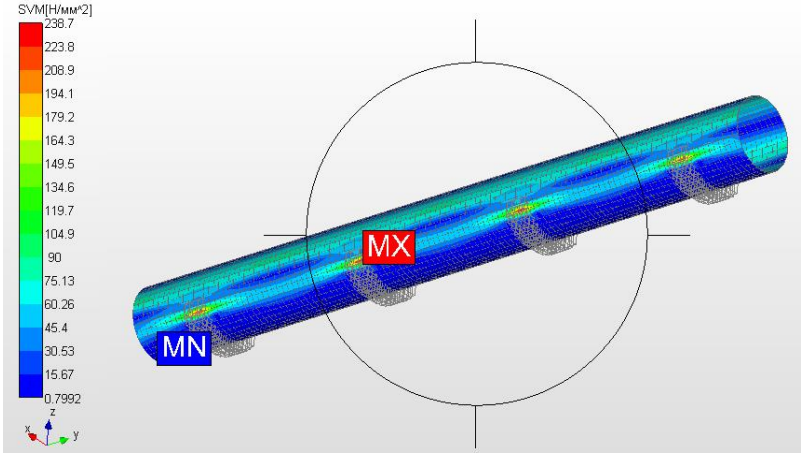


Рисунок 13 – Карта напряжений для оболочки на 4-х ложементах

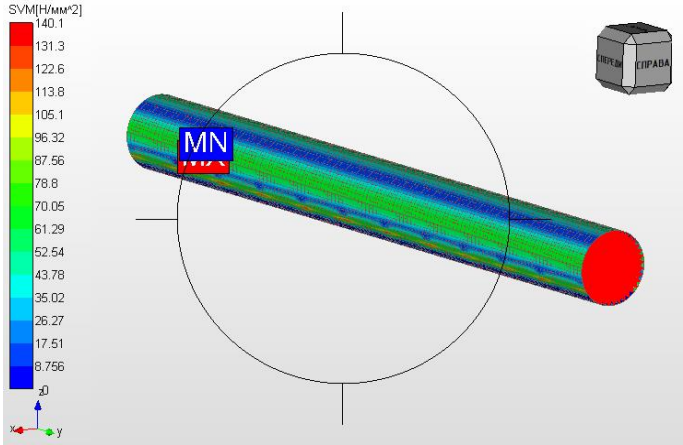


Рисунок 14 – Карта напряжений для оболочки на 12 ложементах

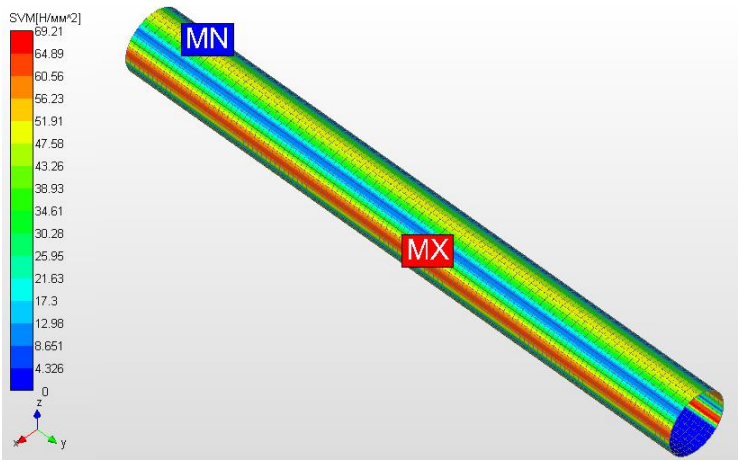


Рисунок 15 – Карта напряжений для оболочки на одном (сплошном по всей длине) ложементе

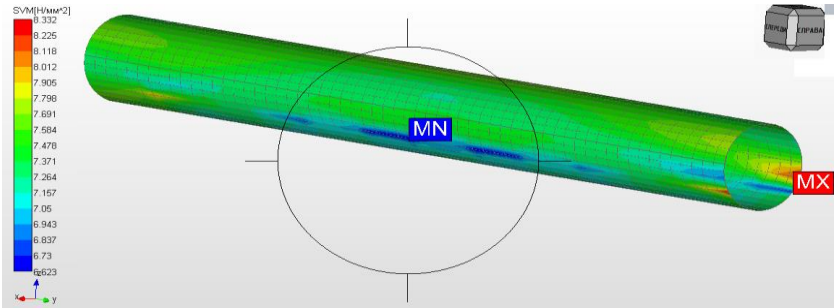


Рисунок 16 – Карта напряжений для оболочки на упругом (сплошном по всей длине) основании

Анализируя полученные результаты определения эквивалентных напряжений можно сделать следующие выводы:

1 Отмечено увеличение эквивалентного напряжения на локальных участках по краям зон контакта оболочки с опорами. Величина действующих напряжений при переходе к сплошному жесткому основанию снижается при увеличении размеров зон повышенного контактного давления.

2 При переходе к упругому основанию происходит общее кратное снижение эквивалентных напряжений. Участки с повышенными напряжениями отмечены вблизи концевых сечений. При этом следует иметь в виду, что при установке днищ (либо других элементов) общая жесткость конструкции возрастает, что очевидно изменит картину напряжений в лучшую сторону.

3 Использование упругих связей требует более тщательной подготовки исходных данных, так как система требует вводить при их установке в узлах жесткости по трем направлениям и аналогичных значений жесткостей при повороте вокруг трех осей. Графики изменения осевой силы, момента и напряжений в сечениях шпангоута в зависимости от угла α на рисунке 17.

Предлагаемое техническое решение крепления ракеты на ложементе транспорта с помощью прокладки с присосками в поперечном разрезе показано на рисунке 18.

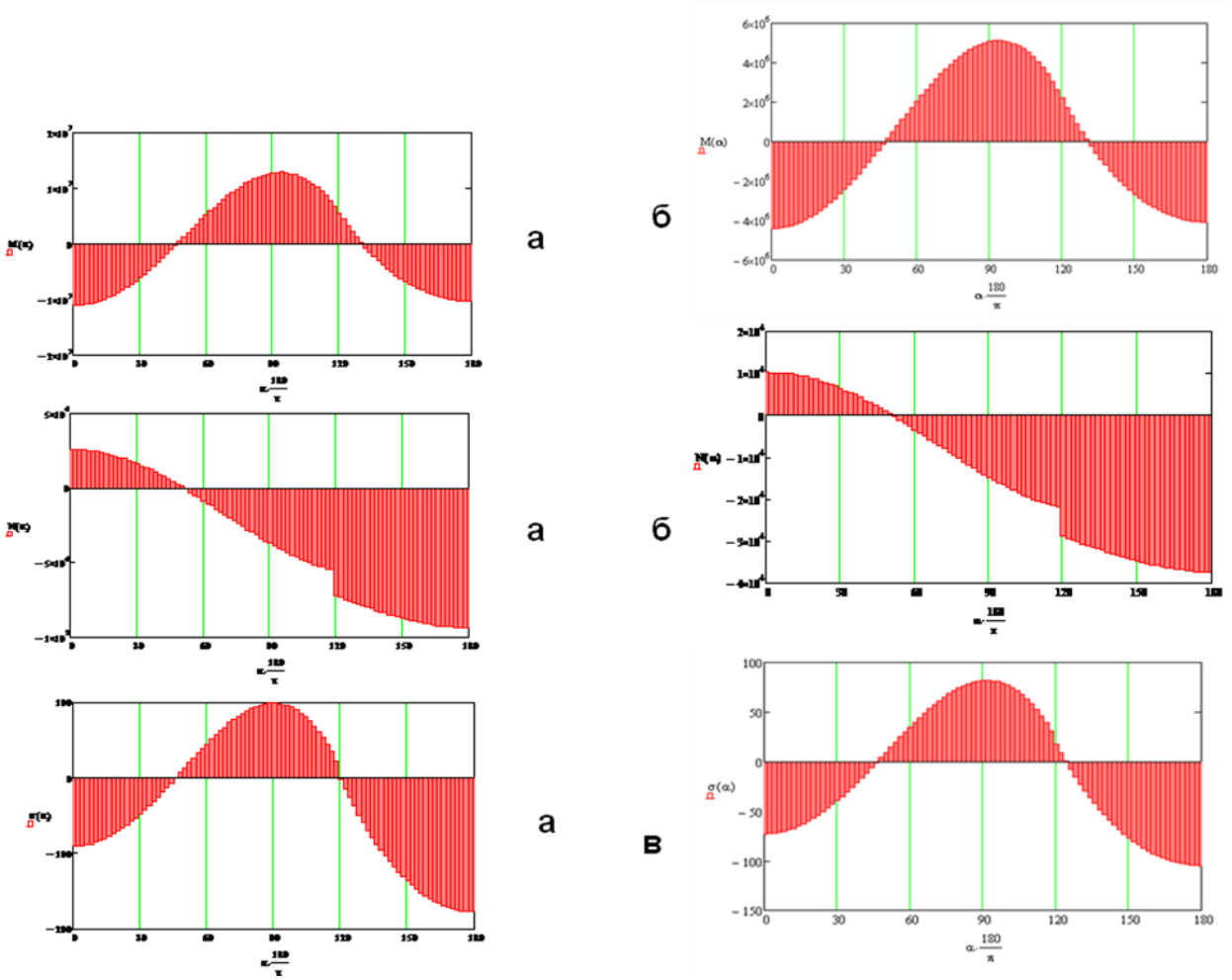


Рисунок 17 – Графики изменения осевой силы (а), момента (б) и напряжений (в) в сечениях шпангоута в зависимости от угла α

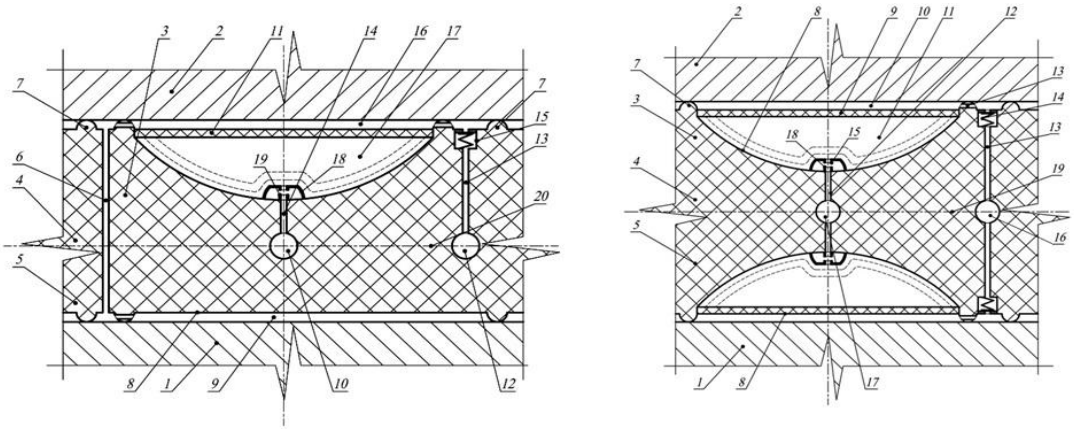


Рисунок 18 – Предлагаемое техническое решение крепления ракеты на ложементе транспорта с помощью прокладки с присосками в поперечном разрезе, где 1 - тело ложемента, 2 - тело ракеты, 3 - прокладка, 4 и 5 - верхняя и нижняя части прокладки, 6 - канал соединения двух присосок, 7 - уплотнитель, 8 - присоска, 9 - камера нижней присоски, 10 и 12 магистральные каналы постоянного и предварительного давления разрежения воздуха, 11 - диафрагма, 13 и 14 - каналы присоски, связанные с магистральными каналами, 15 - кран с клапаном, 16 - камера, 17 - камера, 18 - кран, 19 - клеммы крана, 20 - место склеивания

Таким образом, предложен способ крепления ракеты на ложементе транспорта с использованием прокладки с присосками (получено три патента) [10, 11, 12]. Указанный способ крепления позволяет выдерживать восьмикратные перегрузки при транспортировке ракетного блока.

Список литературы

1. Прочность летательных аппаратов и их агрегатов: [Учеб. для авиац. спец. вузов] / Оболенский, Е.П., Сахаров, Б.И., Сибиряков, В.А.; Под ред. И.Ф. Образцова. М.: Машиностроение, 1995. -503 с.

2. Волчков, О.Д. Прочность ракет-носителей: Учебное пособие. Ч. 1. -М.: Изд-во МАИ, 2007. -784 с.

3. Григолюк, Э.И. Контактные задачи теории пластин и оболочек / Э.И. Григолюк, В.М. Толкачев. -Москва: Машиностроение, 1980. -411 с.

4. Александров, В.М. Контактные задачи в машиностроении / В.М. Александров, Б.Л. Ромалис. -М.: Машиностроение, 1986. -174 с.

5. Моссаковский, В.И., Гудрамович, В.С., Макеев, Е.М. Контактные задачи теории оболочек и стержней. М.: Машиностроение, 1978. -243 с.

6. Гудрамович, В.С. Контактные задачи теории оболочечно-стержневых систем в механике конструкций ракетно-космической техники. Техн. механика.-2008.-№2, с. 70-84.

7. Бинкевич, Е.В., Летучая, С.А. Применение метода конечных элементов в задачах о контактном взаимодействии элементов конструкций. -Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1988. -88 с.

8. Горелов С.Н., Иванова В.С., Чирков А.Н. Особенности контактного взаимодействия тонкостенных оболочечных конструкций и опорных устройств / сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбургский государственный университет. 2013. С. 139-142.

9. Горелова С.С., Иванова В.С. Проблема учета физического износа зданий в технических и экономических дисциплинах / сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбургский государственный университет. 2017. С. 668-674.

10. Патент РФ №2525329, 10.08.2014. Чирков А.Н., Горелов С.Н., Чирков Е.Ю., Иванова В.С. Крепление ракеты на ложементе транспорта с помощью прокладки с присосками // Бюллетень №20.

11. Патент РФ №2534709, 10.12.2014. Чирков А.Н., Горелов С.Н., Чирков Е.Ю., Иванова В.С. Крепление ракеты на ложементе транспорта с помощью амортизирующей прокладки с присосками // Бюллетень №34.

12. Патент РФ №2562663, 10.09.2015. Чирков А.Н., Горелов С.Н., Чирков Е.Ю., Иванова В.С. Крепление ракеты на ложементе транспорта с помощью прокладки с присосками // Бюллетень №25.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАРЯДА ТВЕРДОТОПЛИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Исекенова Д. М., Соболев М. М.
Оренбургский государственный университет

Ракетные двигатели на твердом топливе получили широкое распространение из-за быстрого действия и простоты устройства, что обеспечивает необходимую надежность при эксплуатации данного вида ракет. Конструкция ракетных двигателей на твердом топливе состоит из следующих компонентов: корпус, заряд, сопловый блок, исполнительные органы системы управления вектором тяги, системы запуска, узлы отсечки тяги, узлы аварийного включения.

Топлива, которые применяются в РДТТ состоят из двух основных компонентов горючего и окислителя. Широкое применение в ракетостроении твердотопливных двигателей получили топлива на основе перхлората калия и полисульфида. Но удельный импульс увеличился тогда, когда вместо перхлората калия начали применять перхлорат аммония, а полисульфид заменили полиурстановые или же другие виды каучука, а также добавили порошкообразный алюминий и полимер бутадиена. Неосновные компоненты, которые добавляются при изготовлении твердого топлива, пластификаторы, отвердители, катализаторы и другие добавки, которые способствуют улучшению механических, физических, химических и технологических свойств.

Современные ракетные двигатели на твердом топливе содержат следующий характерный состав: перхлорат аммония – 69,6%;

Горючее связующее (полимер бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила) – 12,04%;

Алюминий – 16,0%;

Эпоксидный отвердитель – 1,96%;

Окись железа (катализатор горения) – 0,4%.

Не так часто ракеты изготавливают из модифицированного двухосновного топлива. Данное топливо содержит также окислитель, здесь применяют кристаллический перхлорат аммония, и в качестве горючего применяют порошкообразный алюминий. Два вышеперечисленных компонента связаны при помощи смеси из нитроцеллюлозы и нитроглицерина, и в каждом компоненте содержатся дополнительные окислитель и горючее. Состав данного топлива в процентных составляющих будет выглядеть следующим образом: перхлорат аммония – 20,4%;

Алюминий – 21,1%;

Нитроцеллюлоза – 21,9;

Нитроглицерин – 29,0%;

Триацетин (растворимый) – 5,1%;

Стабилизаторы – 2,5%.

Данное топливо в отличии от смесевого обладает большим удельным

импульсом, но недостатки, в виде высокой температуры горения, большой стоимостью и склонностью к детонации, перекрывает данное достоинство.

Технология снаряжения смесевым топливом ракетный двигатель выглядит следующим образом: производят подготовку внутренней поверхности корпуса, готовят топливную массу, на указанную поверхность наносят несколько синтетических полимерных материалов в три слоя: первый слой – адгезионный; второй слой – теплозащитный; третий слой – адгезионный. Причем вулканизация третьего слоя должна завершаться параллельно с отвердеванием топливной смеси. Топливная смесь готовится специальных смесителях, где составляющие смеси принимают свойства густой, вязкой жидкости. Данный процесс производится исключительно под вакуумом, таким образом имеется возможность предотвратить образования пустот в заряде.

Для того, чтобы в корпус ракетного двигателя залить топливо, корпус помещается в специальную камеру, которая снабжена воздушными системами нагрева и вентиляции. После заливки топлива, технологическая камера закрывается и в течение 3-7 суток выдерживается при определенной температуре. Готовый заряд имеет вид твердой резины или пластика. Далее, заряд подвергают тщательной проверке методами неразрушающего контроля (ультразвуковой, рентгеновский) для выявления в заряде пор, неровностей или же других дефектов, которые могут привести к недопустимым последствиям при эксплуатации.

Изготовленный данным способом заряд, по существу, является силовой конструкцией ракетного двигателя. Поэтому заряд должен быть прочным и одновременно эластичным. Это необходимо для безопасного хранения, транспортировки и эксплуатации. Поэтому данная конструкция должна противостоять статической, динамической и тепловым нагрузкам.

Многие современные ракеты изготавливают с внутренним каналом с не тривиальной формой, данный вид позволяет получить высокие значения тяги и закон изменения площади горения, которая будет близка к постоянной величине. Форма внутреннего канала существенно влияет на величину напряжений, которые возникают в заряде при эксплуатации. Сложная форма канала существенно снижает возможность аналитического расчета, и в большинстве случаях прибегают к численным методам для оценки прочности и жесткости заряда.

Твердотопливный заряд, который имеет сложную геометрическую форму имеет некоторые элементы, которые присущи большинству изготавливаемым формам зарядов. Почти любая конструкция заряда имеет вершину щелевой части заряда, основание щели, канал в средней по длине части, граница заряд-корпус, край контакта границы заряд-корпус, концентраторы напряжений.

Расчет заряда на прочность корпуса и заряда является обязательным при проектировании и проводится при помощи вычислительных программ. Особое место при расчете занимает случай нагружения двигателя внутренним давлением в момент старта, изменение температуры при изготовлении и эксплуатации. Данную задачу можно решить следующим образом, заряд можно рассматривать как толстостенный цилиндр, который заключен в жесткую или упругую обечайки. Сам топливный заряд можно представить, как линейно-упругое тело из

изотропного материала. Данный способ при воздействии относительно кратковременных силовых и температурных нагрузок будет оправдан при расчете. А обечайку корпуса можно рассматривать как длинную оболочку в одномерном НДС. Такой тип задачи решается в перемещениях. Для интегрирования уравнения задают приближенный закон изменения осевых напряжений по радиусу заряда.

Исследования НДС заряда скрепленного с оболочкой корпуса ракетного двигателя, в действительности же представляют сложность даже при известных решениях представления материалов в виде упругих, однородных, изотропных и сплошных сред. Особенное затруднение возникает из-за реологии поведения материала, а также большинству материалов свойственно трехмерные структурные особенности, которые усложняют выбор и обоснование расчетных схем.

Достоинства инженерных и аналитических подходов к решению задач механики наиболее информативным методом можно выделить методы конечных элементов для исследования напряженно-деформированного состояния при помощи ЭВМ.

Несмотря на то, что исследования напряженно-деформированного состояния корпуса и заряда твердотопливного двигателя существенно облегчен с применением различных современных программ, которые основаны на методе конечных элементов, все еще есть нерешенные задачи, которые в будущем могли бы улучшить механические и физические характеристики заряда со скрепленным корпусом твердотопливных двигателей.

Список литературы

1. Лавров Л.Н. Конструкции ракетных двигателей на твердом топливе – Москва: Машиностроение, 1993. – 214 с.

2. Печников В.П. Напряженно-деформированное состояние заряда РДТТ, скрепленного с ортотропным корпусом / Инженерный журнал: наука и инновации – 2013. - №7.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Каменев С. В., канд. техн. наук, Искандаров В. З.
Оренбургский государственный университет

Современное общество становится все более «экологичным», в связи с чем мы наблюдаем фундаментальные изменения в нашем отношении к использованию различных технологий. Большинство людей признает преимущества переработки и повторного использования различных ресурсов, средств воспроизводства и технических устройств при условии отсутствия в них потери исходного качества. В настоящее время инженеры должны создавать новые привлекательные для потребителя изделия с учетом возможности их эффективного повторного использования и ремонта. Из опыта прошлых лет, и в связи с экономическими трудностями в промышленно развитых регионах мира известно, что непозволительной роскошью является выбрасывание всего того, что имеет лишь незначительные повреждения. Однако коммерческая реклама и маркетинговые инструменты оказывает давление на людей по всему миру, принуждая их покупать новейшие продукты. Это является неотъемлемым атрибутом сложившегося и поддерживаемого потребительского общества, существующего в ущерб нашим природным ресурсам.

К счастью, здравомыслящие люди в обществе и производстве осознают, что человечество должно сокращать свои затраты путем использования технологий ремонта, восстановления и реконструкции существующих изделий. Как правило, в промышленности нет лишних денег на покупку новых машин, и на практике она больше нуждается в наличии технологий ремонта. И даже, если есть соответствующие ресурсы, ни один производственник не будет «выкидывать свои деньги на ветер». Благодаря этим изменениям в обществе, новому подходу и экономическому давлению, ремонтно-восстановительный сектор машиностроения сейчас находится на подъеме. Размер и потенциал этого рынка технологий ремонта и восстановления изделий просто огромен.

Для ремонта и восстановления изношенных и поврежденных машиностроительных изделий в настоящее время используются разнообразные технологии, такие как TIG/MIG/MAG наплавка, газотермические наплавка и напыление. Однако большинство таких традиционных технологий ремонта являются деструктивными из-за чрезвычайно высоких температур в зоне восстановления. Это приводит к возникновению температурных напряжений в металле, что снижает механические свойства и вызывает проблемы с качеством поверхности, такие как трещины и пористость, а также сокращает срок службы восстановленного изделия. В сравнении с этими традиционными технологиями более выгодным представляется использование для восстановления изделий технологии лазерной наплавки.

Она способна обеспечить намного более высокое качество восстановленной поверхности при минимальных изменениях и деформациях. Свойства материала восстановленной поверхности, полученной таким способом близки к свойствам исходного материала, а иногда даже превосходят их. В общем случае, достоинства лазерной наплавки заключаются в следующем:

- сокращенное технологическое время;
- улучшенный температурный контроль;
- возможность изготовления изделий с функционально градиентными свойствами;
- возможность изготовления изделий сложной геометрической формы.

Гибкость технологии лазерной наплавки признана промышленностью и спонсорами соответствующих исследований. Ее потенциал очень значителен, в связи с чем исследовательские группы по всему миру продолжают развивать эту технологию в рамках различных исследовательских программ, подготовки специалистов соответствующего профиля и внедрения ее в промышленность.

Основная область применения лазерной наплавки охватывает ремонт и восстановление дорогостоящих механических компонентов, таких как инструментальная оснастка, лопатки турбин, детали двигателей внутреннего сгорания и т.п., а также различные компоненты военной техники. В современной промышленности можно выделить три направления использования лазерной наплавки, которыми являются поверхностная наплавка, ремонтная сварка и аддитивное производство.

Лазерная наплавка представляет собой процесс плавления, в котором расплавляемый металлический материал, осаждаемый на субстрат, расплавляется с использованием лазерного луча (рисунок 1). Данная технология наплавки отличается высокой точностью, поскольку осажденный материал сплавляется с тонким слоем субстрата при помощи лазерного луча. Это гарантирует образование металлических связей между осажденным материалом и субстратом.

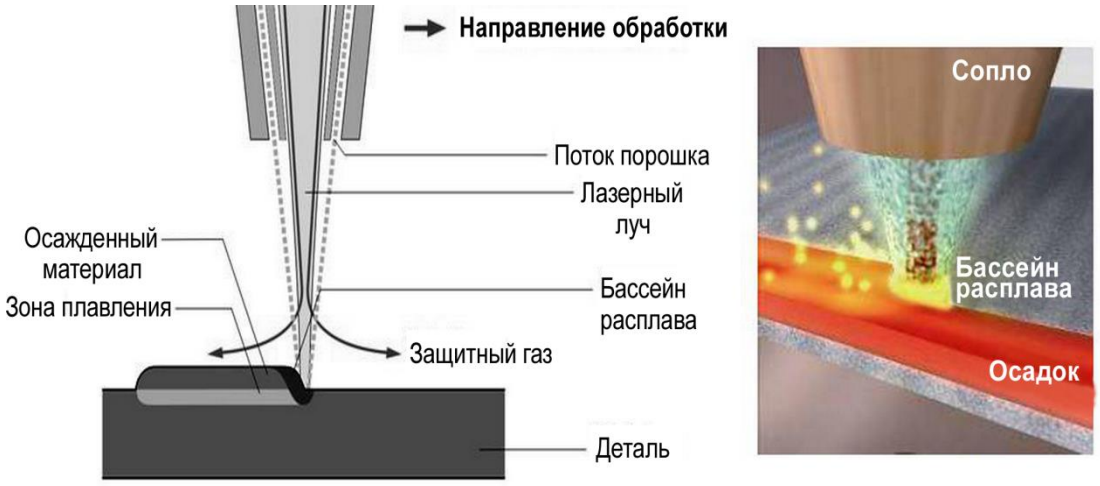


Рисунок 1 – Схема процесса лазерной наплавки (с подачей материала)

Осаждаемый металлический материал может вводиться в зону плавления различными способами либо до начала процесса, либо в его течение, т.е. он может быть нанесен на субстрат предварительно либо подаваться на него по месту. Предварительное нанесение материала, осуществляемое либо термическим напылением, либо гальваническим осаждением, является продолжительным и дорогостоящим, и поэтому эффективно только при необходимости наплавки по большим площадям поверхностей.

Подача по месту связана с введением осаждаемого материала в зону взаимодействия лазерного луча и субстрата в форме проволоки или порошка. Порошки являются более распространенным вариантом благодаря их фактически неограниченной возможности варьирования составом наплавляемого сплава. Порошки, используемые для лазерной наплавки, должны иметь размер частиц от 20 до 200 мкм. При этом наилучшие результаты достигаются, если частицы имеют сферическую форму. Поскольку при наплавке расплавляется лишь тонкий слой субстрата, создается покрытие с номинальным составом наплавляемого материала. Это позволяет адаптировать свойства поверхности к конкретной области применения путем выбора осаждаемого сплава с подходящими свойствами в отношении износа, окисления или коррозии. Расплавленный слой быстро отвердевает, формируя прочные металлические связи с субстратом. Для наплавки подходит большинство субстратов, допускающих лазерное плавление. Ими могут быть марганцовистые и нержавеющие стали, а также алюминиевые, титановые, магниевые, никелевые и медные сплавы.

Тип используемого лазера зависит от поверхности, на которую наносится покрытие, и сложности компонента. Углекислотные лазеры являются идеальным выбором для больших площадей при создании покрытий толщиной в несколько миллиметров на поверхностях с регулярной геометрией. Полупроводниковые лазеры больше подходят для точной обработки сложных трехмерных компонентов, требующих покрытий менее одного миллиметра толщиной. Независимо от своего типа лазер должен обеспечивать создание покрытия с нужными эксплуатационными свойствами, прочно связанного с субстратом при максимальной скорости нанесения и минимальных деформациях.

Удельная мощность лазерного луча составляет около 100 Вт/м^2. Это примерно в десять раз больше, чем требуется для нагрева твердого тела, но немного меньше, чем необходимо для других процессов, основанных на расплавлении поверхности. Причиной этого является то, что наплавляемый материал вводится в зону плавления в форме порошка, проволоки или фольги, которые расплавляются легче, чем сплошная плоская поверхность из-за большего отношения площади поверхности к объему. На практике для эффективного создания покрытия минимальная мощность лазера должна составлять около 2 кВт.

Недостаточная мощность приводит к неполному расплавлению осаждаемого материала, в то время как, избыточная мощность приводит к чрезмерному расплавлению субстрата и нежелательному ослаблению покрытия. Время воздействия луча порядка 0,1 с обеспечивает смешивание и гомогенизацию

наплавляемого слоя при отверждении и остывании поверхности достаточно быстром для формирования хорошей микроструктуры с превосходными свойствами, которые сопоставимы с крупнозернистыми покрытиями, получаемыми традиционными технологиями наплавки. Покрытие отдельной области небольшого размера может быть выполнено за один проход, при котором ширина лазерного луча определяется требуемой шириной покрытия, а скорость его перемещения может достигать до 1 м/мин. При нанесении покрытий на большие площади преследуется цель максимизации скорости нанесения покрытия за счет использования ширины луча и скорости его перемещения, которые удовлетворяют требованиям удельной мощности и времени воздействия. В таких случаях часто требуются параллельные перекрывающиеся дорожки.

Использование проволоки как альтернативы порошкам имеет ряд важных преимуществ. Например, в ее случае использование материала составляет 100% независимо от геометрии детали. Подача материала не подвержена влиянию гравитации. Процесс наплавки является чистым и более безопасным для оператора и используемого оборудования. Также проволока имеет меньшую удельную поверхность, что обеспечивает благоприятные условия для обработки материалов, склонных вступать в химические реакции с окружающей атмосферой, таких как титан и алюминий. Однако это требует сложной технологии подачи проволоки, независимой от направления наплавки. Поэтому восстановление трехмерных металлических конструкций сложной геометрической формы до сих пор остается прерогативой лазерных излучателей с ручным управлением. Они обладают достаточной эффективностью и гибкостью, но страдают от субъективных факторов, таких как квалификация оператора. Ограничениями также выступают пониженные скорости наплавки и габаритные размеры изделий.

Несмотря на свои очевидные достоинства, технология лазерной наплавки имеет и ряд недостатков. К ним следует отнести:

- относительно высокие стоимость оборудования и эксплуатационные расходы;
- недостаток информации о технологических и финансовых выгодах;
- сопротивление со стороны промышленности, вызванное негативным опытом использования ранних ненадежных образцов лазеров;
- негативное отношение промышленно-производственного персонала, обусловленное потенциальной угрозой сокращения рабочих мест за счет автоматизации ручного труда;
- отсутствие либо необходимость переподготовки специалистов;
- неизученные проблемы технического характера, которые могут иметь место при освоении технологии.

Как было отмечено выше, одним из недостатков перспективной технологии лазерной наплавки является отсутствие специалистов соответствующего профиля. Подготовка высококвалифицированных специалистов в этой области может сократить существующий технологический разрыв между передовым и традиционным секторами производства. К сожалению, современные образова-

тельные программы университетов, связанные с лазерной обработкой материалов, являются очень ограниченными, главным образом, по причине недостатка базы знаний и доступности мощного лазерного оборудования. Лишь немногие университеты по всему миру имеют в своем распоряжении высокомощные лазеры, в связи с чем изучение технологий лазерной обработки материалов, в большинстве случаев, не подкреплено практической составляющей. Кроме того, данная область является многодисциплинарной и включает в себя ряд областей научного знания, таких как оптика, теория автоматического управления, робототехника и материаловедение, что еще более осложняет подготовку соответствующих специалистов.

Однако на протяжении последних пятидесяти лет наблюдается экспоненциальный рост продажи лазерных систем. В период между 1980 и 1990 годами ежегодный рост продаж исчислялся двухзначными цифрами, и лишь немного умерился из-за экономических потрясений начала 90-х годов и последнего экономического кризиса. На начало нового тысячелетия было продано около 125000 промышленных лазеров. И если их продажи в последующие годы будут расти такими же темпами, то число лазерных систем, используемых в промышленности, будет удваиваться каждые пять лет.

По этой причине важность изучения предметной составляющей лазерной обработки материалов была признана лишь недавно. Количество часов, отводимых университетами на изучение данного предмета, относительно мало по сравнению с изучением традиционных технологий обработки, и их увеличение запаздывает по отношению к расширению использования лазерных технологий в промышленности. Например, магистрантам инженерно-технических направлений может отводиться всего лишь несколько часов на рассмотрение особенностей использования лазерных технологий в производстве и их технических преимуществ, что в контексте складывающейся ситуации недопустимо мал*о*.

Решением отмеченной проблемы может служить объединение усилий промышленных предприятий и центров профессионально-технической подготовки по разработке соответствующих образовательных курсов, призванных удовлетворить растущую потребность в специалистах необходимой квалификации. При этом быстрые темпы изменений в промышленных лазерных технологиях означают, что квалификация этих специалистов должна постоянно повышаться. Кроме того, следует уделять внимание проведению конференций и промышленных семинаров, которые имеют первостепенное значение для распространения лазерных технологий в производстве между практикующими их производственниками и заинтересованными в них сторонами, что позволит находить приемлемые инновационные решения производственных проблем.

Список литературы

1. Gedda, H. Laser Cladding: An Experimental and Theoretical Investigation: doctoral thesis / H. Gedda. – Lulea: University of Technology, 2004. – 90 p.

2. *Torims, T. The Application of Laser Cladding to Mechanical Component Repair, Renovation and Regeneration / T. Torims // DAAAM International Scientific Book. – 2013. – Vol. 12. – P. 587-608.*

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ШТАМПОВКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Коротков Ю.Д.
Оренбургский государственный университет

Конструкции деталей и узлов на предприятиях оборонной промышленности отличаются большим разнообразием с применением различных высокотвердых материалов, в том числе и таких, формообразование которых известными способами при механической обработки затруднено, а иногда и невозможно[1]. Большое значение в создании космических аппаратов играют титановые сплавы ввиду их низкой плотности, высокой коррозионной стойкости и удельной прочности, превышающей прочность алюминиевых и магниевых сплавов. Применение титановых сплавов позволяет снизить вес при обеспечении высокого уровня прочностных характеристик и повысить надежность конструкции.

Одной из передовых технологий, которая позволяет получать высококачественные детали требуемой геометрии и экономить металл, является объемная изотермическая штамповка. Процесс реализуется на специальных прессах с применением штамповой оснастки.

В отличие от обычной объемной горячей штамповки при изотермической штамповке требуется, чтобы штамп и штампуемая заготовка были нагреты в процессе деформирования до одной и той же высокой температуры (700-950ºС), что исключает нежелательное охлаждение поверхности заготовки и возникающий перепад температур. Это существенно улучшает условия для пластического течения материала в полость штампа и позволяет получать высококачественные заготовки, значительно более близкие по форме к конечным требованиям. Деталь, полученная изотермической штамповкой, не требует дальнейшей механической обработки. Это особенно актуально при изготовлении крупногабаритных деталей типа плоских и криволинейных панелей, замкнутых оболочек, обтекателей и обшивок, выходящих на наружный контур изделия.

Однако при изотермической штамповке требуется применение более дорогих материалов для изготовления штамповой оснастки и сложного оборудования для точного поддержания температуры штампа в процессе деформирования металла

Оборудование и инструмент

Специфика горячего деформирования в изотермических условиях предъявляет особые требования к конструкции и материалам штамповой оснастки и деформирующему оборудованию. Изотермические условия можно создать в специальных штамповых блоках, позволяющих со сравнительно небольшими затратами энергии нагревать инструмент до температуры деформации. Заготовки нагревают в автономном нагревателе или непосредственно в штамповом блоке.

Для практического осуществления изотермической штамповки необходимо обеспечить:

1. Нагрев штампа до высокой температуры (для титановых сплавов - до 700-950°С) и поддержание ее постоянной в процессе штамповки.
2. Работоспособность штамповой оснастки в условиях длительного нагрева до температуры деформации.
3. Надежную теплоизоляцию рабочих частей пресса и окружающего пространства от нагретого до высокой температуры инструмента.

Специальный комплекс для изотермического деформирования включает:

1. Систему нагрева штампа с устройством для теплоизоляции штампов и штампового пространства.
2. Механизм установки нагретого штампа в нагревательную камеру, удаления из камеры.
3. Пресс, оснащенный:

– нагревательной камерой с механизмами закрепления нижней половины штампа к нижней плите камеры и верхней половины штампа к верхней подвижной плите камеры;

– системой регулирования, контроля и регистрации температуры; времени нагрева заготовки; скорости рабочего хода ползуна от 0,5 до 10 мм/сек;

– системой охлаждения.

4. Требования к размещению относительно другого оборудования.

Нагрев печи производится излучением и конвекцией от электронагревательных элементов, расположенных вдоль боковых и задней стенок, на поду и двери. Печь оснащена специально предназначенной оснасткой - литой жаропрочной подовой плитой (максимальная температура применения - 1150°С). Нагрев производится с пяти сторон, с помощью нагревательных элементов, спирального типа. Контроль и регулирование температуры в электропечи осуществляется электронным шкафом управления с цифровой индикацией температуры, который выполнен в виде отдельного шкафа и взаимодействует с термопарами, установленными в рабочей камере электропечи. Система сбора и хранения информации на базе персонального компьютера служит для отображения в реальном времени, сбора и хранения технологических данных о ходе процесса [2].

В качестве деформирующего оборудования для изотермической штамповки используют, как правило, гидравлические прессы. Габаритные размеры рабочего пространства пресса должны быть достаточными для размещения штампового блока установки, а открытая высота должна позволять заменять инструмент без демонтажа блока с пресса.

Для предотвращения нагрева ползуна и стола пресса нижнюю и верхнюю опорные плиты охлаждают водой. В плитах предусмотрены специальные пазы для змеевиков из трубки прямоугольного сечения. От стола и ползуна пресса

опорные плиты изолированы асбоцементными плитами. Загрузка заготовок в штамп и выгрузка осуществляются через рабочее окно с открытой плоскостью разъема штампов.

Штампы и штамподержатели изготавливают из жаропрочных сплавов ЖС6-К, ЖС6-У. Опорные плиты изготавливают из коррозионностойкой стали Х18Н9Т. Подкладные плиты изготавливают из жаропрочного сплава ХН77ТЮР или сплавов 5ХНМ, 5ХНВ, 4Х5В2ФС, 4Х5МФС и др. Кожухи изготавливают из листов жаропрочного сплава (внутренний) и коррозионностойкой стали (наружный).

Типовой технологический процесс изотермической штамповки заготовок из листового титанового сплава включает следующие операции:

1. Нагрев штампа в отдельной печи с выкатным подом.
2. Перенос нагретого до 700÷950°С штампа к прессу.
3. Установка нагретого штампа в термокамеру пресса с температурой, обеспечивающей сохранение температуры штампа длительное время.
4. Закрепление штампа в термокамере.
5. Установка заготовки в штамп – выдержка время для нагрева заготовки до температуры термокамеры.
6. Штамповка по режиму, отработанному предварительно на образцах (температура, скорость ползуна, время выдержки).
7. Удаление детали из термокамеры – на стол для охлаждения деталей.
8. Удаление штампа из термокамеры – на стеллаж для охлаждения и хранения штампа.

Список литературы

1. *Коротков Ю.Д. Особенности электроэрозионной обработки / Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург , 2017. –704 с. : ил. – ISBN 978-5-7410-1850-7.*
2. *Официальный сайт ЗАО «Накал» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.nakal.ru/.*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНОЧНОГО ПАРКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кравцов А.Г., канд. техн. наук, доцент, Хаеров К.П.
Оренбургский государственный университет

Немного существует сегодня стран (государств), обладающих таким уровнем суверенитета, который позволяет им самостоятельно определять собственную судьбу и пути развития (Америка, Канада, Германия, Китай). При этом все перечисленные государства имеют развитое промышленное производство, основу которого составляет машиностроение. Все разговоры о постиндустриальном обществе, на сегодняшний день, представляют собой, в б***о***льшей степени, мечту или желаемую цель, нежели реальность. И поэтому разговоры об отсутствии необходимости иметь развитое промышленное производство (речь не идет о добывающей отрасли) мягко говоря – преувеличение (либо – заблуждение), а можно сказать и “происки конкурентов”. По этой причине решение задачи национальной безопасности и сохранения суверенитета России неотъемлемо связано с задачей развития машиностроения направленного не только (и не столько) на переработку продуктов добывающих отраслей.

Поскольку создание любой детали, узла или машины в машиностроении происходит в некой технологической системе, а в механообработке, без которой машиностроение пока еще не обходится, основным компонентом этой системы при обработке резанием является металлорежущий станок, то и базу любой индустрии составляет ее станочный парк. Таким образом, для развития промышленного производства необходимо развивать, в первую очередь станкостроение, так как станкостроительная отрасль, производит машины для создания машин.

Не останавливаясь на деталях, констатируем только то, что сегодня промышленное производство находится не в самом лучшем своем состоянии. Причиной тому послужили имевшие место в недавнем прошлом и не исключенные полностью еще и сегодня субъективных ошибок в определении стратегии развития нашего государства и ее реализации. По некоторым данным [1] парк станков машиностроительных предприятий России составляет по данным на 2016 год от 1,5 до 2,0 млн. единиц. При этом состояние этого оборудования как физическое, так и моральное, мягко говоря, весьма различно. Возможности отечественного станкостроения сегодня не способны выпускать более 3-х или максимум 4-х тысяч станков в год. Импорт высокотехнологичного станочного оборудования затруднен либо невозможен, что обусловлено известной экономической политикой стран конкурентов. Немаловажным фактором сегодня является и переформатированная структура отечественного станкостроения. Основные поставщики комплектующих для российских станкостроительных предприятий – иностранные фирмы. Это также неблагоприятно сказывается на его возможностях.

Отметим, что достижение поставленной цели связано не только с увеличением станочного парка, но и с изменением его качественной структуры.

Современное машиностроение не возможно в целом ряден случаев без использования станков высочайшего класса точности. Примерами таких отраслей машиностроения могут служить приборостроение, изготовление средств медицинской техники, авиастроение, автомобилестроение, космос, робототехника. Здесь же следует сказать, что свойства современного машиностроительного производства сегодня сильно изменилось. Эти изменения связаны с изменениями свойств и требований рынка машиностроительной продукции, непрерывно подверженному влиянию достижений в области науки, техники и технологий.

Одним из серьезных изменений в структуре современного станочного парка является значительный рост доли станков с программным управлением (ПУ) в общем балансе.

Одним первых наиболее доступных и реальных шагов по выходу из сложившейся ситуации может послужить модернизация имеющегося парка металлорежущего оборудования. Под модернизацией в данном случае следует понимать не только и не столько восстановление работоспособности оборудования с параметрами его технико-экономических показателей и других характеристик, установленными в их технических паспортах или иных регламентирующих документах (или даже с более высокими), но и существенное повышение уровня его технологической оснащенности и/или потребительских свойств. Придание станку новых для него свойств и возможностей, позволяет реализовать с его использованием современные технологии металлообработки. В ходе модернизации оборудование также может претерпеть некоторые конструктивные изменения, наделяющие станок возможностью выполнения работ, к которым он не был предназначен изначально, или работ не свойственных вообще станкам данной технологической группы.

Устоявшимися основными направлениями модернизации станочного оборудования на сегодняшний день являются:

– повышение уровня автоматизации;
– концентрация операций и переходов;
– улучшение показателей точности;
– расширение технологических возможностей;
– изменение технологического назначения;
– улучшение эксплуатационных качеств;
– повышение производительности;
– повышение гибкости.

Модернизация станков имеет целый ряд достоинств по сравнению с приобретением нового оборудования. К этим достоинствам относятся:

– возможность приобретения и использования технически более совершенного оборудования без особых изменений в планировке и компоновке участка или цеха;

– получение более совершенных станов, корпусные, базовые и другие детали несущих систем которых имеют низкий уровень внутренних напряжений, так как они, по сути прошли процедуру естественного старения;

– получение оборудования в более короткие сроки, по сравнению с изготовлением нового станка;

– и, что немаловажно, меньшая стоимость (приобретение нового оборудования к модернизации может достигать соотношения 1:5) [2].

В ходе модернизации уровень автоматизации может быть повышен за счет, например, сокращения вспомогательного времени, затрачиваемого на смену инструмента. Достигается это оснащением станков инструментальными магазинами или револьверными головками для автоматической смены инструмента, при этом станок переводится на управление либо от системы числового программного управления (ЧПУ) с современными приводами, либо от систем предварительного набора координат и с цифровой индикацией положения рабочих органов. Например, на токарный станок 16А20 вместо базового 4-х позиционного резцедержателя может быть установлена 6-ти позиционная револьверная головка, как показано на рисунке 1, и самая простая система ЧПУ оперативного управления.

Установка револьверной головки, например, на угловые салазки, как показано на рисунке 2, позволяет изменить систему координат станка, дополнительно введя еще одну управляемую координату, что значительно расширяет технологические возможности станка.

Что касается оснащения станков в процессе их модернизации системами ЧПУ, то тут следует остановиться чуть подробнее. Дело в том, что свойства современных обрабатывающих производств, определяются целым рядом факторов. К ним относятся и сложность конструкций деталей, применяемых в узлах современных машин, и их свойства, и требования к точности и качеству их изготовления. Кроме того существенно изменился уровень развития информационных технологий, что привело к росту их возможностей. Существенно расширился перечень различных систем, в основе функционирования которых лежит использование персонального компьютера (ПК), а так же различных программных продуктов изменились их возможности, серьезным образом трансформировав процедуру технологической подготовки производства (ТПП). Перечисленные факты способствуют тому, что даже единичное (индивидуальное) производство скорее нуждается, чем может строиться, на базе станков с ЧПУ.

Помимо того, что просто использование оборудования с ЧПУ характеризуется повышенной концентрацией операций и переходов, выполняемых на одном станке, расширение технологических возможностей станка за счет установки на нем дополнительного оборудования, позволяющего выполнять на нем несвойственные данному станку работы, по сути, превращает станок в многоцелевой. Например, установка фрезерной головки на токарный станок позволяет выполнять фрезерные операции, не изменяя базирование детали. Кроме того установка дополнительных узлов и агрегатов на базовый металлообрабатывающий станок позволяет совмещать операций или переходы, выполнявшихся

ранее последовательно на одном и том же станке, что способствует повышению его производительности.

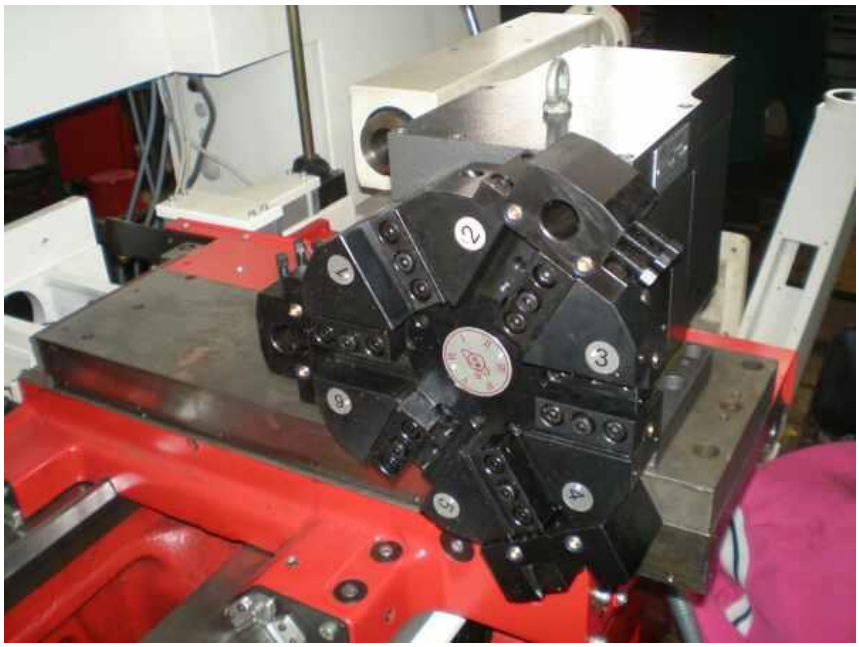
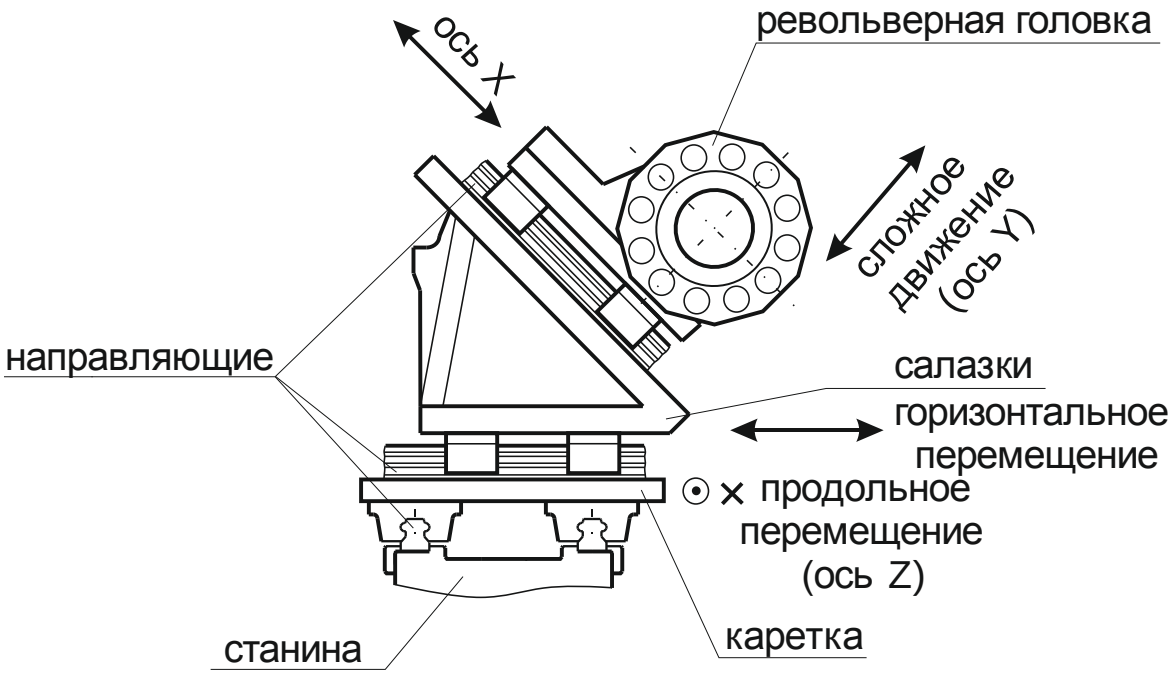


Рисунок 1 – Шестипозиционная револьверная головка на 16А20



⊗ – обозначение ноля (начала) системы координат; ⊙ – обозначение направления движения от плоскости рисунка к смотрящему; × – обозначение направления движения от смотрящего к плоскости рисунка.

Рисунок 2 – Система координат станка с угловыми салазками

Повысить показатели точности станка возможно путем реализации целого перечня конструктивных, организационно-технических и технологических мероприятий. Например, к таким конструктивным мероприятиям можно отнести установку современных гидростатических направляющих, или современных направляющих качения LM направляющих, структура которых показана на рисунке 3. Кроме того для повышения жесткости и, соответственно, точности станка в ходе модернизации механизмы преобразования вращательного движения в поступательное конструктивно могут быть реализованы шарико-винтовыми парами. Сам шпиндель, в зависимости от требований к его точности может быть установлен в опоры, использующие соответствующие подшипники.

Для улучшения эксплуатационных качеств станков в процессе модернизации проводят мероприятия по снижению расходов на вспомогательную рабочую силу и материалы, на текущий и капитальный ремонт модернизированных станков.

Как уже отмечалось выше установка на станок УЧПУ, современных приводов главного движения и приводов подач на базе с высокоскоростных и высокомоментных двигателей с ШИМ или векторным регулированием обеспечивает одновременное решение задач и повышения производительности и расширения технологических возможностей и повышения точности.

Повышение гибкости происходит в основном за счет оснащения современной системой ЧПУ которая позволяет достаточно быстро осваивать новые виды изделий.

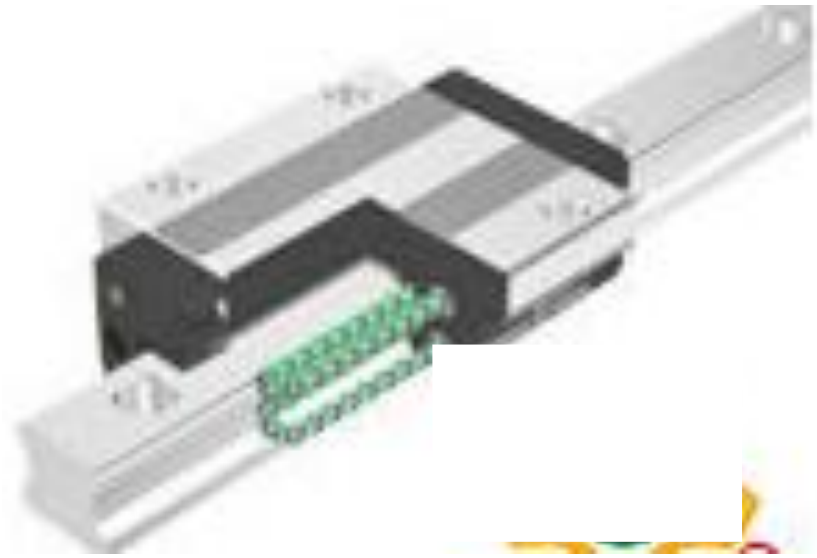


Рисунок 3 – Структура LM направляющей

Из всех перечисленных мероприятий особо следует выделить одно – замену системы управления станка на систему ЧПУ. В наибольшей степени именно установка на станок СЧПУ позволяет значительно расширить перечень

и диапазон возможностей реализуемых мероприятий по модернизации станка и наиболее полно реализовать данную процедуру, достигая максимальной ее эффективности.

Список литературы

1. *О модернизации станочного парка промышленных предприятий / Л. Толстых, С. Гора //Станкоинструмент: наука, проектирование, производство. – 2016. - № 1. – С. 30 – 38.Электронная версия. Режим доступа: http://станко-ремонт.рф/news/6*

2. *Станок на « прокачку» // Металлообработка и станкостроение: Мир станкостроения и технологий. – Сентябрь. – С. 22 – 25. Электронная версия журнала доступна на сайте http://www.metstank.ru*

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Кузнецов А.В., Кузнецова Е.Н.
Оренбургский государственный университет

Обработку магниевых сплавов производят без охлаждения или, в случае необходимости, с охлаждением сжатым воздухом или минеральным маслом по ГОСТ 20799-88. Подачи выбираются максимально возможные, допустимые:

- мощностью станка и прочностью механизма подачи
- жесткостью системы СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь)
- требованиями шероховатости обработанной поверхности.

Работа с подачами менее 0,05 мм/об не допускается ввиду воспламенения стружки. Не допускается трение инструмента об изделие при выключенной подачи. [1] Механические свойства магниевых сплавов приведены в таблице №1. Обработку магниевых сплавов производят без охлаждения или, в случае необходимости, с охлаждением сжатым воздухом или минеральным маслом по ГОСТ 20799-88. Работа с подачами менее 0,05 мм/об не допускается ввиду воспламенения стружки.

Таблица №1 - Механические свойства магниевых сплавов

Марка сплава	Состояние сплава	Механические свойства прутков по ГОСТ 18351-73	
		Временное сопротивление $б_в$, МПа	Относительное удлинение δ, %
МА2	Без термической обработки	200-250	5-6
МА2-1		260	8
МА2-1		250-260	5-8
МА5	Закаленный	270-300	4-6
	Без термической обработки	270-300	4-6
МА8	Без термической обработки	180-220	1-4
МА14 (ВМ65-1)	Искусственно состаренный	270-320	4-6
Марка сплава	Состояние сплава	Механические свойства прутков по ГОСТ 18351-73	
		Временное сопротивление $б_в$, Мпа	Относительное удлинение δ, %

МЛ5	Без термической обработки	150	-
	Отожженный	150	-
	Закалка и старение	230	-

Требования к производственным помещениям, в которых осуществляются процессы обработки резанием магниевых сплавов.

Обработка резанием магниевых сплавов должна проводиться в специально выделенных помещениях. Разрешается размещать по согласованию с органами государственного пожарного и санитарного надзора отдельные участки обработки магниевых сплавов в общих механообрабатывающих цехах, кроме участков полирования и шлифования. Помещения в которых производится обработка или хранение изделий из магния, относятся к помещениям пожароопасных производств категории В по СНиП 11-90-81 и классу П-II по Правилам устройства электроустановок. Полировальные и шлифовальные отделения помещений относятся к помещениям взрывопожарных производств категории Б.

Помещения обработки магния и его сплавов должны оборудоваться установками автоматического пожаротушения и приборами пожарной сигнализации.

Требования к вентиляции.

Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях помимо местных отсасывающих устройств, обеспечивающих удаление вредных веществ из зоны резания (пыли, мелкой стружки и аэрозолей СОТС (смазочно-охлаждающие технологические средства)), должна быть предусмотрена приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции. Воздуховоды для удаления магниевой пыли имеют гладкие внутренние поверхности без карманов и углублений (исключающих скапливание пыли), минимальные длину и число поворотов. Для удаления магниевой пыли воздуховоды установок оснащены клапанами, открывающимися из взрывоопасного помещения наружу.

При шлифовке и полировке изделий из магниевых сплавов воздух удаляется специальными отсасывающими устройствами. Он проходит очистку через масляные фильтра, после чего удаляется при помощи вентилятора. Вентиляторы и фильтры изолируются от цехов ведущих обработку из магниевых сплавов. Воздуховоды вентиляционных установок и пылеприемники оснащаются заземлением, с целью снятия статического электричества. [2]

Требования к механической обработке.

1. Магниевые сплавы обладают повышенной склонностью к окислению и возгоранию. Под рабочие места необходимо выделить помещение оборудованное средствами пожаротушения: ящик с сухим флюсом или сухим песком, или

одеяло асбестовое. Отходы магния и магниевых сплавов собираются в металлические металлосборники с плотно закрывающимися крышками, имеющие надпись «Отходы магния», устанавливаемые на расстоянии не менее 6м от станков в соответствии с действующими правилами по технике безопасности и пожарной безопасности для предотвращения разбрасывания отходов.

2. При механической обработке магния рекомендуется применение охлаждения сжатым воздухом. Применение водосмешиваемых СОТС огнеопасно, т.к. оксид магния в присутствии воды в процессе окисления образует газообразный водород, который может взорваться. И далее при низких температурах существует опасность самовоспламенения стружки. В качестве охлаждающей жидкости возможно применение миндального масла. Масло должно быть свободным от кислот и влаг.

3. Станки и рабочие места должны очищаться от стружки и пыли не реже 2-3 раз в смену. Уборка рабочих мест от магниевой стружки и пыли должна производиться способом, исключающим появление пыли и аэрозолей в воздухе рабочей зоны. Запрещается смешивать отходы магниевых сплавов с отходами других металлов. Спец. одежда работающих по обработке магниевых сплавов должна систематически очищаться от осевшей магниевой пыли, проветриваться, храниться в металлических шкафах и стираться не реже одного раза в неделю

4. Токарную обработку необходимо вести острым, правильно заточенным спец. инструментом, исключающим возможность большого трения. При работе тупым резцом температура стружки резко повышается вплоть до того, что начинается ее горение. При работе желательно получать возможно более толстую стружку. Тонкая стружка плохо отводит тепло и легко загорается. Форма резца должна обеспечивать достаточное стружко-ломное пространство для уменьшения трения и перегрева стружки. Необходимо применять поэтому возможно большие подачи, допускаемые конструкцией станка. Работа с подачами менее 0,05 мм не рекомендуется. Следует избегать трения при работе с тупым инструментом, при работе с малыми подачами или при выключенной подаче станка. При токарных работах с резцами из углеродистой или быстрорежущей стали скорость резания достигает 1000-1500 м/мин. Применение пластинок из твердых сплавов дает возможность довести скорость резания до 3000 м/мин и более.

5. При фрезеровании применяется скорость резания 500-1500 м/мин спец. фрезами с меньшем числом зубьев и более широкими канавки для стружки. Подачи в зависимости от заданных параметров шероховатости поверхности следует принимать по таблице 2. Углы заточки инструмента должны быть выбраны в соответствии с имеющимися нормами в зависимости от материала и типа фрезы. Во многих случаях конструкция фрез для обработки магниевых сплавов отличается от нормальных, применяемых для стали и алюминиевых сплавов, уменьшенным количеством зубьев и более широкими канавками для размещения стружки. [2]

Таблица №2 - Подачи в зависимости от заданных параметров шероховатости поверхности

Параметр шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73, мкм, не более	Подача на зуб S_z, мм/зуб
R_z 40	0,40-0,50
R_z 20	0,30-0,40
R_z 1.6	0,10-0,20
R_z 0.80	0,06-0,08

6. При сверлении, зенкеровании, развертывании работать на больших подачах инструментом из быстрорежущей стали марки Р6М5. Малые подачи способствуют получению витой стружки, которая может застревать в канавках сверла. Режимы сверления, зенкерования, развертывания следует назначать по таблицам №3-5.[2] При сверлении, зенкеровании, развертывании следует применять спец. инструмент с большим углом спирали с доведенными ленточками и полированными канавками, что увеличивает трудоемкость изготовления. За критерии затупления зенкера следует принимать износ по задним поверхностям в местах сопряжения главных режущих лезвий и ленточек, равный 0,25 мм. Критерии затупления зубьев развертки является выход размера отверстия из поля допуска и увеличение параметра шероховатости поверхности.

Таблица №3 - Подачи в зависимости от диаметра сверла

Диаметр сверла D, мм	Группа подачи		
	I	II	III
	Подача S, мм/об		
От 1 до 3	0,10	0,08	0,05
Св. 3 до 5	0,20	0,15	0,10
Св. 5 до 8	0,40	0,30	0,20
Св. 8 до 10	0,50	0,38	0,25
Св. 10 до 12	0,60	0,45	0,30
Св. 12 до 15	0,70	0,52	0,35
Св. 15 до 20	0,80	0,60	0,40
Св. 20 до 30	1,00	0,75	0,50

Таблица №4 - Режимы резания при зенкеровании

Диаметр зенкера D, мм	Припуск под зенкерование на диаметр, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин
Зенкеры цельные			
До 10	0,8-1,0	0,5-0,7	20-23
		1,0-1,5	14-17
Св. 10 до 20		0,5-0,7	30-45
		1,0-1,5	20-32
		2,0-3,0	17-23
Св. 20 до 35	1,0-2,0	0,5-1,0	40-55
		1,5-2,0	28-40
		3,0-4,0	20-28
Зенкеры насадные			
Св. 35 до 60	2,0-3,0	1,0-1,5	20-40
		2,0-3,0	18-27
Св. 60 до 80	3,0-5,0	1,0-2,0	35-50
		3,0-4,0	25-30

Таблица №5 - Режимы резания при развертывании

Диаметр развертки D, мм	Припуск под развертывание на диаметр, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин
До 10	0,2	0,12-0,62	10-30
Св. 10 до 20	0,3	0,15-0,75	
Св. 20 до 30		0,24-0,90	20-40 25-50
Св. 30 до 50	0,4	0,95-1,05	
Св. 50 до 80		1,10-1,20	

Список литературы

1. ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. С. 3-5

2. ОСТ 92-2187-82 Обработка магниевых сплавов, С. 58-60, 84, 88.

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ И СОПРВОЖДЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Кушнерова И.А., Дудоров В.Б., доцент
Оренбургский государственный университет

Инструментальные программные средства (ИПС) – это специализированные программы и программные системы, использующиеся в ходе разработок, корректировок и для развития прикладных или системных программ.

ИПС по функциональным возможностям и назначению схожи с системами программирования, их классификация представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Классификация инструментальных программ

ИПС оказывают вспомогательную роль, что способствует возрастанию эффективности на всех стадиях разработки программного обеспечения.

На практике применение ИПС обусловлено следующими обстоятельствами:

– в пределах определенного плана структура инструментальных средств ориентируется предназначением, пакетом решаемых задач и другими чертами создаваемых продуктов;

– принадлежность инструментальных средств к пакету задач, связанному с определенным рубежом разработки, не означает что все они будут использованы, так как могут быть применены и альтернативные варианты;

– задачи, нацеленные на получение предварительных результатов, напрямую не включаемых в плановые и информационные составляющие продукта, в принципе имеют шансы быть решены без использования ИПС;

– при верной организации дел исполнители действуют в пределах своей компетенции, используя релевантный инструментарий.

В зависимости от объема решаемых задач инструментальные средства принято делить на локальные и групповые.

Первые нацелены на реализацию ограниченного круга работ, вторые предусмотрены для решения широкой совокупности взаимосвязанных друг с другом задач.

Комплексный инструментарий реализуется либо в рамках инструментальных сред, интегрирующих большое количество функций, либо в виде пакетов, представляющих собой наборы совместимых и дополняющих друг друга систем.

По целевой ориентации ИПС разделяются на специализированные и универсальные. Специализированные инструментарии предназначены для решения задач, которые связанны с созданием дополнений некоторого вида, принимая их отличительные черты.

Универсальные средства помогают решать определенные задачи, не зависящие от конечных целей, которые ставят перед собой разработчики.

К специализированным средствам относятся:

– системы автоматизации проектировок;
– эксклюзивные плановые системы;
– программы-консультанты.

Универсальные средства, представляют распространенные информационные технологии (рисунок 2).

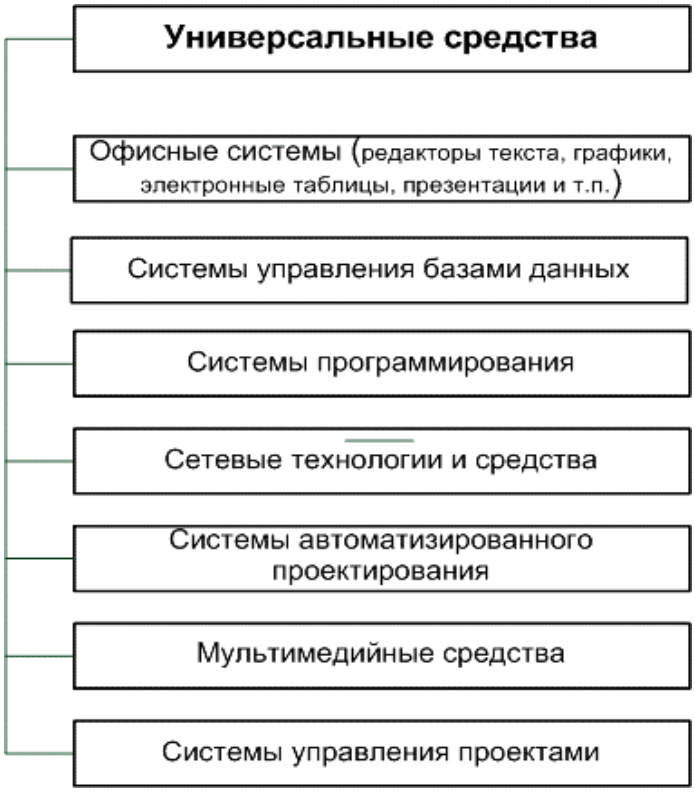


Рисунок 2 – Состав инструментальных средств

Основные факторы, которые влияют на выбор инструментальных средств, представлены на рисунке 3.

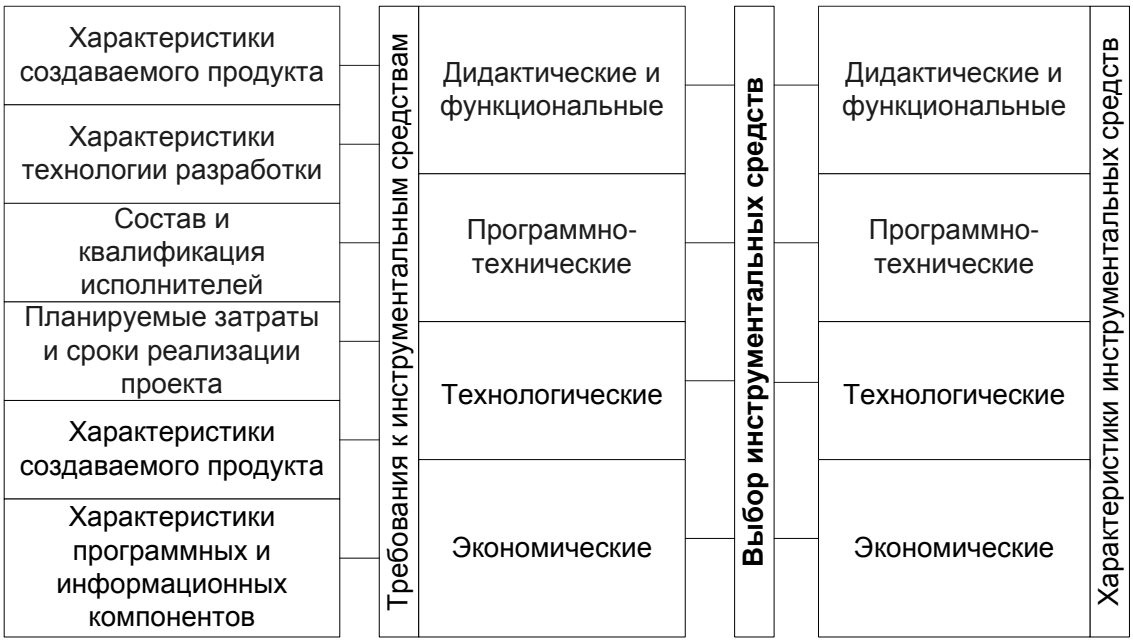


Рисунок 3 – Выбор инструментальных средств

Здесь могут быть выделены следующие основные группы.

Общие требования к программным средствам:

– характеристики создаваемого продукта;

– характеристики технологии разработки, которую планируется использовать;

– состав и квалификация исполнителей;

– планируемые затраты и сроки реализации проекта;

– характеристики программных и информационных компонентов, относящихся к заделу по проекту.

Требования к инструментальным средствам:

– дидактические и функциональные;

– программно – технические;

– технологические;

– экономические.

Характеристики инструментальных средств;

– дидактические и функциональные;

– программно – технические;

– технологические;

– экономические.

При разработке ИПС создания прикладного программного обеспечения:

– внедряют принципы CASE-технологий;

– используют объектно-ориентированный подход и визуальные средства разработки программ;

– используют интеллектуализированный инструментарий для создания необходимых ресурсов;

– расширяют поддержку различных мультимедийных технологий;

– обеспечивают возможность применения различных инструментариев пользователями, которые не являются профессионалами в программировании;

– создают условия для многократного использования ресурсов;

– обеспечивают возможность развития продукта без привлечения разработчиков и коллектива, чтобы решить определенную задачу.

В современных ИПС синхронизируется выполнение процедуры информационных процессов, которые интегрируются с функциями управления. В одном ряду со своими главными функциями, их прямо исполняет руководящий персонал.

Соответственно, используя в своей работе инструментальные программные средства, которые ориентированы на пользователей, не имеющих профессиональной компьютерной подготовки. То есть специалист-администратор нередко сам может автоматизировать реализацию важных для него операций обработки сведений, в то же время, выступая в роли постановщика задачи и разработчика программного обеспечения.

Таким образом, инструментальные программные средства обеспечивают поддержку сопровождения программного обеспечения на всех стадиях жизненного цикла.

Список литературы

1. *Корнеев, В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / В.В. Корнеев, А.Ф. Гареев. – М.: «Нолидж», 2000. – 352 с.*

2. *Андреев, А.А. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация / А.А. Андреев. – М. : Издательство МЭСИ, 1999. – 196 с.*

3. *Ибрагимов, И.М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения : учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / И.М. Ибрагимов ; под ред. А.Н. Ковшова. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский* центр «Академия», 2007. – 336 с.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Лосева М.В.
Оренбургский государственный университет

В различных отраслях промышленности, авиации при изготовлении конструкций применяется пайка. Даже при безупречной технологии пайки, вполне вероятно возникновение дефектов, которые могут стать причиной аварий. И сопровождаться огромными затратами и неприятными последствиями.

Пайку используют для получения не неразъемных соединений деталей путем введения между ними расплавленного вещества, с температурой плавления значительно ниже, чем у соединяемых материалов, называемого припоем. Спаиваемые поверхности детали (реже две поверхности детали), а так же припой и флюс, замедляющий вредные химические реакции и уменьшающий поверхностное натяжение, вводят в соприкосновение подвергают нагреву при температуре, значение которой лежит в интервале между значением температуры плавления материала деталей и значением плавления материала припоя. Прочность данного соединения зависит от наличия поверхностных, внутренних и сквозных дефектов[3]. Качество паяных изделий определяется их прочностью, надежностью, степенью работоспособности, возможностью выполнять специальные функции (электропроводность, теплопроводность)[5].

Раковины, трещины, поры, непропаи, шлаковые включения являются основными дефектами, которые влияют на общую функциональность и требуют обнаружения. Они разделены на два вида: связанные с заполнением расплавом припоя зазора между соединенными пайкой деталями и возникающие в процессе охлаждения изделия с температуры пайки. Дефекты первой группы связаны с особенностями заполнения капиллярных зазоров в процессе пайки, а вот дефекты второго типа обусловлены уменьшением растворимости газов в металлах при переходе их из жидкого состояния в твердое и усадочными явлениями[2].

Образование непропаев берут начало у границы раздела с паяемым металлом, чаще всего это является из-за неправильной конструкции паяного соединения, где происходит блокирование жидким припоем газа при наличии неравномерного нагрева или неравномерного зазора, местное отсутствие смачивания жидким припоем поверхности паяемого металла.

Блокирование остатков газа в швах в большинстве случаев появляются из-за неравномерности движения фронта жидкости при затекании припоя в зазор. Фронт дробится на участки ускоренного и замедленного продвижения, в результате чего отсекаются не большими объемы газа. Таким образом в шве происходит захват флюса и шлаков [4].Во время охлаждения соединения из-за уменьшения растворимости газов происходит их выделение и образование рассеянной газовой пористости. Опыт высокотемпературной пайки алюминиевых сплавов с предварительной дегазацией припоев и флюсов показывает, что пористость металла шва при этом резко уменьшается.

Другая причина рассеянной пористости является возникновение усадочной пористости. Характерно это для случая затвердевания сплава с рассширенным интервалом кристаллизации. При не больших зазорах усадочные междендритные пустоты и тянутся в виде цепочки в центральной части шва. При больших зазорах усадочные поры располагаются в шве более равномерно в междендритных пространствах[2].

Образование пор в паяных швах часто происходит из-за эффекта сфероидизации. В этом случае пористость в зоне шва возникает в результате нескомпенсированной диффузии атомов припоя и паяемого материала.

Трещины в паяных швах появляются под действием напряжений и деформаций металла изделия в процессе охлаждения. Их делят на два вида холодные (трещины, образующиеся при температуре до 200 С) и горячие (которые образуются при температуре выше 200 С) [3].

Они обычно имеют кристаллизационное или полигонизационное происхождение. В процессе кристаллизации скорость охлаждения высока и возникающие напряжения велики, а деформационная способность металла шва мала, то появляются кристаллизационные трещины. Полигонизационные трещины возникают уже при температурах ниже температуры солидуса после затвердевания сплава по так называемым полигонизационным границам, образующимся при выстраивании дислокации в металле в ряды и образовании сетки дислокаций под действием внутренних напряжений. Холодные трещины возникают в большинстве случаев в зоне спаев, особенно в случае образования прослойки хрупких интерметаллидов. Трещины в паяемом металле часто появляются в результате воздействия жидких припоев, которые вызывают адсорбционное понижение прочности[5].

Шлаковые или флюсовые включения могут возникнуть при недостаточно тщательной подготовке поверхности изделия к пайке, а также при нарушении ее режима. При слишком длительном нагреве под пайку флюс взаимодействует с паяемым металлом с образованием твердых остатков, которые плохо вытесняются из зазора припоем. Шлаковые включения также могут образоваться из-за взаимодействия припоев и флюсов с кислородом воздуха или пламенем горелки. Правильное конструирование, точность сборки под пайку, равномерность нагрева - вот условия бездефектности паяного соединения. В соответствии с требованиями технических условий паяные изделия подвергают различным методам неразрушающего и разрушающего контроля[4].

Поверхностные дефекты могут быть обнаружены оптическим, капиллярным (с помощью проникающих веществ: пенетранта, суспензий, и т.д.) и вихретоковым методом. Оптический контроль проводят визуально или используют лупу в сочетании с измерениями. Это позволяет проверить качество поверхности. Такой метод контроля является одним из простых методов и применим только для соединений, которые имеют доступные поверхности для осмотра. И делает его в некотором смысле похожим с методом контроля при помощи проникающих веществ[4].

Рассматривая вихретоковый вид неразрушающего контроля, можно определить то, что он является универсальным, хотя применим только для соединений, имеющих поверхности доступные для преобразователей дефектоскопов.

С помощью этого метода выявляются дефекты, которые расположены на глубине до 2 миллиметров. Помимо этих видов контроля применяются также акустический, радиационный.

Акустический вид контроля. Этот метод неразрушающего контроля основан на способности ультразвуковых колебаний отражаться от поверхности внутренних несплошносткй металла, что позволяет указать глубину залегания дефекта, несплошности или расслоения материала, непропая, определить их координаты и размеры, измерять толщины, обнаруживать, а также регистрировать развивающиеся трещины. Но помимо преимуществ этот вид контроля имеет ряд недостатков: большая мертвая зона пьезоэлектрического преобразователя, данный вид не гарантирует выявление одиночных пар, а также по полученным данным невозможно определить вид дефекта[1].

Один из наиболее рациональных методов УЗК косостыковых паяных соединений осуществляется двумя способами: контроль поверхности разделки и контроль углов разделки. Сам контроль проводится наклонным пьезоэлектрическим преобразователем (угол призмы которого равна пятидесяти градусам). Большим преимуществом данного метода является то, что он, в отличие от других современных методов, может осуществляться старыми моделями дефектоскопов. Конечно установка современного дефектоскопа делает его более экономически эффективным для внедрения в производстве, что, в конечном итоге, снижает себестоимость изготавливаемой продукции[2].

Наиболее распространенным методом контроля паяных соединений является радиографический и радиоскопический методы. Основной их недостаток - это необходимость специальной защиты сотрудников от ионизирующего излучения в соответствии с нормами безопасности и санитарными правилами.

Радиационный контроль. Выявление дефектов основано на различном поглощении металлом веществами проникающего излучения. В качестве источника излучений применяют рентгеновские аппараты, которые позволяют получить рентгеновское излучение[5].

Этот вид контроля обнаруживает поры, шлаковые включения, непроваровы, трещины. Помимо всего перечисленного он применяется для определения внутренних дефектов в паяных изделиях, дефектов в самом шве или паяемом металле. При проведении радиационного контроля паяных швов используют два основных метода.

1. Радиографический с фиксацией изображения на пленке (или, к примеру, бумаге). Его основное преимущество — возможность сохранения документального свидетельства результатов просвечивания и простота самого контроля. [1].

2. Радиоскопический (радиационная интроскопия). Дефект в этом случае наблюдается на флюороскопическом экране, экране электронно-оптического

преобразователя. Чувствительность радиоскопии несколько ниже, чем радиографии.

Основные методы разрушающего контроля. Паяные изделия подвергают испытанию разрушения: непосредственно само изделие, образцы, вырезанные с партии изделия, или образцы, паявшиеся по такой же технологии изделия, которые были предназначенны для проведения испытаний. Чтобы выявить механические свойства паяных соедющего контроля. Паяные изделия подвергают испытанию разрушения: непосредственно само изделие, образцы, вырезанные с партии изделия, или образцы, паявшиеся по такой же технологии изделия, которые были предназначенны для проведения испытаний. Чтобы выявить механические свойства паяных соединений проводят испытания паяных образцов при различных способах нагружения: растяжении, сжатии, изгибе, кручении[3].

Современные средства оптического и рентгеновского контроля позволяют обнаружить до 99,6% от общего числа дефектов различного типа, которые характерны для пайки. Одним из их основных отличий от применяемых ранее является то, что они основаны на модульной концепции. Это делает возможным расширение их возможностей в зависимости от требований производства. В зависимости от предъявляемых требований система может быть укомплектована разным количеством камер, отличающихся друг от друга разрешением. Высокоэффективные камеры обеспечивают максимальную глубину инспекции даже при незначительном времени использования. Применение угловой камеры позволяет находить ошибки, допущенные в технологическом процессе. [2]

Подводя итог анализа вышеперечисленных методов и средств контроля паяных соединений, и можно оценить наиболее прогрессивные из них. Необходимо сказать, что оптические и рентгеновские методы контроля представляют наибольший интерес для современной промышленности. Их развитие, а также развитие более безопасных ультразвуковых методов стало рентабельным решением на пути повышения качества производимой продукции.

Список литературы

1. Бакутин В. Н., Заика Ж. А., Карпов В. И. Определение дефектов пайки радиационным методом // Дефектоскопия. 2012.

2. Буслович С. Л., Гельфгат Ю. М., Коциныш И. А. Автоматизация пайки печатных плат. М: Энергия, 2006.

3. Ковшиков Е. К. Неразрушающий контроль качества эвтектической пайки кристалла кремния при сборке интегральных схем / В сб.: Неразрушающий контроль и системы управления качеством сварных и паяных соединений. М.: ЦРДЗ, 2012.

4. Румянцев С. В., Добромыслов В. А., Борисов О. И. Неразрушающие методы контроля паяных соединений. М.: Машиностроение, 2016.

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОЙ ДУГИ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Майстренко Н.Ю.
Оренбургский государственный университет

Как известно защитный газ оказывает влияние на физические и металлургические характеристики процесса сварки, предопределяя тем самым его технологические возможности качество и механические свойства металла шва. В настоящей работе, экспериментально, определялось влияние состава защитной газовой среды на физико-механические свойства сварного металла шва и технологические характеристики сварочной дуги (разбрызгивание, производительность в зависимости от диаметра, вылета, степени легирования электродной проволоки) в диапазоне токов 200-550 А. Ранее проведенные исследования [1-3], до конца, не позволяют судить об эффективности использования различных защитных газовых сред в их сопоставлении.

Также приведены данные о качестве и механических свойствах металла шва. При исследованиях наплавляли валики, эквивалентные шву с катетом 6 мм, на пластины (размером 14×70×350 мм) из стали Ст3сп. Поверхность пластин подвергалась пескоструйной очистке и обезжириванию нефрасом. Валики наплавлялись автоматом АДПГ-500 (источник питания ВС-300) проволокой Св-08Г2С диаметром 1,4-2,5 мм и Св-08Х20Н9Г7Т диаметром 1,4-2,0 мм. В качестве защитных газов использовали CO_2, CO_2+20% O_2 и Ar+5% O_2. Оптимальные соотношения между током и напряжением, обеспечивающие минимальное разбрызгивание и высокую устойчивость дуги, определялось по длине дуги. Потери на разбрызгивание, а так же производительность процесса сварки определяли по разности масс проволоки и пластин до и после сварки. В диапазоне малых значений тока потери на разбрызгивание невелики и составляют 2-6 %. Влияние защитной среды незначительно. В диапазоне средних значений тока разбрызгивание зависит от состава защитного газа. При использовании углекислого газа разбрызгивание максимально, при использовании же смеси Ar+5% O_2 минимально. Это связано с видом переноса электродного металла через дуговой промежуток. [1,2]. Характер изменения переноса электродного металла, а следовательно, и величины разбрызгивания можно проследить по осциллограммам тока и напряжения при сварке в углекислом газе и аргонокислородной смеси проволокой Св-08Г2С диаметром 1,4. Так, при сварке в диапазоне токов 250-280 А наблюдается смешанный перенос электродного металла, что сопровождается разбрызгиванием. Увеличение тока до 350-400 А способствует мелкокапельному переносу и резкому уменьшению разбрызгивания.

Установлено, что добавка кислорода к углекислому газу способствует измельчению капель электродного металла за счет изменения поверхностного натяжения, но не изменяет вида переноса капель [2]. Разница в величине разбрызгивания незначительна.

В диапазоне больших значений тока потери на разбрызгивание полностью зависят от длины дуги. При длине дуги менее 2 мм дуга заглубляется в сварочную ванну и приобретает режущие свойства. При длине дуги более 4 мм усиливается ее блуждание, разбрызгивание достигает 20% и более. Влияние защитной среды ослабевает, что связано с насыщением атмосферы дуги парами электродного металла [4, 5]. Для сварки в углекислом газе высоколегированной проволокой характерно постепенное увеличение разбрызгивания с увеличением тока для меньшего диаметра (1,4 мм) и уменьшение разбрызгивания для большего диаметра (2 мм)

При сварке в аргонокислородной смеси наблюдается незначительное увеличение потерь на угар и разбрызгивание во всем диапазоне значений сварочного тока. Так же при сварке в аргонокислородной смеси увеличение вылета существенно не сказывается на величине разбрызгивания для низколегированной проволоки. В данном случае при сварке проволокой большего диаметра рекомендуется использовать вылет 60 мм. Повешение степени легирования электродной проволоки приводит к увеличению потерь на разбрызгивание при сварке, как в углекислом газе, так и в аргонокислородной смеси. Результаты экспериментальных данных показывают, что наименьшие потери электродного металла на разбрызгивание достигаются при сварке в агонокислородной смеси во всем диапазоне рассматриваемых значений тока. В диапазоне струйного переноса разбрызгивание практически отсутствует. Степень разбрызгивания при сварке в смеси углекислого газа и кислорода та же, что и при сварке только в углекислом газе. Таким образом, наименьшие потери на разбрызгивание достигаются при использовании проволоки диаметром 1,4 мм и вылете не более 25 мм. Дальнейшее увеличение вылета приводит к увеличению разбрызгивания.

Наивысшая производительность (при одинаковых условиях) достигается при сварке в углекислом газе; низшая – в аргонокислородной смеси. При оценке производительности по наплавленному металлу наблюдается незначительное отклонение от указанной закономерности для проволоки диаметром 2 мм в диапазоне малых и средних значений тока, что связано с различными потерями электродного металла на разбрызгивание в зависимости от состава защитного газа. При сварке закаливающихся углеродистых сталей целесообразнее оценивать эффективность сварочной по продуктивности $G(кг/кВт\cdot ч)$ процесса сварки форм. (1) [5]:

$$G = \frac{F_H \gamma \upsilon}{IU}, \qquad (1)$$

где F_H - площадь сечения наплавленного валика или переплавленного металла;

γ - удельный вес;

I, U - сварочный ток и напряжение;

υ - скорость сварки.

Наибольшая эффективность (по количеству расплавленного электродного металла) действия сварочной дуги (исходя из критерия продуктивности) в зависимости от режима сварки и защитной среды достигается при сварке в аргонокислородной смеси, а меньшая – в смеси углекислого газа и кислорода. Наибольшей проплавляющей способностью обладают дуги при сварке в смесях газов, наименьшей – только в углекислом газе.

Защитная среда, определяя форму дуги, оказывает влияние на склонность металла шва к порообразованию. Швы, выполненные при сварке в углекислом газе и смеси его с кислородом (при токе до 500 А и скорости сварки до 70 м/ч), дефектов типа пор не имеют. Швы, особенно многослойные, выполненные в аргонокислородной смеси (при токе свыше 380-400 А), имеют большое количество вытянутых газовых полостей. Главной причиной порообразования, вероятнее всего, является форма дуги и величина ее силового воздействия на ванну расплавленного металла [6], пропорциональная квадрату сварочного тока. Правильность данного утверждения подтверждается отсутствием пор в металле шва при сварке в углекислом газе и смеси его с кислородом. В связи с этим при сварке в углекислом газе и смеси его с кислородом. В данных случаях дуга не имеет формы конуса.

Процесс порообразования при сварке в аргонокислородной смеси представляется следующим образом. Дуга при достижении определенной величины силового воздействия оттесняет жидкий металл, образуя газовую полость, ограниченную поверхность конуса дуги. Нависший над газовой полостью жидкий металл накрывает ее, и газы, находящиеся в полости, не успевают выделиться до кристаллизации металла сварочной ванны и остаются в макро объёмах закристаллизовавшегося металла шва [6]. В связи с этим при сварке в аргонокислородной смеси необходимо ограничивать ток дуги, чтобы получить беспористые швы.

Механические свойства оценивались в соответствии с ГОСТ 6996-66. Повышение механических свойств металла шва при сварке в аргонокислородной смеси (по сравнению со сваркой в углекислом газе) связано с меньшей засоренностью металла шва неметаллическими включениями типа 2FeO, SiO_2 и SiO_2, а так же меньшим содержанием остаточных газов O_2, N_2, H_2. Повышение чистоты металла шва связано с физико-химическими процессами взаимодействия аргона с жидким металлом [5].

Технологическая себестоимость 1 кг наплавленного металла при сварке в углекислом газе, смеси углекислого газа и кислорода и аргонокислородной смеси (проволока Св-08Г2С, диаметр 1,4 мм, сварочный ток 350 А) представляет соотношение 1:0,98:1,23 соответственно.

Итогами теоретического исследования и экспериментального исследования являются результаты, которые могут служить рекомендацией при выборе оптимального варианта технологии применительно к конкретной сварной конструкции.

Список литературы

1. *Петров А. В. Перенос металла в дуге при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов / А. В. Петров, Т. И. Семенов // Автоматическая сварка. — 2001. — № 5. — С. 11–14.*

2. *Казак В. Г. Перенос металла в дуге и проплавление основного металла при сварке в среде защитных газов/ В.Г. Казак, С.Т. Стимский, В.И. Галинич // Машиностроение — 2005. — № 4. — С. 41–44.*

3. *Потапьевский А. Г., К вопросу о механизме образования удлиненных газовых полостей при дуговой сварке / А. Г. Потапьевский, Г. Г. Чернышев // Сварочное производство - 2008. — № 9. — С. 11–16.*

4. *Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга / Г.И. Лесков, Н.П. Лавришев // Машиностроение. – 2009. – № 3. — С. 37–42.*

5. *Власов Н. Н., Применение инертного газа для улучшения качества стали Н. Н. Власов, П.Р. Кузьмичев // «СОУЭЛО» — 2007. — С. 22–24.*

6. *Деев Г.Ф. Дефекты сварных швов / Г.Ф. Деев И.Р. Пацкевич. Киев: Наук. Думка, 1989. – 208 с.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФФУЗИОННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Майстренко Н.Ю.
Оренбургский государственный университет

Обновление и внедрение в производство современных технологий является главной задачей научно-технического прогресса в машиностроительной промышленности. Одной из подобных технологий, при изготовлении составных конструкций РКТ из высокопрочных сплавов титана является применение диффузионной сварки [1]. Традиционные способы производства изделий основаны на использовании метода механической обработки, пайки, сварки плавлением и сборки. Они отличаются низким коэффициентом использования материала, применением сложнейшего механообрабатывающего оборудования и потребностью в задействовании большого количества сборочных единиц оснастки [3]. Это приводит к высоким затратам на изготовления в условиях среднесерийного производства.

Как показывает прогрессивная отечественная и зарубежная практика, использование технологии диффузионной сварки дает возможность получать, при наличии малого инструментария, различные виды сложных конструкций и изделий при значительном уменьшении цены и веса изделий, что особенно важно при производстве летательных аппаратов [2].

Основным преимуществом диффузионной сварки, как и других способов соединения в твердой фазе, является отсутствие плавления. Диффузионная сварка лучше всего протекает при вакууме не ниже 10^{-2} мм.рт. ст [4]. Одно из наиболее существенных достоинств диффузионной сварки – высокие показатели качества получаемых сварных соединений. При корректно выбранном режиме – температуре, давлении и времени сварки.

Целью данной работы является: определение физико-механических характеристик, при комнатной температуре, диффузионных сварных соединений из титанового сплава ВТ23, который широко применяется в конструкциях космической, ракетной, атомной и авиационной техники для изготовления днищ, шаровых баллонов, лонжеронов, шпангоутов, балок, стрингеров и др. силовых конструкций [5].

Определение физико-механических характеристик диффузионных сварных соединений производилось в следующем порядке:

- Определение химического состава исходного материала,
- Изготовление заготовок под сварку из титанового сплава ВТ23, плита толщиной 10 мм,
- Диффузионная сварка заготовок из сплава ВТ23,
- Иготовление образцов,
- Рентгенографический контроль образцов,
- Механические испытания образцов основного материала из сплава ВТ23 при комнатной температуре.

Сплав ВТ23 довольно легко обрабатывается давлением и поставляется главным образом в виде листов, он отлично подвергается ковке и штамповке, а так же выделяется высокой технологической пластичностью, что дает возможность при изготовлении из него деталей и узлов задействовать операции обработки давлением [2].

Определение химического состава титанового сплава ВТ23 плиты толщиной 10 мм производились на оптическом спектрометре FOUNDRY-MASTER в соответствии с ГОСТ 23902-79. В таблице 2 приведено процентное содержание химических элементов сплава ВТ23 в соответствии с ОСТ 1-90013-81.

Таблица 1 - Процентное содержание химических элементов в исходном материале

Al	**Zr**	**V**	**Mo**	**Cr**	**N_2**	**O_2**	**H_2**	**Si**	**Fe**	**C**	**Ti**	**Σ прим**
5,79	<0,005	4,73	1,8	1,12	≤0,05	≤0,15	≤0,015	0,0524	0,675	≤0,10	85,7	≤0,30

Отклонение процентного содержания химических элементов находится в допустимых пределах, следовательно, химический состав исходного материала соответствует ОСТ 1-90013-81.

Внешний вид заготовок под сварку образцов из титанового сплава ВТ23 толщиной плиты 25мм представлен на рис. 1

Рисунок 1 - Заготовки под сварку встык
из титанового сплава ВТ23

Для исключения возможности потери устойчивости свариваемых заготовок, передачи давления в зону сварки и создания условий локально направленной деформации свариваемого металла в зоне стыка, диффузионную сварку осуществляют в приспособлении.

Для осуществления диффузионной сварки заготовок из титанового сплава ВТ23 приспособление устанавливается в вакуумную камеру установки диффузионной сварки изображенной на рис. 2

Рисунок 2 - Монтаж приспособления для сварки заготовок в камере установки

Схематический процесс диффузионной сварки: свариваемые заготовки собирают в приспособлении (рис. 3), позволяющем передавать давление в зону стыка, вакуумируют до 10^{-4} мм. рт. ст. и нагревают до температуры сварки $830 \div 880^{0}$. После этого прикладывают сжимающее давление на заданный период времени до ($P \leq 2$ кг/мм2) [5]. Охлаждение в вакууме.

Рисунок 3 - Диффузионно-сваренная заготовка встык из титанового сплава ВТ23 в приспособлении поднята из камеры установки

Образцы диффузионных сварных соединений вырезаются на электроэрозионном станке из сваренной плиты таким образом, чтобы стык располагался в центре рабочей части образца. Размеры и типы образцов соответствуют ГОСТ 9651-84. Внешний вид образцов из титанового сплава ВТ23 представлен на рисунках 4, 5

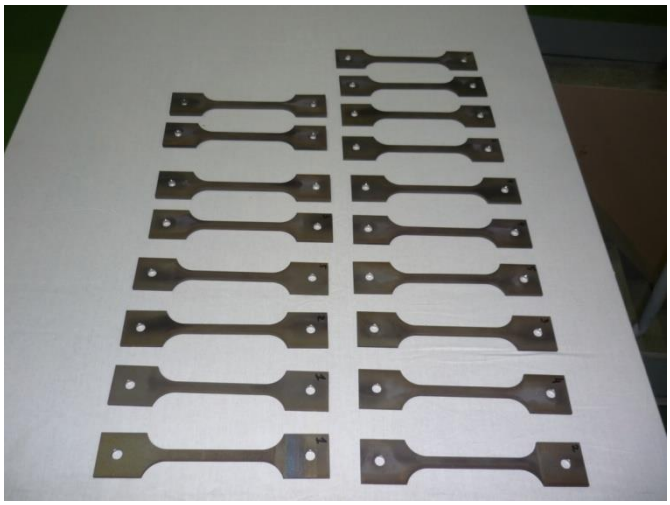


Рисунок 4 - Внешний вид плоских образцов

Рисунок 5 - Внешний вид цилиндрических образцов

Для обнаружения внутренних дефектов металлов методом неразрушающего контроля по ГОСТ 30426-82 и ГОСТ 7512-82 использовался переносной рентгеновский аппарат ERESCO M42.

Выборочно был проведен рентгенографический контроль образцов сварного соединения из титанового сплава ВТ23 на наличие внутренних дефектов и неоднородности. Образец не имеет внутренних дефектов в виде пористости, раковин и трещин. Материал пригоден для дальнейшего проведения исследований.

Статические испытания на растяжение образцов основного материала и образцов диффузионных сварных соединений из титанового сплава ВТ23 проводились на испытательной машине FPZ100/1, технические требования, которой соответствуют ГОСТ 7855-84.

Расхождения значений по прочности на растяжение составляет 931,95 – 1024,16 МПа для плоских образцов (табл. 2) и 996,0 – 1005,9 МПа для цилиндрических (табл. 3).

Диаграмма разрушения (рис. 6 и 7) данных образцов имеет классический вид, места разрыва всех представленных образцов на диаграмме растяжения располагается в зоне пластической деформации образца, с относительным удлинением образцов: 8-11,6% для плоских и 9-10% для цилиндрических образцов.

Таблица 2 – Численные значения статических испытаний плоских образцов на растяжение

№ образца	P_{max}, Н	$\sigma_в$, МПа	δ,%
1	**37022,9**	**1024,16**	**11,60**
2	**34771,5**	**970,21**	**10,90**
3	**33111,6**	**931,95**	**8,00**

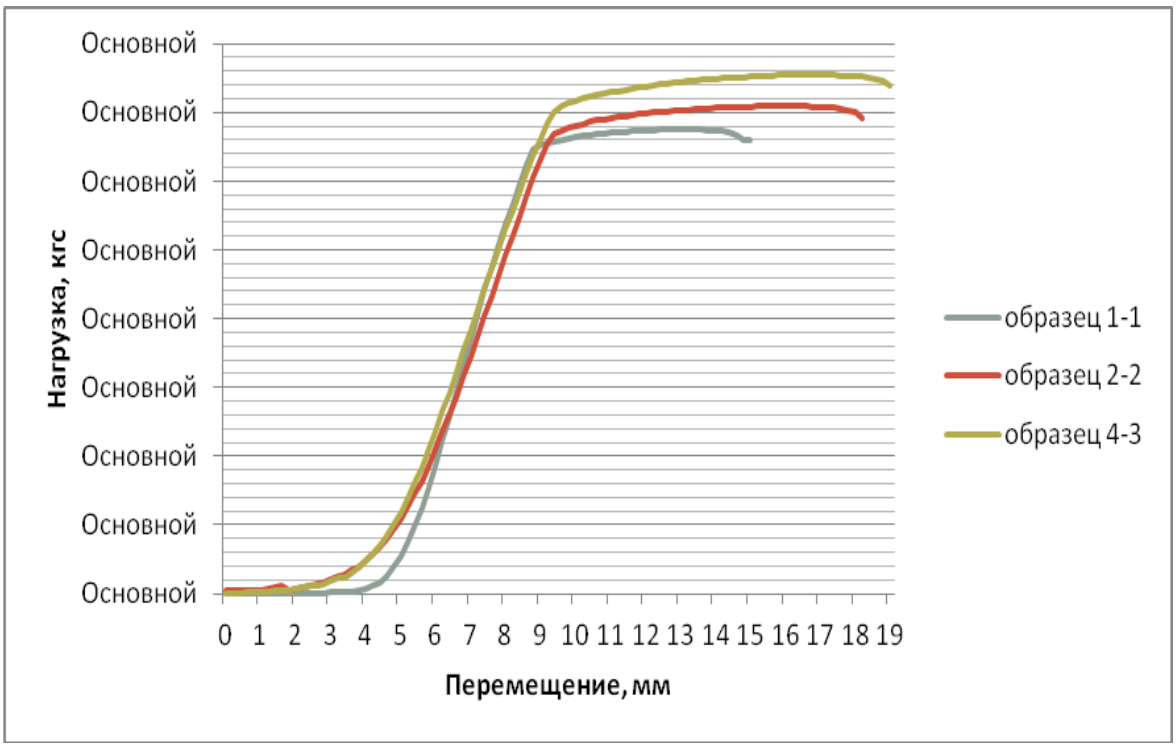


Рисунок 6 - Диаграмма растяжения плоских образцов основного материала из сплава ВТ23 при комнатной температуре

Таблица 2 – Численные значения статических испытаний цилиндрических образцов на растяжение

№ образца	P_{max}, Н	$\sigma_в$, МПа	δ,%
1	**27311,6**	**1005,9**	**10,0**
2	**27661,5**	**998,2**	**10,9**
3	**27321,4**	**996,0**	**9,7**

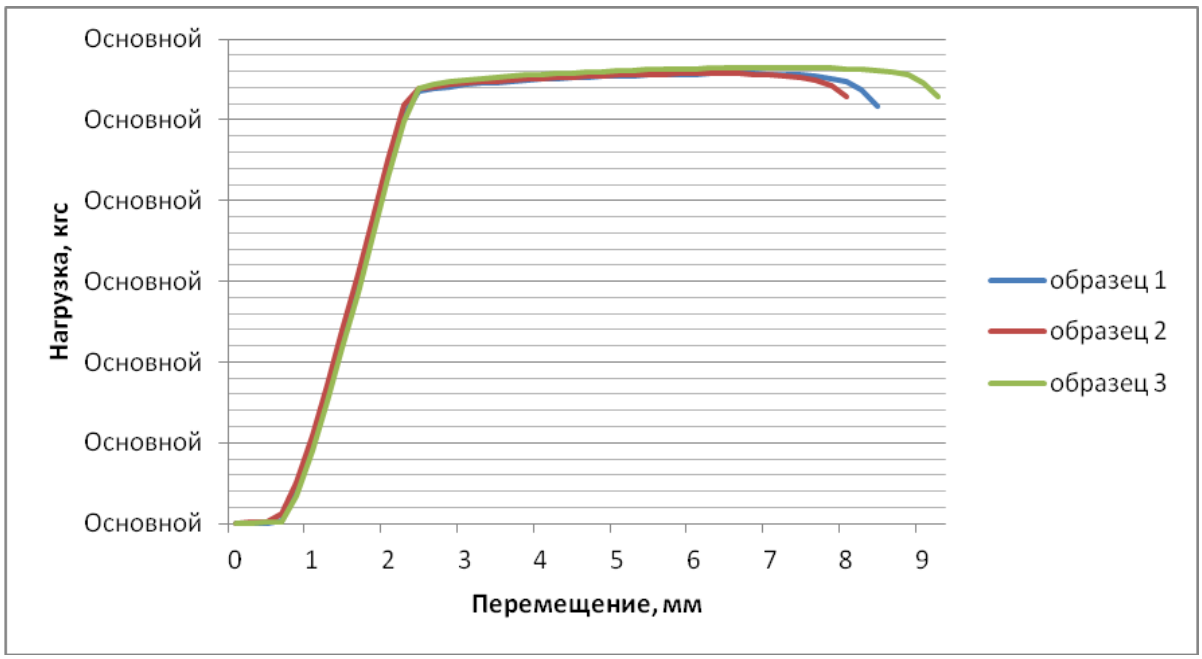


Рисунок 7 - Диаграмма растяжения цилиндрических образцов основного материала из сплава ВТ23 при комнатной температуре.

В процессе выполнения данной работы для отработки технологии диффузионной сварки были изготовлены образцы из титанового сплава ВТ23 и образцы диффузионных сварных соединений из титанового сплава ВТ23, проведены механические испытания образцов при комнатной температуре. Положительные результаты механические испытаний свидетельствуют, что диффузионная сварка обеспечивает 50-60 % от прочности основного материала. Полученные результаты показали, что диффузионное сращивание в вакууме в отличие от сварки плавлением работает в зоне пластической деформации.

Список литературы

1. *Крупинин С. Т. Обработка металлов давлением / С. Т. Крупинин, В. И. Соловьев // Металлургия. — 2001. — № 5. — С. 10–17.*

2. *Казак В. Г. Диффузионная сварка титана и свойства сварных соединений / В.Г. Казак, С.Т. Стимский, В.И. Галинич // Машиностроение — 2004. — № 4. — С. 41–44.*

3. *Иванов В. И., Технология диффузионной сварки / В. И. Иванов, С. Т. Сафиуллин // Минск: Наука и техника, 2011. — № 9. — С. 31–49.*

4. *Дерибас А.А. Диффузионная сварка в машиностроении / А.А. Дерибас, Н.В. Павлов // Сварка в машиностроении. – 2013. – № 7. — С. 67–75.;*

5. *Лысак В. И., Диффузионная сварка в вакууме В. И. Лысак, С.Т. Кузьмин, В.И. Станюкович // Перспективные материалы — 2001. — № 8. — С. 21–29.*

ОБЗОР УСТАНОВОК ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Марусич К.В., канд. техн. наук,
Антонцева И.В., Шинкоренко Т.В.
Оренбургский государственный университет

На предприятиях оборонно-промышленного комплекса широко применяются титановые, жаропрочные сплавы и нержавеющие стали. Они обеспечивают отличную прочность и стойкость деталей к коррозии, но эти преимущества вызывают появление серьезных проблем при механической обработке.

Для обработки указанных материалов обычно применяют твердосплавный монолитный инструмент, изготавливаемый из покупных шлифованных заготовок (столбиков) различных диаметров [1]. Стойкость таких инструментов во многом зависит от качества заготовок, применяемых для изготовления инструмента. В таблице 1 приведены результаты стойкостных испытаний фрез Ø12 и Ø20, изготовленных из столбиков разных фирм.

Таблица 1 - Стойкость твердосплавных фрез Ø12 и Ø20, час

Ø, мм	«SANDVIK», 6WH10F	«Кировоградский завод твёрдых сплавов», АО4	«GUHRING», DK460UF	«Легато», RX10
Ø12	15 часов	1 час 40 мин	3 часа	7 часов 25 минут
Ø20	5 часов	40 мин	3 часа	1 час 20 мин

В настоящее время на рынке представлен довольно широкий спектр установок для нанесения на инструмент упрочняющих покрытий. Это установки «УФПУ-111», «INGENIA» , «UniCoat 700», «Ceme-Con» и т. д.

Установка для финишного плазменного упрочнения УФПУ-111 (рисунок 1) предназначена для безвакуумного нанесения износостойкого нанопокрытия на инструмент, технологическую оснастку, детали машин (без изменения шероховатости поверхности, при нагреве изделия не более 100°С). Стойкость фрез с таким покрытием приблизительно 5 часов.

Компания ООО «Оерликон Бальцерс Рус» предлагает установку для нанокомпозитных прокрытий – «INGENIA» (рисунок 2). «INGENIA» - новая компактная система для нанесения покрытий. Превосходит предшествующие системы по скорости, точности и универсальности, она отличается простотой в обращении и компактной конструкцией [2].

Система «INGENIA» позволяет использовать технологию S3pTM (Технологию ускоренной импульсной эмиссии электронов), которая является технологией магнетронного распыления импульсами высокой мощности. Высокая ионизация достигается при фактическом отсутствии капельной фазы.

Рисунок 1 – Установка для финишного плазменного упрочнения УФПУ-111

Результат - чрезвычайно гладкие и высокоплотные покрытия для высокого диапазона применения. Технология позволяет получать плотности изменяемой мощности, что увеличивает использование широкого диапазона материалов покрытий, обеспечивает высокие показатели однородности покрытия по толщине. Точность толщины покрытия имеет погрешность всего ± 5 %.

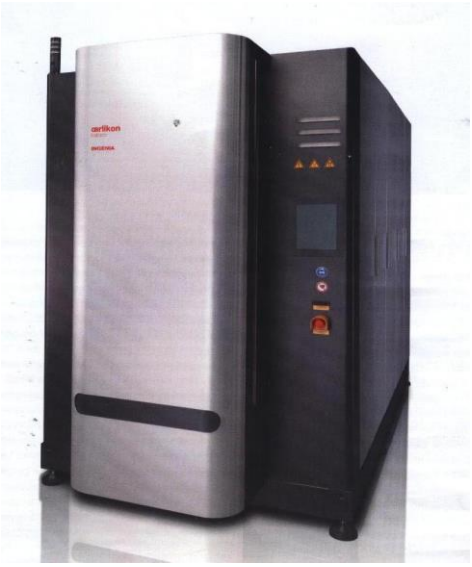


Рисунок 2 – Установка для нанесения покрытия «INGENIA»

Подготовка поверхности под покрытие за 20 минут, короткие циклы осадок от 2 до 3 часов обеспечивают производительность до 8 партий в день, быстрая загрузка. Возможность работы с восемью различными процессами, покрытиями и/или продуктами в день.

Следующей была рассмотрена вакуумная установка нанесения нанокомпозитных покрытий UniCoaT 700 НПФ «Элан практик», представленная на рисунке 3 [3].

Рисунок 3 – Установка нанесения покрытий «UniCoaT 700»

Возможности установки:

- производство всех типов нанокомпозитных покрытий различного назначения (упрочняющих, защитных, трибологических, многофункциональных и др.) для широкого спектра изделий;
- разработка технологии нанесения всех типов нанокомпозитных покрытий на изделия, выполненные из различных материалов с использованием высокоэффективных магнетронных распылительных систем;
- возможность дооснащения установки дополнительными устройствами (ионным источником, магнетроном HIPIM).

Следующая установка для нанесения покрытий - «Ceme-Con» представлена на рисунке 4.

Рисунок 4 - Установка для нанесения покрытия «Ceme-Con»

Установки «Ceme-Con» используют технологию нанесения покрытия физическим осаждением из паровой среды по бескапельной технологии. При бескапельной технологии распыления производится обстрел катода ионами аргона, в этом случае атомарные частицы материала катода испаряются из твердого куска материала, минуя жидкую фазу, чрезвычайно гладкая поверхность.

Преимущества установки «Ceme-Con»:

- гладкая поверхность, идеальная режущая кромка (меньше трения, легкое удаление стружки);

- высокая гибкость (можно распылять почти любой металл). Поэтому покрытие можно адаптировать для конкретной области применения резки.

Бескапельная технология покрытия с использованием импульса высокой энергии позволяет существенно повысить ионизацию частиц плазмы, а ионизированные частицы лучше управляются при осаждении и получают необходимую энергию для лучшего проникновения в поверхность подложки и более плотной укладки слоя покрытия. Это улучшает адгезию покрытия и обеспечивает более плотную структуру покрытия. Основное преимущество установки «Ceme-Con» - это применение уникальных технологий, что позволяет производить многослойное покрытие.

Результаты проведенного обзора представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды установок для нанесения упрочняющего покрытия

№	Наименование установки	Методы нанесения, принципы действия	Толщина наносимого слоя	Основа покрытия
1	УФПУ- 111	плазменно – безвакуумное нанесение тонкопленочного алмазоподобного покрытия методом финишного плазменного упрочнения	0,1 до 2 мкм	оксикарбонитрид кремния
2	INGENIA	технология магнетронного распыления импульсами высокой мощности	2 - 4 мкм	покрытие на основе алюминий-хром-нитрида
3	UniCoat 700	вакуумная установка нанесения нанокомпозитных покрытий	2 - 4 мкм	производство всех типов нанокомпозитных покрытий различного назначения (упрочняющих, защитных, трибологических, многофункциональных и др.) для широкого спектра изделий
4	Ceme-Con	технология нанесения покрытия физическим осаждением из паровой среды по бескапельной технологии	2 - 4 мкм	многослойное покрытие: связующий слой для идеальной адгезии; высокая ударная вязкость слоя AlTiN; супертвердый слой TiSiN

В дальнейшем в рамках магистерской диссертации планируется провести анализ стойкости твёрдосплавного режущего инструмента после нанесения

упрочняющего покрытия с помощью рассмотренных установок.

Список литературы

1. Антонцева, И. В. Обзор процесса изготовления режущего инструмента на машиностроительном предприятии / И.В. Антонцева, К.В. Марусич // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, 2017. – С. 583-586.

2. OERLIKON [Электронный ресурс]: Сайт фирмы ООО «Оерликон Бальцерс Рус». – Режим доступа: http//:www.oerlikon.com/balzers/ru (дата обращения: 26.12.2017 г.)

3. UNICOAT 700 [Электронный ресурс]: Сайт фирмы НПФ «Элан практик». – Режим доступа: http://www.elanpraktik.ru/ (дата обращения: 26.12.2017 г.)

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Марусич К.В., кандидат технических наук,
Буренин Д.В., Марусич Ю.К.
Оренбургский государственный университет,
Оренбургский государственный педагогический университет

В рамках проекта по совершенствованию содержания и технологий целевого обучения студентов в интересах организаций оборонно-промышленного комплекса «Новые кадры ОПК–2017» в Аэрокосмическом институте Оренбургского государственного университета (ОГУ) студенты дополнительно изучают дисциплины образовательного модуля целевого обучения. Срок реализации образовательного модуля составляет два года (5 – 8 семестры обучения).

Целью изучения данных дисциплин является формирование у студентов компетенций, обеспечивающих способность участвовать во внедрении и использовании современных и перспективных технологий и средств технологического оснащения для обеспечения высокотехнологичного производства изделий тактического ракетного вооружения.

Студентами направлений подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и робототехника изучается образовательный модуль «Технологии и оборудование для обеспечения высокотехнологичного производства на АО «ПО «Стрела». В рамках данного модуля осенью 2017 года (5 семестр) слушателям был прочитан курс дисциплины «Технологии координатных измерений».

Одним из наиболее эффективных подходов к решению измерительных задач, связанных с определением геометрических параметров изделий в машиностроении, на данный момент являются координатные измерения, которые позволяют отказаться от большинства традиционных средств, используемых в метрологии. Основным средством практической реализации координатных измерений выступают координатно-измерительные машины. При этом специализированное программное обеспечение машин (CAI-система) позволяет выполнять измерения в различных режимах, наиболее удобным из которых является автоматический режим, основанный на использовании «электронного эталона» измеряемой детали.

В процессе изучения данной дисциплины у будущих специалистов сформировались знания и практические навыки в области программирования контрольных операций связанных с определением размеров машиностроительных изделий, необходимых для эффективного использования современных автоматизированных средств измерений.

В рамках проекта «Новые кадры ОПК–2017» аудиторная учебная нагрузка дисциплины составила 36 часов (из них 18 часов - практические и 18 часов теоретические занятия). Во время теоретических занятий студенты ознакомились с основными принципами построения координатно-измерительных ма-

шин, методикой координатных измерений и спецификой существующих измерительных систем, что в совокупности позволит более эффективно выбирать и эксплуатировать современное контрольно-измерительное оборудование [1-3].

Практические занятия проводились в лаборатории «Автоматизированного контроля изделий» кафедры технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов ОГУ. Данная лаборатория оснащена современной координатно-измерительной машиной Wenzel XOrbit 55 (рисунок 1), которая предназначена для измерения и контроля различных геометрических параметров изделий в машиностроении [4].

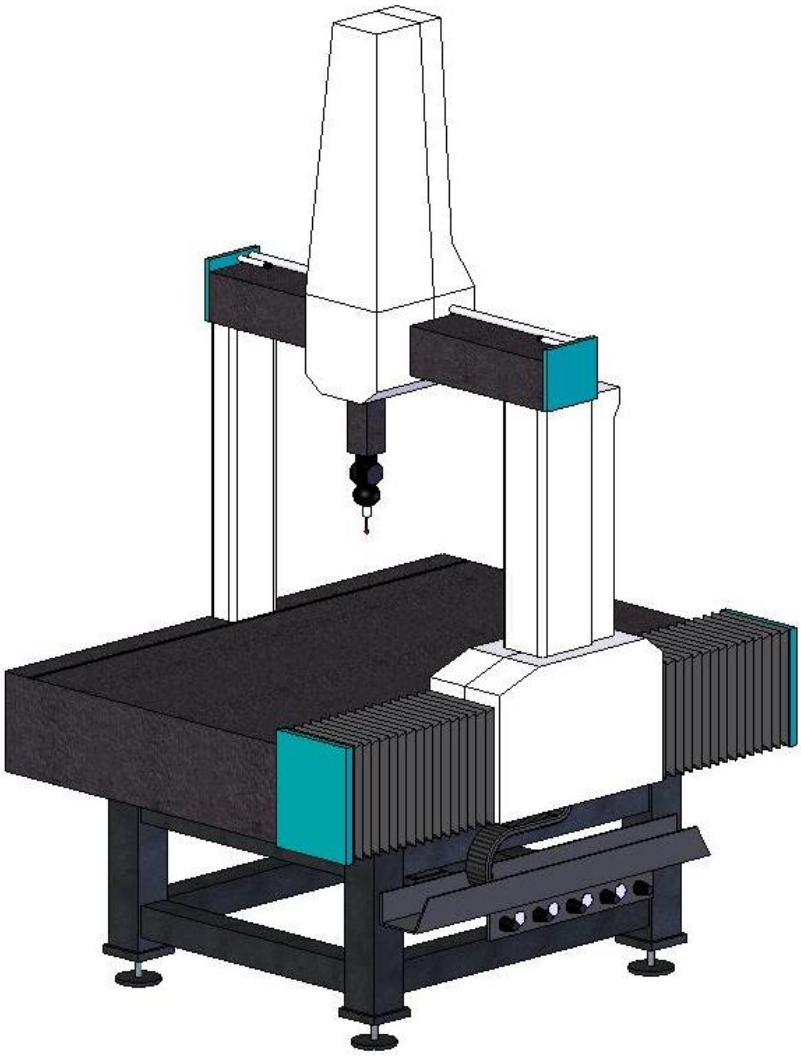


Рисунок 1 – Конструкция координатно-измерительной машины

В процессе образовательного модуля на практических занятиях были рассмотрены возможности измерения линейных и угловых размеров деталей, отклонений формы и расположения поверхностей с использованием типовой портальной координатно-измерительной машины, оснащённой специализированным программным обеспечением Metrosoft Quartis.

Для повышения качества процесса обучения в рамках данного проекта были дополнительно разработаны и зарегистрированы в Университетском фонде электронных ресурсов ОГУ два электронных ресурса:

- Координатные измерения в машиностроении [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / К. В. Марусич. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 23,4 Mb). – Оренбург: ОГУ, 2017. – Режим доступа: http://ufer.osu.ru

- Автоматизированные измерения норм точности изделий в машиностроении [Электронный ресурс]: компьютерный лабораторный практикум / К. В. Марусич. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 9,73 Mb). – Оренбург: ОГУ, 2017. – Режим доступа: http://ufer.osu.ru

На заключительном этапе изучения дисциплины «Технологии координатных измерений» студенты разрабатывали управляющую программу измерения детали (рисунок 2) на координатно-измерительной машине Wenzel XOrbit 55.

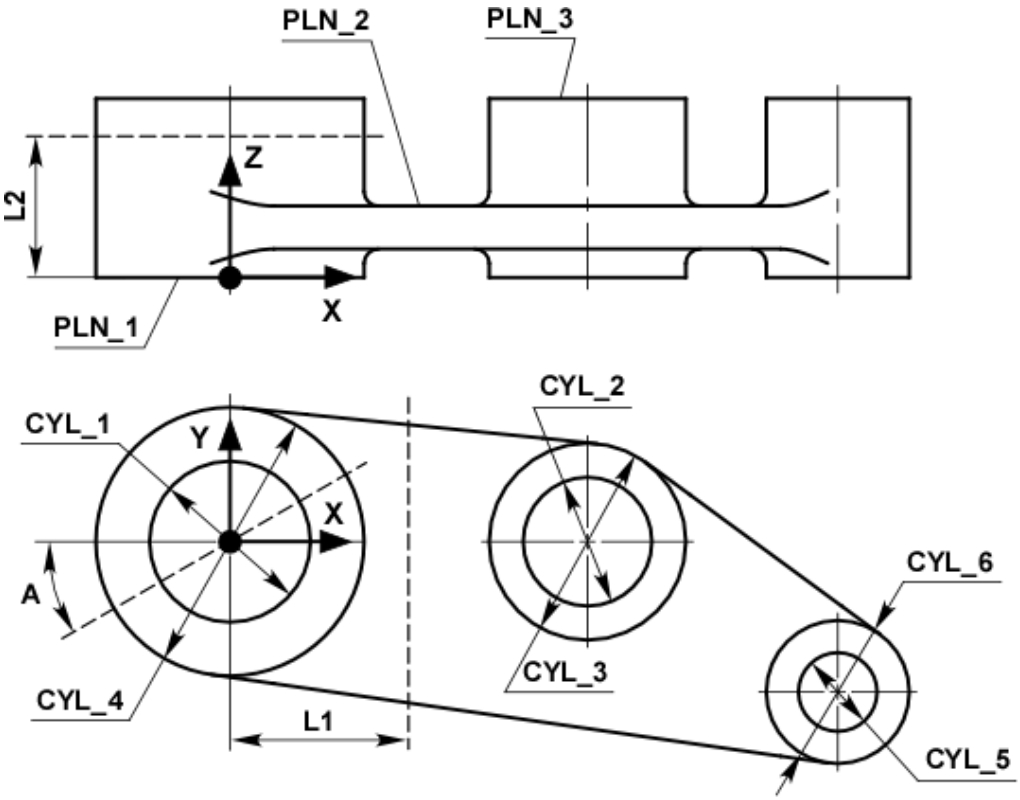


Рисунок 2 – Эскиз измеряемой детали

Рассмотрим основные этапы разработки управляющей программы:

На первом этапе по подготовке управляющей программы в базу данных текущего измерения необходимо импортировать модель, предварительно подготовленную в CAD-системе (рисунок 3).

На следующем этапе в программу загружаются и записываются ориентации измерительного щупа, которые будут использоваться при измерении.

Затем необходимо выполнить выравнивание модели для переопределения системы координат и выполнить дополнительные измерения в ручном режиме.

После того как в программу будут внесены операции связанные с выравниванием модели, можно перейти к записи команд, с помощью которых непосредственно будут вычислены размеры представленные на рисунке 2.

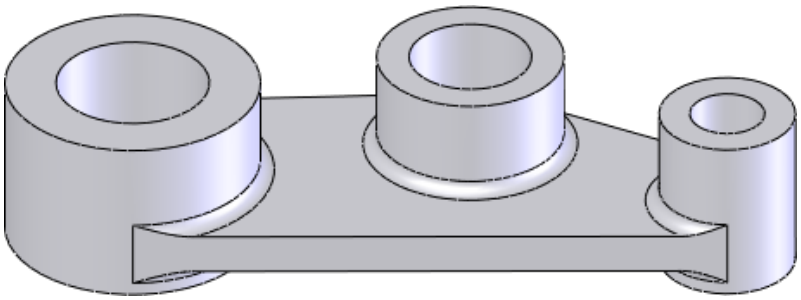


Рисунок 3 – Геометрическая модель, используемая для написания программы

Первой командой «Характерная точка» будет вывод и фиксация наконечника измерительного щупа в исходном положении. Затем необходимо прописать в программе включение системы ЧПУ «CNC mode on/off». После этого следует провести процедуру измерения первого цилиндрического элемента (CYL_1). Выполнив измерение необходимо снова в программе зафиксировать отвод щупа в исходное положение. Далее добавим ещё измерение пяти цилиндрических элементов (CYL_2 - CYL_6) с отводом щупа в исходное положение. Помимо измерения цилиндрических элементов в программу так же запишем одно измерение плоскости (PLN_2). В результате мы получим управляющую программу в виде блока измерительных команд, представленную на рисунке 4.

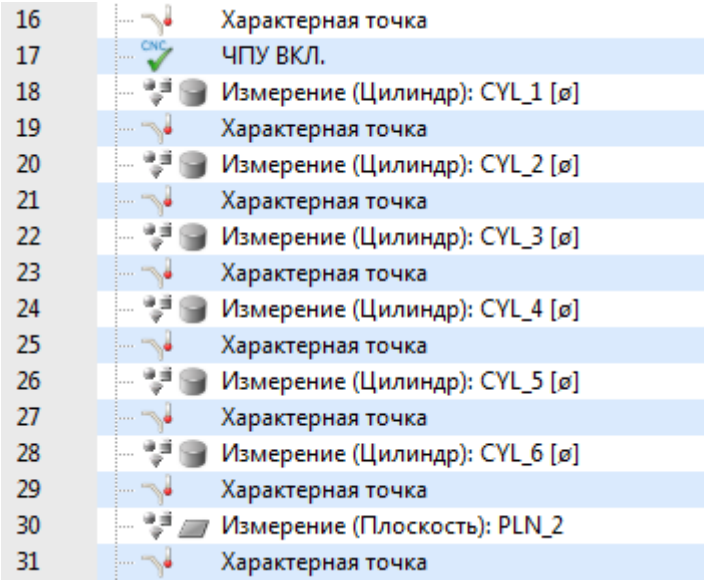


Рисунок 4 – Блок измерительных команд в программе

На завершающем этапе разработки программы, необходимо добавить команды, которые служат для определения линейных размеров детали. После этого результаты работы необходимо сохранить.

Изучение дисциплины «Технологии координатных измерений» целевого обучения в рамках проекта по совершенствованию содержания и технологий целевого обучения студентов в интересах организаций оборонно-промышленного комплекса было направлено на формирование элементов следующей компетенции – способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, готовность использовать современные методы и средства автоматизации управления производственными процессами и жизненным циклом продукции. В рамках данной компетенции студент должен:

Знать:

- устройство современных автоматизированных средств измерений;
- основные положения в области координатной метрологии и нормирования точности изделий с использованием автоматизированных средств измерений.

Уметь:

- использовать координатно-измерительные машины при контроле изделий в машиностроении;
- использовать принципы и методы координатной метрологии для контроля геометрических параметров изделий в машиностроении.

Владеть:

- навыками точных измерений на координатно-измерительной машине;
- навыками эксплуатации современных координатно-измерительных машин для контрольных операций при изготовлении деталей в машиностроении.

В дальнейшем сформированные у студентов профессиональные компетенции помогут им внедрять и использовать современные и перспективные технологии и средства технологического оснащения на высокотехнологичных производствах.

Список литературы

1. Перепёлкина, Е. В. Формирование компетенций у студентов технического профиля в процессе изучения современной контрольно-измерительной техники [Электронный ресурс] / Е. В. Перепелкина, К. В. Марусич, С. В. Каменев // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., 29-31 января 2014 г., Оренбург / Оренбургский гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2014. – С. 396-402.

2. Марусич, К. В. Развитие профессиональной компетенции в процессе изучения современной измерительной техники [Электронный ресурс] / К. В. Марусич, Ю. К. Марусич // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 150-154.

3. Каменев, С. В. Основы автоматизированных координатных измерений: учебное пособие / С. В. Каменев, К. В. Марусич; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 119 с. – ISBN 978-5-7410-1792-0.

4. Каменев, С. В. Методические аспекты измерений на координатно-измерительной машине: учебное пособие / С. В. Каменев, А. И. Сердюк, А. Н. Поляков, К. В. Марусич. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-4417-0459-5.

УПРАВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Марусич К.В., канд. техн. наук,
Михалкина В.А.
Оренбургский государственный университет

В настоящее время к системе инструментального обеспечения предприятия предъявляются повышенные требования в отношении надежности обеспечения рабочих мест всем необходимым инструментом. Чтобы машиностроительному предприятию оставаться конкурентоспособным необходимо производственный процесс выстроить таким образом, чтобы снизить затраты на его осуществление, в том числе связанные с инструментальным обеспечением, при постоянном стремлении к улучшению качества продукции [1].

Обеспечение предприятия инструментом осуществляется в условиях неопределённости протекания внешних и внутренних процессов, многообразия всевозможных состояний, в которых в будущем может оказаться предприятие. Для снижения уровня воздействия неблагоприятных факторов на те или иные стороны управления инструментальным обеспечением, машиностроительные предприятия используют различные методы компенсации риска, такие как:

- создание резервных запасов инструмента как на уровне цеха, так и на уровне завода;
- финансовое резервирование;
- ведение статистики и формирование планов расхода инструмента;
- устанавливаются новые контакты и связи с поставщиками инструмента.

Наличие в производстве больших финансовых резервов и материальных запасов приводит к омертвлению оборотных средств и излишней загрузке складов, а также к росту затрат на содержание материальных запасов. Основные потери связанные с упущенной выгодой от использования вложенных в резервные запасы средств, составляют до 30 % в год от стоимости среднего запаса.

Применение эффективных логистических принципов на всех этапах жизненного цикла продукта, позволит снизить общие временные и материальные затраты, увеличит эффективность производственного процесса и уменьшит себестоимость продукции.

Управление инструментальным обеспечением на машиностроительном предприятии должно базироваться на расчете объективной потребности в определённой номенклатуре инструмента с гарантированным обеспечением процесса выполнения производственной программы предприятия. Процесс управления инструментальным обеспечением в общем виде представлен на рисунке 1.

Исходной базой для планирования объемов производства или приобретения инструмента по основным группам, видам и типоразмерам служат данные складского учета. При этом имеют значение не только простые фиксации прихода, расхода и остатков, сколько получение качественных данных о действи-

тельной применяемости инструмента и накоплению статистической информации о фактическом расходе инструмента на предприятии.

Рисунок 1 - Основные задачи управления инструментальным обеспечением на машиностроительном предприятии

На практике не редки случаи, когда инструмент требуемых типоразмеров имеется в наличии, а документально это не было отражено (не учтен, либо отсутствует). Бывают случаи, когда инструмент в течении длительного времени пролеживает на складах из-за того, что вовремя не был списан.

Достаточно часты также случаи, когда в различных структурных подразделениях предприятия в разное время осуществляется обработка расходных и приходных документов. Это усложняет учет и снижает его надежность, так как приводит к увеличению числа производной документации и неоправданному дублированию учетных операций.

Для осуществления в инструментальном обеспечении предприятия логистических функций необходимы значительные организационные усилия, затраты времени и других ресурсов, учитывая объем номенклатуры применяемого инструмента. Поэтому целесообразней осуществлять эту функцию с помощью специальной системы автоматизированного управления, являющуюся частью общей системы инструментообеспечения машиностроительного предприятия.

Предпочтение следует отдавать системам инструментообеспечения, обеспечивающим интеграцию в единую информационную систему. В рамках такой системы программа должна обеспечивать взаимодействие с каждой из подсистем управления машиностроительным предприятием.

Такая система управления инструментом позволяет, в режиме реального времени проводить наблюдение за инструментом на протяжении всего жизненного цикла при непрерывно изменяющихся условиях на предприятии.

В данном случае база данных должна стать главным элементом, обеспечивающим интеграцию такого программного продукта [2, 3]. Следующие функциональные преимущества будут реализованы при использовании единой встроенной базы данных:

- стандартизация инструмента;
- минимизация резервирования инструмента;
- оптимизация выбора инструмента;
- предоставление всесторонней информации по инструменту и режимам резания.

Список литературы

1 Долгов, Д. В. Повышение качества управления инструментальным обеспечением машиностроительного производства : дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Долгов. – Тула.: 2002. -171 с.

2 Марусич, К. В. Организация системы инструментообеспечения на машиностроительном предприятии / К.В. Марусич, В.А. Михалкина // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, 2017. – С. 633-635.

3 Костюк, И. В. Интеллектуальная поддержка автоматизированной системы управления инструментообеспечением на машиностроительном предприятии : дис. ... канд. техн. наук / И.В. Костюк. - Кам. гос. инж.-экон. акад., 2009. – 164 с.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОК ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК8

Марусич К.В., канд. техн, наук,
Шабаев М.М.
Оренбургский государственный университет

На рисунке 1 представлена конструкция волоки. Конус волочения и цилиндрическая направляющая нагружаются непосредственно при волочении и изнашиваются вследствие трения и давления [1]. Входной и выходной конусы не подвергаются давлению волочения и, следовательно, как правило, не изнашиваются и не претерпевают изменений. Волоку изготавливают из твердого сплава ВК8 [2 - 4].

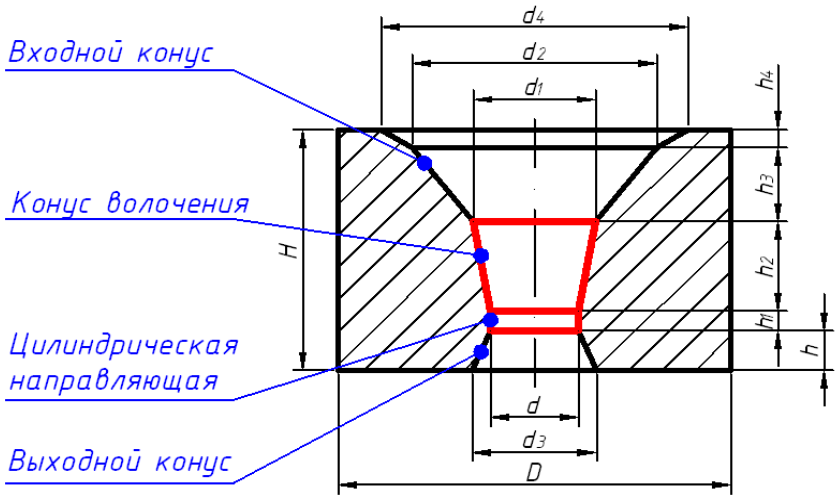


Рисунок 1 - Конструкция волоки

В работе проводился анализ шести режимов термической обработки волок. В таблице 1 представлены условия проведения термической обработки.

Таблица 1 - Условия проведения термической обработки

№	*Условия проведения термической обработки*
1	Нагрев под закалку 1150 °С, среда охлаждения – масло, отпуск - 500 °С
2	Нагрев под закалку 1150 °С, среда охлаждения – воздух, отпуск - 200 °С
3	Нагрев под закалку 1050 °С, среда охлаждения – масло, отпуск - 500 °С
4	Нагрев под закалку 1050 °С, среда охлаждения – воздух, отпуск - 200 °С
5	Нагрев под закалку 1150 °С, среда охлаждения – воздух, отпуск - 350 °С
6	Нагрев под закалку 1050 °С, среда охлаждения – масло, отпуск - 350 °С

На разрывной электромеханической машине ИР 5047-50 провели испытания на изгиб, после которого был определен предел прочности твердого сплава до и после термической обработки. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Предел прочности сплава ВК8 до и после термической обработки

№	Твердость по Виккерсу, HV	Нагрузка P, H	Предел прочности при изгибе, $G_{изг}$, Н/мм^2
1	1380	199	168
2	1382	159	179
3	1361	127	174
4	1324	173	175
5	1518	172	166
6	1514	237	165

Из результатов испытаний видно, что у образцов, подвергнутых термической обработке по сравнению с исходным образцом, увеличились прочностные характеристики.

Далее были проведены испытания твердого сплава на абразивный износ. Испытания проводили на установке разработанной, на кафедре материаловедения и технологии материалов ОГУ, представленной на рисунке 2.

Рисунок 2 - Вид установки для испытания на абразивный износ

Продолжительность испытаний составляла 9 минут на каждый образец. Замеры веса производились через каждые 3 минуты при остановке машины. Для снятия замеров использовали весы лабораторные ВМ510Д. Результаты испытаний на абразивный износ представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты испытаний на абразивный износ в граммах

№	Масса образца				Износ		
	m_0	m_3	m_6	m_9	Δm_3	Δm_6	Δm_9
1	3,298	3,293	3,288	3,275	0,005	0,01	0,023
2	3,298	3,075	3,065	3,053	0,006	0,016	0,028
3	2,458	2,451	2,449	2,447	0,007	0,009	0,011
4	1,956	1,953	1,947	1,943	0,003	0,009	0,013
5	2,807	2,803	2,801	2,798	0,004	0,006	0,009
6	3,935	3,924	3,917	3,914	0,011	0,021	0,006

В результате анализа работы можно сделать следующие выводы:

- на основании проведенных опытов по упрочнению волок из твердого сплава ВК8 получено повышение твердости в 2 раза, предела прочности при изгибе в 1.5 - 2 раза, понижение после алмазно-абразивного износа в 2 раза;

- приведенные режимы термообработки показали эффективность их применения.

Список литературы

1. Шабаев, М. М. Обзор преимуществ твёрдосплавных фильер для проволочных волочильных станов [Электронный ресурс] / М.М. Шабаев, К. В. Марусич// Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 280-283.

2. Шабаев, М. М. Методы моделирования процесса термообработки твердого сплава / М.М. Шабаев, К.В. Марусич // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, 2017. – С. 546-548.

3. Богодухов, С.И. Материаловедение: учебник для вузов / С.И. Богодухов, Е.С. Козик. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 536 с.

4. Богодухов, С.И. Технологические процессы в машиностроении: учебник для вузов / С.И. Богодухов [и др.]. – М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ПРОЦЕССА АЗОТИРОВАНИЯ

Назин Е.В.; Черноусова А.М., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Автоматизация машиностроительного производства сопровождается обязательной информационной поддержкой технологических процессов и цикла производства. Разработка простых и эффективных средств по её обеспечению является одним из направлений развития автоматизированного производства.

Для повышения поверхностной твердости, износостойкости, прочности и антикоррозионных свойств металлических деталей используется газовое азотирование. Этот способ химико-термической обработки широко применяется в различных отраслях машиностроения и авиации. В работе [1] предложено возможное решение автоматизации технологического процесса с описанием всех этапов производства. Управление процессом ведётся с автоматизированного рабочего места (АРМ) – совокупности информационно-программного технических ресурсов, предназначенных для обеспечения обработки данных и автоматизации отдельных функций управления.

В данной работе рассмотрены вопросы обеспечения информационной поддержки АРМ и разработанное программное средство.

В ходе подготовки магистров по направлению 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств изучается учебная дисциплина «Программное и информационное обеспечение систем автоматизации технологических процессов», в рамках которой разработано приложение для применения в процессе подготовки и производства азотированной продукции. В работе использована система визуального программирования Borland Delphi.

На рисунке 1 представлено главное меню разработанного приложения. Оно имеет следующую структуру:

- «Данные о программе»;
- «Справочные сведения»;
- «Выбор режима».

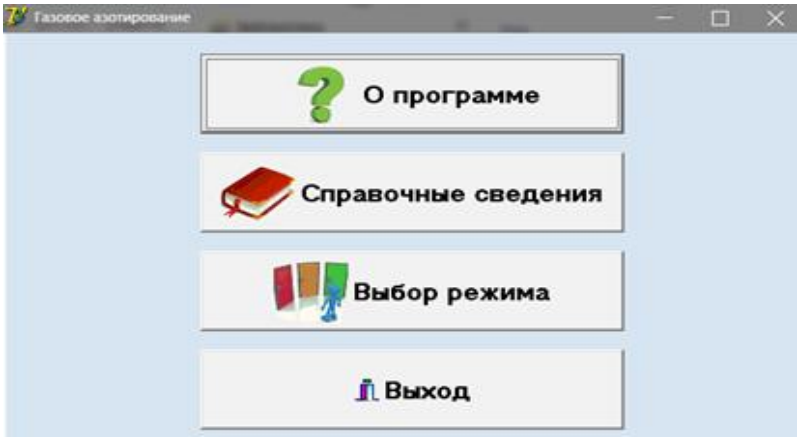


Рисунок 1 – Основное меню приложения

Раздел «О программе» предназначен для вывода на экран окна «About» с краткой информацией о технических составляющих программы и разработчике.

Раздел «Справочные сведения» представляет собой основную информационную составляющую программы. Оператор процесса с помощью сведений, представленных в этом разделе, может самостоятельно исследовать производственный процесс проведения азотирования деталей, рассмотреть различные вариации его проведения, оценить качество итоговой продукции. В разделе отражены следующие информационные данные: общие сведения о процессе, этапы производства, подготовка к азотированию, режимы проведения процесса, оценка качества продукции и возможных дефектов. Для организации большого числа информационных сведений в справочнике использованы базы данных.

Любой технологический процесс сопровождается множеством отраслевых и производственных документов, статистических данных, информационных таблиц, фото- и видеоматериалов, которые нуждаются в сортировке и организации. База данных является незаменимым инструментом при организации больших объемов информации, представляя собой совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ [2]. Система Borland Delphi обладает большим спектром возможностей работы с системами управления базами данных (СУБД). Помимо работы с внешними СУБД вспомогательные средства системы позволяют самостоятельно создавать и работать с базами данных различных типов.

Среди особенностей работы системы Borland Delphi с СУБД является возможность эффективной организации совместной работы двух и более баз данных. Для этого между родительской и дочерней таблицами создается ссылочная целостность, связывающая их через внешний ключ (поле связи). На рисунке 2 представлен пример организации ссылочной целостности, используемый в разработанном приложении.

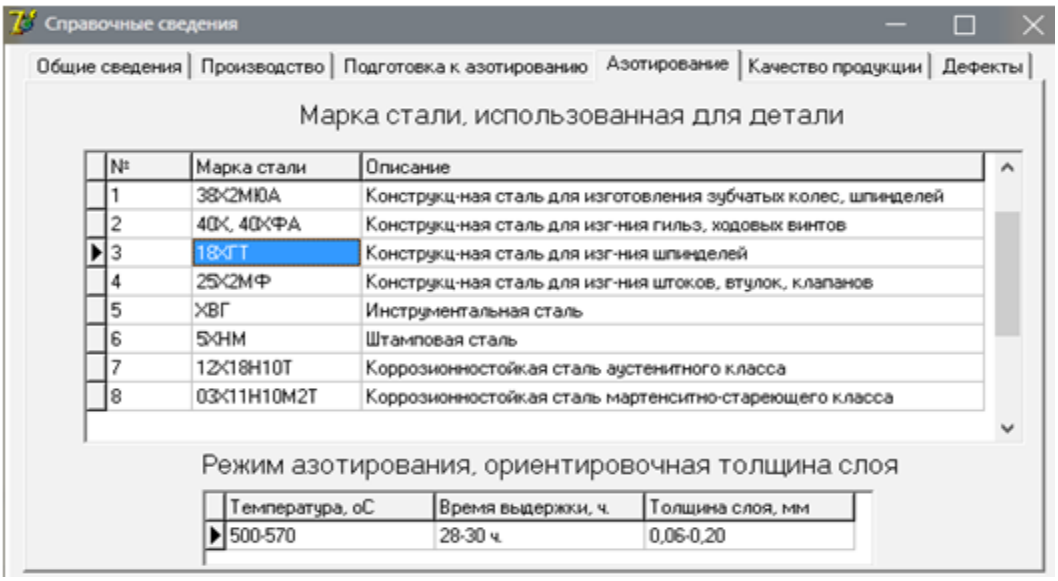


Рисунок 2 – Пример организации ссылочной целостности между таблицами базы данных в системе Borland Delphi

Режим проведения процесса азотирования определяется температурой и временем выдержки и варьируется для различных типов сталей, применения обрабатываемой детали. Для приложения выбраны восемь марок сталей, наиболее распространенных при азотировании в современной промышленности. Настроив ссылочную целостность между родительской таблицей «Марки стали» и дочерней – «Режим проведения процесса» через поле связи «№» (обозначает порядковый номер стали в родительской таблице), в ходе работы с приложением оператор, выбирая марку стали обрабатываемой детали, видит на экране соответствующий ей режим процесса, что и представлено на рисунке 2.

Третий раздел приложения, «Выбор режима», предназначен для автоматического формирования карты технологической информации на обработку азотированием детали на основе входных данных – требований к толщине слоя и твердости. В результате заполнения входной формы (рисунок 3), оператор получает результат с автоматически подобранным режимом процесса в виде заполненной карты технологической информации по форме, применяемой на одном из промышленных предприятий г. Оренбурга (рисунок 4). Автоматический расчёт времени выдержки при температуре азотирования проводится с учетом ориентировочной зависимости прироста 0,01 мм азотированного слоя в час и необходимого времени прогрева нагревательного оборудования [3]. Обеспечена возможность распечатки полученных форм для последующего использования.

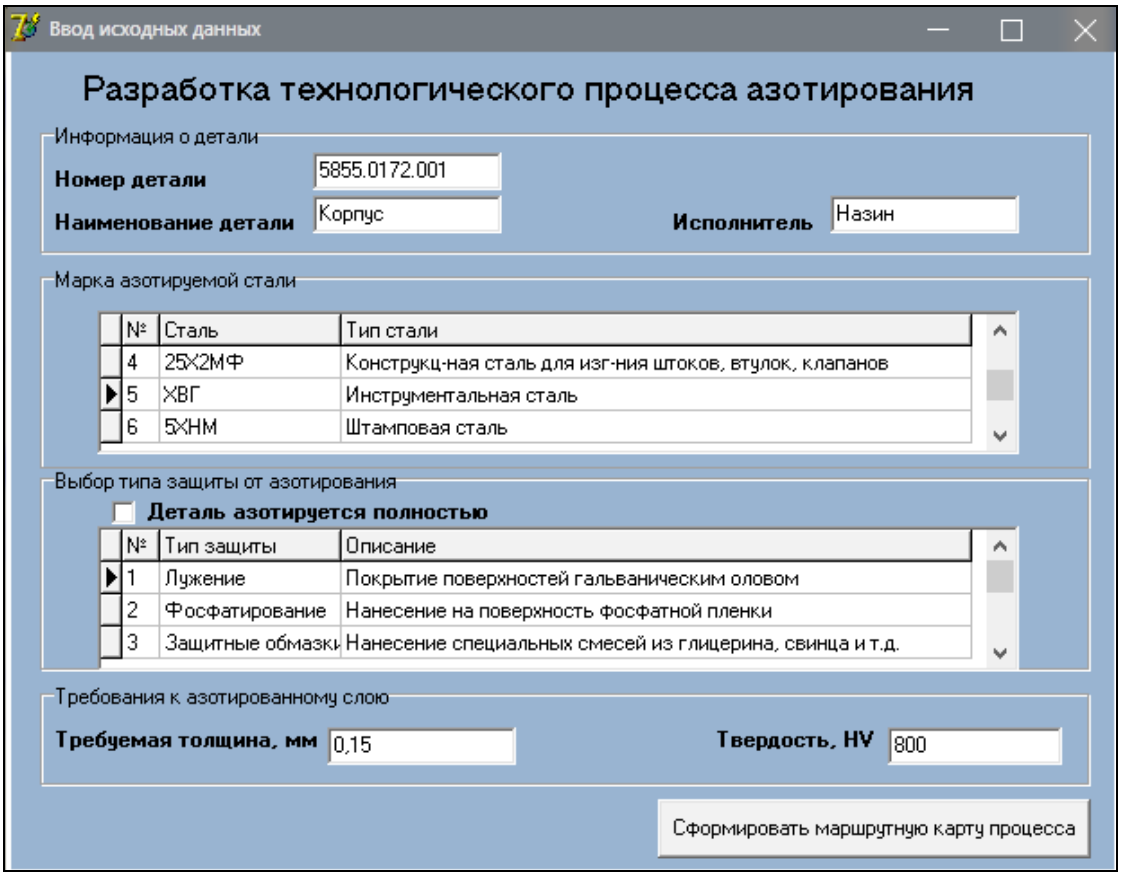


Рисунок 3 – Форма ввода входных данных для разработки карты технологической информации

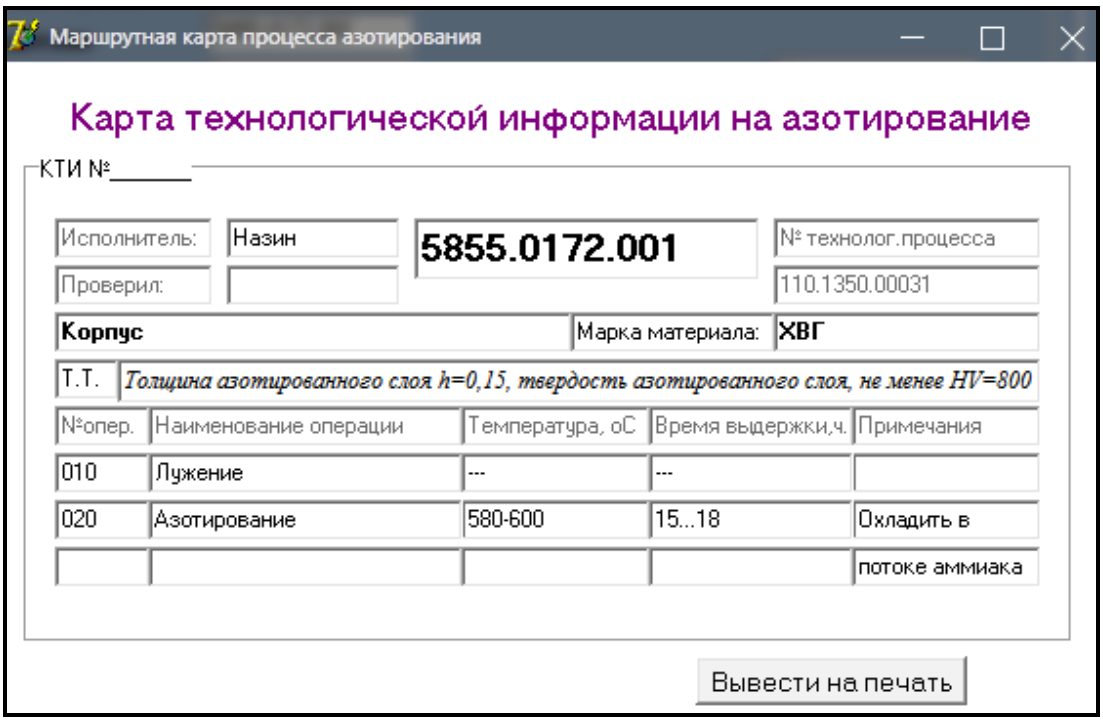


Рисунок 4 – Экран вывода карты технологической информации по стандартной форме, используемой на предприятии

Разработанное приложение информационной поддержки технологического процесса азотирования позволит упростить работу оператора процесса за счёт эффективной организации и систематизации информационных и справочных данных, а также обеспечит автоматическое формирование карт технологической информации по форме, используемой на промышленном предприятии.

Список литературы

1 Назин, Е.В. Автоматизация технологического процесса газового азотирования изделий /Е.В. Назин, А.М. Черноусова // Перспектива. Сборник статей молодых учёных 19. – Оренбург: Участок оперативной полиграфии ОГУ, 2016. – 317 с.

2 ГОСТ 20886-85 Организация данных в системах обработки данных. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 20886-75; введ. 1986-01-07. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 13 с.

3 Лахтин, Ю.М. Азотирование стали / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган. – Москва : Машиностроение, 1976. – 256 с.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Никифоров В.С., Акимов С.С.
Оренбургский государственный университет

В настоящее время, информационные и коммуникационные технологии постоянно совершенствуются. Процесс обработки информации любого вида становится все более ускоренным и доступным. Однако совершенствование новых технологий неизбежно ведет к накоплению колоссального количества данных, потому методы их обработки необходимо развивать и дополнять на постоянной основе. Для развития же методов и средств обработки необходима широкая теоретическая база в данной области.

Процесс накапливания эмпирических данных в специализированных базах может преследовать целый ряд всевозможных целей, однако наиболее частое их применение – это принятие конкретного решения, основанного на накопленных данных.

Процесс принятия решения обусловлен проблемой выбора, присутствующей абсолютно во всех сферах научной и практической деятельности и, более того, во всех сферах деятельности человека вообще. Очевидно, что любое принимаемое решение, должно соответствовать критериям оптимальности при выборе из предложенных альтернатив, однако на практике весьма сложно учесть все возможные делали, оказывающие влияние на конечный выбор. Однако именно ошибочный выбор неоптимального решения может привести к потерям ресурсов, времени или же упущенным возможностям.

Для избегания подобного рода трудностей, в настоящее время интенсивно создаются и достаточно широко применяются различные системы поддержки принятия решения (СППР) [2].

СППР представляет собой это компьютерную систему, которая имеет полноценную возможность влиять на итоговый процесс принятия решения в различных сферах деятельности, при помощи использования методов сбора, обработки и анализа большого количества разнообразных данных.

СППР призвана снизить объем работы руководителей различного уровня, тем самым повышая их эффективность. Системы поддержки в значительной степени влияют на скорость решения задач, возникающих в производственных или коммерческих структурах. Наличие хорошо отлаженной и четок функционирующей СППР дает значительные преимущества руководителю или лицу, принимающему решения. Благодаря предложениям, которые выдвигаются посредством использования СППР, к решению даже известных, стандартных задач можно найти новый подход или же метод, который позволит повысить продуктивность работы х3ъ.

Для выполнения своих функций любая СППР должна включать в себя три важнейших компонента: базу анализируемых данных, которая нуждается в постоянном пополнении, аналитический аппарат, позволяющий реализовывать

набор алгоритмов, необходимых для процесса принятия решения и управляющую подсистему, обеспечивающую управление остальными элементами единой СППР.

Структура СППР приведена на рисунке 1.

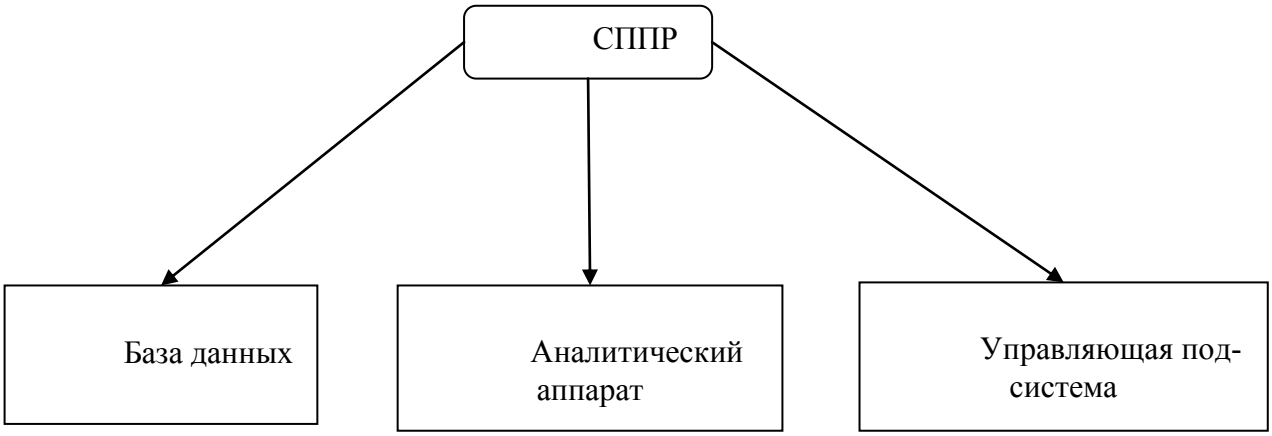


Рисунок 1 – Общая схема СППР

Основу любой системы поддержки составляет комплекс взаимоувязанных моделей, которым соответствует информационная поддержка, разного рода экспертные и интеллектуальные системы, которые включают в себя опыт решения различных управленческих задач управления и обеспечивающие участие некоего коллектива экспертов (прямо или косвенно) в процессе выработки наиболее адекватных решений.

Приведем в работе принцип построения СППР.

В качестве базы исследования были выбраны данные в области инвестирования, которые характеризуются большим объемом, постоянной обновляемостью и, вместе с тем, известно сложностью в прогнозировании.

Для разработки аналитического аппарата необходимо разработать алгоритм принимаемого решения. Алгоритм должен быть основан на ряде критериев. Для данной работы возьмем критерии, разработанные компанией «Арсагера» для своих клиентов [1]. Данная компания в качестве критериев предлагает следующие пять критериев:

1 Отсутствие акционеров с долей более 90%.

2 Достаточный уровень ликвидности бумаг.

3 Наличие качественного корпоративного управления.

4 Показатель Чистый долг/EBITDA<4.

5 Показатель EV/EBITDA<=6.

Все эти показатели описаны в работах по инвестированию.

Далее, для реализации процесса поддержки принятия решения необходимо полученную систему из пяти критериев наложить на аналитический аппарат,

сформировав, таким образом, последовательность действий для принятия решения, или, проще говоря, алгоритм СППР.

Для рассматриваемой в работе базы исследования разработан алгоритм, отображенный на рисунке 2.

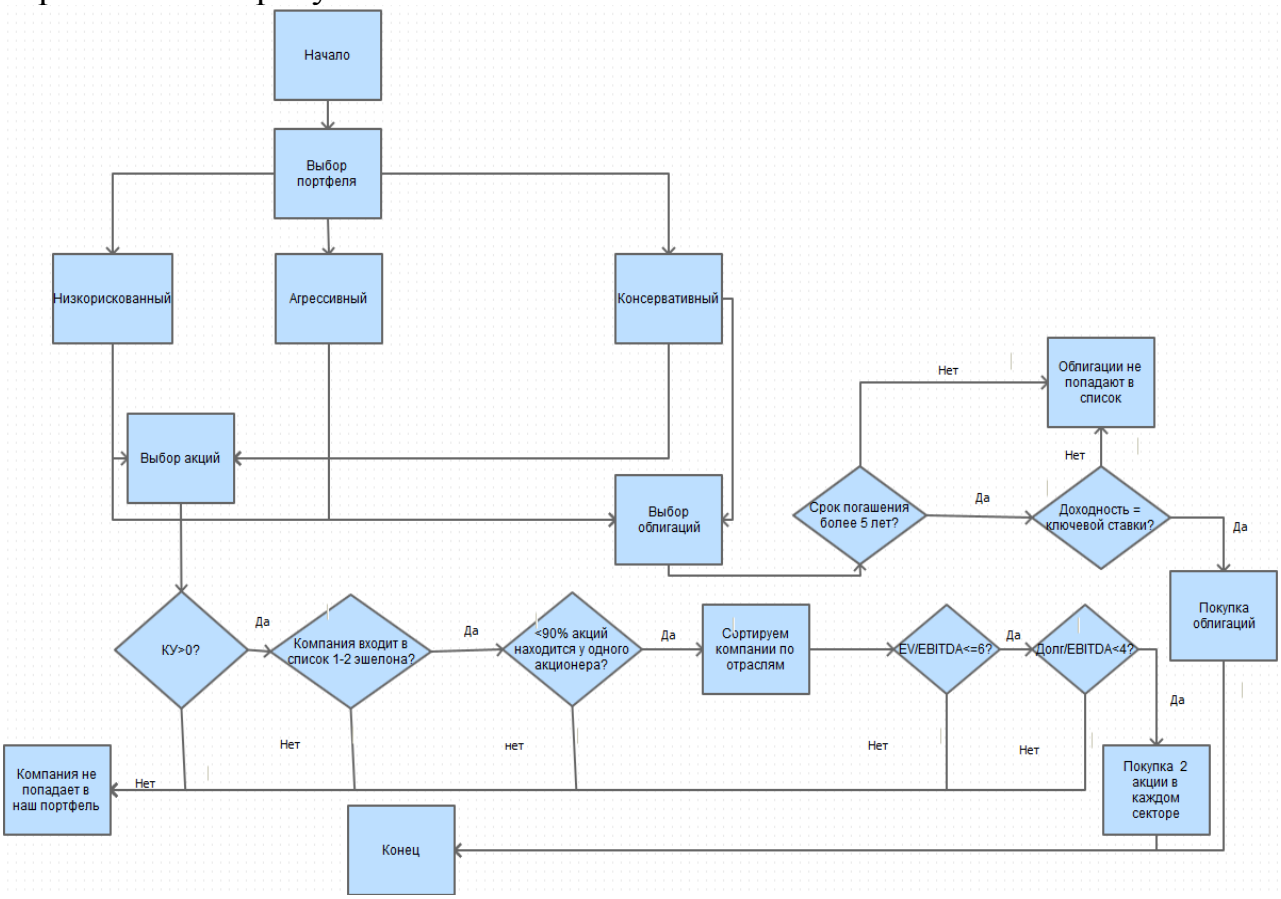


Рисунок 2 – Алгоритм принятия инвестиционного решения

Обзор оболочек, подходящих для реализации данной задачи, показал, что наиболее оптимальным является использование продукта Visual Studio 2017.

Visual Studio 2017 является пакетом программ, включающим в себя не только интегрированную среду, применяемую в разработке программного обеспечения, но, также и целый ряд других программных инструментальных средств х5ъ.

Visual Studio, помимо прочего, содержит в себе редактор исходного кода с базовой возможностью поддержкой технологии IntelliSense. Кроме того, Visual Studio имеет возможность простейшего рефакторинга кода. Встроенный отладчик может работать как отладчик уровня исходного кода, так и отладчик машинного уровня.

Для того, чтобы решить поставленную в настоящем исследовании задачу, необходимо разработать СППР как автоматизированную систему, с целью универсального помощника руководителя или иного лица, принимающего решения, в области непрямого портфельного инвестирования.

В состав разрабатываемой системы необходимо включить два главнейших модуля:

– модуль работы с биржевыми ценными бумагами, предоставляющий общую возможность импорта данных о текущих котировках различных ценных бумаг, удаления и просмотра котировок, используемых в системе;

– конструктор портфелей, позволяющий формировать различные инвестиционные портфели с разнообразным содержанием, на основе приведенного выше адаптированного эвристического алгоритма по двум основным критериям: минимизации риска при фиксированной доходности и критерию максимизации доходности при фиксированном риске.

Таким образом, разработка предложенной СППР позволяет инвестору достаточно оперативно принимать решения по формированию и управлению портфелем ценных бумаг и получать максимально полную и достоверную информацию об объективных рыночных реалиях.

Список литературы

1 Управляющая компания «Арсагера» (официальный сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arsagera.ru/.

2 Акимов С.С. Математические методы технического анализа курса валют. Молодежь в науке: Новые аргументы [Текст]: Сборник научных работ II-го Международного молодежного конкурса (Россия, г. Липецк, 21 октября 2015 г.). Часть IV / Отв. ред. А.В. Горбенко. — Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2015. – С. 16-18.

3 Акимов С.С. Метод повышения надежности прогнозирования при работе на фондовом рынке. Перспективы науки – 2015: Сборник докладов II Международного конкурса научно-исследовательских работ (30 ноября 2015 года) / Научный ред. д.э.н, проф. А.В. Гумеров. – Казань: ООО «Рóкета Союз», 2015. – С. 158-160.

4 Кочетков А. В. Теория и практика инвестиционной деятельности на российском фондовом рынке / А. В. Кочетков // Сборник трудов аспирантов и магистров, серия: Социально–гуманитарные науки, том 3 – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 234 с.

5 Сидельцев С.В. Моделирование и оптимизация портфелей ценных бумаг по KPI / С.В. Сидельцев // В сборнике: Идентификация систем и задачи управления: Труды X Международной конференции Proceedings of the X International Conference. Труды X Международной конференции "Идентификация систем и задачи управления". Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. – 2015. – С. 689-721.

КОМПОНОВКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА АГРАРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Николаенков А.А., Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Важнейшей задачей при проектировании беспилотного летательного аппарата аграрного назначения является разработка надежной и прочной конструкции, способной выдерживать переменные и непредсказуемые нагрузки, нести дорогостоящее оборудование и обеспечивать заданный режим распыления удобрений в автоматическом режиме.

Автономия процесса опрыскивания полей при помощи квадрокоптера – является перспективным направлением по развитию данного способа. Для того, чтобы сделать этот процесс автономным, необходимо создать заправочную станцию, которая в автоматическом режиме будет осуществлять заправку квадрокоптера топливом и жидкими удобрениями, тогда появится возможность вести опрыскивание полей 24 часа в сутки.

Основные элементы и системы конструкции квадрокоптера:

- авиадвигатель;
- система питания авиадвигателя;
- рама (корпус);
- система распыления удобрений;
- система управления полетом.

1 Выбор авиадвигателя для БПЛА

Авиадвигатель для квадрокоптера должен обеспечивать необходимую тягу и скорость. Электрическим двигателем проще управлять дистанционно, чем двигателем, работающим на керосине или спирте, но он обладает малым временем работы и дорогим аккумулятором, соответственно, целесообразно использовать двигатель, работающий на авиационном топливе. Для проектируемого квадрокоптера больше всего подойдет турбовинтовой двигатель малой тяги или микродвигатель внутреннего сгорания, используемый в моделировании. Поскольку микродвигатели сертифицированы, обладают малым весом и габаритами, то их использование позволит выполнить техническое задание. Двигатели, выпускаемые МДС в настоящее время, являются двигателями второго поколения – это новейшие двигатели из текущей программы развития. Микродвигатели постоянно совершенствуются, внедряются новые технологические процессы, направленные на повышение качества и стабильности их работы. Из всех существующих марок микродвигателей внутреннего сгорания самым мощным является марка МДС 218, имеющая следующие параметры [1]:

объем цилиндра – 36,1 см^3;
мощность – 2,5 кВт;
вес – 1,4 кг;
обороты - 2000-9000 об/мин

Четыре микродвигателя МДС 218 в сумме дают мощность 10 кВт. На рисунке 1 представлена конструкция микродвигателя МДС 218.

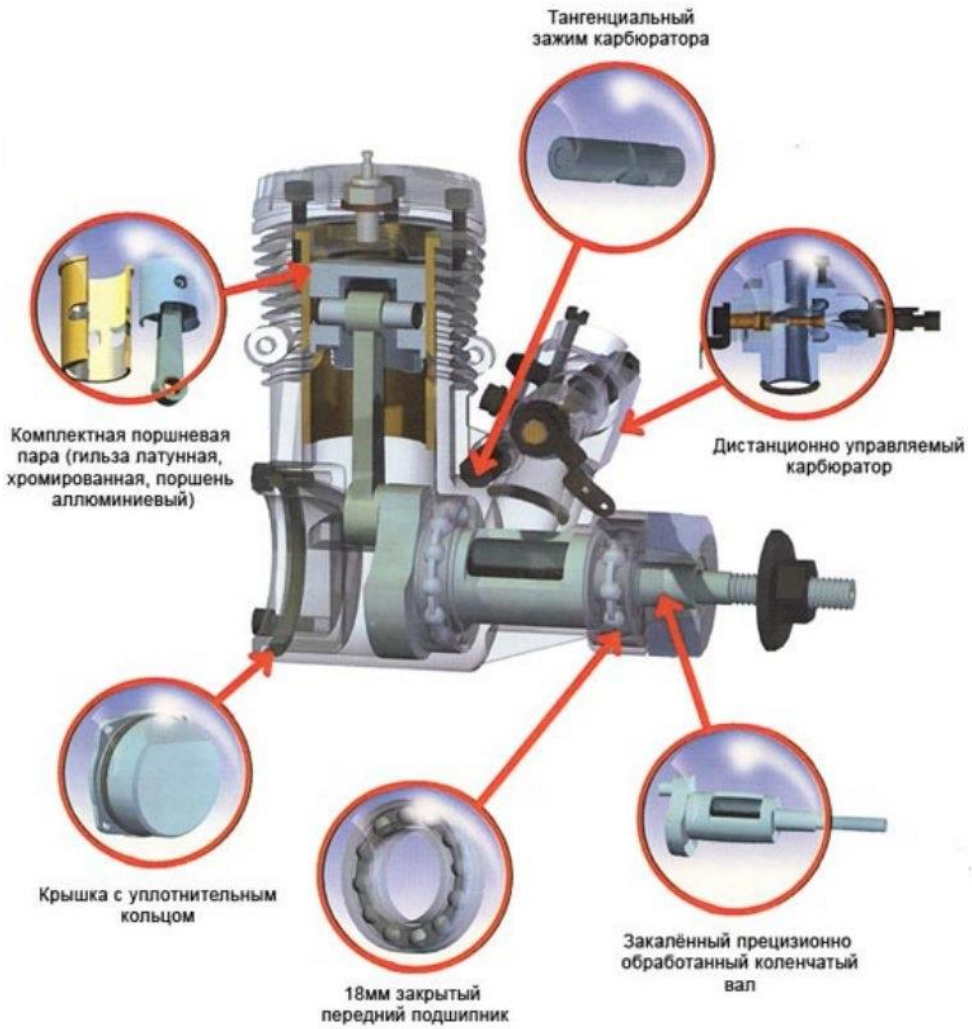


Рисунок – 1. Конструкция микродвигателя МДС 218

2 Система питания авиадвигателя

Система питания двигателя включает в себя: топливный бак, топливопровод, топливный фильтр, топливную помпу и карбюратор. Кроме этих элементов, к системе питания можно отнести также и воздушный фильтр, применение которого в последние годы стало обычным не только на автомоделях, но и на большеразмерных авиамоделях, оснащаемых дорогостоящими двух- и четырехтактными двигателями с увеличенным рабочим объемом.

Топливный бак, в зависимости от типа модели, может иметь различную форму и конструкцию, и изготавливаться как из металла, так и из различных пластических масс. В простейшем случае топливный бак - это сосуд необходимого объема (обычно от 50 до 500 куб. см) [2] , в который входят несколько трубок: заправочная, дренажная и трубка подачи топлива к двигателю. На рисунке 2 изображен пластмассовый топливный бак .

Рисунок – 2. Пластмассовый топливный бак

3 Система распыления удобрений

Распыление частиц должно производиться с компактного опрыскивателя, имеющего минимальную массу, достаточный объем бака для жидких удобрений, достаточное давление для создания мелкодисперсных частиц и производительность. Опрыскиватель состоит из: бака, насоса, подающего жидкость под давлением, форсунок и принадлежностей, соединяющих все компоненты. В аграрной авиации традиционно применяют электрические центробежные насосы. Поскольку процесс распыления будет автоматизированным, то для выполнения обработки необходим программируемый электромагнитный дозировочный насос [4], способный управляться с микропроцессора. Такая технология даст управление процессом распыления с расстояния и при необходимости менять режим опрыскивания. Существуют сертифицированные модели программируемых насосов различных габаритов, мощностей и веса. На рисунке 4 изображен электромагнитный дозировочный насос.

Рисунок 4. Программируемый электромагнитный дозировочный насос

Выбор форсунок не менее ответственный этап в проектировании. Форсунки должны обеспечивать распыл капель дисперсией от 10 мкм до 50 мкм и необходимый угол распыла. Наиболее подходящим под поставленную задачу является тип форсунок для создания тумана низкого давления, либо водовоздушные (двухфазные) форсунки [5]. Пример конструкции форсунки мелкодисперсного распыления представлен на рисунке 5. Сборные форсунки состоят из корпуса и насадки. Возможно значительное сокращение затрат на техническое обслуживание. Насадки можно снять для очистки, не снимая корпуса форсунки с трубы или распыляющей головки. Быстроразъемная конструкция сокращает время на обслуживание. Данный тип форсунок чувствителен к износу, поэтому необходим систематический контроль над состоянием форсунок.

Рисунок 5. Конструкция форсунки мелкодисперсного распыления

Список литературы

1. ОАО «МДС-микро». Микродвигатели внутреннего сгорания. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mds-micro.ru/engines/

2.Русский авиамодельный сайт. Системы питания модельных двигателей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://skyflex.air.ru

3. Ермаченков Д.И., Т.Г Фазли., Петренко Е.О. Разработка конструкции рамы квадрокоптера для удаленного мониторинга объектов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://naukovedenie.ru

4. Компания «РЕЛАСКО». Дозировочные насосы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://relasko.ru/SKACHAT/TEPLOROST_Milton_Roy.PDF

5. Компания Spray Expert (ООО «Эксперт Инжиниринг»). Подбор форсунок по параметрам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: . http://spray-expert.ru

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СМЕНА ИНСТРУМЕНТА СТАНКОВ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ С ЧПУ

Овинов А.Д.
Оренбургский государственный университет

Изделия машиностроения включают детали сложной пространственной формы. Корпусные детали имеют большое количество отверстий. Отверстия выполняют различные функции, в зависимости от которых отверстия имеют разную точность. Отверстия детали координированы между собой, поэтому с целью повышения точности обработки их целесообразно обрабатывать с одной установки.

Для обработки заготовок с большим числом отверстий целесообразно использовать сверлильные станки с ЧПУ. Эти станки автоматизированы с помощью дополнительных координатных столов, позволяющих автоматически перемещать и точно устанавливать заготовку относительно инструмента без предварительной разметки и кондукторов. Кроме перемещений стола автоматизирована подача инструмента Вертикально-сверлильные станки с ЧПУ часто оснащают револьверными головками для автоматической смены инструмента.

Если обработка ведется на станке с автоматической сменой инструментов (например, с поворотной шпиндельной головкой) и технологическим процессом предусматривается применение нескольких инструментов, то при назначении координат точки начала отсчета (нуль детали) по осям x и y расчет ведется по инструменту с наибольшим вылетом от оси поворота головки (с наибольшей длиной).

В соответствии с действующими стандартами инструмента изготовляют с одним фланцем в стандартном и укороченном исполнениях и с двумя фланцами в стандартном и укороченном исполнениях. Первые два варианта исполнения хвостовиков инструмента предназначены для станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента, последние два — для станков с ЧПУ с автоматической сменой инструмента. Все варианты — для установки и закрепления режущих и вспомогательных инструментов.

Для высокоскоростных **фрезерных станков с ЧПУ** необходимо обеспечить минимальную массу подвижных деталей. В случае если инструментальный портал будет тяжёлым, при его быстром перемещении возникнут значительные инерционные нагрузки. Гашение этих нагрузок и борьба с возникающими вибрациями потребуют «запредельной» жёсткости несущей станины, но даже эти меры не позволят обеспечить высокую скорость и качество обработки – уже не говоря о напрасном расходе металла и утяжелении конструкции станка. Именно поэтому, система автоматической смены инструмента для **вертикально-фрезерного станка с ЧПУ** имеет принципиально иную конструкцию (в отличие от «классических схем с револьверной головкой, применяемых, к примеру, в токарных станках).

Прежде всего, цанговый патрон и **шпиндель** представляют собой два отдельных узла. Шпиндель оснащён механизмом автозахвата, а фреза устанавливается в цангу и затягивается в цанговом патроне, представляющем собой автономный «конус». Набор таких сменных «конусов»-патронов располагается в специальной стойке с краю рабочего стола (т.н. линейный магазин смены инструментов). В каждый патрон устанавливается собственная фрезера, так что в итоге получается набор из 6-8 инструментов (в зависимости от конкретного исполнения системы) различного типа. По команде системы ЧПУ шпиндель подходит к стойке и в автоматическом режиме захватывает и закрепляет «конус» с нужным инструментом (их порядок, как и тип фрезы для конкретного патрона задаётся в настройках станка и не должен меняться в процессе работы). «Взяв с собой» нужный инструмент, шпиндель выдвигается в текущую нулевую точку заготовки и начинает фрезерование.

Благодаря тому, что **инструментальный портал** не перемещает весь магазин инструментов, он имеет ту же массу, что и станок без механизма смены инструмента. Следовательно, скорость и точность обработки не уступают более «простым» моделям, а возможность автозамены инструмента существенно расширяет возможности оборудования.

Вместо горизонтальной стойки, сменные патроны могут располагаться на вращающейся головке, перемещающейся вместе с инструментальным порталом. В этом случае замена инструмента будет происходить быстрее (за счёт близкого расположения шпинделя и магазина инструментов). Однако такая схема применяется в основном для больших промышленных станков с мощными шпинделями и большой массой инструментального портала (так что добавка веса за счёт дополнительной револьверной головки с инструментом сравнительно невелика).

Однако для малых станков должно соблюдаться вышеописанное правило – не утяжелять подвижный инструментальный портал и шпиндель весом набора инструментов, а по мере необходимости загружать их «извне» (с неподвижной стойки).

Особенности системы управления Syntec

Многие известные производители выбирают для своих моделей **фрезерных станков ЧПУ** Syntec (Тайвань). Данная система зарекомендовала себя надёжной и точной, устойчивой к помехам и сбоям. Система позволяет в широком диапазоне регулировать скорость и ускорение движения инструментального портала по всем координатным осям, величину подачи и частоту вращения шпинделя, а также задавать тип фрезы для каждого патрона из набора инструментов (при использовании механизма автосмены инструмента). Полезной особенностью системы является возможность сохранения в памяти запущенных ранее программ и их повторной активации (вместе с загрузкой настроек оборудования), что существенно упрощает процесс серийного выпуска изделий.

Как правило, стойка управления **Syntec** представляет собой полноценный «командный центр» и позволяет управлять всеми функциями фрезерного станка без необходимости подключения персонального компьютера.

Список литературы

1. Корсаков, В.С. Основы технологии машиностроения: Учебник для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1974. – 336 с. 8. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник для сту- дентов вузов. – М.: Машиностроение, 1985. – 512 с

2. *Гжиров Р.И., Серебреницкий, П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ – М.: Машиностроение 1990. – 592 с.*

3. Руководство по эксплуатации токарного станка с ЧПУ модели CC-D6000E. Г.Б. Карташов. – М.: УИЦ ЗАО «ЭКОИНВЕНТ», 2006.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНКА В КОМПЛЕКСЕ С CAD-CAM СИСТЕМОЙ ADEM

Овинов А.Д.
Оренбургский государственный университет

Общие сведения по CAD-CAM системе ADEM Основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются сокращение сроков выхода продукции на рынок и снижение ее себестоимости при одновременном повышении качества. Добиться выполнения этих требований можно в первую очередь с помощью систем сквозного автоматизированного проектирования и последующего изготовления изделий на станках с ЧПУ.

В настоящее время существует большое количество профессиональных систем сквозного автоматизированного проектирования, так называемых CAD-CAM систем, обладающих широкими возможностями и имеющих различные сферы применения. Специалисты ЗАО «ЭКОИНВЕНТ» рекомендуют для работы в едином конструкторско-технологическом пространстве с токарным станком с ЧПУ модели CC-D6000E применять CAD-CAM систему ADEM. Интегрированный CAD-CAM комплекс ADEM представляет собой разработанное отечественными специалистами современное программное обеспечение для сквозного проектирования, благодаря которому в рамках одной программы реализуется весь процесс разработки и изготовления изделия – от разработки чертежа до составления управляющей программы для станка с ЧПУ в CNC-коде и загрузки ее на станок.

Существуют различные версии программы ADEM, которые в настоящее время применяются в промышленности и учебных заведениях. Эти версии обладают разными возможностями и требуют, соответственно, разных ресурсов. Поэтому пользователь станка может всегда выбрать себе версию, сообразуясь с характеристиками своего компьютера, начиная от более дешевой и простой версии 3.03 и кончая более дорогими и с большими возможностями версиями 7.1, 8.0 и т.д. Структурно программа ADEM, независимо от номера версии, состоит из трех основных модулей: CAD, CAM, TDM: - модуль CAD позволяет создавать чертежи и объемные модели; - модуль CAM предназначен для создания управляющих программы для фрезерных, токарных, электроэрозионных и других станков с ЧПУ; - модуль TDM – это средство для повышения автоматизации создания конструкторской и технологической документации. Кроме этого в системе имеются дополнительные модули для настройки на различные виды технологического оборудования, предварительного контроля качества механообработки и управления архивом конструкторско- технологических документов.

Система ADEM. Основные сведения по модулю CAD. Модуль CAD является дальнейшим развитием основных принципов, заложенных в основу системы Cherry CAD - первой отечественной системы плоского и объемного моделирования. Особенностью модуля CAD системы ADEM является единое гра-

фическое пространство для построения чертежей, объемных моделей и сборок, что позволяет эффективно применять все возможности плоского и объемного моделирования для решения конструкторских задач. 3.3. Двухмерная графика в модуле CAD. Как и в большинстве графических систем, построение плоских моделей в системе ADEM выполняется при помощи графических примитивов: отрезков, дуг, окружностей, кривых, и комплексных объектов (контур, полилиния и т.п.) Система позволяет использовать вспомогательные построения, не прерывая основных построений. В программе есть большой выбор методов построения примитивов и их комбинаций, широкий набор математических кривых от классических сплайнов до NURBS, а также всевозможные способы задания координат. Текст может быть представлен как текстовый параграф или табличный текст с соответствующим выравниванием, так и в виде отдельных текстовых строк. Доступны стандартные ЕСКД шрифты и все многообразие SHX и TrueType шрифтов. В модуле CAD заложен также широкий набор условных обозначений шероховатости, допусков, выносок и т.п., что обеспечивает эффективное оформление чертежей и технологических эскизов. Предложен большой набор стандартных и пользовательских штриховок в прозрачном и непрозрачном вариантах и библиотеки форматок для различных стандартов ANSI, ISO, ЕСКД.

Модуль CAD предоставляет все необходимые возможности для нанесения и редактирования размеров. При этом размеры могут устанавливаться автоматическим или ручным позиционированием и имеют множество настроек, в том числе и на различные стандарты. Для несложных фрагментов чертежей эффективно применение специального автомата, который осуществляет нанесение размеров без участия пользователя. При помощи функций редактирования можно деформировать и дополнять элементы, строить фаски, выполнять обрезку, продление, сопряжение и скругление.

Особое значение имеют булевы операции объединения, дополнения и пересечения контуров, которые упрощают плоское моделирование и черчение. Кроме стандартных процедур переноса, поворота, зеркального отражения, копирования и масштабирования группы элементов есть удобная функция извлечения области для создания местного вида. Уникальный аппарат инженерной аппроксимации кривых дает возможность обрабатывать художественные эскизы до уровня чертежно- конструкторского исполнения. Система ADEM позволяет создавать параметрические модели. Существует два метода параметризации: параметризация узлов и эвристическая параметризация. Параметризация узлов позволяет пользователю назначать связи геометрии с размерами. Эвристическая параметризация позволяет перестраивать геометрию в соответствии с размерами на основе автоматического выявления геометрических связей. Оба метода эффективно обеспечивают редактирование чертежей и их фрагментов за счет изменения значения размеров.

При создании плоских и объемных сборок почти всегда используются стандартные или типовые детали. Конструктору не нужно каждый раз чертить эти элементы, он может использовать библиотеки. В библиотеках поставки

присутствуют различные стандартные элементы, в том числе и крепежные. В случае, когда элемент в библиотеках отсутствует, пользователь может сам его создать и занести в каталог при помощи несложной операции. 3.4. Система ADEM. Основные сведения по модулю CAM. Модуль ADEM CAM работает в одном графическом пространстве с конструкторским модулем ADEM CAD и использует ту же самую геометрическую модель. С его помощью возможно создание 15-ти технологических процессов механообработки, характерных для типичного современного машиностроительного производства. Для токарной обработки характерен следующий порядок работы: 1)

Создание в модуле CAD (построить в системе ADEM или импортировать из сторонней системы компьютерного моделирования) геометрической модели обрабатываемой детали. Детали, изготовляемые на токарных станках с ЧПУ, имеют достаточно определенный тип конфигурации – все они представляют собой тела вращения. При этом контур заготовки в осевом сечении, как правило, представляет собой прямоугольник, а контур готовой детали в осевом сечении легко может быть представлен в виде последовательности различных геометрических элементов, которые в модуле CAD системы ADEM строятся при помощи графических примитивов для создания плоских моделей.

В итоге математические расчеты, необходимые для составления траекторий перемещений режущих инструментов, при токарной обработке обычно сводятся к решению геометрических задач на плоскости, совпадающей с осевым сечением обрабатываемой детали. Дополнение геометрической модели обрабатываемой детали контурами областей заготовки, удаляемых в виде стружки при токарной обработке. 3) Переход из модуля CAD в модуль CAM системы ADEM. 4) Выбор модели станка с ЧПУ из библиотеки системы ADEM. 5) Выбор обрабатываемого конструктивного элемента. Под этим термином в системе ADEM понимается элемент детали, обрабатываемый за один технологический переход. При токарной обработке чаще всего обрабатываются такие конструктивные элементы как торец и область. 6) Назначение при помощи системы диалоговых окон требуемых для создания технологии механообработки параметров выбранного конструктивного элемента: геометрические размеры элемента, ориентация элемента в пространстве, положение точки врезания и т.д. 7) Задание параметров технологического перехода, определяющего обработку выбранного конструктивного элемента. Ввод параметров осуществляется в режиме диалога при помощи системы диалоговых окон: «Параметры», «Дополнительные параметры», «Инструмент» и «Подход/Отход». В случае затруднения при назначении параметров технологического перехода пользователь всегда может обратиться к таблицам совместимости конструктивных элементов и технологических переходов. В диалоговом окне «Параметры» задаются основные параметры обработки, такие как: тип и направление обработки, подачи станка, обороты шпинделя и многое другое. В диалоговом окне «Дополнительные параметры» задаются дополнительные параметры обработки, обычно к ним относятся количество проходов или глубина обработки за один проход, наличие замены инструмента и т.п.

В диалоговом окне «Инструмент» задаются параметры инструмента. Здесь вводятся данные, определяющие геометрию инструмента. Можно установить параметры инструмента вручную, либо выбрать нужный инструмент из базы. При этом появляется изображение выбираемого инструмента. Кроме того, можно учитывать дополнительно номера корректоров, вылет инструмента и т.п. В диалоговом окне «Подход/Отход» задаются различные траектории подхода и отхода инструмента: радиальная, прямолинейная, по нормали и касательно. 8) Получение управляющей программы обработки в универсальном формате CLDATA, который позволяет представить управляющую программу в виде набора команд, не привязанных к конкретной модели станка с ЧПУ. 9) Перекодирование файла CLDATA при помощи постпроцессора в управляющую программу в CNC-коде под конкретную модель станка с ЧПУ. В штатной поставке системы ADEM содержится более 200 постпроцессоров, созданных разработчиками системы. Если встречается станочное оборудование, к которому не подходит ни один библиотечный постпроцессор, или если этот постпроцессор требует доработки, то его генерация или редактирование могут быть произведены в дополнительном модуле системы ADEM – модуле GPP. Для токарного станка с ЧПУ модели CC-D6000E, оснащенным ПО NCCAD, в состав штатной поставки системы ADEM для учебных предприятий включен специальный постпроцессор № 3423 WABECO.

Список литературы

1. Корсаков, В.С. Основы технологии машиностроения: Учебник для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1974. – 336 с. 8.

2. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1985. – 512 с

3. Гжиров Р.И., Серебреницкий, П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ – М.: Машиностроение 1990. – 592 с.

4. Руководство по эксплуатации токарного станка с ЧПУ модели CC-D6000E. Г.Б. Карташов. – М.: УИЦ ЗАО «ЭКОИНВЕНТ», 2006.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПО СИСТЕМ КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА

Овинов А.Д.
Оренбургский государственный университет

Традиционные методы повышения технико-экономических показателей промышленных технологических процессов ориентированы на специфический характер производств, в которых они использовались в период доинформационных технологий. Так технологические процессы на предприятиях оборонного комплекса ориентированы на получение гарантированного качества безотносительно к затратам энергии, материалов и других ресурсов. Мелкосерийный характер производственных процессов, типичный для этих отраслей, обеспечивался созданием уникальных агрегатов под конкретные технологические операции, а немногочисленные разработки, связанные с их оптимизацией и адаптацией, имели ориентацию на повышение надежности и повторяемости промежуточных регламентированных технологическими инструкциями качественных технологических показателей: распределения температуры, концентрации упрочняющих элементов, толщины диффузионного слоя и т.п. в условиях неконтролируемых возмущений путем компенсации последних, либо удержания их на допустимом уровне. Это обстоятельство во многом определяет трудности модернизации оборонных производств, т.к. отсутствие гибкости технологических процессов требует капиталовложений на их перестройку, зачастую превышающих стоимость создания новых производств.

В то же время в отраслях, ориентированных на гражданские потребности, отсутствие реальной конкуренции и жесткий распределительный характер потребления привели к созданию технологических процессов, ориентированных на массовое производство изделий, как правило, недостаточно высокого качества и высокой себестоимости. Работы по оптимизации процессов технологических процессов в этих отраслях были направлены на снижение затрат при сохранении и стабилизации усредненных, как правило, невысоких качественных показателей при массовом производстве.

Вступление в рыночные отношения при негарантированном сбыте, изменяющихся и повышенных требованиях потребителя для предприятий этих отраслей затруднительно. Выход на внешний рынок и внедрение международных стандартов качества (например, ИСО 9000), требующих "прозрачности" технологии для потребителя, вообще проблематичны без существенной переориентации целевых установок и технологической стратегии.

В качестве одной из мер для выхода из этой сложной ситуации автор предлагает создание гибких автоматизированных технологических модулей, позволяющих осуществлять комплексное оптимальное проектирование и управление технологическими процессами. Эффективность таких модулей в реальных производственных условиях обеспечивается системным подходом к их созданию путем достаточно полного анализа жизненного цикла произведен-

ных с помощью этих модулей изделий на основе декомпозиции глобального критерия оптимизации (интегративного системного свойства) технологических процессов.

Декомпозиция критерия.

Разработанные в трудах основные положения системного подхода позволяют наряду с получением оптимальных управляющих воздействий, регламентирующих соответствующие технологические режимы, определять оптимальные конструктивные параметры изделий и установок для их изготовления и обработки с позиций их дальнейшего оптимального функционирования при обеспечении предельных значений глобального критерия оптимальности как совокупного критерия, отражающего не только технико-экономические, технологические, но и эксплутационные показатели.Для получения конструктивных результатов для технологических систем предлагается в качестве интегративного системного свойства глобальный критерий оптимальности, который определяется системным анализом жизненного цикла изделия и включает в себя в качестве взаимосвязанных элементов проектирование; технологию изготовления и обработки и эксплуатацию изделия.

Базисом предлагаемого в работе метода построения взаимосвязанных иерархических структур проблемно-ориентированных математических моделей и адекватных постановок комплексных задач оптимального проектирования и управления процессами технологической теплофизики является иерархическая структура локальных критериев оптимальности, полученная путем декомпозиции заданного глобального критерия.

Переходные режимы.

В реальных процессах значительную часть производственного цикла занимают переходные режимы, связанные с запуском после перерыва, сменой темпа работы предыдущего и последующего оборудования, переходом от одной партии обрабатываемых изделий к другой и т.п. В установках для мелкосерийных производств, которые в рыночных экономических условиях занимают существенное место в производстве, доля этих переходных режимов зачастую не меньше, чем установившихся, а с учетом суммарных затрат на потери, связанных как с неустранимым браком, так и с исправлением устранимого брака (доцементация, передел и т.п.), а также с потерями производительности и простоями, оптимизация переходных режи-мов не менее существенна, чем установившихся. Наиболее остро эта проблема встает в случае использования в технологической цепи установок непрерывного или полунепрерывного действия. В этом случае вывод технологической цепи на стационарный режим может занимать несколько рабочих смен и требовать нетривиальных технических решений, например использования "балластных" заготовок.

Математическое моделирование.

Структурная декомпозиция глобального критерия оптимальности порождает соответствующее "дерево целей" из совокупности локальных эксплуатационных и технологических критериев, которым соответствует "дерево моделей".

При этом соответствие моделей локальным критериям и определяет минимально допустимую сложность моделей. В соответствии с системным принципом иерархии и приоритетом целенаправленности математические модели в работе также построены на основе иерархического принципа на базе гомоморфизма моделей верхнего уровня по отношению к моделям нижнего уровня на основе агрегирования переменных состояния последних. Детализация описания возрастает по мере продвижения вниз по иерархическим ступеням на основе декомпозиции моделей верхнего уровня. При этом параллельно происходит декомпозиция глобального критерия. На каждой страте иерархической модели подсистемы формулируются в виде графа, в узлах которого размещены расчетные схемы - конструктивные математические модели - в агрегированных переменных. Такие графы отражают структуру подсистем и представляют собой структурные модели.

Список литературы

1. Берталанфи Л. Общая теория систем. Критический обзор / Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1999.

2. Основы современной системотехники / Под ред. М. Рабина. М.: Мир, 2000.

3. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Идея, алгоритм, решение: принятие решений и автоматизация. М.: Воениздат, 2002.

ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

Овинов А.Д.
Оренбургский государственный университет

Оборудования с ЧПУ – автоматическое и точное управление движением рабочих органов. Рабочие органы любого станка с ЧПУ имеет два или более направления для движения, которые называются осями. Причем, движение по этим осям осуществляется автоматически и с заданной точностью. У ряда станков используются две линейные оси, движение по которым осуществляется по прямому пути, и оси вращения, движение по которым выполняется по кругу. На универсальном станке движение заготовки детали или инструмента осуществляется путем ручных операций, выполняемых станочником (например, вращением рукояток).

Станки с ЧПУ оснащены сервомоторами, которые приводятся в действие системой ЧПУ, а та, в свою очередь, в точности исполняет команды управляющей программы. Обобщая, можно сказать, что тип движения (ускоренный, линейный или круговой), оси перемещений, величина и скорость перемещения программируются во всех типах систем с ЧПУ.

Система ЧПУ, исполняя команды управляющей программы, посылает необходимое количество импульсов шаговому двигателю. Его вращение передается оси, с которой, как правило, через шарико- винтовую пару, связан рабочий стол. Стол линейно перемещается. Устройство обратной связи, расположенное в противоположном конце оси, позволяет системе ЧПУ подсчитать, на сколько градусов повернулась ось, т. е. какое число импульсов реально отработал шаговый двигатель. В условиях нормальной эксплуатации один станок с ЧПУ позволяет заменить от 2 до 6 единиц универсального оборудования, кроме того, значительно сокращается срок подготовки производства и длительность цикла изготовления продукции, возрастает гибкость.

Экономическая целесообразность использования станков с ЧПУ оправдывается, как правило, при обработке заготовок серийнымим партиями. С целью увеличения эффективности использования дорогостоящих станков с ЧПУ, особенно обрабатывающих центров 17 (ОЦ), рекомендуется их эксплуатировать в режиме двух- и трѐх- и четырехсменной работы. Первое преимущество использования станков с ЧПУ заключается в более высоком уровне автоматизации.

Случаи вмешательства станочника или оператора в процесс изготовления детали могут быть исключены или сведены к минимуму. Процесс технологической подготовки производства полностью управляется инженером-технологом. Большинство станков с ЧПУ могут работать автономно в течение всего процесса обработки заготовки детали, поэтому оператор-станочник может выполнять другие задачи. Предприятия, применяющие станки с ЧПУ, получают дополнительные преимущества: уменьшение числа ошибок оператора-станочника, предсказуемость времени обработки и более полная загрузка оборудования.

Поскольку станок управляется при помощи программы, квалификация оператора станка с ЧПУ может быть значительно ниже, по сравнению с образованием станочника, работающего на универсальном оборудовании. Второе преимущество использования технологии ЧПУ заключается в более точном изготовлении детали.

Сегодня производители станков с ЧПУ говорят о высочайшей точности и надежности оборудования. Это означает, что однажды отлаженная управляющая программа может быть использована на станке с ЧПУ для производства двух, десяти или тысячи абсолютно идентичных деталей, причем при полном соблюдении требований к точности. Третьим преимуществом применения любого оборудования с ЧПУ является гибкость и возможность быстрой переналадки оборудования. На оборудовании с программным управлением изготовление разных деталей сводится к простой замене управляющей программы и, в некоторых случаях, режущего инструмента.

Проверенная управляющая программа может быть использована любое число раз и через любые промежутки времени.

Основными техническими характеристиками являются следующие

1. Класс точности (отечественное оборудование). Обозначается следующими буквами: П—повышенной точности; В—высокой точности; А—особо высокой точности, С—особо точные (прецизионные). По каждому классу точности и группе станков нормируется допустимая величина погрешности.

2. Вид устройства ЧПУ (УЧПУ) обозначается индексами (отечественное оборудование), входящими в наименование модели станка: Ф1 – станки с цифровой индикацией (в том числе с предварительным набором координат); Ф2 – станки с позиционными и прямоугольными системами управления; Ф3 – станки с контурными прямолинейными и криволинейными системами управления; Ф4 – станки с универсальной системой управления для позиционно- контурной обработки; Ц – станки с цикловым программным управлением.

3. Основные параметры станка: наибольший диаметр обрабатываемого изделия (для токарных станков); наибольший диаметр сверления, (для сверлильных станков); диаметр расточного шпинделя (для расточных станков); размеры стола (для фрезерных станков) и т. д.

4. Наличие инструментального магазина.

5. Наличие устройства автоматической загрузки заготовок.

6. Габаритные размеры станка и его масса.

7.Число управляемых координат и число одновременно управляемых координат (число одновременно управляемых координат определяет траекторию движения инструмента относительно заготовки).

При сложной обработке на фрезерных, токарных и многоцелевых станках используют УЧПУ с непрерывным (контурным) управлением одновременно по нескольким координатам. Существуют УЧПУ с управлением одновременно по трем, четырем и пяти координатам В токарных станках обычно применяются УЧПУ с одновременным управлением по двум координатам, а в токарно-револьверных и токарно-карусельных–потремкоординатам.

Список литературы

1. *Гжиров Р.И., Серебреницкий, П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ – М.: Машиностроение 2001. – 592 с.*
2. *Основы теории точности машин и приборов / В.П. Булатов [и др.] – М.: Наука, 1999. – 234 с. 11.*
3. *Шевелев, А.С. Исследование точности размерных связей в авиадвигателестроении. Диссертация. КАИ: 2000. – 304 с. 12.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ОТ4 С ЗАЗОРОМ, ПРЕВЫШАЮЩИМ 0,15ММ, ЗАПОЛНЕННОГО ТИТАНОВОЙ ФОЛЬГОЙ ВТ1-00 И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Онучин С.В.
Оренбургский государственный университет

При пайке титановых сплавов одним из условий является величина зазора между паяемыми поверхностями, которая не должна превышать 0,15 мм. Целью данной работы являлось определение механических свойства паяного соединения, изготовленного из титанового сплава ОТ4 и заполненного титановой фольгой ВТ1-00 толщиной 0,1 мм, компенсирующей зазор при сборке более 0,15 мм в паяемом соединении. После пайки необходимо было провести металлографический анализ паяного соединения на предмет наличия дефектов.

В ходе проведения данной работы использовались следующие материалы: титановый сплав ОТ4, титановая фольга ВТ1-00, аморфный ленточный припой «СТЕМЕТ 1202» (толщина 0,045 мм).

Объектом отработки являлись образцы стыкового паяного соединения (рисунок 1) с титановой фольгой ВТ1-00 одинарного пакета (припой-фольга-припой) и тройного пакета (припой-фольга-припой-фольга-припой-фольга-припой).

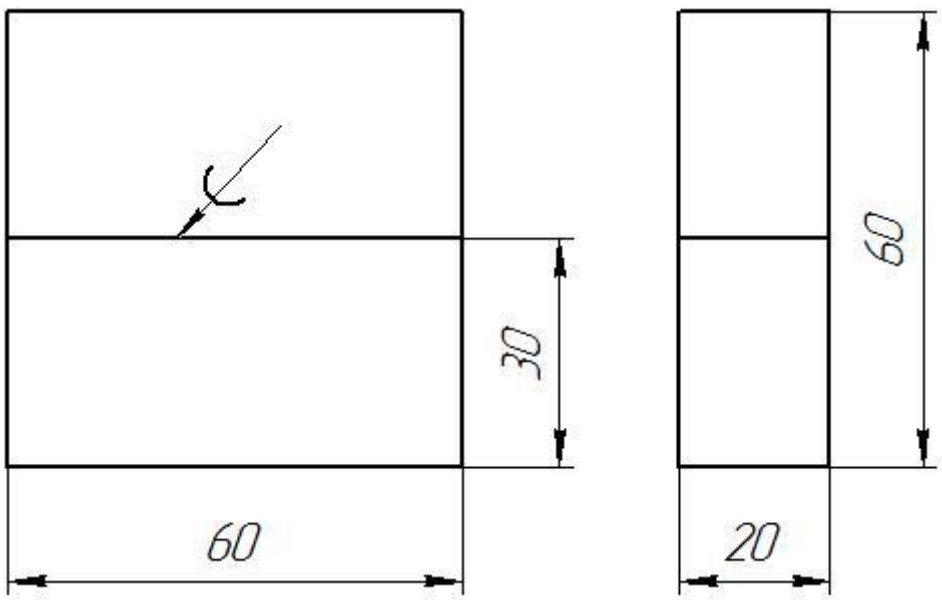


Рисунок 1 — Образец

Порядок проведения работ: подготовка образцов под пайку – детали обезжиривались в ацетоне, обезвоживались в спирте. Далее производилась сборка образцов с размещением в зазоре одинарного пакета и тройного пакета (припоя и фольги) в приспособлении, обеспечивающем прижатие деталей. По-

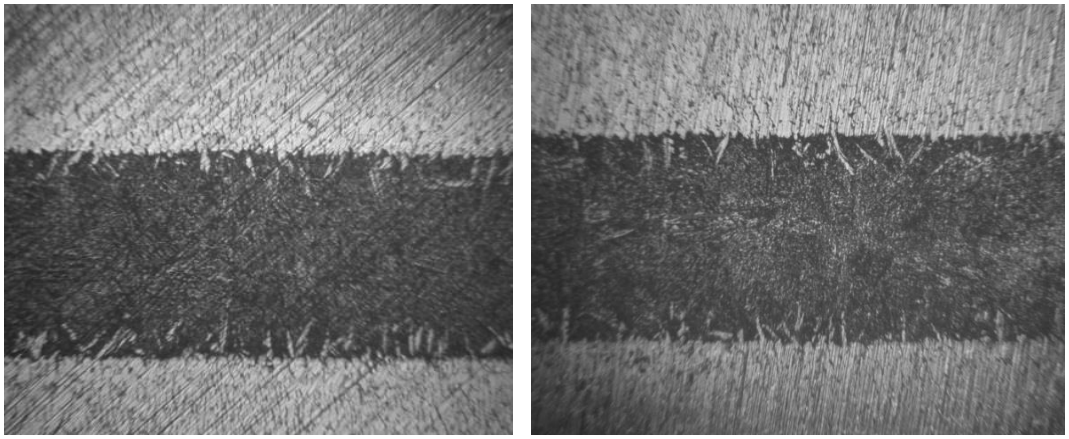
сле этого производилась пайка образцов в вакуумной печи по режиму: вакуум не хуже $1x10^{-4}$ мм.рт.ст.; температура пайки $870^0 \pm 5^0$С, выдержка 10 минут; температура диффузионной выдержки $830^0 \pm 5^0$С, выдержка 120 минут.

Из паяных образцов–заготовок изготовили 20 образцов по ГОСТ 28830-90 тип II: 10 образцов с одинарным пакетом и 10 образцов с тройным пакетом.

После этого были проведены статические испытание на разрыв при 20^0С, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты механических испытаний

№ п/п	Одинарный пакет $б_в$($^{кг}/_{мм}{}^2$)	Тройной пакет $б_в$($^{кг}/_{мм}{}^2$)
1	77,0	72,0
2	77,0	72,0
3	77,5	78,5
4	79,0	73,5
5	77,5	77,0
6	77,0	60,0
7	78,5	77,0
8	78,5	57,0
9	77,5	77,5
10	78,0	77,5
Ср.знач.	**77,75**	**72,2**



а) б)

Рисунок 2 — Результаты металлографического исследования:
а) одинарный пакет; б) тройной пакет

Результат металлографического исследования (рисунок 2) показал полное растворение титановой фольги ВТ1-00 в припое «СТЕМЕТ 1202» и при увеличении в 300 крат виден рост дендритов, что обеспечивает равнопрочное соединение. Соединения однородны – дефектов в виде пор, непропаев и др. не выявлено.

При механических испытаниях образцов на разрыв при 20^0С разрушение произошло по паяному соединению. Результаты испытаний показали высокие

прочностные характеристики паяного соединения с применением титановой фольги ВТ1-00 (0,95% от $б_в$ основного материала).

Вывод: проведенные исследования подтверждают возможность использования титановой фольги при заполнении паяемого соединения при зазоре более 0,15 мм, образующихся при сборке деталей и в качестве ремонтной технологии при устранении непропаев.

Список литературы

1. *Петрунин, И.Е. Справочник по пайке / И.Е. Петрунин. М.: Машиностроение, 2003.*

2. *Сварка, пайка, технология сварочных работ [Электронный ресурс]:http://www.prosvarky.ru/brazing/process/15.html (дата обращения: 22.12.2017).*

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ИНСТРУМЕНТА

Оплеснин С.С., Оплеснин С.П., Крылова С.Е., канд. техн. наук, доцент, Мингазов Р.Р, Валитов Д.М., Жамансарин М.А.
Оренбургский государственный университет

Продуктивность режущего инструмента обусловлена геометрией, материалом и качеством покрытия. Покрытия типа TiNобразуют достаточно трудноизнашиваемые слои, которые защищают инструмент от износа поверхности, снижают энергоемкость, повышают его надежность итеплостойкость. Как результат, свойства резки защищенного инструмента, выше в несколько раз по сравнению с инструментом без покрытия.TiN используется как в качестве самостоятельного покрытия, так и в виде его отдельных слоев. Благодаря простой технологии получения и невысокой стоимости исходных материаловPVD-метод его нанесения получил наиболее широкое промышленное применение. Само покрытие обладает твердостью по Виккерсу в пределах 22…24 ГПа и коэффициентом трения по стали 0,55. Применяется для всех видов режущих инструментов при резании конструкционных сталей и сплавов нормальной обрабатываемости [1].

Материалом для исследования послужила инструментальная быстрорежущая сталь Р6М5 с нанесением на неё покрытиемTiNметодом PVD.

Структура поверхности образовавшегося покрытия полученная методом электронной растровой микроскопии на приборeJEOLJCM-6000 представлена на рисунке 1.

Анализ структуры (рисунок 1 а, б) показал, что в поверхностном слое покрытия присутствуют две основные фазы: твердый раствор на основе Tiи сложные карбидные включения.Наблюдается однородное распределение карбидов в металлической основе, однако размеры карбидов изменяются в достаточно широких пределах от 0,5 до 15 мкм.

Результаты микрорентгеноспектрального анализа, полученные при помощи микродисперсионного анализатора EX-54400T1L11 представлены на рисунке 1 в, г и в таблице 1,2. Установлено, что в структуре покрытия углерод присутствует в связанном виде в качестве карбидов и карбонитридов TiC иTiNC.Титан составляет основу карбидных и карбонитридных включений и подложки инструмента, содержание азота (N) повышено в отдельных спектрах, один из которых (002), указан на рисунке 1, а.Покрытие TiNимеет характерный золотистый цвет и следующие физико-механические свойства: $\rho = 5{,}40$ г/см^3; $t_{пл} = 2950$ °С; $HV = 22$ ГПа; $K_1^t = 9{,}4 \cdot 10^6 K^{-1}$; $M = 590$ кН/мм^3.

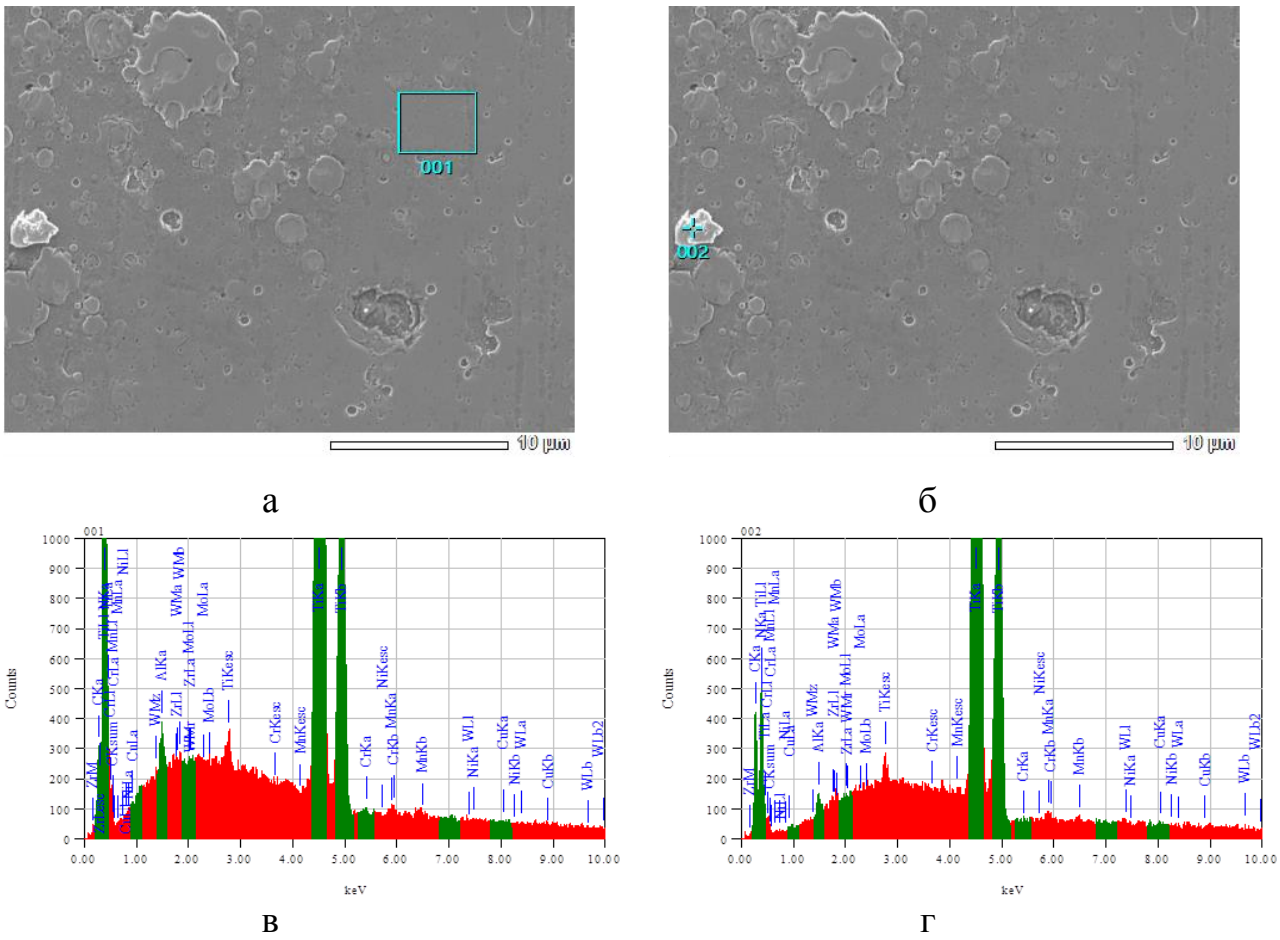


Рисунок 1 – Результаты микрорентгеноспектрального анализа покрытия TiN

Таблица 1- Химический состав спектра 001, в % по массе

C	N	Al	Ti	Mn	Zr
0,90	8,65	0,33	89,44	0,40	0,28

Таблица 2- Химический состав карбонитрида TiNC (спектр 002), в % по массе

C	N	Ti
3,00	2,62	94,38

В работе провели оценку распределения микромеханических свойств по поверхности покрытия инструмента. Исследования распределения микротвердости (рисунок 2)показывают неравномерность распределения твердости по поверхности, что объясняется катодным механизмом распыления покрытия.

Известно, что при отсутствии вращенияинструмента в вакуумной камере, и некоторых особенностей конструкции в виде экранов-каплеуловителей и магнитных распределительных полей приводят к шероховатости покрытия и изменению микротвердости[2], представленному на рисунке 2.

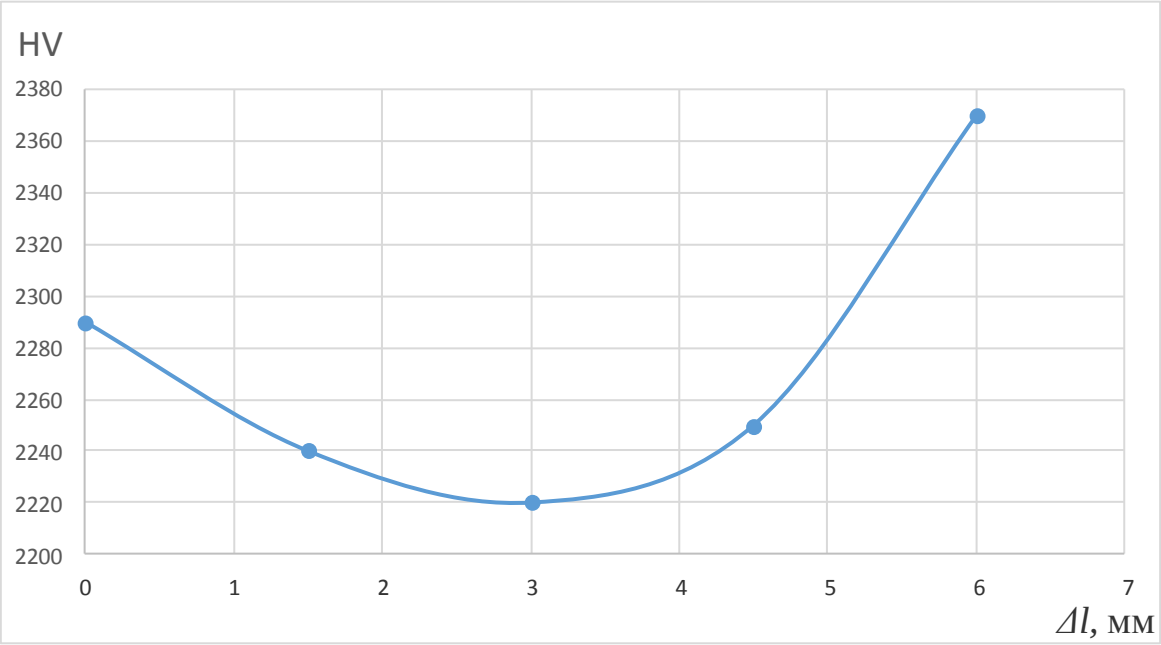


Рисунок 2- Распределение твердости по поверхности покрытия

В ходе исследования определили состав, структуру и качество нанесенного покрытияTiNна поверхность инструмента из быстрорежущей стали. Установлено, что покрытие обладает однородной структурой с равномерным карбидным упрочнением и высокими значениями микромеханических свойств. Однако, особенность выбранного PVD-метода получения покрытия основана на катодном осаждении карбидных и карбонитридных фаз, что не обеспечивает высокого класса шероховатости и стабильности микротвердости по рабочей плоскости инструмента. Данный факт может привести к неудовлетворительной эксплуатационной стойкости инстумента.

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2011. – 368 с. – ISBN 978-5-94275-591-1.

2. Бондарь А.В., Смоленцев Е.В. Криогенно-эрозионное упрочнение металлических изделий // Упрочняющие технология и покрытия. 2006. №4. С. 17-22.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Петров Д.В., Лапов А.Н.
Оренбургский государственный университет

Система автоматизированного проектирования(САПР) - это комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с коллективом специалистов, выполняющих автоматизированное проектирование

На сегодняшний день к САПР относят процесс автоматического проектирования с использованием сложных средств машинной графики, которую поддерживают пакеты прикладных программ, решающих различные проблемы (экономические, аналитические, квалификационные и т.д.)

САПР ялявляется одним из перспективных направлений развития в машиностроение, так как позволяет увеличить выполнение чертежных работ до 3-х раз, при этом точность чертежей будет высокой за счет того, что место любой точки чертежа определяется точно и позволяет при достаточном уведичение не терять качество. Так же анализ и ускорение расчетов при проектирование в настоящее время достигается за счет использования метода конечных элементов, что освобождает конструктора от радиционных форм и позволяет при проектирование создавать нестандартные геометрические формы.

Перспективы развития систем автоматического проектирования определяются текущим положением промышленности в стране. В своем техническом развитии системы автоматического проектирования достигли той отметки, когда факторов влияющих на массовый переход к определенному разработчику нет.

Сейчас на развитие САПР влияют три тенденции:

1) интеллектуальные возможности;

2) реализация SaaS;

3) мобильные устройства, позволяющие иметь доступ к этой услуге в любом месте и в любое время.

Известно, что частичная автоматизация зачастую не дает ожидаемого повышения эффективности функционирования предприятий. Поэтому предпочтительным является внедрение интегрированных САПР, автоматизирующих все основные этапы проектирования изделий. Дальнейшее повышение эффективности производства и повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции возможно за счет интеграции систем проектирования, управления и документооборота.

Такая интеграция лежит в основе создания комплексных систем автоматизирования, в которых помимо функций собственно САПР реализуются средства для автоматизации функций управления проектированием, документооборота, планирования производства, учета и т.п.

Разговоры об облачных технологиях применительно к САПР идут уже давно, но ряд вопросов, которые поднимались, так и остались нерешенными.

Да, уже появились технологии по «пробрасыванию» 3D-графики на терминалы, появилось и несколько центров обработки данных (ЦОД), поддерживаемых на территории нашей страны отечественными провайдерами.

Но некоторые вопросы, в первую очередь организационные, так и остаются без ответа. Существующее законодательство все еще налагает ряд ограничений на хранение персональных данных, а также сведений, содержащих государственную тайну. А позиция провайдеров облачных решений осталась неизменной: они все также предлагают — «просто доверьтесь нам». При этом в большинстве случаев не до конца понятна ответственность поставщиков решений при, например, утечке данных резервного копирования на сторону.

Тем не менее применительно к работе серьезных предприятий такая доверчивость может иметь катастрофические последствияТаким образом, в отношении облачных технологий в сфере PLM остается только вариант использования частных облаков (Private Cloud). И это подтверждается созданием некоторыми российскими концернами собственных ЦОД для этих нужд. Но есть и еще одна проблема, сдерживающая развитие облачных технологий применительно к PLM, а именно — необходимость обеспечения высокопроизводительных каналов связи. Если речь идет об организации работы предприятия на нескольких площадках, то стоимость организации защищенных каналов связи оказывается довольно существенной. Хотя, казалось бы, в последнее время все большее распространение получают высокоскоростные сети, столь же лавинообразно растет и количество их пользователей. Так что ситуация, когда 9/10 трафика предприятия выделяется на организацию видеоконференций начальства и другие не менее важные задачи, а на обмен инженерными данными остается не более 1/10 доступной пропускной способности канала, весьма типична.

Таким образом, говорить о массовой миграции PLM решений в облака в ближайшее время представляется преждевременным. Но отдельные их компоненты получат дальнейшее развитие в виде общедоступных «витрин данных», каталогов продукции и удаленного доступа к данным с использованием web-технологий. К числу современных прикладных программ, которые можно использовать при проектировании, следует отнести: AutoCad, КОМПАС, PROi, CATIA (графичесике редакторы), ANSYS CFX (вычислительная газогидродинамика), APM WinMachine (расчет и проектирование конструкций) и другие. Например, в курсе «Детали машин» с помощью системы расчета и проектирования механических конструкций и оборудования в области машиностроения APM WinMachine можно решать задачи по расчету различных передач, деталей машин и их соединений. Вместе с тем, указанные программы, весьма полезные для решения частных задач проектирования АТ, не могут охватить весь диапазон разнообразных процессов, возникающих при полете ВС.Существующие на рынке программных средств CAD/CAM/CAE — системы не могут решить задачи проектирования объектов заданного класса (ВС и частей ВС), так как не имеют подсистем расчета аэродинамических и летно– технических характеристик, и для разностороннего анализа проектируемого изделия необходимо создание его модели в нескольких системах. Синергетический эффект, достигну-

тый за счет создания единой информационно–технологической среды, позволит сократить срок разработки и снизить стоимость проектных работ и отказаться от реализации строго детерминированного алгоритма для решения задачи проектирования, т. е. «интеллектуализировать» САПР. Необходима разработка комплексной (интегрированной) САПР, состоящей из совокупности подсистем предыдущих различных видов (САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования, на базе системы управления базами данных (СУБД), на базе конкретного прикладного пакета.

Актуальный на данный момент блочно-иерархических подход к проектированию подразумевает представление изделия в виде иерархических уровней. На низшем уровне изделие наиболее детализировано, рассматриваются базовые детали. Внедрение системы автоматизированного проектирования на предприятии возможно, только если оно принесет значительных экономический эффект, который должен быть получен: на этапе потребления изделий, обладающими улучшенными потребительскими свойствами благодаря тому, что их свойства сформулированы технологиями спроектированными средствами САПР; на этапе использования в серийном и опытном производствах технологий, которые, благодаря тому, что они спроектированы средствами автоматизированного проектирования, обладают улучшенными производственно-технологическими показателями; непосредственно на этапе проектирования изделий и технологий. Интеллектуализация САПР позволит системе:

- решать класс проблем, требующих различных методов или способов решения (не одним алгоритмом);
- делать выводы по проблемам, не разрешаемым на основе существующих моделей; - логически делать выводы из данных при наличии неполной или статистически ограниченной информации;
- превосходить человека по производительности при решении определенного класса задач.

Эти тенденции позволяют говорить, что уже в самом ближайшем будущем эффективность производства будет во многом определяться эффективностью использования на предприятиях промышленных САПР.

На сегодняшний день уже во многих предприятиях используется система автоматизированного проектирования и инженерам, конструкторам, проектировщикам, архитекторам, работающим в САПР-программах, необходимо постоянно повышать свою квалификацию; программы развиваются, ежегодно появляются новые версии – соответственно специалистам необходимо уметь работать в современном ПО. Иначе САПР используется не на полную мощь.

Список литературы

1. Бадягин, А.А. Проектирование пассажирских самолетов с учетом экономики эксплуатации / А.А. Бадягин, Е.А. Овруцкий. – М.: Машиностроение, 1964. – 296 с.

2. 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.

3. Припадчев А.Д. Основные направления развития рынка гражданской авиации РФ на современном этапе / А.Д. Припадчев: – М., 2009. – Деп. в ВИНИТИ 16.04.2009 №225–В2009.

4. Сарымсаков, Х.Г. Системы автоматизированного проектирования самолета / Х.Г. Сарымсаков. Н.З. Султанов: – М., 1985. – Деп. в ВНТИЦ 0285.0.051203. – 50 с.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ В SIEMENS PLM NX

Поляков А.Н., д-р техн. наук, профессор,
Никитина И.П., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

В настоящее время на предприятиях авиационной и космической отраслей широко применяют станки с ЧПУ, функциональность которых напрямую зависит от качества подготовки используемых на них управляющих программ. Многие ведущие предприятия этих отраслей используют в своей практике наряду с отечественными PLM и CAM-системами зарубежные, в частности систему NX фирмы SIEMENS PLM SOFTWARE.

Большой сегмент рынка современных станков с ЧПУ составляют токарно-фрезерные станки. Функциональные возможности данных станков сопоставимы с функциональными возможностями одновременно работающих станков разных типов: токарных, сверлильных и фрезерных. Это находит отражение и в сложности подготовки управляющих программ в различных автоматизированных системах.

Применение PLM-системы NX для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ позволяет многократно повысить эффективность труда технолога-программиста.

Основная особенность подготовки управляющих программ для токарно-фрезерной обработки заключается в трех основных компонентах: реализация фрезерной обработки после выполнения всех токарных переходов; формирование траектории инструмента при вспомогательных перемещениях: отвод-подвод, отход-подход инструмента, движение врезания; выбор геометрии режущей пластины и типа используемого инструмента.

Особенности подготовки управляющей программы для токарно-фрезерного станка рассмотрим на примере детали-штуцера, модель которой представлена на рисунке 1.

Первый этап – создание двух 3D-моделей детали. Первая модель используется для токарной обработки, вторая модель – для фрезерной. Первая модель используется в качестве заготовки для фрезерной обработки.

Как всегда важной особенностью создания модели является ее ориентирование в пространстве еще на этапе подготовки эскиза – выбор плоскости эскиза *XC-YC*. Ось XC должна совпадать с осью вращения детали.

Второй этап – реализация всех токарных переходов. Для данной детали это: подрезка торца; контурная обработка и проточка канавки. При этом используются, по крайней мере, четыре резца трех типов: два проходных, один контурный и канавочный. Сформированная после токарных переходов модель *Штуцера* представлена на рисунке 2.

Особое значение на этом этапе имеет формирование траектории инструмента при вспомогательных перемещениях и выбор геометрии режущей пластины и типа используемого инструмента.

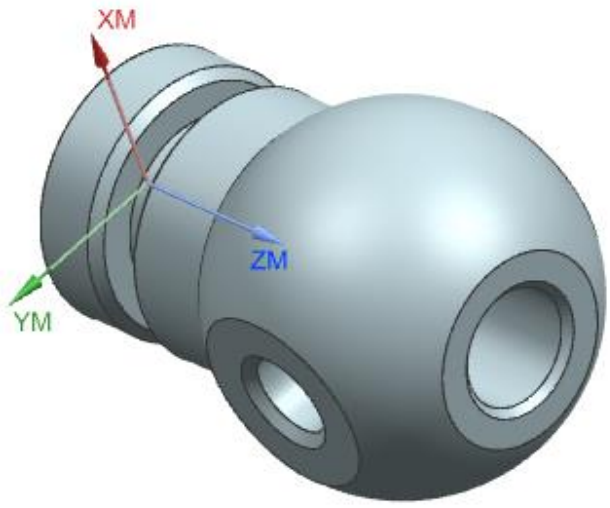


Рисунок 1 – Модель *Штуцера*

На формирование траектории инструмента при вспомогательных перемещениях в системе Siemens NX предусмотрены две геометрические группы: *AVOIDANCE* и *CONTAINMENT*.

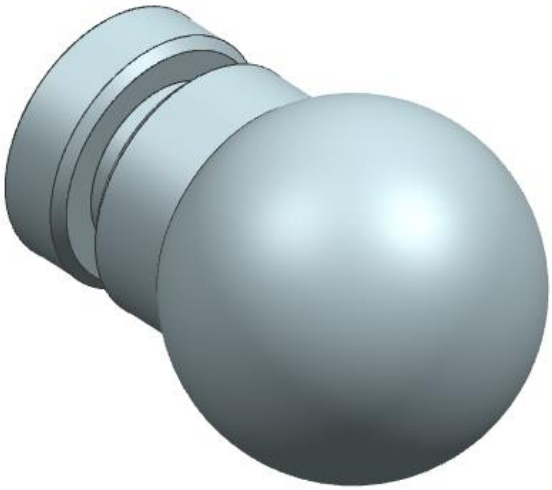


Рисунок 2 – Модель *Штуцера*, сгенерированная после токарной обработки

Первая группа *AVOIDANCE* или *МАНЕВРИРОВАНИЕ* определяет не просто эффективную траекторию инструмента при выполнении им вспомогательных перемещений, но формирует безопасную работу инструмента.

На рисунке 3 представлен эскиз траектории инструмента при маневрировании. Траетория инструмента определяется следующими точками:

FR/GH - исходная точка/точка возврата, ST/RT – начальная/конечная точка, AP/DP – точка подхода/отхода инструмента GH. Отдельно программируется перемещение в начало врезания. Задаются как положения всех названных характерных точек, так и траектории, по которым программируется перемещение инструмента. В качестве типовых траекторий в Siemens NX используются: по прямой, сочетание двух конфигураций движений : радиальное движение первичное, осевое вторичное и наоборот - осевое движение первичное, радиальное вторичное. Некорректное задание характерных точек и траекторий перемещения инструмента в группе AVOIDANCE приводит к поломке инструмента или столкновению подвижных органов станка с деталью, что недопустимо.

Вторая геометрическая группа CONTAINMENT задает осевые и радиальные ограничения на движения резания. В отдельных случаях это позволяет не только правильно сформировать траекторию инструмента, но и исключить возможные столкновения инструмента с патроном станка. На рисунке 4 представлено диалоговое окно группы CONTAINMENT и фрагмент копии экрана, иллюстрирующего заданные ограничения траектории инструмента.

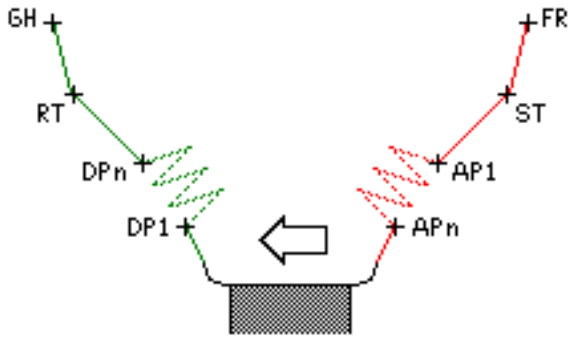


Рисунок 3 –Эскиз траектории инструмента при маневрировании

Важно отметить, что число групп CONTAINMENT, в общем случае, может совпадать с числом реализуемых технологических переходов. А уточнение траектории движения инструмента при вспомогательных перемещениях для каждого технологического перехода дополнительно может быть скорректировано путем задания дополнительных параметров в диалоговом окне ***Вспомогательные перемещения*** (рисунок 5).

Третий этап – формирование фрезерных переходов.

При формировании фрезерных переходов необходимо выполнить две процедуры: задать в сборке, как указывалось раньше, две модели. Одна модель – это модель итоговой детали, а вторая – модель детали, полученная после токарных переходов, которая принимается в качестве заготовки для фрезерных переходов. Остальные процедуры формирования фрезерных переходов достаточно подробно изложены в пособиях авторов [1,2].

Таким образом, в работе изложены основные аспекты, учет которых при подготовке управляющих программ для токарно-фрезерных станков с ЧПУ позволит избежать принципиальных ошибок и существенно сократит время на их формирование при использовании PLM-системы Siemens NX.

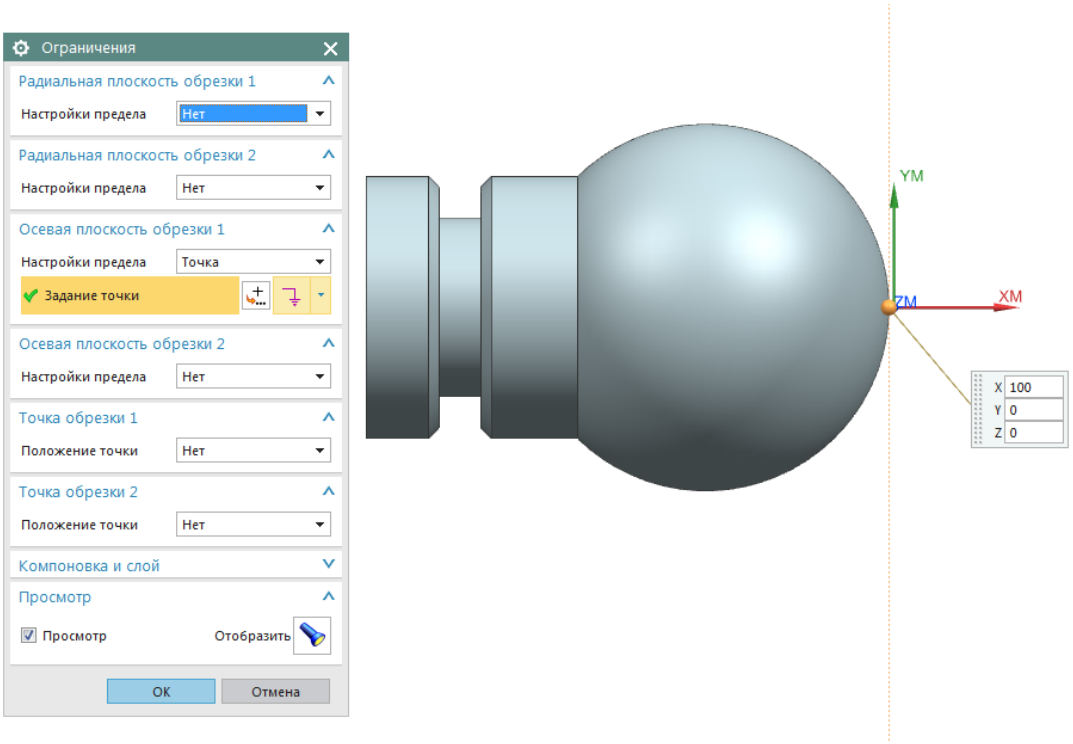


Рисунок 4 – Диалоговое окно группы CONTAINMENT и иллюстрация заданного осевого ограничения для перемещения инструмента

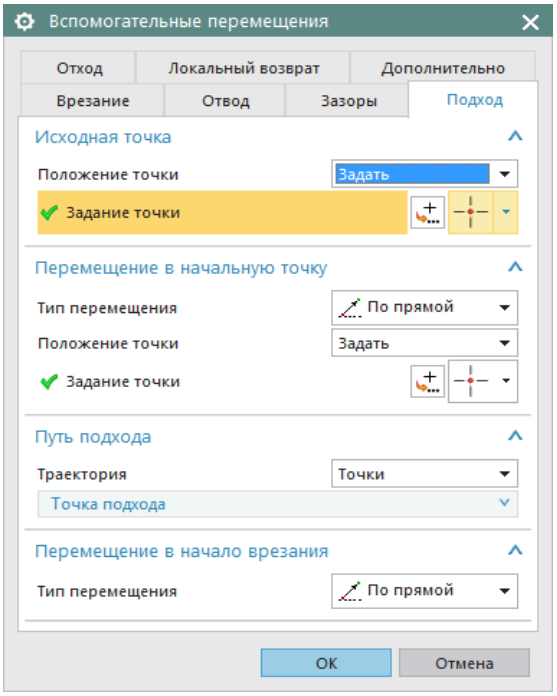


Рисунок 5 – Диалоговое окно ***Вспомогательные перемещения***

Список литературы

1. *Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX. Фрезерование [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, И. П. Никитина, И. О. Гончаров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6.67 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1314-4. – Режим доступа:* http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/9735_20160304.pdf

2. *Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.04.01 Машиностроение / А. Н. Поляков, И. П. Никитина, И. О. Гончаров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 2. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 47772 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1590-2. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32438_20161202.pdf*

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проскурин В. Д., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Одним из основных и актуальных направлений развития методического обеспечения высшего образования является разработка Примерных основных образовательных программ (ПООП) на основе утвержденных Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по направлениям подготовки. В состав ПООП входят примерный учебный план, примерные рабочие программы дисциплин, и фонды оценочных средств, в которых требования ФГОС получают конкретное содержание. Вместе с тем при формировании ПООП должны быть учтены положения профессиональных стандартов, утвержденных Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации, в которых содержатся характеристики квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Согласование ФГОС и профессиональных стандартов направлено на развитие высшего образования как механизма формирования профессиональных квалификаций в условиях меняющегося рынка труда [1, 2, 3]. Соотношения между элементами ФГОС и профессиональных стандартов представлены на рисунке 1.

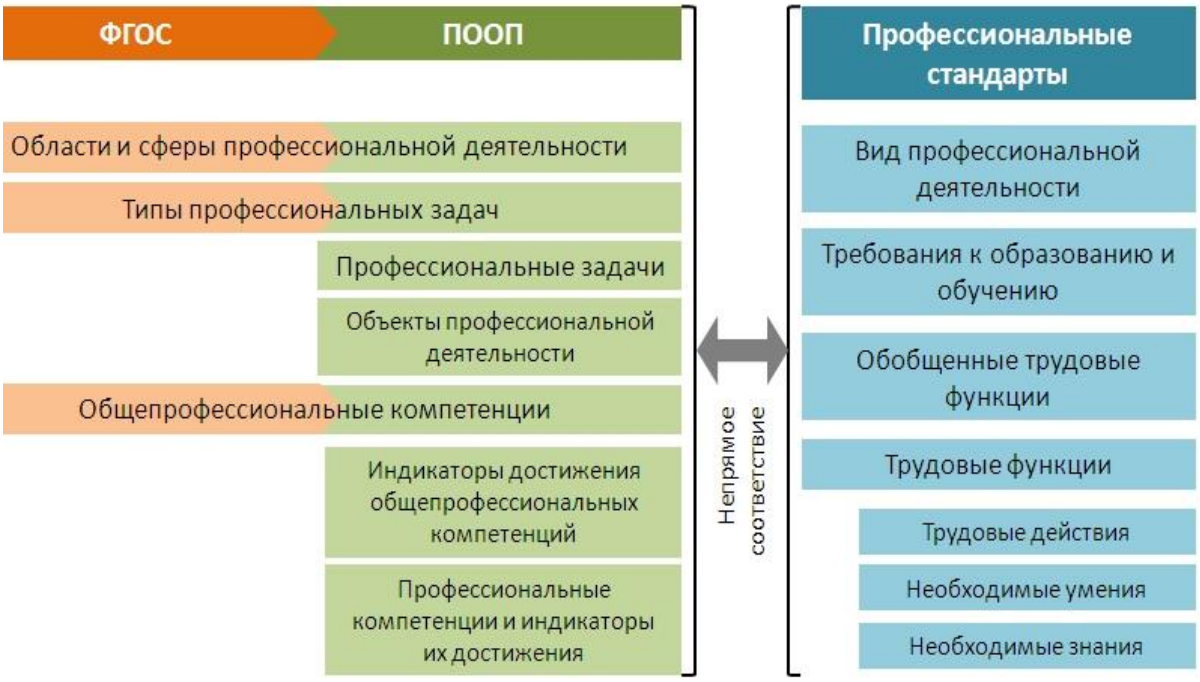


Рисунок 1. - Сопряжение ФГОС, ПООП и профессиональных стандартов

На заседании Совета Минобрнауки России по ФГОС 19.12.2017 г. представлены результаты аналитической работы по актуализации образовательных стандартов на основе профессиональных стандартов и выявлению составляю-

щих профессиональной деятельности, на которые должна быть сориентирована подготовка выпускников.

Департаментом государственной политики в сфере высшего образования разработаны критерии экспертной оценки ПООП на соответствие профессиональным стандартам (ПС):

- профессиональные задачи, перечисленные в ПООП должны соответствовать основной цели вида профессиональной деятельности в ПС;
- профессиональные компетенции должны обеспечить полное или частичное выполнение трудовых действий в рамках трудовых функций, обобщенных трудовых функций;
- индикаторы достижения общепрофессиональных и профессиональных компетенций должны позволить оценить способность выпускника к выполнению трудовых функций и соответствуют требованиям, закрепленным в ПС.

В профессиональном стандарте, содержащем требования к специалистам по проектированию и конструированию авиационной техники, указаны трудовые функции, которые должен осуществлять выпускник бакалавриата, занимающий должность инженера-конструктора:

- проведение проектно-конструкторских и расчетных работ;
- разработка теоретических компоновочных чертежей, схем и их электронных моделей летательных аппаратов;
- разработка материалов проекта летательного аппарата, относящихся к всем стадиям проектирования: техническое предложение, аванпроект, эскизный проект, технический проект, модернизация и модификация;
- разработка доказательной документации для сертификации летательного аппарата;
- проведение проектировочных расчетов характеристик летательного аппарата и его агрегатов;
- расчет и контроль массово-инерционных, центровочных характеристик летательного аппарата;
- разработка и тестирование программного обеспечения.

С учетом видов профессиональной деятельности, приведенных в ФГОС по укрупненной группе направлений подготовки и специальностей 24.00.00 Авиационная и ракетно-космическая техника и трудовых функций, определяемых профессиональными стандартами, реализация основной образовательной программы должна быть направлена главным образом на формирование профессиональных компетенций выпускника.

Возможным решением этой задачи является корректировка учебных планов в сторону увеличения объема аудиторных часов на профессиональные дисциплины.

В условиях ограниченного объема аудиторных занятий необходимо максимально использовать возможности самостоятельной работы обучающихся для приобретения профессиональных знаний, умений и практических навыков.

Одним из основных инструментов для достижения этой цели является выполнение курсовых проектов и работ по заданиям, соответствующим про-

ектно-конструкторской, расчетно-проектной, производственно- технологической, экспериментально-исследовательской и прочим видам профессиональной деятельности.

В ходе разработки курсового проекта обучающийся:

- выполняет обзор и анализ объектов и прототипов, аналогичных объекту проектирования;
- выполняет поиск информации о методах решения проектных задач по учебным пособиям, методическим указаниям, а также по электронным источникам информации;
- приобретает практические навыки оформления текстовой технической документации, конструкторских и технологических документов и чертежей в соответствии с требованиями стандартов,
- приобретает навыки практического применения стандартных и прикладных программных пакетов и систем автоматизированного проектирования для выполнения расчетов, разработки электронных моделей проектируемых объектов, анализа результатов проектирования;
- получает дополнительную информацию по вопросам, смежным с задачами проектирования, что способствует расширению технического кругозора и приобретению профессиональных компетенций.

При выполнении курсового проекта по проектированию вертолета студенты бакалавриата по направлению 24.03.04 Авиастроение кроме решения основных задач дополнительно:

- изучает и практически применяет основные закономерности теории несущего винта;
- углубляют знания по конструкции вертолетов;
- знакомятся с современным состоянием вертолетостроения, авиадвигателестроения;
- изучают эксплуатационные характеристики вертолетов, двигателей и других агрегатов и направления их совершенствования;
- приобретают практические навыки выполнения проектировочных расчетов в системе Mathcad в том числе с разработкой собственных алгоритмов и программ;
- совершенствуют навыки разработки чертежей крупногабаритных объектов в САПР КОМПАС;
- приобретают умения анализировать результаты проектирования и находить наилучшие варианты проектных решений.

В процессе выполнения курсовой работы по технологии сборочно-сварочных работ по направлению подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика студенты:

- осуществляют поиск необходимой информации о свариваемости конструкционных материалов по справочникам, дополняя ранее полученную информацию из курса материаловедения;
- приобретают навыки проектирования сварных соединений;

- при конструировании сборочно-сварочных приспособлений приобретают навыки использования библиотек стандартных и унифицированных элементов, входящих в состав САПР;

- приобретают знания о комплектности документов на разрабатываемые технологические процессы и навыки их оформления в соответствии с ГОСТ ЕСТД;

- получают, анализируют и применяют практически информацию о современном технологическом оборудовании для автоматизации и механизации сборочно-сварочных работ.

Работа над курсовыми проектами стимулирует познавательную деятельность обучающихся и способствует приобретению практических навыков выполнения трудовых функций проектно-конструкторского и производственно-технологического характера.

Широкое применение средств автоматизации проектирования, стандартных и прикладных программных пакетов значительно сокращает затраты времени студентов на выполнение проектировочных расчетов и другие проектные процедуры. Это позволяет скорректировать задания на курсовое проектирование с целью приближения содержания учебных задач к профессиональным проблемам.

Учебное задание, как правило, предполагает использование для его решения известных методик, сконцентрированных в учебно-методических пособиях. Решение реальных профессиональных задач связано с производственной ситуацией и часто выходит за рамки имеющихся компетенций, сформированных на уровне бакалавриата. В этой связи целесообразно формировать задания на курсовое проектирование на основе следующих принципов:

- задания, включающие элементы творческого поиска и применения оригинальных проектных решений, например, при проектировании сварного соединения проанализировать другие способы соединения деталей;

- задания, предполагающие обязательное использование междисциплинарных связей, например, при проектировании конструкции узла или агрегата разрабатывать директивный технологический процесс изготовления и испытания;

- выполнение нескольких вариантов проектировочных расчетов и сравнительный анализ полученных результатов с выбором наилучшего проектного решения;

- решение задач, характерных для реальной производственной ситуации в современных условиях, например, при выборе производственного оборудования для разработанного технологического процесса выполнять поиск производителей и поставщиков данного оборудования.

Таким образом, совершенствование организации курсового проектирования является действенным средством повышения подготовленности выпускников бакалавриата к выполнению трудовых функций, предусмотренных соответствующими профессиональными стандартами.

Список литературы

1. *Пилипенко С.А., Жидков А.А., Караваева Е.В., Серова А.В Сопряжение ФГОС и профессиональных стандартов: выявленные проблемы, возможные подходы, рекомендации по актуализации // Высшее образование в России. 2016. № 6 (202). С. 5–15.*

2. *Белоцерковский А.В. К вопросу о согласовании образовательных и профессиональных стандартов // Высшее образование в России. 2015. № 6. С. 26–31.*

3. *Сенашенко В.С. О соотношении профессиональных стандартов и ФГОС высшего образования // Высшее образование в России. 2015. № 6. С. 31–36.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В РАБОТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Радыгин А.Б.
Оренбургский государственный университет

При функционировании производственного оборудования возникают случайные возмущения, которые не поддаются учету традиционными методами планирования и ухудшают фактические показатели работы производственных систем в целом.

Данные возмущения связаны с рассеянием времени выполнения технологических и сервисных операций, со сбоями и отказами станков, роботов, их узлов и агрегатов. Например, рассеяние времени технологических операций характерно, в том числе, для современных высокоавтоматизированных станков с ЧПУ, оснащенных системами обратной связи, и вызывается колебаниями припуска на обработку, неравномерностью заточки режущего инструмента, температурными деформациями узлов станков и прочими трудно формализуемыми факторами.

Вероятность сбоев и отказов иногда указывается производителями в технических характеристиках оборудования, однако из-за конкуренции такие данные обычно не соответствуют действительности. Поэтому единственно возможным способом учета и прогнозирования случайных возмущений является имитация работы производственных систем посредством компьютерного моделирования. С этой целью разрабатываются специальные методы генерирования вероятности появления, продолжительности и законов распределения случайных возмущений в программном коде приложений для моделирования.

Разработанный метод формализованного описания случайных возмущений реализован в последней версии приложения для компьютерного моделирования работы гибких производственных систем (ГПС) PolyTrans-3 (рисунок 1). На форме ввода данных добавлен блок параметров возмущений, включающий список учитываемых возмущений (рассеяние, сбои и отказы станков и транспортных средств), вероятность их появления и используемый закон распределения значений (нормальный, экспоненциальный, Пуассона и равной вероятности).

Приложение может работать в двух режимах – на текущем варианте сменного задания (СЗ), либо на их множестве. В режиме текущего варианта СЗ на форме результатов выводятся (рисунок 2): - циклограмма работы технологического и транспортного оборудования; - сведения о наличии и величине рассеяния, сбоев и отказов технологических и транспортных операций; - сводные данные о работе ГПС, включающие плановое и фактическое время выполнения СЗ, а также простои оборудования по различным причинам; - показатели эффективности функционирования ГПС (коэффициет загрузки, производительность, срок окупаемости).

Для статистической оценки результатов функционирования ГПС при заданных входных данных разработан режим генерирования множества (по умолчанию – 1000) прогонов компьютерной модели со случайными возмущениями процесса функционирования системы (рисунок 3).

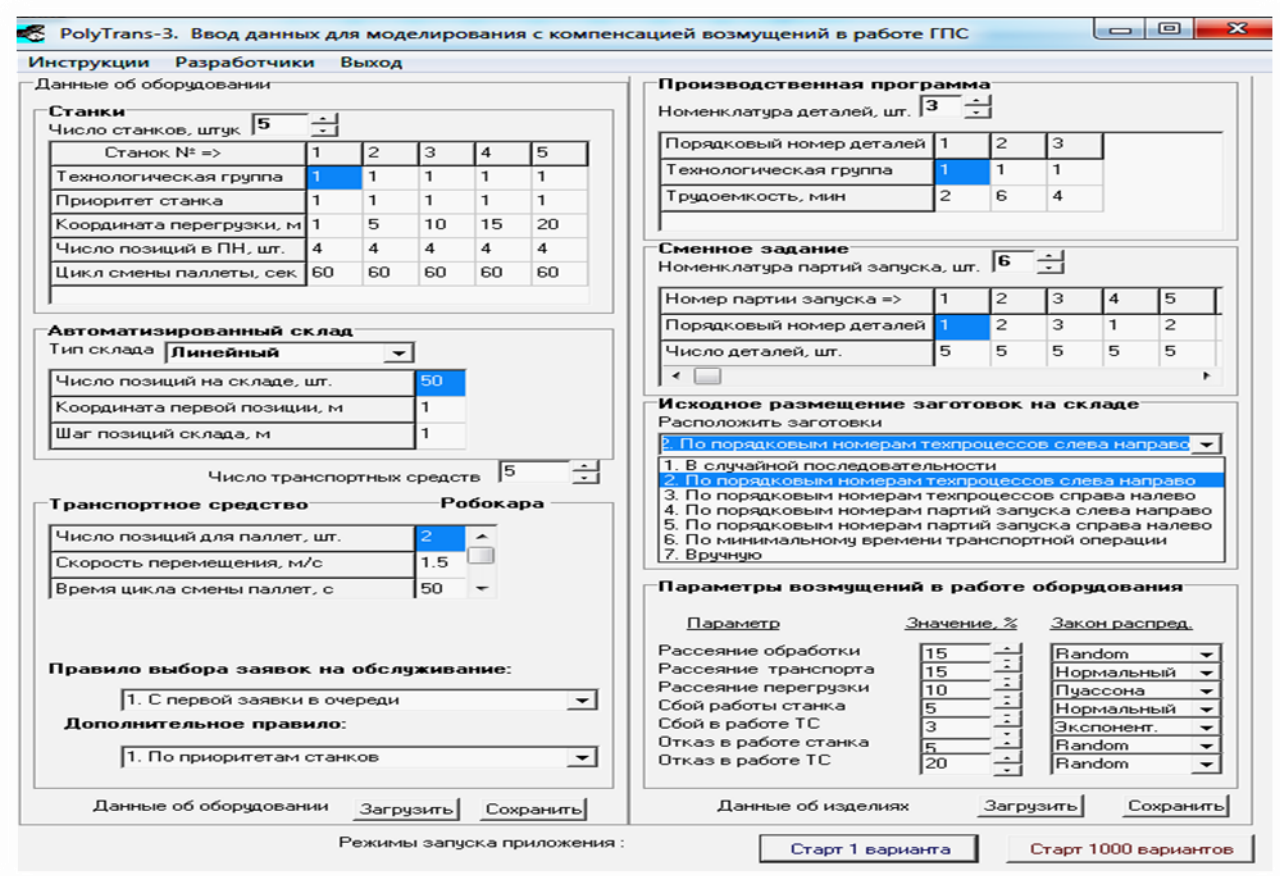


Рисунок 1 – Экранная форма ввода данных со случайными возмущениями производственного процесса

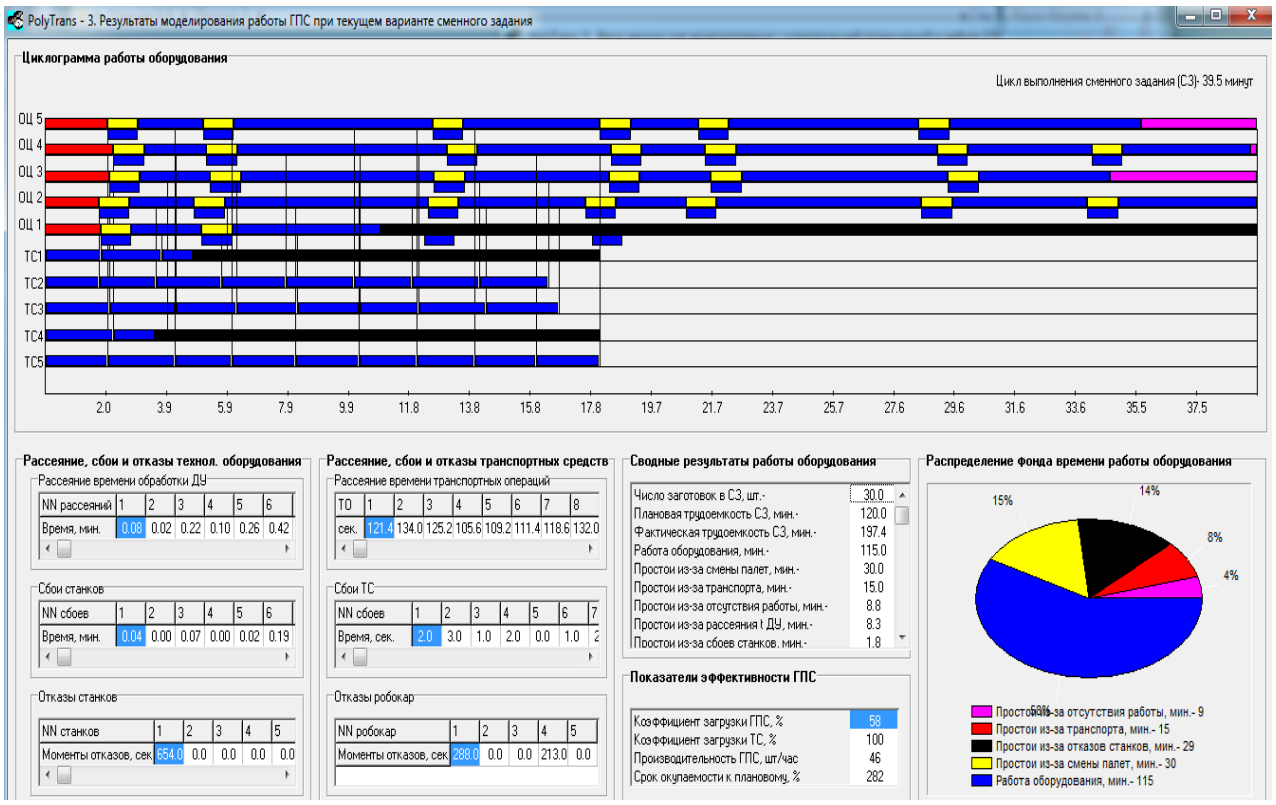


Рисунок 2 – Экранная форма с результатами моделирования работы ГПС на текущем варианте сменного задания

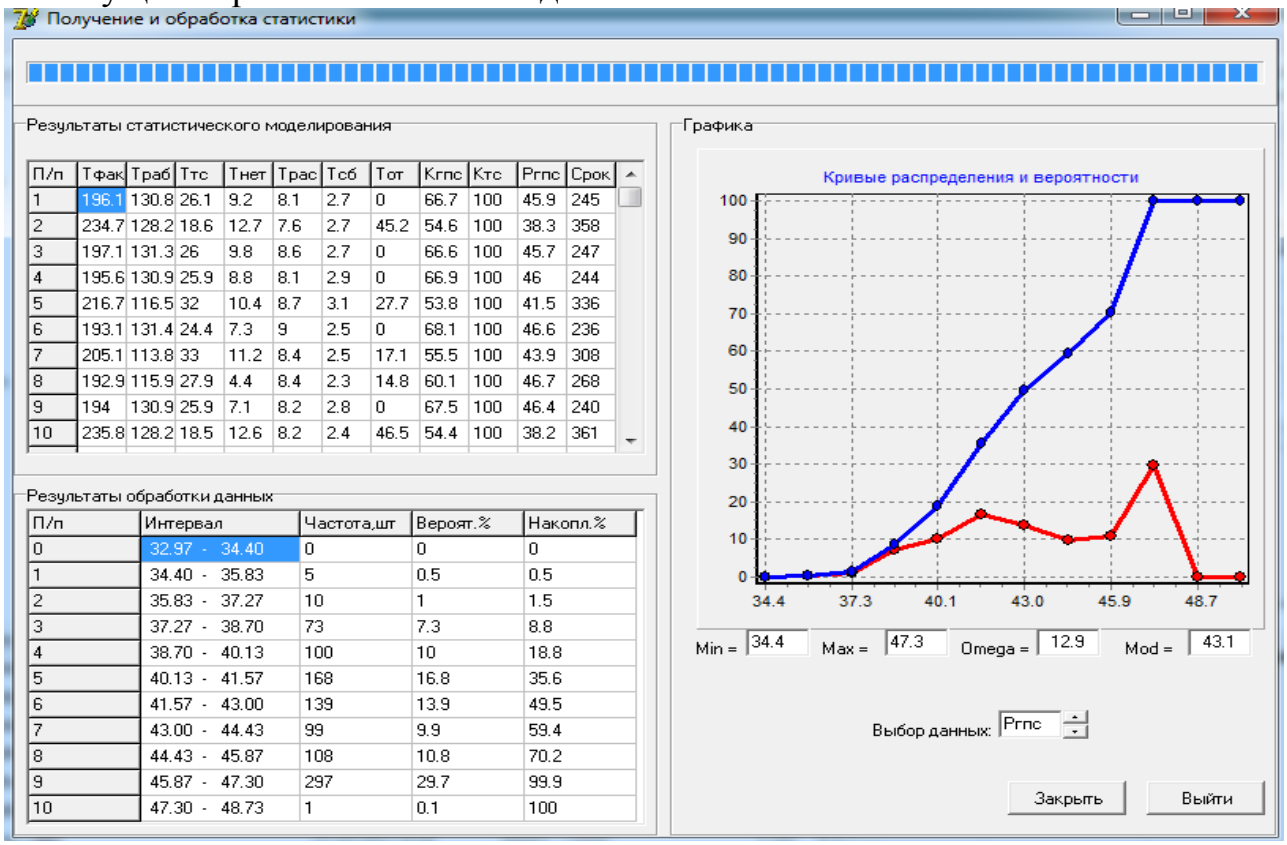


Рисунок 3 – Экранная форма с результатами статистической оценки

Проведенные процедуры верификации разработанного программного кода, включающие оценку чувствительности к входным данным, формальные процедуры (в том числе на программах – аналогах) и проверку правильности

построения графических объектов (циклограммы, круговой диаграммы, графиков распределения и накопления) позволили доказать правильность выполняемых вычислений.

Можно констатировать, что разработанное приложение представляет собой современный научно - практический инструментарий для проектирования гибких производственных систем, позволяя оценивать качество принимаемых решений на входе показателями эффективности функционирования ГПС на выходе.

Список литературы

1. Радыгин, А.Б. Инфология процессов функционирования гибких производственных систем/ А.И. Сердюк, А.Б. Радыгин, В.Н. Шерстобитова/ Проблемы машиностроения и автоматизации. 2016. № 4. С. 26-36.

2. Радыгин, А.Б. Компьютерное моделирование гибких производственных систем с автоматизированной системой инструментального обеспечения// А.И. Сердюк, А.И. Сергеев, А.Б. Радыгин// Автоматизация. Современные технологии. - 2017, № 9.- С.

3. Радыгин, А.Б. Учет случайных отклонений в работе гибкой производственной системы / А.Б. Радыгин // Сборник докладов всероссийской научно-практической конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ технологии», 16 ноября 2017 г. – Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 684 - 689

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СОПЛОВЫХ АППАРАТОВ

Рубанова М.Д.
Оренбургский государственный университет

Авиастроение сегодня – одна из наиболее науко- и капиталоемких отраслей машиностроения. Практически вся продукция машиностроения используется в авиастроении. Все «новинки» науки и техники находят широкое применение в этой отрасли.

В машиностроении часто возникают технологические проблемы, связанные с обработкой материалов и деталей, форму и состояние поверхностного слоя которых трудно получить механическими методами. К таким проблемам относится обработка весьма прочных, очень вязких, хрупких и неметаллических материалов, тонкостенных нежестких деталей, пазов и отверстий, имеющих размеры в несколько микрометров, поверхностей деталей с малой шероховатостью или малой толщиной дефектного поверхностного слоя. Подобные проблемы решаются применением электрофизических и электрохимических методов обработки.

Электроэрозионная обработка заключается в изменении формы, размеров, шероховатости и свойств поверхности заготовки под воздействием электрических разрядов в результате электрической эрозии. Основателями технологии являются советские ученые-технологи Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко. Электроэрозионная обработка (ЭЭО) широко применяется для изменения размеров металлических изделий - для получения отверстий различной формы, фасонных полостей, профильных канавок и пазов в деталях из твердых сплавов, для упрочнения инструмента, для электропечатания, шлифования, резки и др.

Разрушение поверхностных слоев материала под влиянием внешнего воздействия электрических разрядов называется электрической эрозией. На этом явлении основан принцип электроэрозионной обработки.

Под воздействием высоких температур в зоне разряда происходят нагрев, расплавление, и частичное испарение металла. Для получения высоких температур в зоне разряда необходима большая концентрация энергии. Для достижения этой цели используется генератор импульсов. Процесс электроэрозионной обработки происходит в рабочей жидкости, которая заполняет пространство между электродами; при этом один из электродов — заготовка, а другой — электрод-инструмент. Под действием сил, возникающих в канале разряда, жидкий и парообразный материал выбрасывается из зоны разряда в рабочую жидкость, окружающую его, и застывает в ней с образованием отдельных частиц. В месте действия импульса тока на поверхности электродов появляются лунки. Таким образом осуществляется электрическая эрозия токопроводящего материала, показанная на примере действия одного импульса тока, и образование одной эрозионной лунки. Пример схемы электроэрозионной обработки изображен на рисунке 1.

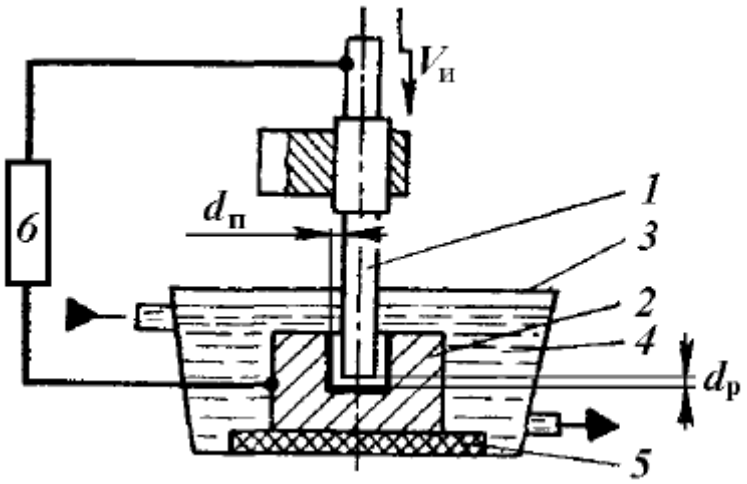


Рисунок 1 – схема электроэрозионной обработки: 1 – электрод-инструмент; 2 – заготовка-электрод; 3 – ванна; 4 – диэлектрическая жидкость; 5 – изолятор; 6 – генератор импульсов.

При изготовлении корпусов специзделий возникает достаточное количество технологических трудностей, связанных с обеспечением формы, точности, технических требований, оптимальности производственных материальных и временных затрат.

Так например, при изготовлении сопловых аппаратов авиационных двигателей стало невозможным делать отверстия под лопатки, изображенные на рисунке 2, иным методом механической обработки из-за сложной формы и высокой точности выполнения.

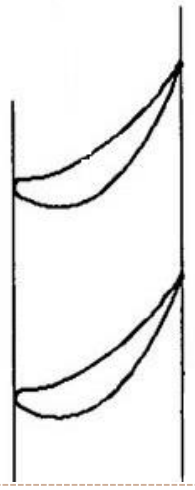


Рисунок 2 – профиль отверстия в корпусе соплового аппарата авиационного двигателя.

Благодаря внедрению в производство станков ЭЭО сокращается время обработки (доведенная до необходимой температуры заготовка обрабатывается на проволочном электроэрозионном станке без промежуточных операций), трудозатраты на эксплуатацию станка, повышается качество выпускаемой продукции.

ЭЭО имеет преимущества перед обработкой резанием:

1) обработка материалов с высокой производительностью независимо от их механических свойств;

2) одновременное формообразование всех обрабатываемых поверхностей;

3) возможность изготовления деталей сложных форм (штампы, пресс-формы), недоступных другими методами обработки;

4) малоотходное разделение заготовок по любым траекториям сложного профиля;

5) силовые нагрузки практически отсутствуют;

6) улучшается состояние поверхностного слоя заготовки;

7) простота автоматизации процессов обработки.

Особо перспективным является использование способа ЭЭО для обработки деталей из твердых сплавов, жаропрочных сталей и специальных трудно обрабатываемых сплавов, получающих все большее применение в связи с повышением давлений, температур и скоростей в современных машинах и аппаратах.

ЭЭО не исключает механическую обработку, а дополняет ее, занимая свое определенное место, соответствующее ее особенностям, а именно, возможности обработки токопроводящих материалов с любыми физико-механическими свойствами и отображения формы инструмента в изделии.

Метод ЭЭО позволяет существенно повысить как качество обработки корпусных деталей, так и производительность обработки на машиностроительном производстве.

Список литературы

1. ГОСТ 25331-82

2. Современные методы формообразования и обработки заготовок деталей машин. Учебное пособие./Б.А. Калачевский – Омск, 2003.

3. Информационный портал «ЭлектроТехИнфо». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eti.su/.

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕВЕРСНОГО ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА

Сергеев А. И., д-р техн. наук, доцент, Стасюк П. А.
Оренбургский государственный университет

Российская Федерация обладает самыми большими запасами природного газа в мире. Этот факт, еще в советское время, дал толчок к развитию Единой системы газоснабжения (ЕСГ) страны (рисунок 1).

ЕСГ – это уникальный, не имеющий аналогов в мире, технологический комплекс, который включает в себя объекты добычи, транспортировки, переработки, а так же хранения и распределения газа в Западной Сибири и европейской части России. Он обеспечивает непрерывный цикл поставки газа, начиная с месторождения, и заканчивая конечным потребителем.

Рисунок 1 – Единая система газоснабжения России

ЕСГ охватывает сетью магистральных газопроводов (МГ) основные газодобывающие и газопотребляющие районы страны и требует больших затрат на функционирование, реконструкцию элементов и на дальнейшее ее развитие.

Постоянное усложнение структуры системы и существование альтернативных вариантов создания систем новых магистральных газопроводов требуют обоснования наиболее рационального пути развития газоснабжающих систем[1].

В течение года объемы потребления газа в различных регионах могут значительно варьироваться. В некоторых случаях, для обеспечения энергети-

ческой безопасности и бесперебойных поставок газа, используются реверсивные поставки газа.

Существующие МГ, построенные еще в советское время, не предусматривают реверса, что ведет за собой их реконструкцию на отдельных участках. Один из таких проектов реализуется на участке газопровода Домбаровка-Оренбург. Реконструкция такого рода является объемным и трудоемким инженерным проектом, затрагивающим как линейную часть с крановой обвязкой, так и сложные системы автоматического управления.

Комплекс задач предназначен для реализации информационных, управляющих и вспомогательных функций проекта «Реконструкция газопровода Домбаровка-Оренбург с обеспечением реверсивной работы». Модернизация системы телемеханизации и автоматизации технологического процесса узлов подключения и узла запорной арматуры Домбаровка-Оренбург выполняется с целью автоматического и автоматизированного управления технологическим процессом. Система обеспечит реверсную транспортировку природного газа по газопроводу Домбаровка-Оренбург, требуемого качества и с наименьшими эксплуатационными затратами.

САУ узла подключения и узла запорной арматуры представляют собой комплекс информационно-вычислительных и программных средств, обеспечивающих возможность работы в автоматическом и автоматизированных режимах управления.

Система имеет возможность работы в автоматизированном режиме. В этом режиме САУ позволяют выполнять персоналу решать задачи управления технологическим процессом.

Проектом предусматривается расширение функций следующих объектов:

- Оренбургское линейно-производственное управление;
- Газоизмерительная станция (ГИС) Саракташ;
- Компрессорная станция (КС) Саракташ и КС Медногорская.

Проектируемая автоматизация и телемеханизация (АиТ) реверса МГ Домбаровка-Оренбург предназначена для дистанционного автоматического сбора, обработки, хранения технологической информации, оперативного контроля и управления технологическими объектами площадки ГИС КС «Саракташ».

Целями создания АиТ реверса МГ Домбаровка-Оренбург являются:

- обеспечение надежных и безаварийных условий транспорта газа по магистральному трубопроводу;
- уменьшение технологических и трудовых затрат на транспортировку газа;
- снижение непроизводственных потерь материально-технических и топливно-энергетических ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов;
- повышение работоспособности оборудования при более длительном режиме эксплуатации;

- повышение оперативности сбора, обработки и представления достоверной и своевременной информации оперативному и диспетчерскому персоналу для контроля и принятия решений;

- повышение эффективности диспетчерско-технологического управления проектируемой системой за счет снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций путем предотвращения заведомо неверных действий персонала;

- выполнение установленных производственных заданий по объемам и качеству продукции с минимально необходимой численностью эксплуатационного и обслуживающего персонала за счет реализации дистанционного контроля и управления технологическими объектами газопровода, применения автоматизированных рабочих мест оперативного персонала для управления технологическими процессами транспорта газа, процессами измерения количества и качества транспортируемого газа, а также обеспечения рациональной загрузки оперативного технологического персонала, избавления его от выполнения рутинных операций и вычислений;

- уменьшения трудозатрат оперативного эксплуатационного персонала путем автоматизации функций контроля и управления технологическими процессами и оборудованием;

- обеспечения экологически безопасной работы технологических объектов управления в аварийных ситуациях за счет внедрения средств автоматической защиты, аварийной сигнализации, пожарной сигнализации, контроля загазованности;

- повышение уровня экологической безопасности производства за счет автоматического обнаружения загазованности;

- выявление предаварийных и аварийных ситуаций в оперативном режиме;

- выявление случаев несанкционированного проникновения на объекты;

- улучшение условий эксплуатации технологических объектов за счет стабилизации ведения технологических процессов;

- улучшение условий труда производственно-технического персонала существующих систем управления путем создания единого человеко-машинного интерфейса, внедрения системы оптимизации представления информации и автоматизации функций диагностирования и прогнозирования состояния основного и вспомогательного оборудования.

Необходимый перечень функций в реализуемой системе

Система автоматизации предназначена для дистанционного контроля и управления объектами площадки ГИС и обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматический сбор, обработка и хранение технологической информации;

- оперативный контроль;

- автоматическое и автоматизированное управление кранами.

Принятый уровень автоматизации направлен на достижение надежной, безаварийной и безопасной работы объектов при ведении работ.

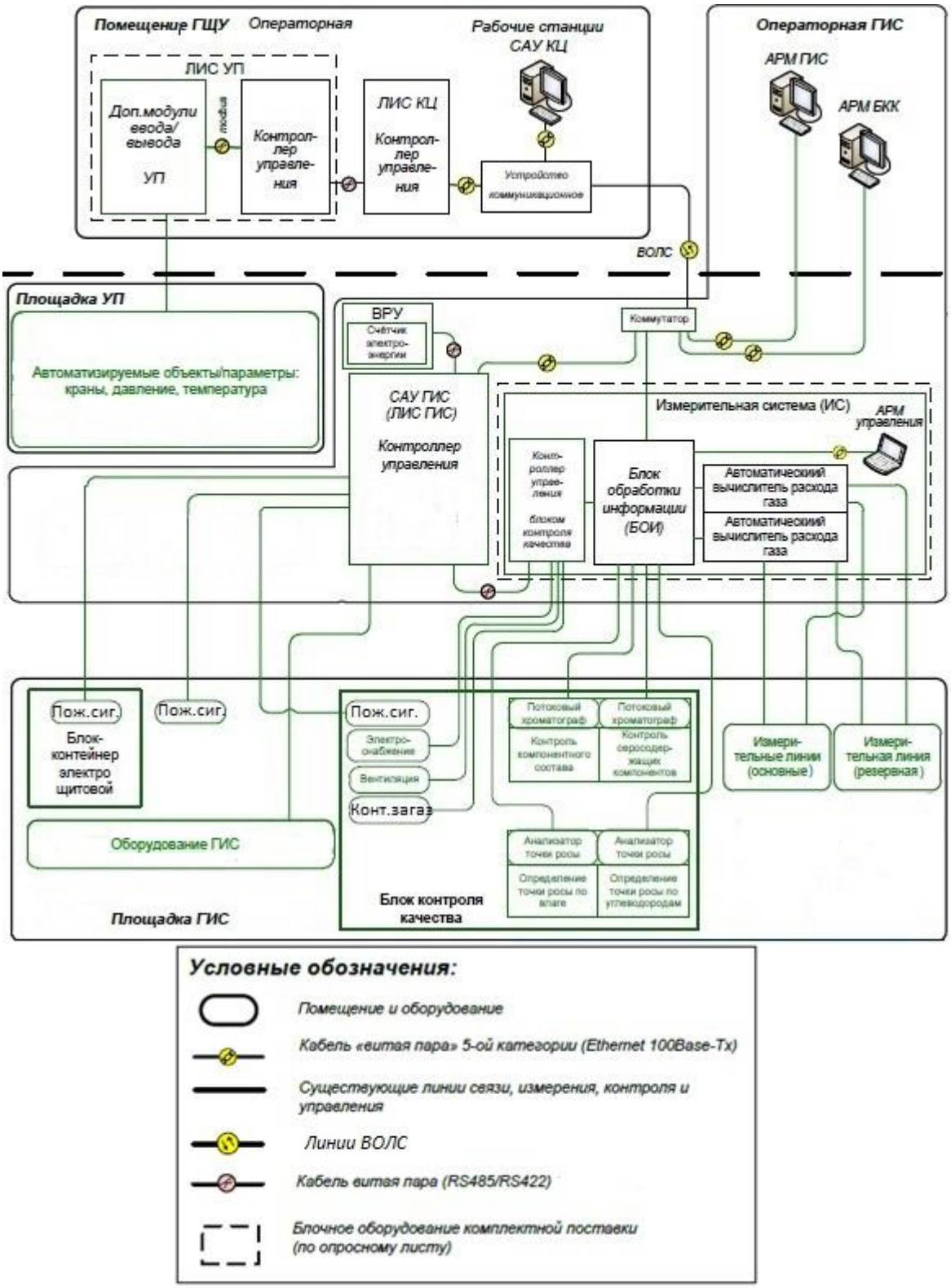


Рисунок 2 – Структурная схема технических средств

Режим работы системы круглосуточный, с выполнением полного объема информационных, вычислительных, управляющих и диагностических функций.

Система должна представлять собой распределенную двухуровневую систему, обеспечивающую функционирование с минимально необходимым количеством обслуживающего персонала и включающую в свой состав следующие организационно-технологические уровни контроля и управления:

- **верхний уровень,** обеспечивающий в режиме реального времени централизованный контроль и дистанционное управление совокупностью автоматизируемых объектов;

- **нижний уровень,** обеспечивающий автоматический сбор и обработку измеряемых и контролируемых параметров с нулевого уровня и передачу их на второй уровень, прием команд управления со второго уровня и передачу их на нулевой уровень, программное управление и регулирование режимов работы совокупности объектов.

В результате проведенного анализа целей, функций и технических параметров реализуемой в рамках реконструкции системы, была разработана и предложена для реализации структурная схема технических средств (рисунок 2).

Список литературы

1. *Калинина, Ж.В. Разработка методов агрегирования газоснабжающих систем и исследование на их основе направления развития Единой системы газоснабжения России на период до 2030 года: дис. канд. технич. наук. Инст. систем энергет. им. Меленнтьева сибир. отдел. РАН / Ж.В. Калинина - Иркутск: 2016. - 150 с.*

ВОЗМОЖНОСТИ СИТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Сергиенко С.Н., канд. техн. наук, Шабловская Е.Б.,
Клецова О.А. канд. техн. наук., Михайлов А.Д.
Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ,
Оренбургский государственный университет

Непрерывный научно-технический прогресс приводит к увеличению объема информации. Чтобы переработать весь этот поток необходимо большое количество инженерно-технических кадров. Технологическая подготовка производства – самый трудоемкий и продолжительный этап в машиностроении особенно при запуске и освоении выпуска новой продукции. При отсутствии автоматизации и механизации производства время на разработку и запуск продукции может превысить выпуск самой продукции. Поэтому для сокращения времени, как правило, увеличивают инженерно-технических штат рабочих, сокращают время на создание технологических процессов за счет ориентировочных данных, не производят анализ и выбор более рациональных способов изготовления деталей. Во многом все эти факторы приводят к плохой увязке технологии с загрузкой оборудования и календарным планированием. А многообразие средств и методов обработки поверхностей детали, различный состав оборудования и оснастки на заводах приводит к тому, что одинаковые или близкие по форме и размерам детали, как правило, изготавливаются по различным технологиям, что приводит к увеличению себестоимости выпускаемой продукции.

В последнее время все чаще стали использовать автоматизированное проектирование технологических процессов, для решения вышеперечисленных факторов. Для всех этих элементов на сегодняшний день существуют прикладные программные продукты позволяющие улучшить качество и увеличить срок проектирования технологического процесса изготовления изделий. Для работы с таковыми программами необходимо подготовка кадров соответствующих направлений.

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) Оренбургского государственного университета уже не первый год ведет подготовку инженерных кадров по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», на кафедре «Машиностроение, материаловедение и автомобильного транспорта» для работы на машиностроительных предприятиях нашего региона. Студенты в процессе обучения узнают правила работы с такими прикладными программными продуктами, как «КОМПАС», «Вертикаль», Pro/ENGINEER, «CIMCO» и другие.

Система автоматизированного проектирования (САПР, CAD) повышает эффективность процесса конструирования изделий за счет автоматизации процессов, которые раньше осуществлялись вручную, например традиционного процесса черчения. Но дело не только в удобстве. Многие возможности про-

граммного обеспечения CAD позволяют пользователям повысить качество изделий и сократить сроки вывода изделий на рынок [1].

Совершенствование технологии включает в себя внедрение новых технологических процессов, технологической оснастки и инструмента, замену устаревшего оборудования, внедрение межоперационной транспортировки изделий и других мероприятий, направленных на повышение эффективности производственного процесса. Технологический процесс обработки деталей разбивается на более простые элементы: заготовительная; механическая обработка; расчёты режимов резания; нормирование и так далее.. Программы 3D-САПР используются для создания трехмерных представлений конструкций, при этом обычно используется твердотельное моделирование

Pro/ENGINEER использует уникальную по своим возможностям технологию - Proven Technology, основанную на граничных представлениях. Основное отличие Proven Technology от известных технологий трехмерного проектирования ACIS, Parasolid, используемых в конкурирующих продуктах (UNIGRAPHICS, I-DEAS, CADDS, EUCLID) - жесткие требования на проектируемую геометрию (геометрия должна быть определена однозначно). Такие ограничения не требуют от конструкторов лишних усилий при проектировании, а позволяют достичь полного соответствия геометрии полученной детали заданным размерам, что наиболее критично при дальнейшей работе над моделью (изготовление технологической оснастки, подготовка программ для обработки на станках с ЧПУ и так далее.).

Этап проектирования изделия включает трехмерное моделирование, оптимизацию конструкции, подготовку рабочих чертежей и определение процессов изготовления (проектирование программ для станков с ЧПУ). Эффективное сочетание всех этих функций значительно уменьшает время выхода изделий на рынок. Основное преимущество Pro/ENGINEER перед традиционными методами проектирования - поддержка параллельной разработки изделия. Этим обеспечивается более быстрый, чем у конкурентов, выпуск изделия на рынок, по более низкой цене и более высокого качества.

Pro/ENGINEER - это система трехмерного проектирования, как твердотельного, так и поверхностного наглядность представления проектируемой модели - позволяет избежать ошибок, связанных с тем, что при двумерном проектировании конструктору трудно представить твердотельную модель, особенно имеющую сложную геометрию.

Рынок отечественных разработок широко и прочно заняла компания «АСКОН» с программным продуктом «КОМПАС-3D», который широко и успешно используется как на промышленных предприятиях, так и в учебном процессе многих учебных заведений (школ, колледжей, ВУЗов). Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) Оренбургского государственного университета тесно и плодотворно сотрудничает с представительством «АСКОН-ОРСК», последним результатом таких отношений стало обновление версии «КОМПАС-3D» и обучение преподавателей.

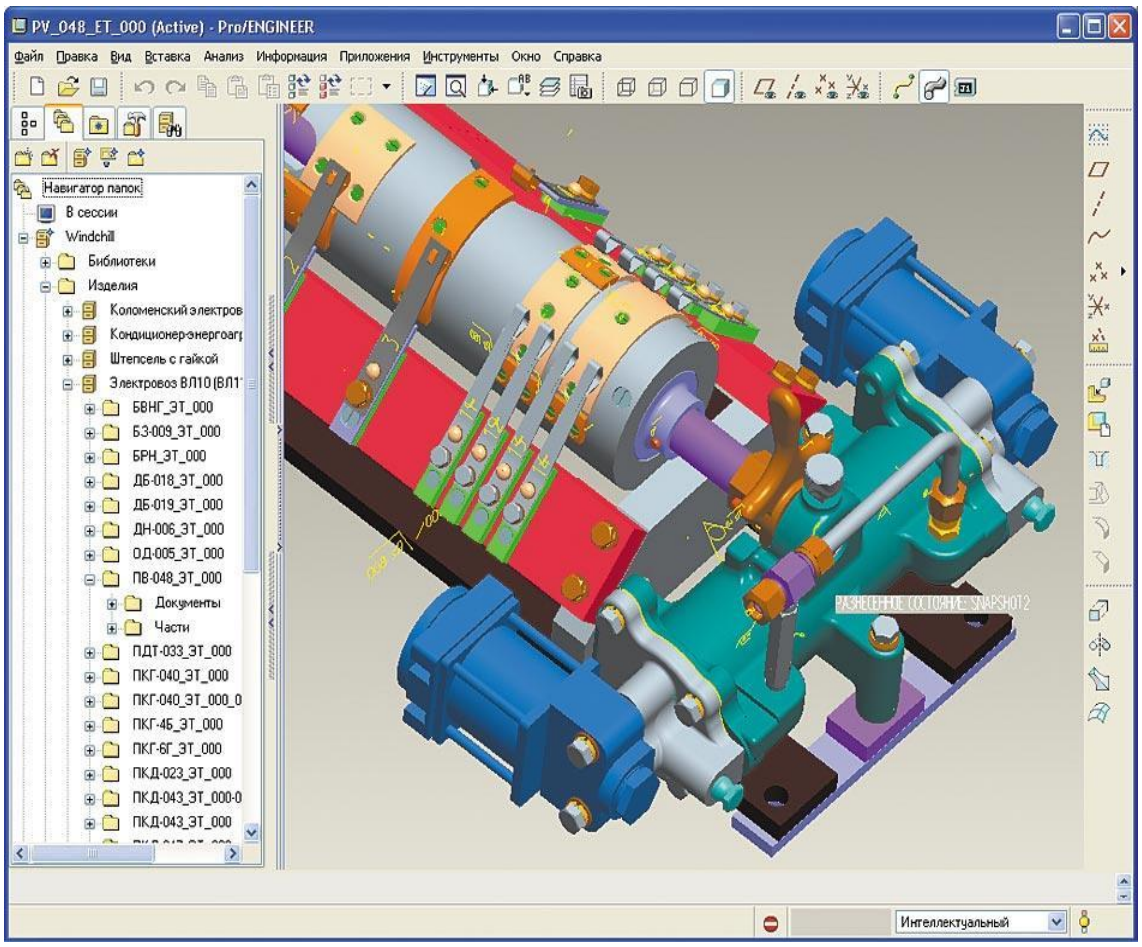


Рисунок 1 – Пример интерфейса Pro/ENGINEER.

Кроме этого кафедра «Машиностроения, материаловедения и автомобильного транспорта» для проведения практических, лабораторных занятиях и конечно же для курсовых и выпускных работ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», используется модуль «Вертикаль», позволяющая создавать технологические процессы механической обработки, сборки, сварки, а также производить расчеты режимов резания, норм времени и прочее, с последующим формированием технологической документации.

Для разработки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) используется модуль «КОМПАС ЧПУ» интерфейс которого представлен на рисунке 2, который дает полную визуализацию процесса механической обработки по созданной программе.

Для предприятия это означает сокращение срока подготовки изделий к производству — нет необходимости экспортировать данные из КОМПАС-3D в CAM-системы, нет потерь времени на конвертацию и исправление ошибок при некорректной передаче. Упрощается и работа инженера-технолога — он использует одну 3D-систему, не отвлекаясь на сторонние приложения, и уверен в точности данных, на основе которых разработана управляющая программа [2].

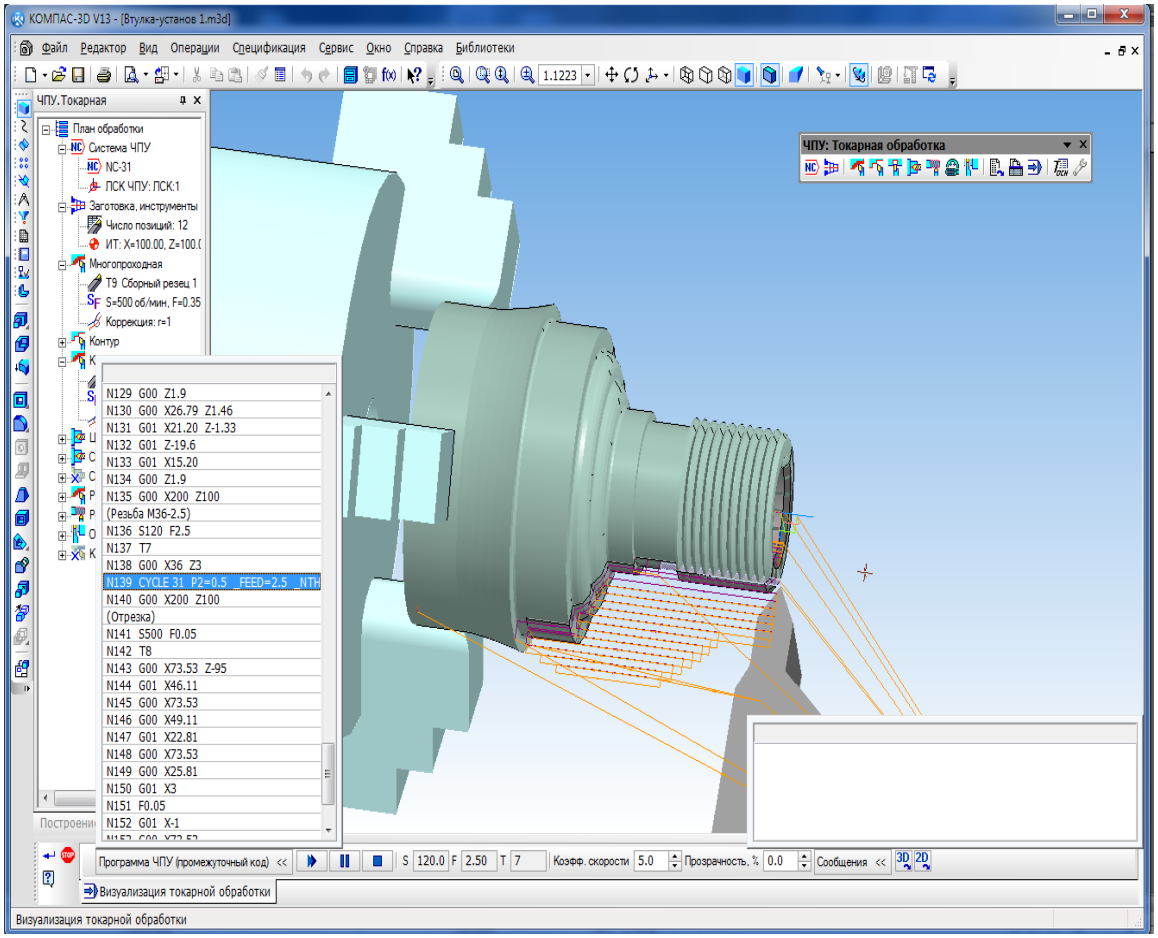


Рисунок 2 – Модуль ЧПУ системы КОМПАС-3D

Работа модуля в составе КОМПАС-3D позволяет в автоматическом режиме перестраивать управляющую программу для станка с ЧПУ в случае изменения геометрии детали.

Список литературы

1. *Малюх В.Н. Введение в современные САПР. – М.: ДМК Пресс, 2014.-192с.ил ISBN 978-5-94074-986-8.*
2. *http://kompas.ru//->Модуль ЧПУ токарная обработка.*

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНТИНГЕНТА СТУДЕНТОВ В АКИ ОГУ ЗА 2013 – 2017 ГОДЫ

Сердюк А.И., д-р техн. наук, профессор,
Езерская Е.М., канд. пед. наук, Гаврюшина Е.В.
Оренбургский государственный университет

Аэрокосмический институт (АКИ) ОГУ осуществляет подготовку студентов уровней бакалавриата, магистратуры и аспирантуры очной и заочной форм обучения по нескольким укрупненным группам специальностей/ направлений (УГСН): 09.00.00 – информатика и вычислительная техника, 15.00.00 – машиностроение, 24.00.00 – авиационная и ракетно-космическая техника и 27.00.00 – управление и технических системах.

Общий контингент студентов бакалавриата и магистратуры очной и заочной форм обучения последние пять лет составляет в среднем 1000 человек (рисунок 1). При этом доля студентов платной основы обучения составляет примерно 20% общего контингента, что обеспечивается в основном за счет студентов бакалавриата заочной формы обучения.

В то же время можно констатировать положительную динамику общего набора абитуриентов на уровни бакалавриата и магистратуры (рисунок 2): по сравнению с набором 2013 г. количество зачисленных абитуриентов в 2017 г. увеличилось с 219 до 358 человек, или на 63.4%.

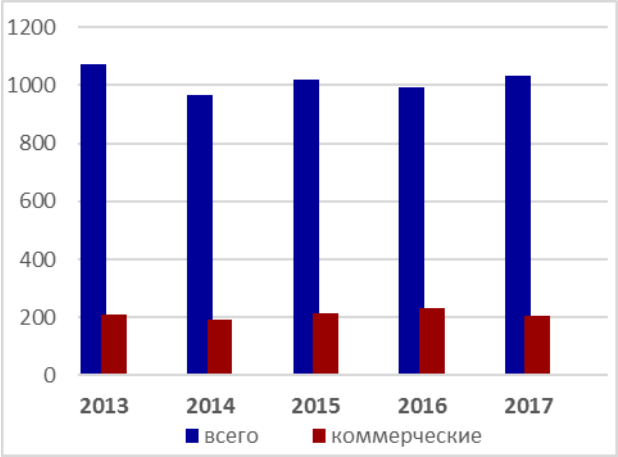


Рисунок 1 - Динамика изменения общего контингента студентов АКИ

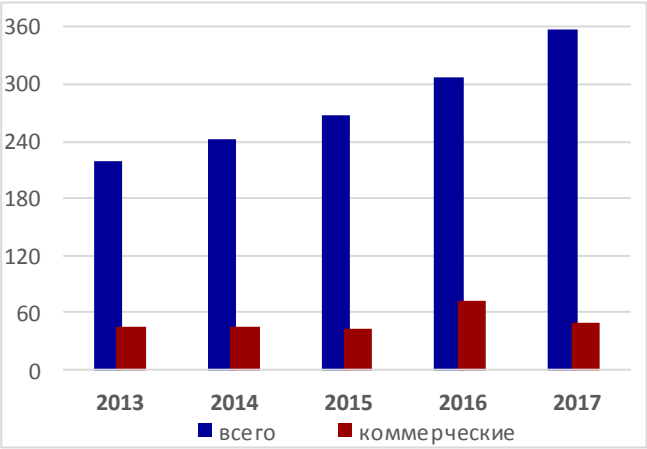


Рисунок 2 – Динамика изменения набора абитуриентов в АКИ

Стабильность общего контингента студентов можно объяснить двумя причинами: 1) добавлением контингента студентов УГСН 27.00.00 и некоторого количества студентов из бывшего ОГИМ при вхождении в состав АКИ кафедры управления и информатики в технических системах (УИТС, 2015 г.), а также 2) увеличением количества выделяемых бюджетных мест набора.

Несмотря на стабильность по количественному составу, в структуре об-

щего контингента студентов можно выделить следующие основные тенденции.

1. Количество студентов бакалавриата очной формы обучения на протяжении пяти лет остается стабильным и составляет в среднем 437 человек в год с разбросом ± 4,15 %. Можно отметить, что данная стабильность обеспечена за счет структурной оптимизации внутри университета, а не за счет стабильным выделением числа бюджетных мест набора.

2. Количество студентов бакалавриата заочной формы сократилось со 548 человек в 2013 г. до 363 человек в 2017 г., или на 34%. Сокращение контингента бакалавров-заочников связано с ежегодным уменьшением числа бюджетных мест набора, в то время как количество студентов платной основы обучения остается относительно стабильным на уровне 186 – 207 человек.

3. Наблюдается ежегодный существенный прирост контингента студентов магистратуры – от 69 человек в 2013 году до 213 в 2017 году, т.е. за пять лет контингент магистров увеличился более, чем в три раза (рисунок 3).

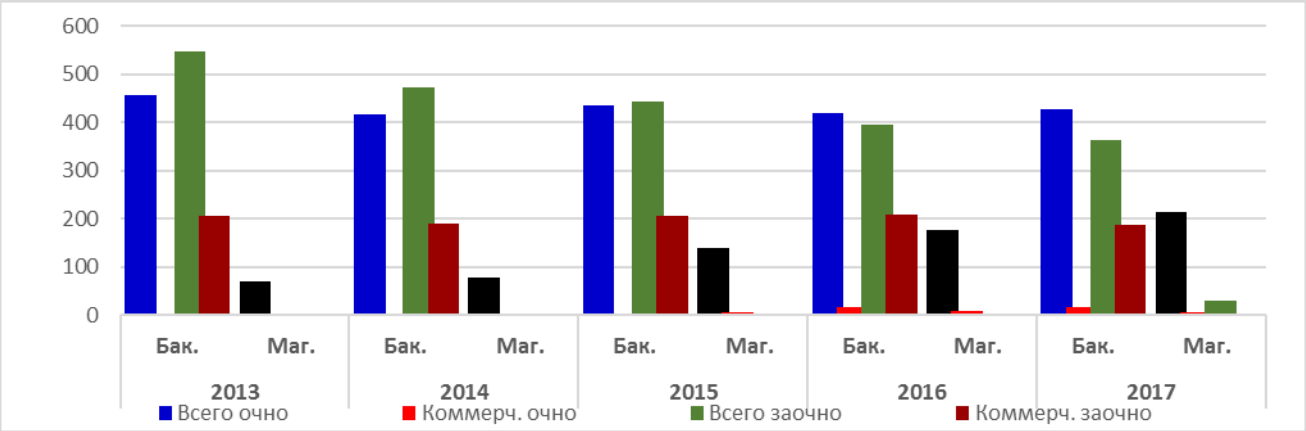


Рисунок 3 – Динамика изменения структуры общего контингента студентов по уровням и формам обучения

Связано это с ежегодным увеличением количества бюджетных мест приема в магистратуру, в результате которого в 2017 году впервые число бюджетных мест в магистратуру превысило число мест приема бакалавров (рисунок. 4)!

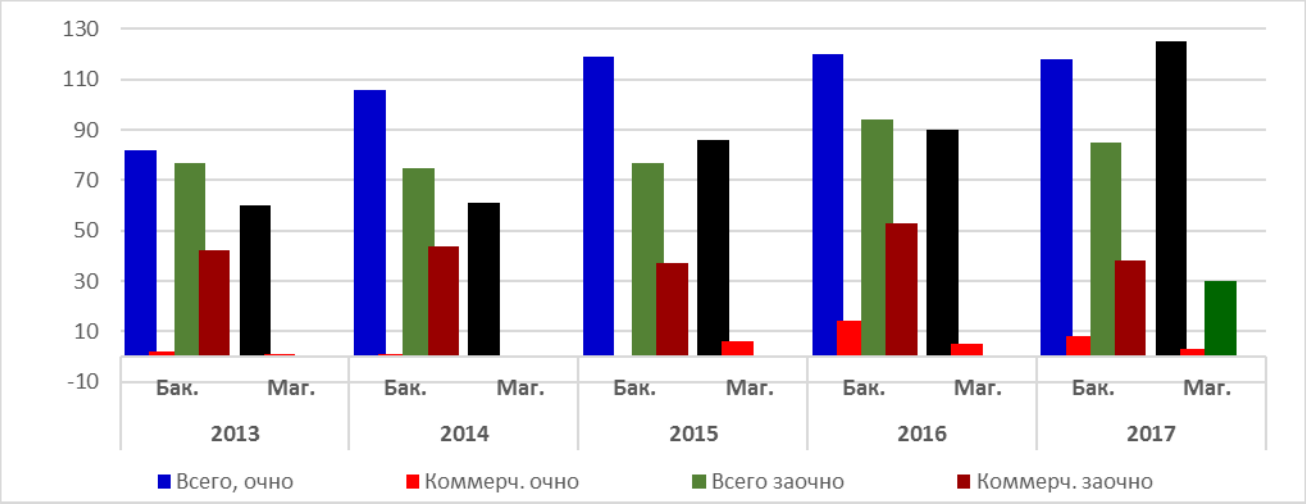


Рисунок 4 – Динамика изменения структуры набора абитуриентов

Казалось бы тупиковая ситуация разрешилась, благодаря правилам приема в магистратуры, согласно которым в магистратуру АКИ зачисляются выпускники других факультетов ОГУ и сторонних вузов, имеющие профильное образование, далекое от аэрокосмических технологий: врачи, экономисты, юристы и прочие.

Кажущийся феномен объясняется просто: предприятиям, в том числе входящим в состав оборонно-промышленного комплекса, требуются специалисты с базовым образованием по физике, энергетике, строительству, медицине, экономике и прочим направлениям. Однако все они должны трудиться в одном коллективе, а для общения необходимо, как минимум, знание основных понятий и терминологии общей предметной области. Не случайно, что в кадровых службах АО «ПО «Стрела» и КБ «Орион» Аэрокосмический институт ОГУ признан базовым вузом для подготовки профессиональных кадров, и от молодых специалистов требуется наличие дипломов о получении либо второго высшего образования, либо об окончании магистратуры по профилю АКИ.

Динамика потерь общего контингента, связанных с уходом в академический отпуск, с призывом в ряды вооруженных сил, потерей связи с университетом и отчислениями за неуспеваемость (рисунок 5), коррелирует с общим контингентом студентов и составляет в 2013 – 2016 гг. примерно 6 – 10% как от общего контингента, так и от количества студентов платной основы. Некоторое увеличение потерь общего контингента в 2015 г. объясняется адаптацией вновь прибывших студентов в коллективе АКИ.

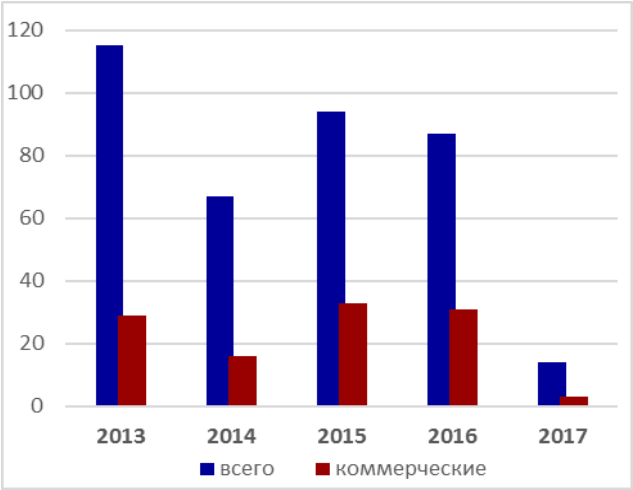


Рисунок 5 – Динамика потерь общего контингента студентов АКИ

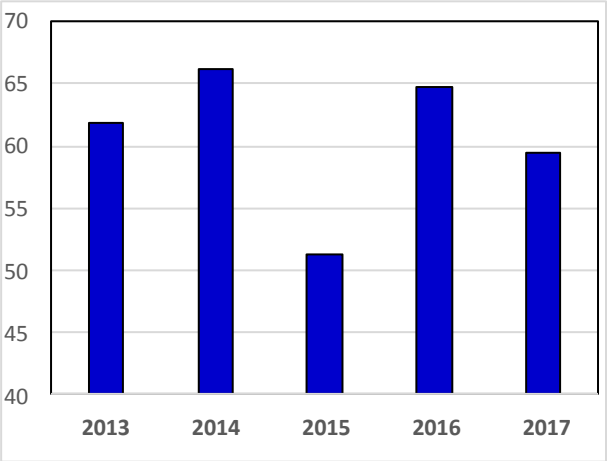


Рисунок 6 – Динамика изменения общего числа ставок ППС в АКИ

Следует отметить, что годовые колебания числа ставок на кафедрах АКИ (рисунок 6) связаны с оптимизаций структуры университета, объединением кафедр и факультетов, а также с «дорожной картой» развития вуза.

Список литературы

1. *Открытые электронные ресурсы сайта «Оренбургский государственный университет – абитуриенту». – Режим доступа* http://abiturient.osu.ru/step5/app-process *(дата обращения 21.12.2017).*

2. *Открытые электронные ресурсы сайта «Оренбургский государственный университет – абитуриенту». – Режим доступа* http://abiturient.osu.ru/step5/app-process?level=1&year=2017&filial=1&otdel=1#mag *(дата обращения 21.12.2017).*

3. *Открытые электронные ресурсы сайта «Оренбургский государственный университет – абитуриенту». – Режим доступа* http://abiturient.osu.ru/step5/app-process?year=2017&filial=1&level=1&otdel=3 *(дата обращения 21.12.2017).*

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Серёгин А.А. канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Термин «административное управление оборудованием» не соответствует действующим стандартам. Однако, стандарт ИСО 10005-95 «Административное управление качеством», в пункте е), требует использование квалифицированных процессов, связанного с ними оборудования и персонала. И международный стандарт ИСО 9001 в пункте g), требует соответствующие техническое обслуживание и ремонт оборудования для обеспечения стабильности процесса. Следовательно, процесс «административное управление оборудованием» необходимо рассматривать как составляющую часть основного процесса «административное управление качеством».

Проблема управления основными фондами предприятий стоит очень остро [1], [3], [5], [6]. Поскольку, из-за несовершенства методов амортизации основных средств производства, инвестиционные институты сокращают вложение денег в производственные фонды [2], [4], [5]. Следствием этого является эксплуатация технологического оборудования до его полного физического износа и морального устаревания, поскольку реновация оборудования – дорогостоящий процесс.

Одним из способов замедления старения активной части производственного аппарата является организация эксплуатации технологического оборудования в управляемых условиях. Управление включает в себя:

1 Комплектацию производственных подразделений таким количеством станков и оснастки, которое обеспечивает непрерывность производственного процесса.

2 Назначение регламентированных сроков использования станков в течение стадии «эксплуатация».

3 Своевременное проведение диагностики, ТО и ремонта станков заключающееся в:

а) обеспечении смазочными материалами и СОЖ;

б) составлении ведомости дефектов;

в) поставке запасных частей сторонними организациями;

г) изготовлении узлов и деталей эксплуатирующей организацией;

д) проведении ремонта в планируемые сроки.

4 Внедрение функционально-технологического мониторинга технологического оборудования, который обеспечил бы рентабельную реализацию последних двух пунктов.

В литературе не обнаружено описаний алгоритмов подобного управления ни в целом для промышленных предприятий, ни для отдельно взятых станков, предназначенных для выпуска деталей подвижного состава.

Одной из главных задач, стоящих перед ремонтными организациями, является повышение качества и снижение себестоимости ремонта посредством широкого внедрения оригинальных методов и передовых технологий ремонта, автоматизация и комплексная механизация ремонтных работ, а так же максимальное использование действующего универсального оборудования по старым и новым способам обработки деталей подвижного состава. Технологическая оптимизация способов обработки включает в себя не только выбор экономически оптимальных рабочих режимов, но и техническую возможность выполнения необходимых операций на технологическом оборудовании, имеющемся в распоряжении ремонтной службы. Отсутствие специализированного технологического оборудования на промышленных предприятиях вызывает резкий рост себестоимости ремонта. Это обусловлено тем, что из-за необходимости восстановления сложных деталей промышленных предприятий приходится обращаться за техническим содействием к смежным организациям, и в отпускную цену отремонтированного изделия включаются дополнительные расходы по транспортировке, хранению, а также стоимость восстановления, накладные расходы и прибыль сторонней организации. Всё изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что основной причиной снижения качества ремонта является использование методов единичного (индивидуального производства), граничащих с кустарщиной.

Одна из причин кустарщины в ремонтном деле – отсутствие типовых технологических процессов ремонта оборудования. Типизация ремонтных работ позволяет отказаться от отсталых способов ремонта, способствует внедрению унифицированной и нормализованной технологической оснастки. Однако, существенная разница в номенклатуре деталей вышедших из строя у одного и того же типа машин, в процессе их эксплуатации, затрудняет процесс типизации вследствие необходимости построения типовых технологических процессов для большого числа разнообразных деталей, номенклатура которых очень редко повторяется. Типизация технологии ремонта машин возможна лишь на точном знании технологий восстановления деталей и узлов, компонующих машину. Эти технологии имеют свои особенности. Они весьма трудоёмки даже при условии обеспечения ремонтопригодности изделия, т.к. в процессе восстановления приходиться устранять последствия явления технологического наследования погрешностей.

В области ремонта технологического оборудования дело обстоит ещё хуже. При наличии огромного числа стандартизованных деталей, разность в величине и различие в характере износа, усталостного выкрашивания и изломов деталей машин препятствует типизации восстанавливаемых деталей, построению единого технологического процесса ремонта.

В условиях действующего производства центральными проблемами ремонта технологического оборудования являются:

а) сбой ритма выполнения графика ППР по установленным срокам;

б) в расчётах не используют коэффициенты повышения затрат на содержание оборудования и коэффициенты понижения при расчётах периода использования по назначению;

в) при построении структуры ремонтного цикла не решён вопрос о применении 6-ти, 9-ти или 24-х периодов;

г) отсутствие 4-х видовой системы ремонта.

Реализация процесса рентабельного управления оборудованием нацелена на снижение затрат времени, труда и средств на его ТО и ремонт и повышение, на этой основе, эффективности их использования на стадии «эксплуатация». Дальнейшее развитие процесса управления возможно на основе:

1 Введение процедур функционально-технологического мониторинга оборудования на основе аналитической диагностики.

2 Обеспечение бесперебойной работы системы функционально-технологического мониторинга оборудования для всего станочного парка предприятия.

3 Научного обоснования последовательности выполнения этапов ТО и ремонта.

4 Разработке, на основе пункта 3, указаний по ТО и ремонту в эксплуатационной и ремонтной документации.

При оптимизации методов административного управления эксплуатацией технологического оборудования стремятся свести к минимуму время реакции системы управления на происходящие изменения работы оборудования. Поскольку при создании управляющей системы необходимо сбалансировать несколько различных критериев процесса эксплуатации, управляемого данной системой, то осуществляется подбор оборудования с характеристиками, обеспечивающими минимальное время ответной реакции системы. Зная предстоящие изменения технологической системы в процессе эксплуатации можно оказывать ремонтное воздействие до того, как указанные изменения станут необратимыми. Таким образом, эффективное время ответной реакции системы административного управления технологическим оборудованием снизится, эффективность процесса управления возрастёт. Для решения подобных задач необходимо наличие подробных результатов научных исследований в области эксплуатации станков, и перевод полученных данных в эксплуатационную и ремонтную документацию.

Основная задача состоит в формировании системы упреждающего административного управления, ориентированной на развитие внутренней среды производственного субъекта и адаптированной к изменениям внутренних условий. Такая система является стратегической. Она базируется на прогнозируемых результатах деятельности процессов административного управления, производства продукции, обеспечения запасными частями, а также на прогнозируемых состояниях потери точности, настроенности и стабильности технологических процессов. Создание системы упреждающего управления осуществляют на основе построения иерархической совокупности целей и критериев, отражающих качественную и количественную характеристики системы управления.

На построение и функционирование такой системы управления могут потребоваться значительные затраты, необходимые для проведения исследований элементов производственной среды. Они включают затраты на поиск источников информации различной категории надежности, её получение, а также на обработку по заданным алгоритмам для выдачи научно обоснованных прогнозов на период упреждения остановки производственного процесса. Такие прогнозы необходимо получать в трех вариантах — для благоприятных, неблагоприятных и нейтральных условий, создаваемых элементами прогнозного фона. Отсутствие упреждающей системы административного управления приводит к экономическим потерям, упущенной прибыли, которая так же, как и ожидаемые от применения такой системы доход, подлежит оценке.

Для осуществления контроля процесса управления оборудованием на промышленных предприятиях необходимо составлять программу обеспечения и информационной поддержки активной части производственного аппарата. Данная программа должна состоять из методов, возможных к реализации на промышленных предприятиях.

Эффективность ремонтного производства, его способность перестраиваться в зависимости от изменения конструкций и моделей ремонтируемой техники, определяется степенью административного управления всеми уровнями процесса ремонта станков.

Выводы:

1 Управление качеством технологических процессов невозможно без соответствующего менеджмента технологического оборудования.

2 Административное управление оборудованием должно включать в себя организационно-технические мероприятия по диагностике потока отказов и их своевременному устранению.

3 Рентабельная эксплуатация оборудования предприятий возможна при условии внедрения системы упреждающего административного управления.

Список литературы

1. Серегин, А. А. Управление эксплуатацией станков и приспособлений / А.А. Серёгин // Технология машиностроения. 2011. № 9. С. 38 – 40.

2. Серегин, А. А. Обоснование выбора тяжёлых станков при реализации инвестиционных программ / А.А. Серёгин // СТИН. – 2011. № 12. С. 7-10.

3. Серегин, А. А. Анализ и синтез модели управления оборудованием производств с ограниченной номенклатурой продукции / А.А. Серёгин // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2012. № 1. С. 200 – 206.

4. Серегин, А.А. К вопросу о реновации тяжёлых станков и средств их технологического оснащения / А.А. Серёгин, А.А. Шатилов // Труды ГОСНИТИ. –2013. Том 113. С. 75 – 85.

5. Серегин, А. А. Организация технического обслуживания и ремонта тяжёлого оборудования локомотиворемонтных заводов / А.А. Серёгин // Научное обозрение. – 2015. №5. С. 287 – 290.

6. Серегин А. А. Обеспечение точности и стабильности технологических

процессов на основе корректной стратегии восстановления оборудования / А.А. Серёгин // Интеллект, инновации, инвестиции. – 2016. № 1. С. 117 – 124.

МОНИТОРИНГ И УЧЕТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ СТАНКОВ С ЧПУ

Сечина С.П.
Оренбургский государственный университет

Развитие науки и техники, применение новейших систем для проектирования и разработки механизмов и машин, ставят перед отраслями машиностроения задачи, эффективного и бережного производства. Решение этих задач, невозможно без разработки и внедрения на производстве новейших методик и систем для учета , планировании, нормирования этапов производства с учетом технологического процесса изготовления. Важнейшим в данном направлении является создание единого информационного поля на производстве, с контролем участников всех этапов производственного цикла, от заключения контракта до сдачи готовой продукции. Наличие таких связей и контроля, позволяет уменьшить себестоимости производства, сократить производственный цикл, наиболее гибко позволяет планировать использование имеющихся производственных мощностей.

Формообразание деталей изделий сложных по конструкции и ответственных по служебному предназначению, до 80 % таких работ приходится на механическую обработку резанием. Обработка резанием осуществляется на металлорежущих станках, в условиях эффективного развития металлообработки и ужесточения конструкторских требований к качеству и точности изготавливаемых изделий, все большее количество металлообрабатывающих станков оснащаются системой ЧПУ. Сегодня большинство машиностроительных предприятий и металлообрабатывающих компаний обладают станочным парком с числовым программным управлением.

Использование станков с ЧПУ позволяет:

1) повысить в 1,5 - 5 раз производительность станка, по сравнению с аналогичными станками с ручным управлением

2) сократить время на наладку и переналадку производства

3) увеличить номенклатуру производимых деталей и изделий

4) снизить потребность в квалифицированных рабочих-станочниках, а подготовка производства переводится в сферу инженерного труда

5) сократить время слесарно-подгоночных работ в процессе сборки, так как детали, изготовленные по одной программе, являются взаимозаменяемыми;

Таким образом, вкладывая средства в производство, инвесторы и владельцы предприятия нацелены на получение качественной продукции в сжатые сроки. Этого можно достичь лишь при четкой организации производственного цикла, немедленного реагирования цеховых служб и бесперебойной оборудования. Задача контроля над производственными участками с станками с ЧПУ и над производственным персоналом решалась примитивно, путем контроля производственных мастеров и бригадиров участков. В настоящее время на большинстве предприятий мастера участков, составляют графики загрузки станков и отчеты о выработке, особо не заботясь о правдивости и точности полученной

информации, а в большинстве случаев озвучивали данные , выгодные им самим. Естественно, что при таком подходе организации и отчетности, невозможно эффективно осуществлять планирования и загрузку станочного парка, невозможно предугадать и отладить такт выпускаемой продукции.

Решение данной проблемы осуществима при помощи использования систем мониторинга промышленного оборудования. Использование в производстве систем мониторинга работы промышленного оборудования позволяет обеспечить непрерывный мониторинг со следующими возможностями:

1) удаленный контроль работы оборудования в режиме реального времени

2) сбор данных для расчета выработки и коэффициента загрузки станочного оборудования или производственного участка

3) причины и продолжительность простоя оборудования

4) автоматизация создания отчетов для анализа администрацией производства

5) сбор фактических данных вспомогательных и машинного времени выполняемой операции

6) автоматическое оповещение об аварийных и нештатных ситуаций непосредственно администрации предприятия и ремонтной бригаде, исключая возможности сокрытия данных ситуаций

7) привязка исполнителя к производимой продукции

8) оповещение автора управляющей программы о замечаниях и нештатных ситуациях при обработке детали по УП

9) оценки производственной деятельности и эффективности принятых решений

10) возможность оперативного решения возникающих вопросов, ускорение работы служб

Рассмотрим схему связи станка ЧПУ, системы мониторинга, и администрации предприятия (цеха). Рисунок 1

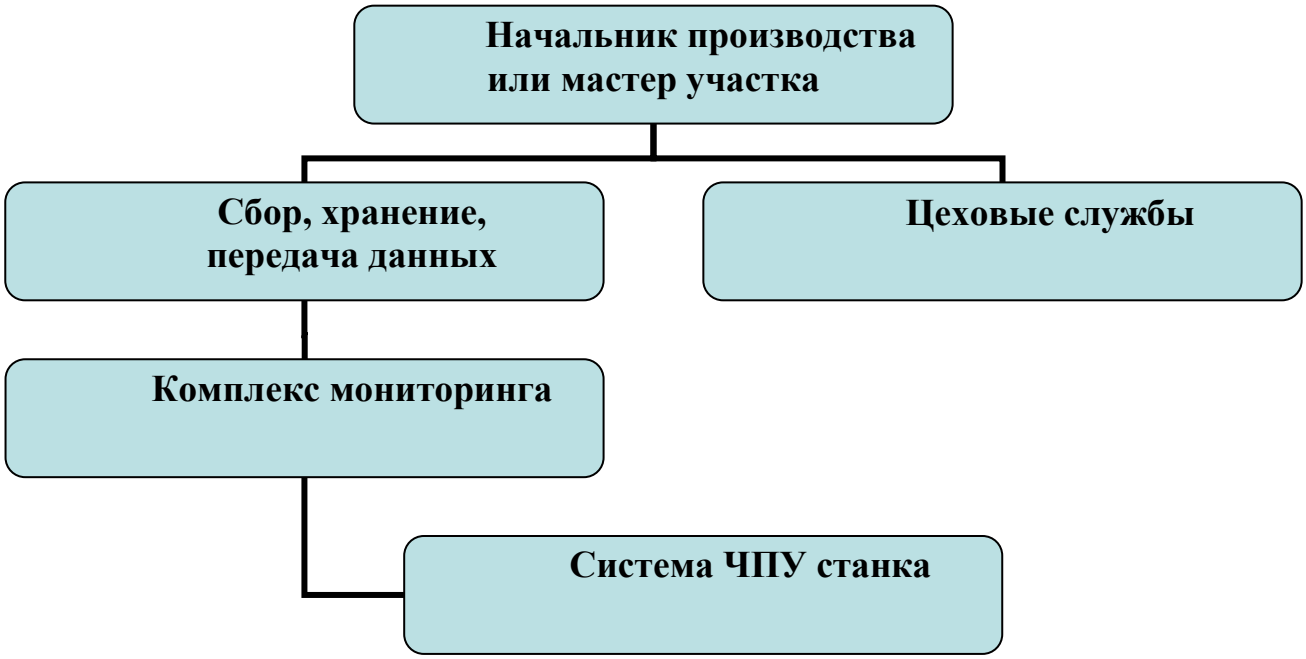


Рисунок 1. Схема связи станка ЧПУ, системы мониторинга, и администрации предприятия (цеха)

В настоящее временя на отечественном рынке программного обеспечения для мониторинга промышленного оборудования предлагают следующие системы для мониторинга промышленного оборудования: программно-технический комплекс Foreman MDC , «АРМД» - автоматическая

регистрация машинных данных ("Балт - Систем") , Система "НАВИМАН" (разработана дочерней компанией "СОЛВЕР"), система "Диспетчер".

Переход на качественный уровень контроля и мониторинга производственного процесса является одним из основных направлений для сокращения производственного процесса и повышения конкурентоспособности предприятия. Точная автоматизированная фиксация состояния станков, расчет показателей их плановой работы и отображение результатов в реальном времени обеспечивают оперативность контроля и способствуют своевременному реагированию на ситуации, требующие вмешательства. Накапливаемая история работы оборудования в системе мониторинга служит основным источником для всестороннего анализа производственной деятельности и формирования верных управленческих решений.

Список литературы

1. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 280 с.: ил.

2. Зайцев Н.Л. Экономика, организация и управление предприятием. -М.: ИНФРА-М,2008. - 455с.

АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ И ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ БАЛАНСИРНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Снегирева И.В., Горбунов А.А., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

В настоящее время возрастает большой интерес к современной практике проектирования мотодельтаплана и уделяется внимание вопросам обеспечения эксплуатационных характеристик при заданном уровне безопасности и надежности.

Мотодельтаплан относится к классу летательных аппаратов (ЛА), в основе полета которых лежит аэродинамический принцип создания подъемной силы. Главным рабочим органом мотодельтаплана является крыло и силовая установка. Рациональное сочетание геометрических и аэродинамических характеристик крыла и силовой установки позволяет получить те или иные летно-технические характеристики балансирного летательного аппарата (БЛА).

Главная аэродинамическая характеристика БЛА — величина подъемной силы генерируемой крылом. Исходными данными для расчета аэродинамических характеристик крыла выступают:

– зависимость коэффициента подъемной силы и коэффициента лобового сопротивления крыла от угла атаки и плановой проекции крыла БЛА;

– диапазон высот полета;

– диапазон характерных скоростей полета.

Летно-технические характеристики мотодельтаплана определяются возможностью БЛА выполнять свое целевое назначение. В частности, может применяться в спорте, в народно-хозяйственных целях, например, для обработки растений химикатами с воздуха или в качестве транспортного средства в труднодоступных районах, а также в военных целях. К основным летно-техническим характеристикам мотодельтаплана относят:

– грузоподъемность;

– скорость, высота полета;

– дальность.

Одним из важных преимуществ мотодельтаплана является способность взлетать и садиться с небольших малоподготовленных площадок, эксплуатироваться в различных климатических условиях.

В способности БЛА возвращаться в исходное положение полета после окончания внешнего воздействия играет устойчивость. Возвращение в исходное положение полета (статическая устойчивость), которое является главной составляющей получения динамической устойчивости, при котором мотодельтаплан способен сохранять заданный полет без какого-либо вмешательства пилота.

Устойчивость и управляемость тесно взаимосвязаны. При большой устойчивости, пилот по минимуму тратит усилий на парирование внешних воз-

действий, но ему приходится прилагать значительные усилия, чтобы изменить режим полета. При низкой устойчивости БЛА, он легче поддается управлению, но при этом пилоту надо быть постоянно готовым отражать внешнее воздействие, поскольку сам мотодельтаплан возвращается в исходный «неохотно». Аналогично, под управляемостью мотодельтаплана следует понимать его способность менять режим полета при влиянии управляющих усилий пилота[1, 2].

Устойчивость, управляемость и безопасность полетов взаимозависимы. Полет на неустойчивом мотодельтаплане опасен, так как требует от пилота постоянной концентрации внимания и затраты значительных усилий для отражения внешних воздействий. Полет на неуправляемом БЛА невозможен, поскольку приводит к аварии.

В этой связи в процессе проектирования и конструирования БЛА необходимо достичь следующих показателей:

– обеспечить режимам полета методом перемещения пилота и отклонения рулей;

– необходимые усилия для изменения полета не должны быть большими, так как пилот может быстро устать, и слишком малыми, чтобы не затруднять координации движений тела пилота;

– у БЛА не должно быть недопустимых изменений параметров движения, выходящих за установленные пределы;

– запаздывание реакции мотодельтаплана на управляющее воздействие пилота (время срабатывания) должно находиться в приемлемых границах;

– выход ЛА на опасные углы атаки не должен быть неожиданным для пилота.

На статическую устойчивость полета мотодельтаплана влияют его конструктивно-геометрические и аэродинамические характеристики и условия полета. К первым следует отнести форму крыла в плане, а также полетный вес и удаление общего центра тяжести от плоскости крыла. Ко вторым — скорость полета и критические углы атаки, а также возможность встречи с ограниченным вертикальным порывом ветра. Это наиболее важные факторы, учитывать которые необходимо для оценки степени устойчивости БЛА [2].

Улучшение аэродинамического качества мотодельтаплана позволяет повысить его летные характеристики, что, в свою очередь, дает возможность преодолеть расстояние с минимальной затратой времени.

Современный мотодельтаплан представляет собой новый вид легкого летательного аппарата — «минисамолет» с гибким крылом, который характеризуется следующими параметрами: полетный вес, мощность двигателя, диаметр винта, число оборотов двигателя, экономическая скорость полета, скорость вертикального подъема, тяга двигателя, запас топлива, марка топлива, время работы двигателя [3].

Общие требования к конструкции мотодельтаплана, направленные на достижение высоких летно-технических характеристик при обеспечении максимальной безопасности и комфортности полета в сочетании с максимальной простотой конструкции:

– воздушный винт должен иметь высокий КПД;

– топливный бак должны быть сконструированы так, чтобы в любой пространственной ориентации не произошло выливания бензина на пилота или конструкцию планера БЛА;

– пилот должен иметь возможность без затруднений компенсировать моменты, возникающие от веса силовой установки и ее тяги;

– должна быть обеспечена необходимая прочность конструкции мотодельтаплана;

– в состав БЛА должен входить минимальный состав аэронавигационного оборудования.

Для обеспечения заданных летно-технических, аэродинамических характеристик и показателей эксплуатационной технологичности необходима разработка САПР, обеспечивающая комплексный подход к процессу проектирования и конструирования БЛА в единой информационной среде.

Список литературы

1. Азарьев, И. А. Практическая аэродинамика дельтаплана: Справочник / И. А. Азарьев, Д. С. Горшенин, В. И. Силков – Москва: Машиностроение, 1992. – 288 с.

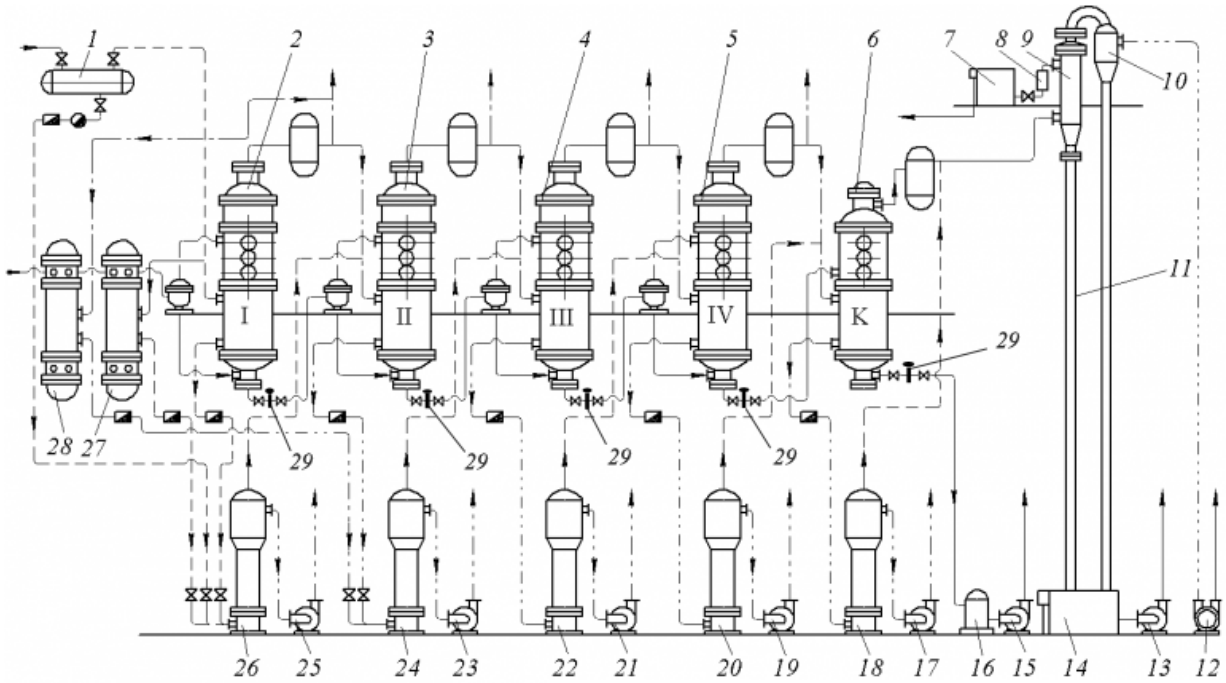
2. Осташов, В. Г. Дельтапланеризм / В. Г. Осташов – Новосибирск: Наука, 1983. – 512 с.

3. Свищев, Г. П. Авиация: Энциклопедия / Г. П. Свищев – Москва: «Большая Российская Энциклопедия» - ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского, 1994. -736 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА НА БАЗЕ ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ

Солдатов Н.Е., Марусич К.В., канд. техн. наук, доцент,
Солдатова Д.Е.
Оренбургский государственный университет

Отечественные выпарные установки свеклосахарных заводов - четырехкорпусные, у которых первые три корпуса работают под давлением, а последний, четвертый, и концентратор - под разрежением [1-3]. Схема четырехкорпусной выпарной установки с концентратором, работающая под уменьшенным разрежением представлена на рисунке 1.



1 - паросборник; 2 - I корпус выпарной установки; 3 - II корпус выпарной установки; 4 - III корпус выпарной установки; 5 - IV корпус выпарной установки;
6 - концентратор; 7 - сборник холодной воды; 8 - уравнительный бачок; 9 - конденсатор; 10 - каплеловушка; 11 - труба; 12,13 - вакуум-насосы; 14 - сборник барометрической воды; 17, 19, 21, 23 и 25 – конденсатные насосы; 18, 20, 22, 24 и 26 - сборники конденсата (гидроколонки); 25 - пароструйный насос; 27, 28 - многоходовые теплообменники; 29 - клапан регулирующий двухседельный с МИМ

Рисунок 1 - Принципиальная схема выпарной установки

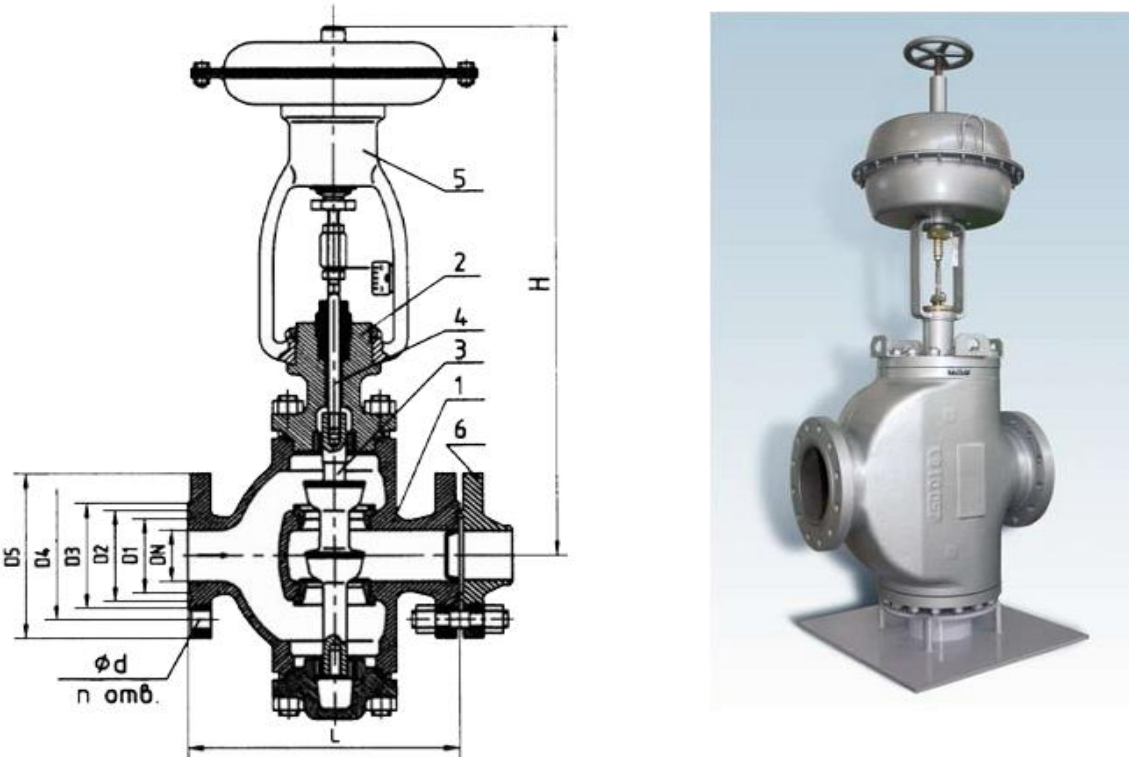
Сульфитированный очищенный сок перед сгущением нагревают под давлением в многоходовых теплообменниках *27* и *28* до температуры кипения 126 °С и направляют в I корпус (*2*) выпарной установки, где из него выпаривается часть воды. Из I корпуса сок последовательно переходит во II (*3*), III (*4*),

IV (5) корпуса и концентратор 6, где он сгущается до плотности сиропа от 63 до 65 % сухого вещества.

Многократное использование теплоты пара выпарной установки возможно лишь при условии, что температура кипения сока, а, следовательно, и давления в корпусах будут понижаться от первого к последнему.

Повышение эффективности работы многокорпусной выпарной установки за счёт её автоматизации, позволит более экономично использовать пар и снижать количество выпаренной воды в последнем корпусе. В рамках направления подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в настоящее время ведётся разработка проекта автоматизации производственного участка на базе вакуум-выпарной установки.

В базовом варианте выпарной установки для регулирования потока и поддержания оптимального уровня кипения в корпусах применяется клапан, регулирующий двухседельный фланцевый, с мембранным исполнительным механизмом (МИМ) (позиция 29 на рисунке 1). Он (рисунок 2) предназначен для непрерывного регулирования в технологических процессах подачи, давления и других параметров потока жидких или газообразных сред транспортируемых по трубопроводам [4].



1- корпус; 2 – крышка; 3 – плунжер; 4 – шток; 5 – МИМ; 6 - комплект монтажных частей

Рисунок 2 – Клапан регулирующий двухседельный фланцевый с МИМ

Основным достоинством данного клапана является срок службы более 12 лет и высокая температура рабочей среды.

В качестве недостатков можно выделить:

- большие габаритные размеры;
- большая масса;
- трудность в монтаже и демонтаже.

Как одним из этапов для полноценного внедрения в систему автоматического управления и контроля вакуум-выпарной установки, а так же для увеличения быстродействия исполнительных механизмов в данной работе представлен вариант замены клапанов регулирующих на дисковые затворы с пневмоприводом (рисунок 3).

1 - подшипник скольжения вала; 2 - круглое уплотнительное кольцо; 3 - уплотнение; 4 - диск; 5 - верхний вал; 6 - нижний вал; 7 - нижнее уплотнительное кольцо; 8 - корпус; 9 - упругий штифт

Рисунок 3 – Дисковый затвор с пневмоприводом

Он представляет собой устройство, преобразующее энергию сжатого воздуха в поворот запорного органа арматуры. Характерной особенностью дисковых затворов является то, что их запорный элемент имеет форму диска, который расположен перпендикулярно по отношению к движению транспортируемой по трубопроводу рабочей среды. При отсечении потока диск проворачивается вокруг своей оси на 90° и перекрывает пропускное отверстие арматуры.

Достоинства:

- транспортируемый поток перекрывается с полной герметичностью, причем происходит это в обоих направлениях;
- небольшие размеры конструкции затвора, также как малый вес и компактность, не создают дополнительной нагрузки на трубопровод и позволяют производить работы по монтажу затвора в труднодоступных и стесненных условиях;
- высокая пропускная способность;
- широкая область использования;

- невысокая стоимость по сравнению с другими видами запорных устройств.

В заключении следует отметить, что дисковый затвор с пневмоприводом имеет гораздо большее быстродействие по сравнению с клапаном регулирующим двухседельным фланцевым с МИМ. Условная пропускная способность у дискового затвора выше чем у клапана регулирующего в два раза. Его наиболее технологически просто внедрить в систему безопасности трубопроводов. За счет установки пружин в одну из полостей пневмопривода запорный орган дискового затвора при отключении сжатого воздуха вернется в заранее определенное положение - открыто или закрыто. После решение проблемы остановки пневмопривода в среднем положении с помощью позиционера, пневмопривод имеет возможность применяться совместно с регулирующей арматурой. Пневмопривод может полноценно быть внедрен в систему автоматического управления и выполнять как функции запорного так и регулирующего механизма.

Список литературы

1 Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов / В.Г. Белик, С.А. Зозуля, Б.Н. Жарик и др. под ред. В.Г. Белика. - Киев : Техніка, 1982. – 304 с.

2 Кязимов, К.Г. Основы газового хозяйства: учебн. для проф. учебн. завед. / К.Г. Кязимов, В.Е. Гусев.– М.: Академия, 2000. –462 с.

3 Тарасюк В.М. Эксплуатация котлов. – Киев: Основа, 1999. – 282 с.

4 ГОСТ 12893-2005 Клапаны регулирующие односедельные и двухседельные. Общие технические условия. Введ. 2008-31-03. – М. : Изд-во стандартов, 2008. – 26 с.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор,
Попов А.Н.
Оренбургский государственный университет,
Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО
«Самарский государственный университет путей сообщения»

Мы живём в эпоху глобальных перемен. Необходимо отметить, что изменения в обществе, науке, технике и технологиях, в промышленности и транспорте, в экономике, то есть во всём нашем жизненном укладе, требуют изменения нас самих, нашего представления об окружающей нас действительности. Один из самых влиятельных людей планеты президент РФ В.В. Путин высказался следующим образом на встрече с российскими студентами в 2017 году:

«Искусственный интеллект – это будущее не только России, это будущее всего человечества. Здесь колоссальные возможности и трудно прогнозируемые сегодня угрозы… Тот, кто станет лидером в этой сфере, будет властелином мира».

Главное не отстать. В России информационные технологии будут внедряться во все сферы жизни. И об этом заявил в рамках Петербургского международного форума в 2017 году президент РФ В.В. Путин: «Чтобы наращивать наши преимущества в сфере информационных технологий мы будем действовать системно. Необходимо внедрить информационные технологии во все сферы жизни. Хочу подчеркнуть, что государство окажет поддержку тем компаниям, которые делают разработки так называемого сквозного характера».

В последние годы появляется новый научный термин – интеллектуальная транспортная система.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС, англ. *Intelligent transportation system)* - это интеллектуальная система, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами (определение из Википедии – свободной энциклопедии).

Определения ИТС в различных источниках:

- интеграция современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, ориентированная на повышение безопасности и эффективности транспортного процесса [1].

- система управления, интегрирующая современные информационные и телематические технологии и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности

населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта [2…4].

- это больше, чем передовые технологии; ИТС - это системные изменения, направленные на: 1) предоставление различных инновационных услуг для различных видов транспорта; 2) достижение устойчивой мобильности через повышение эффективности, безопасности и экологичности транспорта. Таким образом, ИТС рассматриваются ключевыми заинтересованными сторонами в качестве «моста», позволяющего устранить существующий в настоящее время разрыв в плане устойчивости между транспортными системами [5].

Таким образом, становится понятно, что ИТС являются симбиозом транспортной системы и сферы информационных технологий, который состоит из двух основ – моделировании транспортных систем и управлении транспортно-логистических потоков. Это обстоятельство (симбиоз) привело к возникновению интеллектуальной логистики, интеллектуального маркетинга, интеллектуального менеджмента на транспорте, системы автоматизированного проектирования транспортных процессов, оптимизации бизнес-процессов на транспорте и т.п.

Появился зарубежный и отечественный опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем. Разработка и использование ИТС у нас в стране и, в частности, на автомобильном транспорте сводится к фрагментальному применению тех или иных информационных технологий. Выявлены ряд объективных и субъективных обстоятельств, существенные из которых приведём ниже:

– отсутствие общей концепции разработки и использования ИТС на автомобильном транспорте, обеспеченной финансами, оборудованием и кадрами;

– отсутствие и использование системной связи трех заинтересованных сторон процесса: администрации транспортных предприятий, потребителей инновационных технологий и их разработчиков;

– слабая система подготовки и стимулирования кадров. Система обучения настроена только на подготовку управленческих, а не профессиональных, в смысле ИТС, кадров на транспорте.

Следствием действия этих обстоятельств является нечеткое и неполное понимание следующих важных вопросов:

– какие интеллектуальные технологии, технологии менеджмента востребованы в транспортной системе страны сегодня, в чем она будет нуждаться завтра;

– какими средствами (математическими, программными, техническими) их следует разрабатывать;

– по каким критериям оценивается эффективность разработки и использования ИТС (организационным: простота разработки и внедрения, расширение спектра функций системы; экономическим: затратность, рентабельность, прибыльность; социально значимым: облегчение труда оператора, расширение его возможностей по мониторингу и управлению);

– кто будет финансировать эти разработки и в какой пропорции?

Оренбургская область играет существенную роль в единой транспортной системе РФ, как пограничная с Республикой Казахстан и граничащая с тремя субъектами федерации. Однако в силу уникального местонахождения, имеющей обширную территорию в сочетании с достаточно развитой транспортной сетью (автомобильной, железнодорожной, трубопроводной и воздушной) обладает ещё и значительным потенциалом в качестве транспортно-логистического узла. Это обстоятельство обуславливает необходимость обоснования перспектив и программ развития транспортно-логистической инфраструктуры, разработки эффективных механизмов оценки эффективности с учётом функционирования всех видов транспорта. Оренбуржье как транспортный узел – один из самых значимых в Приволжском федеральном округе по количеству пассажиров и по объёмам переработки грузов. Здесь множество пересекающихся транспортных коридоров и два международных аэропорта. Есть большая туристическая инфраструктура.

Затраты, связанные с функционированием транспортной системы, обусловлены величиной транспортных издержек. Любой новый транспортный продукт, выходящий на рынок, оказывается востребованным только в том случае, если он позволяет снизить суммарные логистические затраты.

Интеллектуальные технологии в транспортных системах должны включать разделы:

1) установление закономерностей формирования грузо- и пассажиропотоков региональных маршрутов с учётом мультимодальности (автомобильный, железнодорожный и воздушный виды транспорта);

2) влияние новых промышленных, организационных и инфо-рмационных технологий на качество и себестоимость транспортных услуг;

3) мультимодальность транспортных узлов в городах и крупных муниципальных образованиях региона;

4) факторы формирования и системной оценки спроса на регулярные перевозки в Оренбургской области.

Необходимость создания научно-обоснованной программы развития транспортно-логистической инфраструктуры Оренбургской области была обоснована в ранее опубликованных работах [6…13].

Заключение

Оренбургская область обладает весомым потенциалом крупнейшего мультимодального транспортного узла:

- пересечение путей из Западной Европы через Центральную в Китай, Казахстан, Центральную Азию, Сибирь;
- постоянный и стабильный рост грузопотоков для всех видов транспорта;
- транспортный комплекс уже является важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры, обеспечивает многие параметры экономического роста, повышения конкурентоспособности региональной экономики и качества жизни населения;

- транспортный комплекс представлен четырьмя видами транспорта (железнодорожным – 43% всего грузо- и пассажирооборота; автомобильным – 8%; воздушным – 1% и трубопроводным);

- с 2005 года транспортную систему области можно отнести к разделу «Транспортная система со стабильными параметрами»;

- сложились и успешно функционируют более 20 транспортно-пересадочных узлов, реализующих мультимодальные перевозки;

- наблюдается взаимозависимость и взаимовлияние развития разных видов транспорта, развитие логистических подходов к транспортировке, наметилась тенденция к межвидовому взаимодействию, координации и интеграции;

- достаточное развитие в последние годы получили корпоративные транспортные системы и все элементы транспортной системы (городской и промышленный транспорт);

- интенсивно идёт процесс ителлектуализации транспортной системы.

Список литературы

1. Решение Высшего Евразийского экономического совета от 26 декабря 2016 года №19 «Об Основных направлениях и этапах реализации координированной (согласованной) транспортной политики государств - членов Евразийского экономического союза» (http://docs.cntd.ru/document/456056120).docs.cntd.ru. Проверено 20 августа 2017.

2. ГОСТ Р 56829-2015. Интеллектуальные транспортные системы. Термины и определения, ГОСТ Р от 10 декабря 2015 года №56829-2015 (http://docs.cntd.ru/document/1200128315).docs.cntd.ru. Проверено 20 августа 2017.

3. ГОСТ Р 56294-2014. Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем, ГОСТ Р от 11 декабря 2014 года №56294-2014 (http://docs.cntd.ru/document/1200115739). docs.cntd.ru. Проверено 20 августа 2017.

4. ОДМ 218.9.011-2016. Рекомендации по выполнению обоснования интеллектуальных транспортных систем (Распоряжение Росавтодора от 25 апреля 2016 года №622-р) (http://docs.cntd.ru/document/1200136601).docs.cntd.ru. Проверено 20 августа 2017.

5. Концептуальная записка секретариата «Интеллектуальные транспортные системы» № ECE/TRANS/2016/10 от 15.12.2015. Экономический и Социальный Совет ООН. Европейская экономическая комиссия. Комитет по внутреннему транспорту. Семьдесят восьмая сессия. Женева, 23-26 февраля 2016 года. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2016/itc/ECE-TRANS-2016-10r.pdfsj

6. Султанов, Н.З. Системное и ситуационное моделирование социально-экономических и производственных объектов / Н.З. Султанов, Б.А. Портников // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2002. - № 8. - С. 163...170

7. Султанов, Н.З. Тенденции развития и технико-экономический анализ

состояния качества воздушного транспорта / Н.З. Султанов, Б.А. Портников // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. докл. шестой Росс. научн-техн. конф. / Оренбург: Оренбургский государственный ун-т, 2003. - С. 177…181

8. Султанов, Н.З. Методические основы оценки эффективности применения воздушных судов на авиационных работах / Н.З. Султанов, Б.А. Портников, Д.И. Сергеев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. докл. седьмой Росс. науч.-практ. конф. / Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. - С. 221…229

9. Султанов, Н.З. К вопросу повышения эффективности функционирования авто-транспортного предприятия с использованием программно-целевого планирования и выбора рациональной структуры парка / Н.З. Султанов, И.И. Любимов, Г.К. Ныров // Вестник ОГУ. – 2006. - № 10 (60). - С. 422…428

10. Султанов, Н.З. Теоретические и методологические основы выбора рациональной структуры парка АТП с использованием программно-целевого планирования / Н.З. Султанов, И.И. Любимов // Вестник ОГУ. - 2006. - № 12 (62). Приложение, часть 2. - С.467…473

11. Султанов, Н.З. К вопросу формирования рациональной структуры городского пассажирского транспорта в городе Оренбурге / Н.З. Султанов, Е.В. Бондаренко, И.И. Любимов / Вестник Московского автомобильно-дорожного института (гос. техн. ун-та), выпуск 3 (18). - сентябрь 2009 - С. 21…27

12. Султанов, Н.З. Оптимизации структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта / Н.З. Султанов, И.Т. Ковриков, И.И. Любимов, А.П. Фот // Вестник Иркутского гос. техн. ун-та», выпуск 1(41). – 2010. - С. 206…210

13.Султанов, Н.З. Модель транспортной сети региона (на примере Оренбургской области) /Н.З. Султанов, И.Т. Ковриков, И.И. Любимов // Вестник Оренбургского госу-дарственного университета. – 2011.- № 10 (129). - С. 32…37

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Тавтилов И.Ш.,канд.техн.наук, Юршева Н.В, Григорьева А.Е.
Оренбургский государственный университет

Аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения населения – электроэнергетических, канализационных системах, водопроводных и тепловых сетях редко сопровождаются гибелью людей, однако они создают существенные трудности жизнедеятельности, особенно в холодное время года. Аварии в системах водоснабжения нарушают обеспечение населения водой или делают воду непригодной для питья.

В РФ общая протяженность подземных нефте-, водо- и газопроводов составляет около 20 миллионов километров, при этом из-за постоянных интенсивных волновых (колебаний давления, гидроударов) и вибрационных процессов, участки этих коммуникаций приходится постоянно ремонтировать и полностью заменять. При общей динамики аварийности, по оценкам экспертов, причинами разрыва трубопроводов являются:

- 60% случаев – гидроудары, перепады давления и вибрации
- 25% - коррозионные процессы
- 15% - природные явления и форс-мажорные обстоятельства.

В течение всего срока эксплуатации трубопроводы испытывают динамические нагрузки (пульсации давления и связанные с ними вибрации, гидроудары и т.д.). Они возникают при работе нагнетательных установок, срабатывании запорной трубопроводной арматуры, случайно возникают при ошибочных действиях обслуживающего персонала, аварийных отключениях электропитания, ложных срабатываниях технологических защит и т.п. Данная статья посвящена выявлению некачественно выполненных работ при монтаже систем водоснабжения.

В качестве объекта исследования было использовано соединение элементов шарового крана с металлической трубой:

- шаровой кран DN-25 СТАНДАРТ 220 ВхВ ГАЛЛОП Новосибирск; условный диаметр DN 25 мм; условное давление PN 16 Мпа; строительная длина 63 мм; max – min °t рабочей среды от -60 до +200 °С; масса 0,373 кг, имеющий с двух сторон внутреннюю резьбу (муфтовое соединение), с одной стороны на резьбе имеются остатки металлической трубы с коррозией.

- металлическая труба условным диаметром 1″ (25,4 мм), с толщиной стенки 2,6 мм с нарезанной на одном конце резьбой. На втором конце исследуемой трубы имеется сварное соединение с другой трубой, причем толщина стенки этой трубы (3,15 мм) превышает толщину стенки разрушенной на 0,515 мм. Сварное соединение двух труб несоосно (рисунок 1)

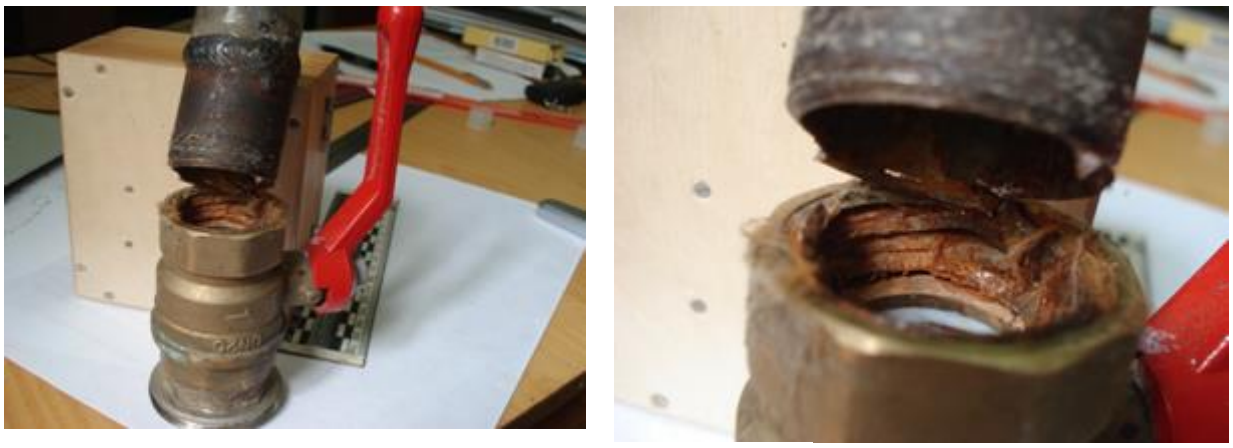


Рисунок 1 – Общий вид разрушенного соединения

При первоначальном предварительном осмотре участка места соединения шарового крана с металлической трубой, с целью установления причины вызвавшей инцидент выявлено, что корпус шарового крана не имеет значительных деформаций (повреждений), которые могли бы привести к разуплотнению (разгерметизации) данного изделия. На кране в месте соединения с муфтой, наблюдаются следы окисных отложений и незначительных механических повреждений (рисунок 2), полученных вероятнее всего в процессе монтажа соединения (следы от газового ключа). Коррозия внутренней части с одной стороны крана отсутствуют. С другой стороны, где находятся остатки металлической трубы – коррозия поверхностная незначительная, в виде окислов железа, по причине коррозии части резьбового участка металлического ответвления.

Рисунок 2 – Шаровой кран

Магистральная оцинкованная труба ($D_{внеш.}$=33,4 мм) имеет приваренный отрезок трубы ($D_{внеш.}$=33,6 мм) без оцинкованного покрытия с резьбовой частью.

Труба, которая находилась в контакте с краном (без оцинкованного покрытия), имеет поверхностную коррозию на внешней стороне, и незначитель-

ную коррозию на внутренней стороне. Сварной шов (рисунок 3) выполнен с неравномерным усилением, имеется смещение поверхностей осей трубы на примерно 1,2 мм, состояние работоспособное. Т.к сварной шов не имеет следов разрушений и протечек на время исследований, как причина инцидента исключается и не исследуется.

Согласно ГОСТ 3262-75 «Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия» сортамент предусматривает в зависимости от условного прохода и наружного диаметра 3 вида труб, отличающихся по толщине стенки: легкие, обыкновенные и усиленные.

Рисунок 3 – Общий вид сварного соединения

Согласно замерам стенок и сортаменту ГОСТ 3262-75, разрушенная труба принадлежит к категории легких (толщина стенки 2,60 мм), а труба, приваренная к разрушенной (оцинкованная) – к категории обыкновенных (толщина стенки 3,15 мм). При этом наблюдается некоторое незначительное, предусмотренное ГОСТ, несоответствие размерам толщин труб данным ГОСТ 3262-75: толщина легких – 2,80 мм, толщина обыкновенных – 3,20 мм.

Ввиду отсутствия на поверхности характерных следов, наблюдаемых при нарезании резьбы плашкой (клуппом), что подтверждается значениями шероховатости R_a = 8,19 мкм (по ГОСТ 9740-71 «Плашки круглые. Технические условия» R_a =2,5 мкм), вероятнее всего резьба была нарезана при помощи резцов на станках токарно-винторезной группы. Также это подтверждается присутствием цветов побежалости синего цвета (рисунок 4 поз. 1) на оставшейся части резьбы трубы, что дает сделать вывод о достижении в данной месте трубы температуры около 300 ˚С. Такая температура цветов побежалости может быть достигнута только при использовании при нарезании резьбы механизированных средств (станки токарно-винторезной группы). Сталь, нагретая до температур цветов побежалости, обладает худшими механическими свойствами; это объясняется выпадением по границам зерен оксидов и нитридов, ослабляющих связь между зернами (синеломкость).

Для соблюдения параметров резьбы и ее прочностных свойств, согласно ГОСТ 6357-81, для резьбовых соединений стальных труб следует исполнять цилиндрическую трубную резьбу накаткой при помощи накатного автомата на легких трубах и нарезкой резьбы на обыкновенных и усиленных трубах. (СТО НОСТРОЙ 2.15.3-2011 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения»).

В результате осмотра места соединения крана с трубой выявлено разрушение нарезанной на внешней стенки трубы резьбы в месте соединения с краном (рисунок 4 поз.2), а также деформация и остатки разрушенной резьбы трубы во внутренней части крана по нитям витков резьбы (рисунок 5 поз. 1), причем данная деформация и разрушение резьбы неравномерное (рисунок 5 поз. 2). Вероятнее всего это произошло из-за эксцентриситета патрона токарного станка при нарезании резьбы.

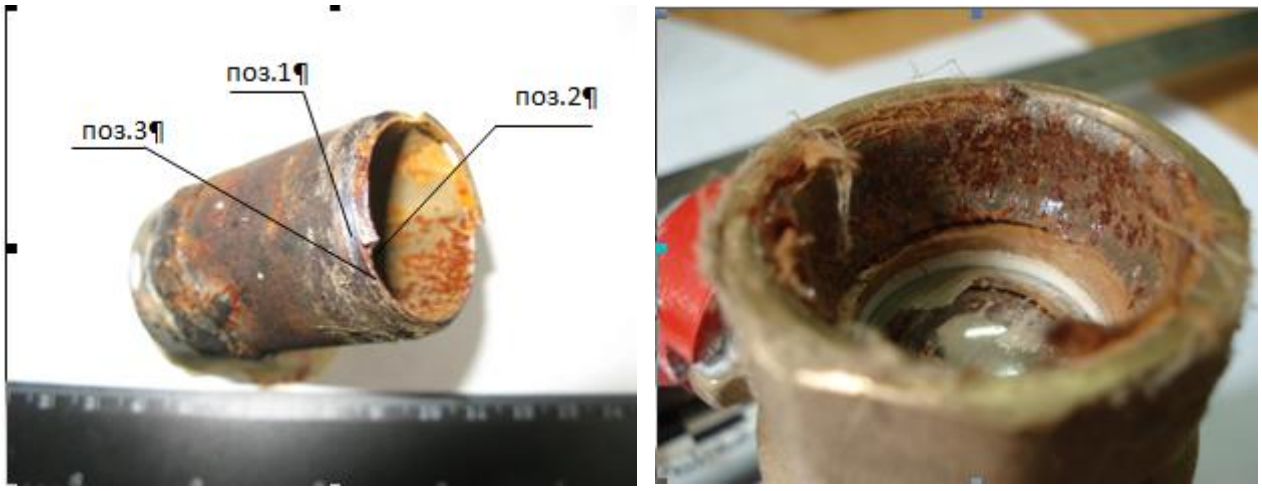


Рисунок 4 – Разрушенная резьба на трубе и в кране

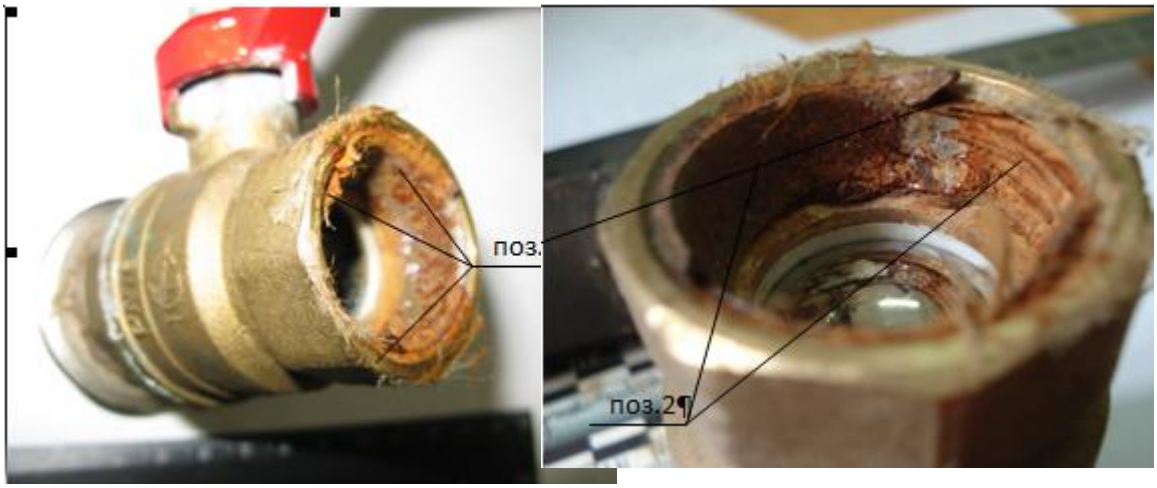


Рисунок 5 – Разрушенная резьба в кране

Кроме того, на трубе выявлены места уменьшения толщины стенки, вызванные нарезанием резьбы (рисунок 4 поз.3, $D_{внеш.} = 33{,}6$ мм, $D_{внутр} = 29{,}6$ мм), что не соответствует ГОСТ 6357-81 «Резьба трубная цилиндрическая», в частности значения внутреннего диаметра резьбы (по ГОСТ 6357-81 для труб легкой категории $D_{внеш.} = 33{,}2$ мм, $D_{внутр} = 30{,}3$ мм, для труб обыкновенной категории $D_{внеш.} = 33{,}5$ мм, $D_{внутр} = 33{,}2$ мм). Таким образом, толщина стенки разрушенной трубы полученной в результате нарезания резьбы уменьшилась на 0,35 мм, по сравнению со значениями указанными в ГОСТ 6357-81 для труб легкой категории, и на 1,45 мм по сравнению со значениями указанными в ГОСТ 6357-81 для труб обыкновенной категории.

Согласно ГОСТ 3845-75 «Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением» наибольшее пробное давление для сварных труб диаметром до 480 мм включительно (P_1), МПа (кгс/см^2) вычисляют по формуле:

$$P_1 = \frac{200sR}{D_р};$$

где s – минимальная (с учетом минусового допуска) толщина стенки трубы, мм;

D – номинальный наружный диаметр трубы, мм;

R – допускаемое напряжение в стенке трубы при испытании, МПа (кгс/мм^2);

$D_р$ – расчетный диаметр трубы, мм, в качестве которого может быть использован:

средний диаметр $D_р$=D-s (для бесшовных, в том числе котельных, свертнопаяных и сварных труб с отношением:

$$\frac{s}{D} \le 0{,}13$$

для обследуемой трубы (легкая):

s =0,6 мм; D =33,6 мм; R= 16 МПа; $D_р$=33,0 мм.

Тогда наибольшее пробное давление P_1=58,18 МПа.

Для трубы (легкой) с резьбой соответствующей ГОСТ 6357-81:

s =0,95 мм; D =33,2 мм; R = 16 МПа; $D_р$=31,25 мм.

Наибольшее пробное давление P_1=97,28 МПа.

Для трубы (обыкновенной) с резьбой соответствующей ГОСТ 6357-81:

s =1,45 мм; D =33,5 мм; R = 16 МПа; $D_р$=32,05 мм.

Наибольшее пробное давление P_1=144,77 МПа.

Таким образом, максимальное давление, которое способно выдержать данное соединение, примерно в 2 раза меньше давления для соединения, выполненного по ГОСТ 6357-81 для легких труб и примерно в 3 раза меньше для соединения, выполненного по ГОСТ 6357-81 из обыкновенных труб.

Согласно рекомендациям СНиП (СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»; СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы»; «Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» №115 (утверждено Приказом Минэнерго России от 24.03.2003)), отопительные системы проверяются давлением, превышающим рабочее в 1,5 раза (при этом не менее 0,6 МПа).

Таким образом, данное соединение способно выдержать давление опрессовки (24МПа), но при этом его запас прочности ниже, ввиду уменьшения толщины стенки, за счет несоблюдения параметров ГОСТ при нарезании резьбы. К тому же данные расчеты справедливы лишь при использовании материалов соответствующих и пригодных для работы в системах холодного водоснабжения, а также при условии отсутствия коррозионного износа резьбового участка металлической трубы и самой трубы, находящейся на момент аварии в соединении с шаровым краном.

Выводы

1 Нарушение целостности соединения (разгерметизация) могло произойти при длительном превышении рабочего давления или резком кратковременном повышении давления в системе ХВС здания.

2 Дефект возник с большой вероятностью в результате отступления от ГОСТ 6357-81 при нарезании резьбы на трубе в из-за уменьшения толщины стенки на величину 0,35 мм для труб легкой категории и на величину 0,85 мм для труб обыкновенной категории, что подтверждается расчетами, представленными выше, и коррозионным износом трубы с нарезанной на ней резьбой, а также использования при нарезании резьбы неисправного оборудования и нерекомендованной технологии получения резьбы.

Список литературы

1. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6) Введ. 1977-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 17 с.

2. ГОСТ 6357-81 «Резьба трубная цилиндрическая» Введ. 1983-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 8 с.

3. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» Введ. 2004-01-01. – М. : Госстрой России, 2004. – 89 с.

4. СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» М. : Госстрой России – ФГУП ЦПП, 2007 – 40 с.

5. «Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» №115 (утверждено Приказом Минэнерго России от 24.03.2003) Зарегистрировано в Минюсте РФ 02.04.2003 N 4358, 2003 – 117 с.

6. ГОСТ 3845-75 «Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением» Введ. 1977-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 6 с.

7. ГОСТ 9740-71 «Плашки круглые. Технические условия» Введ. 1973-06-30. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 65 с.

8. СТО НОСТРОЙ 2.15.3-2011 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения» Введ. 2011-04-20. – «ИСЗС-Консалт» М. : ООО Издательство «БСТ, 2011. – 50 с.

ЗНАЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Терентьев А.А.
Оренбургский государственный университет

Специалисты машиностроительного профиля в своей трудовой деятельности должны решать комплекс задач, связанный с созданием конкурентоспособной продукции, так как уровень развития машиностроения во многом определяет промышленную безопасность и обороноспособность страны.

Конкурентоспособность выпускаемой продукции достигается ее высоким качеством и эксплуатационной надежностью при меньшей стоимости в сравнении с другими производителями. Повышение надежности и долговечности машин, технологического оборудования и инструмента можно достичь, уделяя большое внимание этим показателям на всех этапах жизненного цикла выпускаемой продукции.

Именно в высших и средних учебных заведениях, а также на курсах повышения квалификации специалистов машиностроительного профиля, обучающиеся должны получать знания, призванные помочь успешно решать вышеперечисленные задачи. Поэтому задачи формирования компетенций, необходимых для ведения профессиональной деятельности, связанной с повышением работоспособности деталей машин и режущего инструмента, решаются введением соответствующих разделов в рабочие программы профильных дисциплин или включением в учебные планы таких дисциплин, как, например, «Методы повышения работоспособности деталей машин и режущего инструмента».

Задачами освоения дисциплины или модуля являются:

- изучение методов повышения работоспособности деталей машин и режущего инструмента;
- изучение методов подготовки поверхности перед нанесением покрытий;
- изучение устройства и принципа работы технологического оборудования;
- освоение принципов выбора наиболее подходящего для конкретных условий метода повышения работоспособности.

Во время теоретических занятий обучающиеся изучают следующие разделы дисциплины:

- обеспечение надёжности машин при проектировании, изготовлении и эксплуатации;
- химико-термические, гальванические и механические методы упрочнения;
- физические методы упрочнения;
- нанесение износостойких и антифрикционных покрытий.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения практических навыков выполняются следующие лабораторные работы:

- нанесение покрытий методом электрохимической металлизации;

- повышение работоспособности режущего и штампового инструмента и деталей машин методом электроискрового легирования;

- ремонт и восстановление деталей газопламенным методом;

- ремонт и восстановление деталей газодинамическим напылением:

- технологические процессы нанесения износостойких покрытий;

- принципы формирования многослойных покрытий.

Первый раздел дисциплины дает необходимые первичные знания, необходимые не только конструкторам, но и технологам и эксплуатационникам.

Знание упрочняющих технологий необходимы конструктору потому, что именно на этапе проектирования и конструирования определяется надёжность и долговечность выпускаемой продукции в целом и, выбранные им технические решения, являются исходными данными для технолога [1].

Это особенно важно при выборе конструктором материала проектируемых деталей, так как, например, возможности использования традиционных коррозионно-стойких материалов на основе высоколегированных сталей и сплавов ограничиваются уменьшением в природе запасов вольфрама, молибдена, никеля, титана и других элементов. Поэтому задачи защиты деталей от износа и коррозии должны решаться путем нанесения защитных покрытий, легирования поверхности или же модификации ее структуры. Успешное решение этих задач позволяет резко уменьшить расход черных и цветных металлов, повысить надежность и долговечность машин, технологического оборудования и инструмента, значительно увеличить производительность труда, и, в итоге, сэкономить большие материальные, энергетические и трудовые ресурсы.

Особенно эффективно использование упрочняющих технологий, как при изготовлении деталей и инструмента, так и при восстановлении их работоспособности, тогда, когда относительные размеры износа невелики, но такой износ приводит к выходу из строя всей машины или изделия.

Выбор наиболее подходящего для конкретных условий метода повышения или восстановления работоспособности является непростой задачей, так как от него зависит себестоимость выпускаемой продукции. Любой метод упрочнения или восстановления требует проверки выбранной технологии в конкретных условиях. Применяемость метода упрочнения необходимо определять по тем факторам, которые учитывают условия эксплуатации конкретных машин, технологического оборудования и инструмента, а также технико-экономические показатели использования выбранного метода в реальных условиях и в перспективе.

Необходимо учитывать, что внедрение упрочняющих технологий требует проведения большого комплекса подготовительных работ. В первую очередь требуется определить номенклатуру изделий, деталей и поверхностей, для которых целесообразно применить упрочняющие технологии. Затем выбрать наиболее эффективные и экономически оптимальные методы их упрочнения или восстановления, исходя из имеющейся материальной базы и наличия необходимого персонала. При необходимости, предусмотреть приобретение соот-

ветствующего оборудования, инструментов и материалов, а также обучить кадры, которые будут задействованы на данном производстве.

Повышенное внимание уделяется изучению методов и технологий подготовки поверхностей перед нанесением покрытий, так как подготовка поверхности является очень важным этапом в получении качественного защитного покрытия. Поверхности, которые подлежат покрытию, могут быть загрязнены окислами, жирами, пылью, что отрицательно скажется на прочности сцепления покрытий с основным металлом, а во многих случаях приведет к отслоению упрочняющих покрытий. Для подготовки поверхности применяются механические, химические, электрохимические и ионно-плазменные методы, причем, применение какого-либо одного метода зачастую не приводит к стабильно хорошим результатам. Правильный выбор методов и технологий подготовки поверхностей во многом определяет качество получаемых покрытий.

Последующие разделы дисциплины предназначены для изучения различных упрочняющих технологий, а также устройства и принципа работы технологического оборудования. Даются рекомендации по целесообразности применения той или иной упрочняющей технологии.

Особое внимание уделяется повышению работоспособности режущих инструментов, так как они во многом определяют достижение требуемых технологических и экономических показателей процесса обработки металлов резанием. Применение металлорежущего инструмента с износостойкими покрытиями обеспечивает повышение производительности обработки резанием до двух и более раз, дает возможность реализации высокоскоростной обработки и обработки новых высокопрочных материалов. Причем, также значительно увеличивается срок службы инструмента, особенно мелкоразмерного. Поэтому ведущие производители режущего инструмента, как зарубежные (Sandvik Coromant, Iskar, Seco, Korloy, Dormer и другие), так и отечественные (ООО «СКИФ – М», ОАО «Серпуховской инструментальный завод «Твинтос», ООО «Технологические покрытия» и другие), выпускают его, как правило, с износостойкими покрытиями.

Изучение дисциплины «Методы повышения работоспособности деталей машин и режущего инструмента» направлено на формирование элементов такой компетенции, как способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Следует отметить большую роль сотрудников и выпускников нашего учебного заведения в продвижении упрочняющих технологий на предприятиях региона. Поэтому формирование данной компетенции поможет будущему специалисту успешно решать комплекс задач, связанный с созданием конкурентоспособной продукции, и внести свой вклад в дальнейшее развитие машиностроительного комплекса.

Список литературы

1. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / Под общей ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.: ил. (Библиотека технолога). – ISBN 5-217-03093-3.

ВЫБОР СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК В МАШИНОСТРОЕНИИ

Фирсова Н.В., канд. техн. наук
Оренбургский государственный университет

В современных рыночных условиях конкурентоспособность выпускаемой машиностроительной продукции имеет важное значение при реализации ее потребителям. Для повышения конкурентоспособности продукции машиностроения можно использовать снижение металлоемкости, сокращение отходов и потерь металла за счет рационального применения заготовок, экономичных методов формообразования и механической обработки. Немаловажное значение при этом имеет выбор метода получения заготовок, соответствующих производственным условиям конкретного машиностроительного предприятия. Правильно выбранная заготовка позволяет уменьшить припуски и, соответственно, объем последующей обработки резанием, трудоемкость и себестоимость изготовления продукции.

Анализ показал, что в современном машиностроении применяют множество технологических методов получения заготовок. К основным можно отнести: различные методы литья, методы пластического деформирования и формообразования (ковка, штамповка, высадка), прокат и порошковая металлургия.

Заготовки получают в основном двумя методами - литьем или обработкой давлением (пластическим деформированием). Иногда для крупногабаритных деталей допускается использование сварных заготовок или комбинированных.

Сложность выбора способа получения заготовки состоит в том, что к заготовке предъявляется много технических требований. Большое влияние на решение этого вопроса оказывает практический опыт и инженерная интуиция. При выборе всегда имеется несколько вариантов, так как принятие решений происходит в условиях производственных ограничений, ограничения материальных, экономических и энергетических ресурсов, наличия высококвалифицированных кадров, транспортных расходов.

Началом любого выбора способа получения заготовки является изучение физико-механических и служебных свойств материала детали. Так как низкие показатели свойств помогут исключить некоторые из способов получения.

К особо ответственным деталям предъявляются высокие требования по размеру зерна, направлению волокон, а также по уровню механических свойств. Такие детали всегда следует изготавливать из заготовок, полученной обработкой давлением.

Выбор способа получения заготовки является сложной задачей, так как он должен быть экономичным, обеспечивающим высокое качество детали, производительным, нетрудоемким.

К основным факторам, влияющим на выбор способа получения заготовки, можно отнести:

- характер производства;

- материалы и требования, предъявляемые к качеству детали;
- размеры, масса и конфигурация детали;
- качество поверхности заготовок, обеспечение заданной точности;
- возможности имеющегося оборудования.

Рассмотрим более подробно данные факторы.

Характер производства очень сильно влияет на форму и точность заготовки. При индивидуальном и мелкосерийном производстве нет необходимости в проектировании заготовки, поэтому для ее получения обычно используют литье в песчано-глинистые формы, ковку или сварку.

Изготовление деталей в крупносерийном и массовом производстве предусматривает проектирование специальной заготовки, максимально приближенной к форме и размерам готового изделия. В этом случае выбирают следующие способы получения:

- горячая объемная штамповка;
- литье в кокиль;
- литье под давлением;
- литье в оболочковые формы;
- литье выплавляемым моделям.

Материалы для заготовок должны обеспечивать необходимые конструктивные и эксплуатационные свойства и при этом хорошо обрабатываться на всех стадиях технологического процесса. Они должны обладать необходимым запасом определенных технологических свойств, таких как ковкость, штампуемость, жидкотекучесть, свариваемость и обрабатываемость резанием. Преобладающее свойство материала окажет влияние на выбор способа получения заготовки.

Размеры деталей также играют решающую роль при выборе способа получения заготовки, так как применение некоторых способов может быть ограничено техническими возможностями применяемого оборудования и инструментальной наладки.

Требуемая точность геометрических форм и размеров заготовок существенно влияет на их себестоимость. Чем выше требования к точности заготовок, тем выше стоимость их изготовления. Это определяется главным образом увеличением стоимости формообразующей оснастки (модели, штампы, пресс-формы), уменьшением допуска на ее износ, применением оборудования с более высокими параметрами точности (и, следовательно, более дорогого), увеличением расходов на его содержание и эксплуатацию.

Качество поверхностного слоя заготовки сказывается на возможности ее последующей обработки и на эксплуатационных свойствах детали.

При выборе способа получения заготовок необходимо максимально учитывать возможности имеющегося оборудования. Мощность и технологические возможности имеющегося оборудования подчас определяют номенклатуру производимых заготовок. Возможности технологического оборудования являются решающими факторами, особенно при изготовлении заготовок методами центробежного литья, литья под давлением, горячей объемной штамповки.

На основе вышесказанного можно предложить некоторую методику по выбору способа получения заготовок.

На первом этапе анализируются детальные и сборочные чертежи изделия, а также связи элементов конструкции при сборке, эксплуатации и ремонте. Анализ чертежей проводится на технологичность и обоснованность технических требований. По возможности все несоответствия исправляются.

На втором этапе, исходя из заданной программы выпуска продукции, конфигурации и размеров основных деталей и узлов, а также производственных возможностей предприятия, устанавливается тип и характер будущего производственного процесса (единичное, серийное, или массовое; групповое или поточное).

На третьем этапе устанавливают основные факторы, определяющие выбор вида заготовки и технологии ее изготовления. Их располагают в порядке убывания их значимости.

На четвертом этапе выбирают один или несколько технологических процессов, обеспечивающих получение заготовок требуемого качества, исходя из анализа степени влияния рассмотренных выше факторов. Одновременно проверяют возможность использования комбинированных способов получения заготовок.

На пятом этапе после выбора нескольких вариантов получения заготовок для каждого из них конкретизируют: последовательность выполняемых операций, используемое оборудование, основные и вспомогательные материалы. Для выбранных технологических процессов определяют основные технико-экономические показатели и на основании их анализа выбирают наиболее рациональный. Затем для выбранного способа производства разрабатывается подробный технологический процесс и делается его технико-экономический анализ.

Список литературы

1. Некрасов, Ю.И. Производственные и технологические процессы в машиностроении: учеб. пособие / Ю.И. Некрасов, У.С. Путилова, Р.Ю. Некрасов. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. - 246 с.

2. Автоматизация проектирования технологических процессов : учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, Ю.М. Казаков. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 229 с.

3. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. - М.: Машиностроение, 2009. – 432 с.

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ С НЕЖЕСТКОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Фролов С.С.
Оренбургский государственный университет

Активное применение алюминиевых сплавов в изделиях авиационной и космической тематики, обусловлено комплексом уникальных механических свойств алюминия и сплавов на его основе: легкий, прочный и пластичный, сплавы алюминия, конструкции из алюминиевых сплавов имеют обширное применение в таких отраслях как авиастроение, автомобилестроение, железнодорожный транспорт, судостроение. Алюминиевые сплавы являются основным материалом для изготовления изделий авиационной и космической техники. Объем их применения в настоящее время составляет около 70 % от общего количества конструкционных материалов в планере самолета и от 50 % до 90 % массы космических летательных аппаратов.

Значительная доля деталей силового набора летательных аппаратов (шпангоуты, стрингера, фитинги, рамы и т.д.) относятся к разряду крупногабаритных маложестких или просто маложестких деталей со сложной конфигурацией. В большинстве случаев, заготовками для данных типов деталей служат массивные поковки и горячекатаные плиты, прошедшие циклы упрочняющей термообработки. По причине, использования таких заготовок, при изготовлении данных типов деталей, значительную часть формообразования приходится на механическую обработку резанием.

Рассмотрим некоторые особенности механической обработки резанием и свойства алюминиевых сплавов, влияющих на формообразование деталей:

1) Образование нароста и состояние материала под поверхностью резания. Вязкость алюминиевых сплавов.

При обработке резанием алюминиевых сплавов удаляемый слой в результате пластического деформирования приобретает повышенную физическую активность и, будучи плотно прижатым силами нормального давления к передней поверхности режущего инструмента, схватывается (сваривается) с ней, в результате на передней поверхности режущего инструмента образуется слой металла - *нарост*. Также, необратимо, в результате пластической деформации обрабатываемого материала происходит упрочнение поверхностного слоя материала, увеличение твердости, такое изменение свойств металла называется - *наклепом.* В результате воздействия данных явления возникает притупление режущего клина и увеличение нагрузки на инструмент, а так же затрудненный сход стружки из-за ухудшения шероховатости передней поверхности инструмента. Принимая во внимание, вязкостью обрабатываемого материала, в сумме с явления нароста и наклепа, затрудняет вывод стружки из зоны резания. Эта же особенность обрабатываемого материала, создает предпосылки к формиро-

ванию длинной стружки при резании, которая в свою очередь навивается на инструмент и забивает канавки, что приводить к поломке металлорежущего инструмента.

2) Остаточные напряжения и коробление алюминиевых деталей.

Причиной коробления и деформации деталей из алюминиевых сплавов, являются остаточные напряжения, образованные при пластическом воздействии и изменении агрегатного состояния материала (процессы ковки, литья, проката, термического упрочнения). Наличие остаточных напряжений, при изготовлении деталей является причиной нестабильности процесса формообразования, как следствие невозможность достижения заданной точности элементов деталей, особенно это касается больших по габариту и / или сложных по конфигурации деталей. Совокупность данного явления обеспечивает высокий уровень отбраковки фрезерованных алюминиевых деталей, по причине коробления. В процессе обработки из-за коробления и поводок деталей происходить отклонение положения элементов деталей, рассогласование конструкторской и технологических баз, что является критичным при изготовлении детали на станках с ЧПУ.

3) Использование СОЖ

В процессе обработки алюминиевых сплавов резанием, отвод тепла и стружки из зоны резания, снижение воздействия силы трения, является одними из основных требованием для стабилизации процесса резания. Высокие динамические и статические нагрузки в процессе резания - вызывают разогрев, активное образование наклепа на поверхности обрабатываемой детали, что неизбежно приводит к снижению качества обработки, порче инструмента, деформированию детали. Подача СОЖ в зону обработки увеличивает стойкость инструмента, улучшает качество обрабатываемой поверхности и вымывает (удаляет) стружку.

4) Разработка стратегии механической обработки резанием

При изготовлении маложестких, габаритных деталей из алюминиевых сплавов, для достижения заданной точности важно придерживается алгоритма, который разрабатывается инженером-технологом на основе личного опыта и\или при отработке изготовления первой детали из штатного материала (зачастую принимая во внимание дороговизну заготовок и мелкосерийность изделия - не представляется возможным). Нередко только опытным путем устанавливается: количество переходов (установок), величина удаляемого припуска материала, методика восстановления технологической базы, необходимость вылеживание деталей и ряд специфических условий изготовления и контроля. Разработка стратегии механической обработки резанием целесообразно производить с учетом последовательности термической обработки. При назначении процессов обработки, особенно на окончательных операциях, анализировать влияние принятых методов и способов обработки на эксплуатационные каче-

ства деталей, выбирать из них такие, которые несут в себе хорошую технологическую наследственность.

5) Крепление заготовки

Для надежной фиксации и ориентирования заготовок при механической обработке применяют широкий спектр, различных станочных приспособлений и крепежных систем. Важным требованием при разработке и применении крепежных устройств является точность изготовленного приспособления, это является одним из важным условием для получения заданной точности деталей. В свою очередь маложесткие детали из алюминиевых сплавов имеют ряд особенностей при выполнении фиксации и базирования. Алюминиевые сплавы являются пластичным материалом, что при обработке означает повышенную склонность к появлению вмятин, рисок и прочих дефектов при фиксации и ориентировании заготовок и деталей. Зачастую при воздействии прилагаемых сил крепежными устройствами на обрабатываемую деталь, происходит деформация материала, это приведет к отклонению положений элементов детали и возникновению дефектов. Воздействие сил режущего инструмента и крепежного устройства и их суммарное прилагаемое воздействие на элементы детали в процессе обработки, требуют специальных методов расчета и программного обеспечения, которые зачастую отсутствуют на предприятиях.

6) Термическая обработка

Термическая обработка заготовок и полуфабрикатов оказывает существенное воздействие на свойства алюминиевых сплавов. Разработка стратегии механической обработки резанием с привязкой к термообработке, позволяет сократить влияние коробления и деформации при изготовлении детали, стабилизирует остаточные напряжения, перераспределенные в процессе формообразования детали.

Разработка и развитие отраслей науки и машиностроения, применение современных средств проектирования машин и конструкций, приводит к усложнению конфигурации деталей. Проблемы и особенности процесса формообразования деталей, выходят на новый уровень. Обобщение полученного опыта и методик изготовления деталей, является необходимым условием достижения заданных требований конструкторской документации, сокращение себестоимости производства и повышение качество выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Фридляндер, И.Н. Алюминиевые сплавы в летательных аппаратах в периоды 1970-2000 и 2001-2015 г.г: Всероссийский институт авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ) - 2002 г.

2. Ботвиенко С.И. , Смольников П.С. Снижение коробления маложестких деталей из алюминиевых сплавов технологическими методами ; "Вестник ИрГТУ №2(97) 2014" стр. 35- 38 : Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2015г

3. Меркулова, Г. А. Металловедение и термическая обработка цветных сплавов: учеб. пособие/Г. А. Меркулова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2008. – 312 с.

4. Блюмберг В. А., Зазерский Е.И.Справочник фрезеровщика. – Л.: Машиностроение, 1984-228 с., ил.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Фролова О.А., к.т.н., доцент
Оренбургский государственный университет

Одним из аспектов современной образовательной деятельности студентов является организация самостоятельной исследовательской работы, стимуляция развития личности в процессе обучения и накопление теоретических знаний и практических навыков. Однако, как показывает практика, студенты не в полной мере могут организовать свою самостоятельную работу. Студенты справляются с заданием по написанию конспекта или с решением тестового материала, но вызывает трудность анализ полученных результатов, их сравнение, а также выбор рационального метода решения задачи, т.е. решение проблемных задач становится невозможным. По-видимому, это связано с тем, что студенты ограничиваются лишь выбором рекомендуемых учебных пособий и методических указаний при самостоятельной подготовке. Поэтому методически грамотно построенная и организованная самостоятельная деятельность студентов поможет им научиться анализировать и интегрировать накопленные знания, обеспечит формирование научного мировоззрения и профессиональной готовности к решению научно-технических задач.

Современная образовательная деятельность неразрывно связана с внедрением новых компьютерных технологий. Несомненно, электронные средства бучения, такие как электронные курсы лекций, электронные гиперссылочные учебники и учебные пособия, программные средства, электронные курсы в системе Moodle, виртуальные практические занятия и лабораторные работы, обучающие видеоролики, документальные фильмы, вебинары, повышают качество обучения [1,2].

Использование в учебном процессе CAD/CAE систем автоматизированного расчета и проектирования (Компас, SolidWorks, AutoCad, APM WinMachine, ЛИРА, ANSYS) для проведения практических занятий, лабораторных работ, осуществления промежуточного и итогового контроля знаний студентов, а также для выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ является актуальной задачей при подготовке специалистов [3].

Подготовка квалифицированных специалистов, владеющих практическими навыками инженерных расчетов конструкций и сооружений, должна отвечать современным требованиям различных отраслей машиностроения и строительства. Лабораторные работы являются обязательным видом занятий во всех инженерных курсах, на которых студенты закрепляют теоретические знания, учатся работать с оборудованием, испытательными установками и контрольно-измерительными приборами, приобретают практические и исследовательские навыки. Будущие инженерные кадры должны знать современные методы механических испытаний материалов и конструкций, оборудование и оснастку, из-

мерительную аппаратуру и приборы, методы обработки результатов эксперимента.

Одним из современных подходов в образовательной деятельности является проведение занятий в интерактивной форме. Интерактивная лабораторная работа позволяет заменить реальное лабораторное исследование математическим моделированием изучаемых процессов, а также осуществить взаимодействие студентов с лабораторным оборудованием в виде виртуального аналога, благодаря чему создается визуализация работы с реальными объектами. Виртуальная лабораторная работа заменяет натурный эксперимент, что гарантирует получение результатов, однако реальные процессы и явления отображаются в упрощенном виде.

Актуальной задачей на сегодняшний день является внедрение инноваций в методологию преподавания технических дисциплин, а именно «Техническая механика», «Сопротивление материалов», «Прочность конструкций», что играет особую роль в формировании профессиональных компетенций. Данные дисциплины включают методики расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость с учетом рационального выбора материалов, что должно обеспечивать надежность, долговечность, безотказность и безаварийность работы конструкций.

Многие российские и зарубежные образовательные учреждения (например, Самарский аэрокосмический университет имени Королева, Челябинский государственный университет, Массачусетский технологический институт, университет Колорадо) разработали собственные инженерные виртуальные лаборатории, которые включают учебные кабинеты, где проходят занятия по сопротивлению материалов, прочности конструкций, прочности конструкций летательных аппаратов, материаловедению и другим техническим дисциплинам. На таких сайтах, как www.zapisnyh.narod.ru, www.virtulab.net, www.teachmen.ru, www.het.colorado.edu, представлена информация о современных виртуальных лабораториях.

Проведение интерактивных лабораторных работ с демонстрацией эксперимента является альтернативной формой классическому подходу. На сегодняшний день одним из самых распространенных программных комплексов для проведения интерактивных («виртуальных») лабораторных работ по «Сопротивлению материалов» является программный комплекс «Columbus», разработанный в Российском государственном открытом техническом университете путей сообщения (г. Москва) на кафедре сопротивления материалов и строительной механики. С помощью трехмерной графики с максимальной достоверностью воссоздается процесс проведения испытаний. Программный комплекс включает базу данных реальных испытаний, что позволяет видеть на экране монитора все параметры, характерные при испытании. В любой момент можно остановить нагружение, снять показания приборов. Звуковое сопровождение имитирует, например, звук разрыва образца или работу насоса, что приближает эксперимент к реальности.

В результате проведения интерактивных лабораторных работ студенты могут анализировать экспериментальные данные, применять на практике теоретические знания, меняя исходные данные, видеть изменения как результат своих действий, сравнивать результаты эксперимента, строить графические зависимости и работать со справочной литературой. Такой подход позволяет реализовать студентам творческие способности. При выполнении интерактивной лабораторной работы можно виртуально выбирать приборы, оборудование, образцы и материалы, моделировать эксперимент и проводить обработку результатов исследования.

Необходимость внедрения виртуальных лабораторных работ в учебный процесс связана с износом испытательных машин, отсутствием испытательной базы, отсутствием необходимости в приобретении дорогостоящего оборудования, возможностью моделирования процессов, безопасностью проведения эксперимента, возможностью проведения серии испытаний.

Эффективное применение интерактивных форм обучения в образовательном процессе будет способствовать повышению качества образования, повышению интереса студентов к процессу обучения, развитию мышления, а также экономии финансовых ресурсов, созданию безопасной и экологически чистой среды.

Список литературы

1. Фролова, О. А. Мультимедиа технологии как средство повышения эффективности познавательной деятельности [Электронный ресурс] / Фролова О. А. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февр. 2012 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2012. – С. 192–194. ISBN 978-5-4418-0022-8.

2. Морозов, Н. А. Оценка самостоятельной деятельности студентов технических направлений подготовки [Электронный ресурс] / Морозов Н. А. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., 29-31 янв. 2014 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2014. – С. 373–376.

ISBN 978-5-4417-0309-3.

3. Фролова, О. А. Применение САПР при моделировании, расчете и анализе конструкций [Электронный ресурс] / О. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. / Тамбовский гос. технич. ун-т. – Электрон. дан. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2016. – Вып. 2, Т. II. – С. 160–163. ISBN 978-5-8265-1501-3.

КОНСТРУКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПОНОВКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ В КОРПУСЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Халыков С.В., Горбунов А.А., канд. техн. наук,
Ерофеев Е.А., Халыков С.В.
Оренбургский государственный университет

Радиотелеметрические системы являются основным средством получения информации о процессах, происходящих на борту и вне летательного аппарата во время испытаний и эксплуатации.

Под радиотелеметрической системой следует понимать совокупность бортовой и наземной аппаратуры, предназначенной для обработки и регистрации результатов измерений, контроля различных параметров, характеризующих процессы на борту объекта, а также в окружающем пространстве, и передачи необходимых данных на расстояние с помощью радиоволн [1].

Варианты комплектации телеметрической аппаратуры могут быть различны и зависят от многих факторов, таких как допустимый объем и масса и т.д. Пример комплектации аппаратуры для ракеты класса «воздух-поверхность» представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример комплектации аппаратуры для ракеты класса «воздух-поверхность»

№	Наименование аппаратуры	Кол-во
1	2	3
1	Система «Орбита-IVМО-ДУ-01» в составе:	
1.1	радиопередающее устройство	1
1.2	центральный формирователь сигналов	1
1.3	блок питания	1
1.4	коммутатор сигналов АНП	2
1.5	коммутатор цифровых параметров	1
2	Приемоответчик	1
3	Автономная система ликвидации	1
4	Блок системы ликвидации	1
5	Прибор 14Р745	1
6	Блок БПК	1
7	Блок резисторов	1
8	Блок диодов	1
9	Датчик перегрузок $\pm 15g$	3
10	Датчик угловых скоростей $\pm 60°/c$	2
11	Датчик угловых скоростей $\pm 180°/c$	1
12	Микропереключатель	8
13	Антенно-фидерное устройство РТС	1

Продолжение таблицы 1

1	2	3
14	Антенно- фидерное устройство 38Г6	1
15	Датчик типа ДАП	4

Одной из основных проблем компоновки радиотелеметрических систем является использование аппаратуры 30, 40-летней давности, которая имеет значительные габариты и массу. Телеметрический моноблок в опытных образцах устанавливается вместо боевой части, следовательно, главной задачей инженера конструктора является размещение максимально возможного количества аппаратуры в ограниченном пространстве. Но не всегда удается разместить нужное количество датчиков, в связи с ограниченным объемом отсека, поэтому приходится отказываться от части оборудования, что влечет за собой получение менее точных измерений. Масса моноблока не должна превышать массы боевой части в целях сохранения центровки летательного аппарата. Если масса аппаратуры меньше, чем масса боевой части, ее увеличивают с помощью металлических пластин [2]. Кроме того, компоновку осложняет необходимость доступа к аппаратуре. Доступ может осуществляться с помощью конструктивной расстыковки отсеков и люков, наличие которых негативно сказываются на прочности конструкции.

Решением проблемы, связанной с большими габаритами является разработка новой аппаратуры, которая имеет меньшие, по сравнению с аппаратурой 30, 40 – летней давности, габариты и массу. Необходимо понимать, что разработка новых или модернизация существующих радиотелеметрических систем ведет к огромным затратам. Помимо этого, возникает необходимость испытания данных систем, после чего нужно получить одобрение от военной приемной комиссии. Еще одной проблемой развития является секретность производства, которая ограничивает возможность обмена и получения новых технологий от иностранных коллег.

Важнейшим конструктивным аспектом компоновки телеметрической аппаратуры в корпусе летательного аппарата является применение актуального программного обеспечения. На рынке лидирующее позиции среди программного обеспечения занимают: Компас – 3D, SolidWorks, NX и AutoCAD.

Переход от ручного труда на 2D системы позволил инженерам сократить огромное количество времени на изготовлении и копировании чертежей, а также внесении изменений в них. Начали создаваться архивы чертежей в электронном виде. Это был существенный рост эффективности работы предприятия.

В свою очередь современные CAD системы предлагают новый уровень разработки конструкторской документации. Благодаря им обеспечивается:

1. Сокращение сроков разработки от *30* до *50*%.
2. Сокращение затрат на этапе разработки изделия до *50*%.
3. Сокращения количества ошибок на этапе проектирования от *60* до *90*%.

4. Сокращение затрат на создание прототипов вплоть до их исключения из цикла разработки.

5. Сокращение числа запросов на изменение на *30*% [3].

Программный комплекс SolidWorks включает технологии накопления, поиска и повторного использования инженерных знаний, составляющих интеллектуальную собственность предприятия. Данные технологии позволяют существенно сократить сроки изготовления изделия и повысить качество разрабатываемой документации за счет использования настраиваемых алгоритмов выполнения рутинных процедур в ходе проектирования [4].

В целях совершенствования компоновки телеметрической аппаратуры следует использовать и совершенствовать специальные модули, позволяющие автоматизировано решать целевые задачи проектирования изделий или их составных частей определенного типа. Такие модули берут на себя изрядную часть работы по управлению геометрией и расчету выходных показателей проекта, что позволяет проектировщику максимально сосредоточиться на обдумывании функционально важных параметров проектируемого изделия. Примером такого модуля является модуль SWR – Электрика.

Одним из этапов компоновки аппаратуры является электрический монтаж, выполняемый проводами и кабелями, связанными в жгуты. Кабельные изделия применяются не только в отсеках боевой части, но и по всему объему летательного аппарата.

Модуль позволяет автоматизировать создание проекта жгутов, а также получать более точную и полную информацию обо всех характеристиках жгутов. Автоматизация должна сократить сроки получения конструкторской технологической документации, а получение информации способствует снижению издержек производства за счет более точного расчета требующихся в производстве материалов.

Модуль SWR – Электрика создан специально для решения задач проектирования электрожгутов в среде SolidWorks и гарантирует простоту его использования, высокий функционал и быстрое освоение. Модуль объединяет электрическую и механическую части проекта в единой среде проектирования, обеспечивает моделирование проводных соединений между контактами с применением пополняемой библиотеки соединителей и различных материалов – проводов, многожильных кабелей, изоляционных трубок, экранирующих плетенок и т.д. На основе выполненного проекта монтажа модуль автоматически создает полную информацию об использованных материалах и выполненных соединениях, представляя ее в виде таблиц и отчетов, монтажных шаблонов и сборочных чертежей. Вся информация о логике монтажа и примененных материалах отражается в специальной панели [5].

В связи с высокими расходами на разработку новой и модернизацию существующей аппаратуры, ее испытания и приема военной комиссией, целесообразно совершенствовать программное обеспечение, которое позволит сократить сроки получения конструкторской технологической документации, сни-

зить издержки производства и раскрыть весь творческий потенциал инженера-конструктора.

Список литературы

1 Анисимов, В. Д. Бортовые комплексы управления космических аппаратов связи и навигации. История создания, принципы построения и эксплуатации текст. / В.Д. Анисимов М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. -161 с.

2 Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов : учебное пособие / А. В. Туманов, В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. - 2-е изд. перераб. и доп. - Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 572, [4] с. : ил.

3 Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б / А60 SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 800 с.: ил.

4 Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. - М.: ООО "Бином - Пресс", 2005 г. - 448с.: ил.

5 Основы проектирования в SolidWorks 2016 / Дмитрий Зиновьев - 1-е изд. 2017. Редактор: Азанов М.И.

ИСПЫТАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ КПП – (3-10), КПП – (50-180)

Хопренинов В.А., Елагин В.В.
Оренбургский государственный университет

В оборонной, химической, энергетической, нефтегазовой и др. отраслях промышленности все больший объем занимает выпуск изделий, подвергающиеся различным испытаниям, с целью обеспечения безотказной работоспособности и гарантийных обязательств. Согласно [1], *испытание* - экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий. Испытания проводятся на образцах продукции, макетах и (или) на самих изделиях.

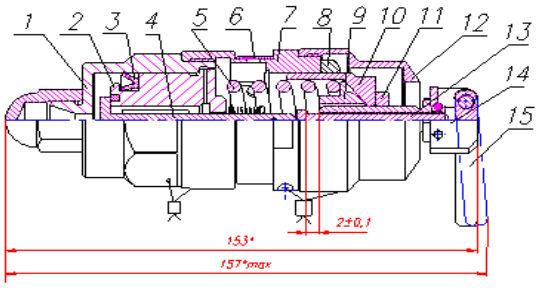
При проектировании, изготовлении и эксплуатации изделий можно выделить основные четыре задачи, которые решаются при проведении испытаний этих изделий [2]:

1) Выбор оптимального материала деталей конструкций, конструктивно-геометрических параметров изделий и области их рациональной эксплуатации;
2) Оптимизация и надежность технологического процесса изготовления изделий;
3) Проверка соответствия изделий стандартам, конструкторской документации (КД) или техническим условиям (ТУ);
4) Контроль качества серийно выпускаемых изделий.

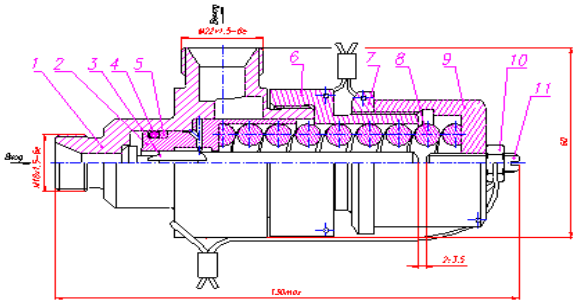
Виды испытаний, их объем, программа испытаний и содержание в первую очередь зависят от целей испытаний и типа производства.

Исходя из требований [1] предохранительные клапаны (ПК) могут подвергаться приемо-сдаточным, периодическим, квалификационным, сертификационным и типовым испытаниям.

Разработанные предохранительные клапаны [3] КПП – (3-10), КПП – (50-180) (рис.1 а, б) изготавливаются и принимаются партиями. Партией считаются клапаны, изготовленные на одном предприятии, по одной технологии за время не более 1 года. Количество клапанов в партии определяется заводом-изготовителем.



а)



б)

Рисунок 1 – а) - предохранительный клапан КПП – (3-10): 1 - штуцер, 2 - седло, 3 -манжета, 4 - клапан, 5 - пружина, 6 - кольцо, 7 - корпус, 8 - контргайка крышки, 9 -опора, 10-крышка, 11-контргайка упора, 12 - колпак, 13 - толкатель, 14 - упор, 15 – рычаг; б) - предохранительный клапан КПП – (50-180): 1-корпус, 2-седло, 3-клапан, 4-кольцо, 5-кольцо, 6-крышка, 7-гайка, 8-пружина, 9-крышка, 10-гайка, 11-винт.

Для проверки соответствия ПК требованиям КД, ТУ и технологическим условиям устанавливаются следующие категории контрольных испытаний:

- *приемосдаточные испытания;*
- *типовые испытания.*

Приемосдаточные испытания проводятся с целью оценки работоспособности клапана и проверки соответствия контролируемых параметров требованиям документации. Результаты приемосдаточных оформляются протоколом испытаний по установленной форме.

Приемосдаточные испытания являются контрольными при изготовлении клапанов и включают в себя следующие испытания [4]:

- индивидуальные контрольные испытания (ИКИ);
- установочные испытания (УИ);
- контрольно-выборочные испытания (КВИ).

Индивидуальные контрольные испытания (ИКИ) на соответствие требованиям конструкторской документации проходят все изготовленные клапаны.

Установочные испытания (УИ) проводятся с целью подтверждения отработанности технологических процессов изготовления клапана на заводе-изготовителе. Установочные испытания проводятся при первичном запуске клапанов в производство, а также в случае перерыва в их изготовлении более 1 года. Испытания проводятся в объеме контрольно-выборочных испытаний на трех клапанах. Клапаны, прошедшие установочные испытания, поставке не подлежат и к эксплуатации не допускаются.

Контрольно-выборочные испытания (КВИ) проводятся при сдаче партии клапанов представителю заказчика. Испытаниям подвергаются клапаны, выдержавшие индивидуальные контрольные испытания в количестве 4 % от каждой партии, но не менее 3 штук. Клапаны, прошедшие КВИ, поставке и эксплуатации не подлежат.

На рисунке 2 и 3 представлены схемы испытаний клапана КПП – (50-180) на прочность т герметичность.

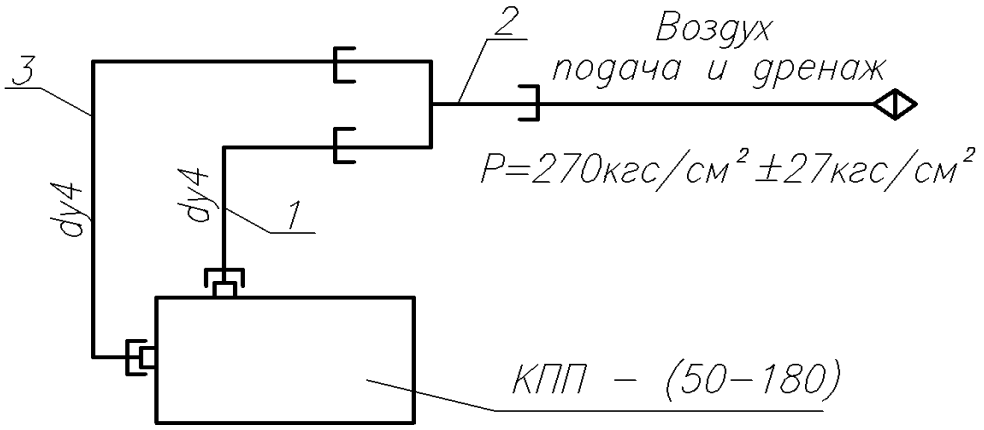


Рисунок 2 – Схема испытания ПК КПП – (50-180) на прочность. 1, 2, 3 – трублпроводы-переходники.

Контроль на прочность клапана при воздействии внутреннего давления проводить воздухом или азотом по ОСТ 92-4291-75, подав давление 26,5 МПа ± 2,6 МПа (270 кгс/см^2 ± 27 кгс/см^2). Воздух (азот) подавать одновременно в штуцеры входа и выхода клапана с помощью их закольцовки. Время выдержки $5^{+0,5}$ мин.

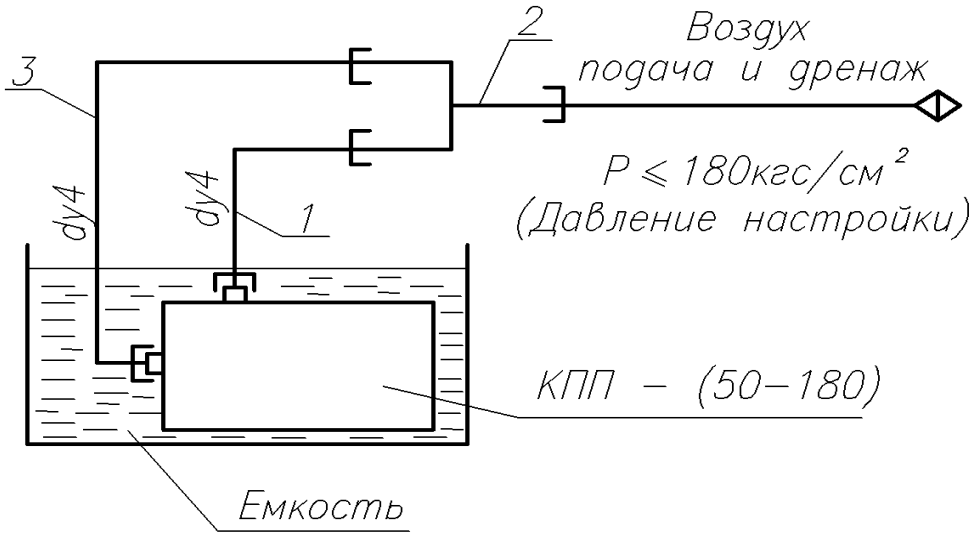


Рисунок 3 – Схема испытания ПК КПП – (50-180) на герметичность. 1, 2, 3 – трублпроводы-переходники.

Контроль герметичности клапана при воздействии внутреннего давления проводить воздухом или азотом методом "аквариума" в ванне со спиртом ГОСТ Р 55878-2013 согласно ОСТ 92-4316-90 при давлении, равном величине фактического значения, указанного в строке «Давление настройки» в разделе 2 «Основные технические данные и характеристики» ЕЮЛИ.306577.002ПС-1. Воздух (азот) подавать одновременно в штуцеры входа и выхода клапана с помощью их закольцовки. Время выдержки $5^{+0,5}$ мин.

На рис. 3 представлена схема проверки герметичности посадки клапана на седло. Проверку герметичности посадки клапана на седло производить при подаче воздуха, азота или гелия давлением на 20% ниже величины фактического значения, указанного в строке «Давление настройки» в разделе 2 «Основные технические данные и характеристики» паспорта. Контроль герметичности методом «мундштука» по ОСТ 92-4291-75. Допускается суммарная негерметичность посадки клапана на седло при подаче воздуха или азота - не более 5 см^3/сек, при проверке гелием – 10 см^3/сек).

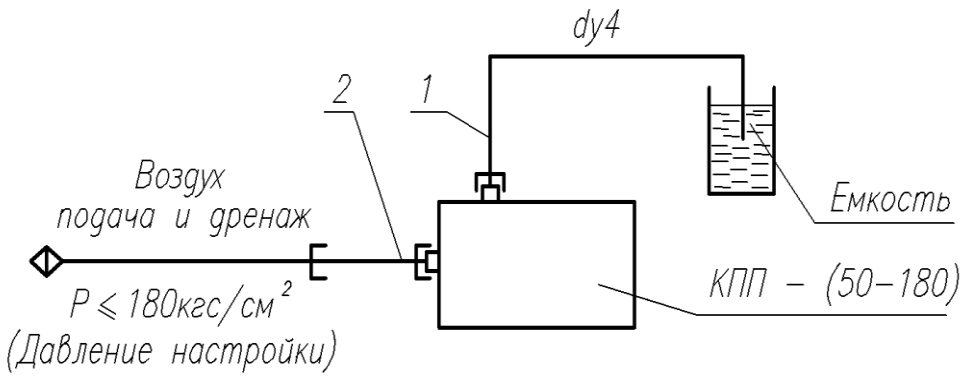
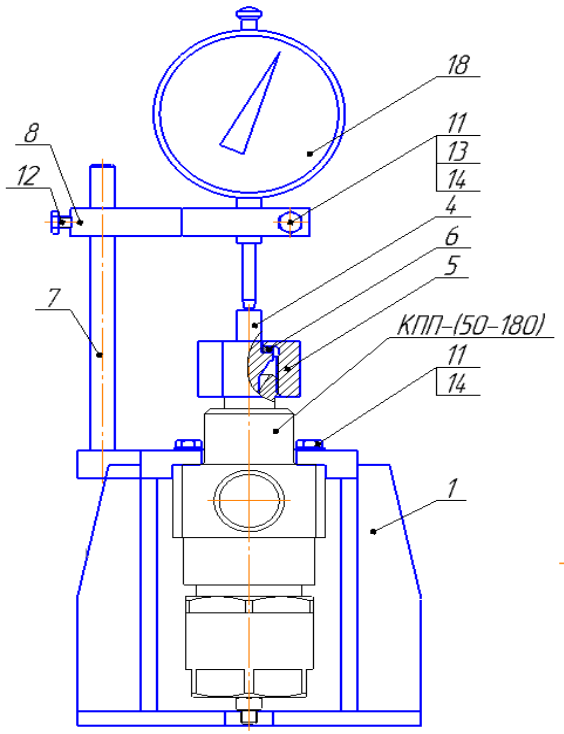
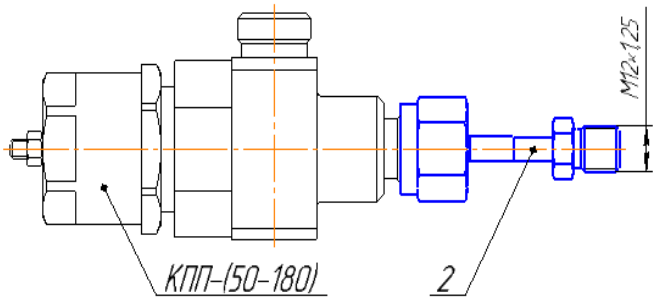


Рисунок 3 – Схема проверки герметичности ПК КПП – (50-180) посадки клапана на седло. 1, 2 – трубопроводы-переходники.

На рис. 4а представлена схема проверки величины хода и контрольного срабатывания ПК КПП – (50-180) с помощью специального приспособления и на рис. 4б контроль срабатывания от подключенного пневмощитка через переходник сварной 2.



а)



б)

Рисунок 4 – Схема испытаний и приспособления для проверки величины хода и срабатывания клапана КПП – (50-180). 1-каркас, 2- переходник сварной, 4-толкатель, 5-гайка, 6-шайба, 7-направляющая, 8-планка, 11,12-болты, 13-гайка, 14-шайба, 18-индикатор часового типа ИЧ10 кл.1 ГОСТ 577-68.

На рис.5 представлена схема испытания ПК КПП – (3-10) по проверки функционирования(герметичность, открытия и закрытия) и наработке ресурса.

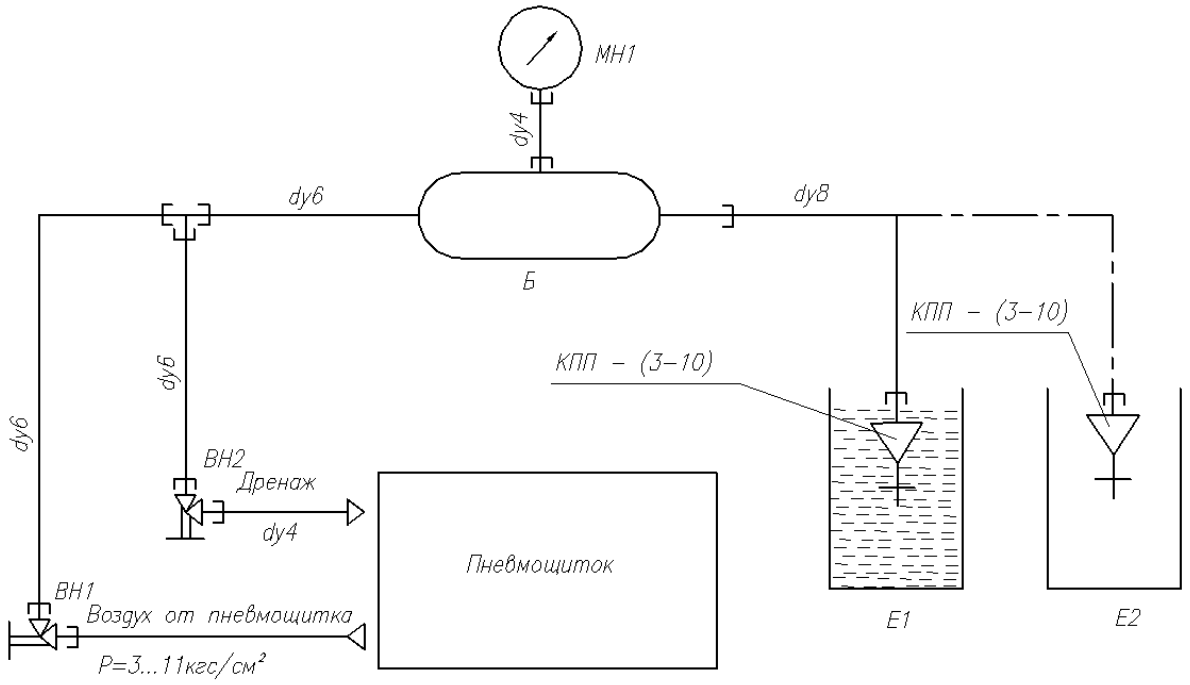


Рисунок 5 – Схема испытания ПК КПП – (3-10). Е1-емкость для испытания методом аквариума, Е2-емкость для испытания по спаду давления.

Проверка настройки ПК производится пятикратным срабатыванием. Каждое срабатывание производить путём плавного повышения давления на входе ПК до начала открытия при давлении, равном величине фактического значения, указанного в строке «Давление настройки» в разделе 2 «Основные технические данные и характеристики» паспорта. Начало открытия ПК определяется началом ощутимого на слух травления газа или методом «аквариума». Интервал между срабатываниями не менее 3 секунд. Закрытие ПК определяется по манометру или на слух. Проверку суммарной не герметичности манжеты и посадки клапана на седло производить при давлении на 30% ниже давления начала открытия (давление настройки) . При этом считается ПК закрыт, если не герметичность не превышает предусмотренной негерметичности манжеты и посадки клапана на седло при приемосдаточных испытаниях не более $5 \cdot 10^{-2}$ л·мм.рт.ст/с, при периодических испытаниях не более 10^{-1} л мм.рт.ст/с.

При эксплуатации допускается негерметичность:

1) при работе на воздухе или азоте не более 10^{-1} л·мм.рт.ст/с;

2) при работе на гелии не более 1 л·мм.рт.ст/с.

Также оба ПК КПП – (3-10) и КПП – (50-180) проходят контроль на соответствие требованиям по прочности и стойкости к внешним воздействующим факторам: при транспортировании, к воздействию синусоидальной вибрации, при воздействии механических ударов, при воздействии линейного ускорения, климатические испытания при различных температурах по требуемым параметрам, которые заложены в технических условиях ПК. После чего проводят повторные испытания на герметичность и срабатывания.

Таким образом, по положительным результатам проведенных испытаний оформлены протоколы и акты о допущении ПК КПП – (3-10) и КПП – (50-180) в дальнейшую эксплуатацию и установку их в систему.

Список литературы

1. *ГОСТ 16504-81 - МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система государственных испытаний продукции испытания и контроль качества продукции Основные термины и определения*
2. *Клюев, В.В., Соснин, Ф.Р. и др. Машиностроение. Энциклопедия: Том III-7 «Измерения, контроль, испытания и диагностика» / под общ. ред. В.В. Клюев. – М.: Машиностроение, 1986. – 464с.*
3. *Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Разработка предохранительных клапанов с заданными техническими параметрами [Электронный ресурс]: материалы Всерос.науч.-методич. конф.,Оренбург 1-3 февр. 2017г./ Оренбург. Гос. Ун-т.*
4. *ОСТ 92-9337-80 – Отраслевой стандарт. Агрегаты пневмогидравлических систем изделий. Испытания.*

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ КОРРОЗИИ

Черняев Б.О.
Оренбургский государственный университет

Защита летательных аппаратов (ЛА) от коррозии является наиболее важной проблемой для авиации. Повреждение конструкций и элементов ржавчиной ведет не только к потере металла, но и к снижению точности, надежности и готовности боевой техники, вследствие повреждения основных элементов конструкций. Основными элементами, подверженные коррозией являются: заклепочные швы, места запиловок, места металлизации и т.д. Наибольшему риску коррозии подвержены обшивки ЛА, эксплуатируемые в атмосфере и водной среде. В общем случае на конструкцию ЛА воздействуют воздушная и водная среды, гравитационные и инерционные силы, тяга двигателей, тепловые потоки, магнитогазодинамические и электромагнитные поля и метеоритные дожди. Воздействию ЛА с воздушной средой (атмосферой) ученые уделяют наибольшее внимание, потому что её влияние проявляется в аэродинамических нагрузках и нагреванию элементов ЛА, и всей конструкции в целом. В связи с чем, в оборонно-промышленном комплексе авиационного кластера уделяют пристальное внимание на своевременное предупреждение и устранение коррозии на ЛА.

Методы защиты ЛА от коррозии различны, и зависят от характера повреждений и условий их эксплуатации. Выбор способа защиты зависит от его целесообразности. Основными и наиболее известными способами коррозионной защиты являются:

а) защитные пленки. Применение защитных пленок — один из наиболее распространенных методов защиты металла от коррозии, путем нанесения на их поверхность защитных пленок: красок, лаков, эмали и так далее. Основными достоинствами лакокрасочных покрытий заключаются в том, что они наиболее доступны для широкого круга людей, лаки и краски обладают низкой газо- и паропроницаемостью, водоотталкивающими свойствами, поэтому они препятствуют доступу к поверхности металла воды, кислорода и содержащих в атмосфере агрессивных компонентов. Покрытие поверхности металла лакокрасочным слоем не исключает коррозию, а служит для нее лишь преградой, а значит, лишь тормозит процесс коррозии. Именно поэтому важное значение имеет качество покрытия — толщина слоя, пористость, равномерность, проницаемость, способность набухать в воде, прочность сцепления (адгезия). Применяют данный метод для покраски ЛА, получая при этом необходимый внешний вид и защищенный металл от коррозии. Рассматриваемый метод защиты применяется для нанесения на внешнюю оболочку ЛА, рисунок 1.

Рисунок 1 — Нанесение защитного покрытия на ЛА

б) легирование. Способ получения сплавов (нержавеющих сталей) путем добавления к железу никеля, хрома, кобальта и других. Такие стали покрываются ржавчиной, однако их поверхностная коррозия имеет место быть, хотя и с малой скоростью. В настоящее время лидером среди материалов, применяемых в авиации, является титан, который можно применять как в виде составных деталей для ЛА, так и самостоятельных конструкций, благодаря его прочность, легкости и других свойств. Однако наряду с его достоинствами он имеет серьезный недостаток – высокую стоимость. Из листов легированного титана изготавливаются различные элементы жёсткости, шпангоуты фюзеляжа, нервюры. Возможно изготовление составных частей двигателя, рисунок 2.

Рисунок 2 — Титановые составные части силовых установок ЛА

в) силикатные покрытия. В качестве силикатных покрытий используют стекловидные и фарфоровые эмали, коэффициент теплового расширения которых должен быть близок к таковому для покрываемых металлов. Путем нанесения на поверхность изделий водной суспензии или при помощи сухого напудривания осуществляют эмалирование. Первоначально на очищенную поверхность наносят грунтовочный слой и обжигают его в печи. Затем слой покровной эмали наносится и обжиг повторяют. Наиболее распространены стекловидные эмали – прозрачные или загашенные. Эмали обладают высокими за-

щитными свойствами, которые обусловлены их непроницаемостью для воды и воздуха (газов) даже при длительном контакте. Их важным и наиболее значимым качеством для применения этого способа в авиации и ракетостроении является высокая стойкость при повышенных температурах. К основным недостаткам эмалевых покрытий относят чувствительность к механическим и термическим ударам. При длительной эксплуатации на поверхности эмалевых покрытий может появиться сетка трещин, которая обеспечивает доступ влаги и воздуха к металлу, вследствие чего и начинается коррозия. Данный метод необходимо использовать для нанесения на внешнюю сторону корпуса ЛА, рисунок 3.

Рисунок 3 — Нанесение стекловидного покрытия на внешнюю сторону корпуса ЛА

г) покрытия металлами. Для предотвращения образования коррозии металла на деталях конструкций ЛА имеет место покрытие этих деталей слоем других металлов. Покрывающие металлы сами коррозируют с малой скоростью, так как покрываются плотной оксидной пленкой. Покрывающий слой наносят можно наносить при помощи следующих методов:

- горячее покрытие – кратковременное погружение в ванну с расплавленным металлом(для конструкций в целом и для составных частей);
- гальваническое покрытие – электроосаждение из водных растворов электролитов;
- металлизация – напыление;
- диффузионное покрытие – обработка порошками при повышенной температуре в специальном барабане;
- с помощью газофазной реакции.

Металлические покрытия защищают железо от коррозии при сохранении сплошности. При нарушении же покрывающего слоя коррозия изделия протекает даже более интенсивно, чем без покрытия. Это объясняется работой гальванического элемента железо–металл. Трещины и царапины заполняются влагой, в результате чего образуются растворы, ионные процессы в которых облегчают протекание электрохимического процесса (коррозии). В данном случае

отсутствие механических повреждений является гарантом качественной защиты от коррозии, рисунок 4.

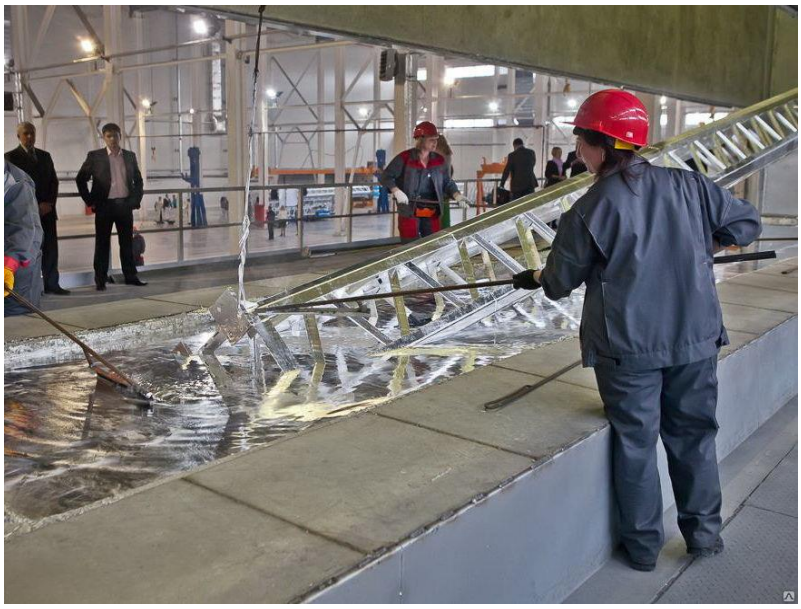


Рисунок 4 — Горячее покрытие элемента ЛА

д) грунтовки и фосфатирование. Часто под лакокрасочный слой наносят грунтовки. Пигменты, входящие в ее состав, также должны обладать ингибиторными свойствами. Проходя через слой грунтовки, вода растворяет некоторое количество пигмента и становится менее коррозионноактивной. Вместо грунтовки иногда проводят фосфатирование поверхности металла. Фосфатная пленка может служить лишь грунтом для последовательного нанесения органических защитных и декоративных покрытий – лаков, красок, смол. Данный метод защиты является дополнительным и применяется в совокупности с защитными пленками и наносится на внешнюю сторону корпуса, рисунок 5.

Рисунок 5 — Нанесение грунтовки на элемент ЛА

е) ингибиторы. Применение ингибиторов – один из самых эффективных способов борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах. Ингибиторы – это вещества, способные в малых количествах замедлять протекание химических процессов или останавливать их. Ингибирующее воздействие на

металлы, прежде всего на сталь, оказывает целый ряд неорганических и органических веществ, которые часто добавляются в среду, вызывающую коррозию. Ингибиторы имеют свойство создавать на поверхности металла очень тонкую пленку, защищающую металл от коррозии, рисунок 6.

Рисунок 6 — Нанесение ингибитора на поверхность ЛА

Из всех вышеперечисленных способов защиты ЛА от коррозии наибольший интерес представляет нанесения защитных пленок, таких как лаки, краски и эмали. В связи с тем, что имеет широкую доступность, низкую цену и простой механизм нанесения, однако в дальнейшем исследовании существа вопроса уделим большее внимание нанесениям ингибитора, так как ингибиторы имеют свойство создавать на поверхности металла очень тонкую пленку, способную замедлять протекание химических процессов, приводящих к коррозии металла.

В результате проведения анализа теоретических и экспериментальных исследований о защите ЛА от коррозии и практической их реализации, можно сформулировать компетенции в области комплексной защиты составных частей и конструкций ЛА в целом. Дальнейшее развитие данного вопроса с применением ЭВМ и CAD систем при проектировании и эксплуатации ЛА позволит проводить комплексные, многовариантные и итерационные схемы обработки и обеспечит высокое качество изделий авиационной техники.

Список литературы

1. Мальцева Г. Н. Под редакцией д. т. н., профессора С. Н. Виноградова. Коррозия и защита оборудования от коррозии: Учеб. пособие. – Пенза:Изд-во Пенз. гос.ун-та,2000. - с.: 55 ил., 20 табл., библиогр. 11 назв.

2. Денкер И.И., Владимирский В.Н.. Технология окраски самолетов и вертолетов гражданской авиации. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.Машиностроение. —128 е.: ил.. 1988

3. Жуков В.Н. Физика в бою. - Военное издательство Министерства обороны СССР. – 157с.- 1967г.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Шинкоренко Т.В., Антонцева И.В.
Оренбургский государственный университет

Надежность – это свойство объекта сохранять в период в установленных пределах все параметры, обеспечивающие осуществление требуемых функций в заданных условиях эксплуатации [1].

Развитие технической по главным направлениям, подобным равно как: автоматизации изготовления, интенсификации рабочих процессов и транспорта, экономии использованных материалов и энергии, устанавливает уровень надежности. Инновационные промышленные средства крайне разнообразны и заключаются с значительного количества взаимодействующих элементов, аппаратов и устройств. В сложных концепциях в случае отсутствия резервирования несоответствие в целом 1-го отвечающего компонента способен стать причиной к отказу или сбою в труде целой концепции.

Низкий уровень надежности оснащения вполне способен являться источником к значительным расходам в восстановление, длительному простою оборудования, к авариям и т.п. В настоящее время прослеживается активное и неоднократное усложнение машин, объединение их в большие комплексы, снижение их металлоемкости и повышением их силовой и электрической напряженности. По этой причине наука о надежности стремительно развивается.

Отказы деталей и конструкций в различных машинах и различных условиях имеют все шансы обладать очень отличающиеся последствия. Отклонение специального станка, встроенного в автоматическую линию, активизирует значительные вещественные потери, сопряженные с простоем множественных других станков и невыполнением заводом проекта.

1. Роль вопросов надежности изделий в организации управления качеством

Проблема качества в особенности немаловажна для машиностроения. Значимой характерной особенностью нынешнего машиностроения считается обширное формирование унификации и стандартизации изделий и регулярно расширяющийся в данной базе уровень специализации производства. В следствии машиностроительный завод содержит кооперативные взаимосвязи с предприятиями, поставляющими материалы, комплектующие изделия, требуемые для организации производства технологическое спецоборудование, оснастку, средства контролирования и т. п.

Таким образом, качество изделий в значительный степени находится в зависимости от качества продукции поставщиков.

С целью улучшения качества выпускаемой продукции необходим регулярный, комплексный подход, т. е. формирование систем управления качеством. Одним из основных качеств свойства продукции считается надежность, по этой причине проблема надежности технических систем обязана решаться в рамках единой системы управления качеством.

2. Конструкция системы предоставления надежности в базе стандартизации

Система предоставления надежности изделий — это совокупность организационно-технических и экономических мероприятий, методов и средств, нацеленных в оптимизацию степени надежности технических систем. Данная система обладает рядом свойств качества, в этом числе и свойством надежности [2].

Стратегическая цель системы - это предоставление оптимального степени надежности технических систем и их компонентов. Под наилучшим подразумевается такого рода уровень, при котором поддерживается максимальная эффективность от эксплуатации изделия при наименьших расходах в проектирование, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Исходя из практики аналогичных систем, возможно сделать вывод, то что главными принципами считаются стандартизация, системность, последовательность и автоматизирование. В системе обеспечения надежности принцип стандартизации означает, то что система должна опираться в единую и опережающую стандартизацию. Система стандартизации дает возможность разрешать: общеотраслевые проблемы на базе государственных стандартов, отраслевые — на базе отраслевых стандартов, задачи предприятий — на базе стандартов предприятий. Комплексами стандартов обязаны гарантироваться указанные свойства машин и их компонентов, подобные как: способ расчетов, технологично-конструктивные решения, надежность при эксплуатации и ремонте, способы контроля, информативного обеспечения и испытаний [2].

3. Методы оценки и повышения надежности технологических систем

Технологическая система - это комплекс средств научно-технического оборудования, объектов изготовления и, в общем случае, исполнителей, требуемая и необходимая для исполнения конкретных научно-технических действий и операций и находящаяся в состоянии готовности к функционированию либо в состоянии функционирования в соответствии с условиями технической документации.

Отказы научно-технических систем в основной массе случаев приводят не к возникновению дефектных изделий, а к запозданию в исполнении задания, что влияет в производительности оборудования. По этой причине, описывая особенность надежности научно-технических систем, рационально его анализировать с точки зрения исполнения заданий как согласно показателям качества, в частности и по объему изготовляемой продукции.

В научно-техническую систему вмещаются элементы, для которых непременно присутствие многофункциональных связей, которые обеспечивают течение технологических процессов производства продукции.

Свойства технологической системы выполнять заданные функции, не меняя показатели качества, ритм выпускаемой продукции за необходимые промежутки времени эксплуатации или необходимой наработки, называют надежностью технологической системы. Ритм выпуска — это количество изделий

определенного наименования, типоразмера и исполнения, выпускаемых в единицу времени.

В ходе функционирования параметры и свойства технологической системы и ее элементов изменяются. По этой причине технологическая система может находиться в состоянии работоспособном или неработоспособном. Работоспособна по параметрам качества, в случае если обеспечивает производство продукции с признаками качества, соответствующими условиям технической документации, и работоспособна согласно характеристикам производительности, если гарантирует определенный ритм выпуска.

Отдельные нарушения в технологической системе причисляют к группы дефектов, в случае если они переводят систему с рабочего состояния в повреждённое, и к отказам, в случае если они переводят систему с работоспособного состояния в неработоспособное. Следовательно, отказ технологической системы — это событие, содержащееся в потере работоспособности. Отказы могут быть внезапными и постепенными. К постепенным относятся отказы, вызванные неправильным или дискретным характером изменений в состоянии технологической системы и приводящие к постепенной потере работоспособности. Внезапными являются отказы, обусловленные отдельными нарушениями, момент наступления которых практически невозможно прогнозировать.

В дальнейшем подобные постепенные и внезапные отказы будут иметь отношение к группы отказов, предрешенных состоянием системы, т. е. к внутренним отказам. Но технологические системы единичных операций или операций обладают все без исключения возможности находиться в состоянии неработоспособности помимо этого из-за внешних условий. Безусловно, в таком случае, что внешние факторы приводят к сокращению надежности в соответствии с характеристиками производительности. К внешним отказам следует причислять помимо этого простои технологических систем согласно организационным причинам.

Имеется 3 основные группы причин отказов:

- ошибки проектирования и изготовления;
- ошибки эксплуатации;
- внешние причины, т.е. причины, непосредственно не зависящие от рассматриваемого изделия или узла.

Оценка надежности технологических систем сводится к дифференцированной оценке показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности или к вычислению, при необходимости, комплексных показателей, характеризующих одновременно все составные свойства надежности [1].

Определение оценки безопасности, определяется:

- возможность того, что анализируемый технологический процесс гарантирует изготовление продукции в течение установленного промежутка времени в отсутствии вынужденных перерывов при синхронном обеспечении установленного объема производства в единицу времени (ритма запуска);
- средней наработки до отказа;
- параметра потока отказов.

При оценке характеристик безотказности никак не учитываются вынужденные простои оборудования, предопределенные организационными факторами.

Отказом технологической системы в соответствии с показателям качества никак не следует рассматривать свершившееся уже после операции обработки отклонение с требований технической документации в соответствии с 1 с характеристик качества, выявленное присутствие контрольной операции, в следствии чего же бракованная деталь или отделена или нацелена на переработку.

Долговечность предопределяется:

- календарной продолжительности функционирования технологической системы вплотную до отказа, капитального ремонтных работ, меж ремонтами, вплотную до полной замены;

- наработок системы вплоть до тех же этапов.

Ремонтопригодность обусловливается:

- выявлением характеристик, свойственных для длительности и стоимости выявления и ликвидации отказов;

- установлением времени, требуемого для приведения системы в рабочее состояние;

- ликвидацией показателей, свойственных для трудоемкости и стоимости операций тех. обслуживания технологических систем, подналадок, замены инструмента.

Главная задача оценки надежности технологических систем— изменение технологических процессов в подобное состояние, при котором поддерживается изготовление продукции в соответствии с определенными в технической документации параметрами и признаками качества при одновременном обеспечении наибольшей производительности и наименьшем количестве потерь от брака [1].

На этапах проведения оценок могут решаться задачи:

- при планировании — установление объемов производства отдельных участков и цехов, определение экономически обоснованных норм точности;

- при технологической подготовке производства— выбор режимов обработки, установление мест контрольных операций в технологическом процессе и планов контроля;

- определение соответствия параметров технологической системы при серийном производстве— установленным требованиям, выявление негативных факторов и мероприятия по повышению надежности или точности и стабильности технологических процессов;

- после проведения ремонтов технологических систем — оценка качества ремонта.

В основу современного формирования работ согласно теории надежности имеют все шансы быть положены следующие предпосылки:

- большая часть отказов, которые возникают при эксплуатации изделий, возможно было предугадать предварительно, по этой причине их невозможно считать случайными;

- огромное число внезапных отказов поясняются недоработкой и погрешностями конструирования, производства и сборки, согласно этой обстоятельству следует констатировать факты возникновения внезапных отказов, а таким образом же разрабатывать способы, исключающие их;

- большое количество способов промышленного контроля в действии никак не позволяет выявить дефекты; необходимы новые методы контроля, дающие возможность прогнозировать моменты возникновения отказов с целью своевременного принятия требуемых мер, исключающих внезапный характер отказов;

- надежность технических систем обязана оцениваться ещё в периода проектирования;

- управление надежностью должно нести систематический характер и гарантироваться на этапах проектирования, производства, эксплуатации и ремонтных работ.

Таким образом как уровень надежности в большей степени устанавливает формирование техники согласно основным направлениям, следует стремиться достигнуть значительной надежности технических средств, используемых в технологическом процессе.

Но невозможно достичь высокой надежности и долговечности с непрогрессивным рабочим процессом и несовершенной схемой либо несовершенными механизмами.

Одним с первейших направлением повышения надежности считается предоставление необходимого технического уровня изделий.

Промежуток конструирования системы является крайне важным, таким образом, как в нем закладывается степень надежности систем безопасности. При проектировании и конструировании необходимо ориентироваться в простые структуры, имеющие минимальное число элементов, таким образом, как снижение числа элементов является существенной мерой увеличения надежности. Но снижение числа элементов совсем никак не следует соотносить резервированию как эффективному способу повышения надежности, но приводящему, к значительному количеству элементов конструкции. Безусловно, то что следует принимать компромиссное решение между необходимостью снижения числа элементов и применением резервирования наименее надежных элементов.

Список литературы

1. Проников А.С. Основы надежности и долговечности машин. – М., Изд-во стандартов, 1986.

2. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. – М., Изд-во стандартов, 1977.

3. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. – М., Изд-во стандартов, 1988.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РОБОТИЗИРОВАННОГО СРЕДСТВА СКАНИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА

Шрейдер М.Ю., канд. техн. наук, Петров Д.С.
Оренбургский государственный университет

На сегодняшний день в устранении последствий чрезвычайных ситуаций на атомных электростанциях и других объектах с радиационной угрозой использование робототехнических средств представляется наиболее эффективным и безопасным для человека решением.

В 2011 году для устранения аварии на Фукусиме были впервые задействованы специализированные роботы.

За 5 лет для устранения последствий к реакторным блокам АЭС были отправлены более 100 различных моделей роботов, каждый из которых претерпевал множество изменений и улучшений, основанных на опыте использования предшествующих моделей. Тем не менее, до сих пор не разработано РТС, способное действовать автономно и при этом иметь эффективный способ навигации в условиях отсутствия доступа к спутниковому позиционированию.

На основе проведенного анализа РТС, использованных для поиска и утилизирования осколков радиоактивного топлива на АЭС Фукусима, которым приходилось передвигаться по завалам и преодолевать многочисленные препятствия, находиться в условиях воздействия радиации, а также анализа причин отказа РТС, были выбраны элементы аппаратной части робота и платы управляющей электроники.

На рисунке 1 приведена зависимость проходимости различных моделей РТС в своем классе (длина пройденного роботом маршрута до отказа системы) от типа ходовой.

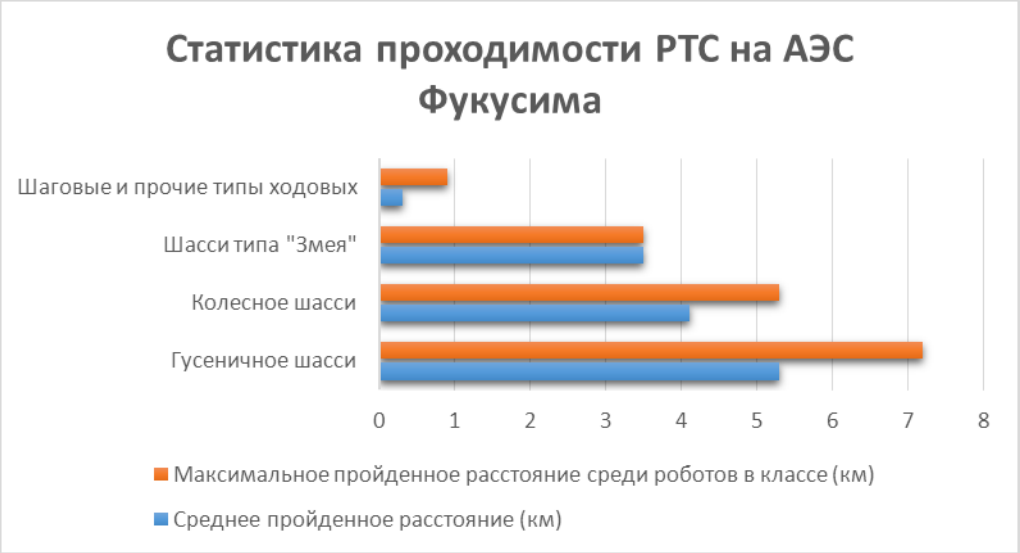


Рисунок 1 – Диаграмма проходимости РТС с шасси разного типа на АЭС Фукусима

Таким образом, наиболее надежным типом ходовой части является шасси гусеничного типа.

Для проектирования ходовой части робота было выбрано шасси Rover 5 производства DFRobot, оснащенное передаточными шестернями 87:1, как наиболее оптимальный и надежный вариант среди шасси в своей категории.

Для выбора управляющей электроники ключевым критерием было выбрано энергопотребление, так как другие критерии, как процент отказа, вероятность ошибки чтения памяти контроллера и прочие – примерно равны в современных микросхемах, а устойчивость к воздействию радиации, в целом, зависит от используемых материалов обшивки РТС, а не от самой платы.

На рисунке 2 приведена диаграмма сравнительной продолжительности работы наиболее распространенных микроконтроллеров от батареи 9В и емкостью 5000 mAh. [1]

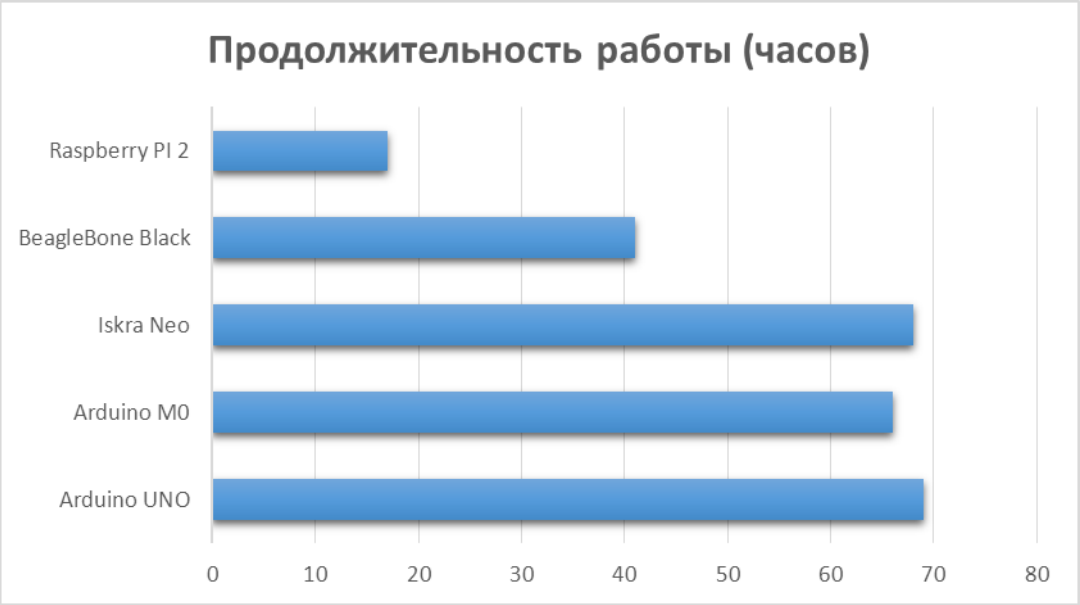


Рисунок 2 – Диаграмма сравнительной продолжительности работы микроконтроллеров

Таким образом, Arduino UNO является наиболее эффективной по энергозатратам платформой для проектирования РТС.

В качестве критерия для выбора материала корпуса при условии приблизительного равенства прочих критериев, был выбран уровень радиации, накапливаемый 1 квадратным метром того или иного материала за один час воздействия (Беккерель/м^3·ч). Данные приведены на рисунке 3.

Также следует учитывать способность материалов пропускать излучение через себя. Такие материалы, как резина, плексиглас и свинец наилучшим образом препятствуют прохождению альфа, бета и гамма частиц соответственно.

Таким образом, обшивка РТС должна представлять из себя три слоя защиты – резиновое покрытие, плексигласовые пластины и свинцовая фольга.

Рисунок 3 – Диаграмма уровня накопления радиации различными материалами (меньше – лучше)

Для выбора источника питания рассмотрены существующие типы аккумуляторов.

Предлагается использовать никель-металлогидридные аккумуляторы (Ni-MH). Активным материалом отрицательного электрода является интерметаллид, обратимо сорбирующий водород, т.е. фактически отрицательный электрод является водородным электродом, у которого восстановленная форма водорода находится в абсорбированном состоянии. Разрядная кривая Ni-MH аккумулятора аналогична кривой Ni-Cd аккумулятора. Удельная емкость и энергия никель-металлогидридных аккумуляторов в 1,5-2 раза выше удельной энергии никель-кадмиевых аккумуляторов, кроме того, они не содержат токсичный кадмий. Изготавливаются в герметичном исполнении цилиндрической, призматической и дисковой форм. Применяются для питания портативных приборов и аппаратуры. Никель-металлгидридные аккумуляторы – наиболее устойчивы к воздействию радиации и не создают характерных для других АБК скачков напряжения. [2]

Таким образом, никель-металлогидридный аккумулятор является наиболее эффективным решением благодаря устойчивости к воздействию радиации.

Список литературы

1 Arduino [Официальный русскоязычный портал]. – Режим доступа: http://arduino.ru/

2 Типы аккумуляторов, статья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.powerinfo.ru/accumulatortype.php

АНАЛИЗ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Щербаков С.В., Коннов А.Л., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Сетевая инфраструктура представляет собой совокупность различного оборудования, программного обеспечения, которая формирует особую среду для эффективного процесса обмена данными, а также для работы бизнес-приложений.

В настоящее время будущее каждой компании напрямую связано с возможностью её оперативного реагирования на тенденции развития рынка. Именно поэтому современная компания обязана функционировать как хорошо отлаженный механизм. Она должна быть управляемой. Степень такой управляемости организации зависит от того, как хорошо в ней поставлен сбор, обработка и хранение информации, необходимой для принятия решения. Если информационная система (ИС) организована должным образом, то компания в состоянии решать поставленные задачи. В основе такой ИС лежит сетевая инфраструктура. Когда в организации установлено более одного персонального компьютера (ПК), которые не объединены в одну общую локальную сеть, это приводит к возникновению многочисленных проблем. Все они связаны с поиском, восстановлением и передачей информации, отсутствием возможности пользоваться данными дома либо во время командировок, совместной работой над различной документацией, подключением к сети интернет при помощи периферийного оборудования. Это и многое другое существенно уменьшает эффективность работы любой организации. Но правильная организация и эксплуатация объектов сетевой инфраструктуры легко решает данные проблемы. Именно поэтому любой руководитель компании обязан обращать на это своё внимание. Сетевая инфраструктура предприятия представляет собой комплекс следующих устройств. В локальную сеть входит программное обеспечение аппаратных средств, которые объединены в одну общую платформу. К активному оборудованию относятся коммутаторы, маршрутизаторы и конверторы интерфейсов. Пассивные устройства представляют собой различные монтажные шкафы, кабели, коммутационные панели, кабельные каналы, розетки информационного типа. Периферийное оборудование и компьютеры включает рабочие станции, копиры, серверы, сканеры и принтеры. Самое основное место в СИ занимает локальная вычислительная сеть (ЛВС). С её помощью осуществляется объединение вычислительных и локальных ресурсов с возможностью организации раздельного доступа к ним. Благодаря локальной сети осуществляется связь всех компьютерных установок. Она может быть как проводной или беспроводной, так и комбинированной. Такая сеть может располагаться в одном помещении на различных этажах, в разных помещениях, а также на большом расстоянии друг от друга. Для связи всех её пользователей используются специальные устройства – коммутаторы (свитчи) и маршрутизаторы. Все возможности локальной сети могут использоваться одновременно, независимо от

того, где находятся рабочие места. С её помощью открывается моментальный доступ к нужной информации, возможность обмениваться данными и мультимедийными носителями, а также подсоединяться к существующей на предприятии сети интернет. Именно поэтому внедрение сетевой инфраструктуры очень важно для любой компании. Надёжность и производительность локальной сети, независимо от того, будет она кабельной или беспроводной, зависит ещё и от того, какие в ней применяются технологии, активное оборудование и сетевое программное обеспечение. Если вы хотите правильно и эффективно спроектировать такую сеть, то обязательно производить анализ информационных потоков вашей организации, при этом учитывая перспективу развития самой инфраструктуры. Для каждой организации правильное построение СИ является залогом безопасного и эффективного использования информации. После того как была сформирована база такой системы, происходит внедрение сетевых сервисов. С их помощью обеспечивается надёжность и доступность всех ресурсов компании. Эффективность ведения бизнеса определяется доступностью пользовательских сервисов, систем видео и голосовой связи, а также систем унифицированных коммуникаций. Немаловажным значением обладает и защита сетевой инфраструктуры. Ведь при возникновении чрезвычайной ситуации велика вероятность потери не только самого оборудования, но и информации. Многие такие аварии и катастрофы угрожают целостности самого бизнеса. Они являются предсказуемыми с определённым процентом вероятности. Такие события могут быть как природные (наводнение, землетрясение и т.п.), так и механические (разрыв водопроводных коммуникаций, выход из строя жёсткого диска и другие). Отсутствие специальной программы, с помощью которой осуществляется восстановление работоспособности сетевой инфраструктуры, ставит под большую угрозу дальнейшую деятельность организации. Особенно это касается предпринимателей малого и среднего бизнеса. Во многих компаниях такое планирование чрезвычайных мероприятий фокусируется уже на стадии ИТ. Такая программа сохранения непрерывности любых бизнес-операций, а также послеаварийного восстановления способна стать, пожалуй, самым ценным и эффективным вкладом отдела ИТ в успешное процветание самой компании. Существует так называемое горячее запасное оборудование, которое готово моментально включиться в работу при аварийной ситуации. К примеру, вы можете дублировать самые важные данные занесением их на специально предназначенную базу. А вот холодное – представляет собой устройства, которые можно оперативно подготовить к выполнению тех либо иных задач. Это может быть набор не подключённых серверов, на которых установлено всё необходимое для работы программное обеспечение сетевой инфраструктуры. Таким образом, вы сможете без проблем и очень быстро переключиться с неисправного оборудования и продолжить работу. К примеру, если в вашей фирме имеется совсем небольшой отдел IT, а именно: несколько серверов, немного больше ПК, интернет, сетевое оборудование и т.п. Все эти устройства довольно часто обслуживает один администратор. Его рабочий день должен проходить следующим образом. Вначале необходимо проверить работу серверов, убедиться в ис-

правной работе интернета, почты и прочих приложений, произвести пробное подключение к каждому из серверов, проверить свободное пространство, ОЗУ и другие мощности, убедиться в работе сетевой оргтехники и проверить задание резервного копирования. Многие могут спросить: затем такая постоянная ежедневная проверка? Тут всё просто. Если вы вовремя не обнаружите ошибку либо проблему в работе оборудования, то это может привести к необратимому процессу, который способен стать настоящей катастрофой для вашей фирмы. К примеру, если внезапно закончится свободное место для резервного копирования данных, то и восстанавливать вам нечего будет потом. Но не каждый администратор добросовестно относится к своей работе и может просто забыть произвести плановую проверку. В таком случае руководителям компании помогут специальные системы мониторинга, которые будут выполнять всю работу автоматически. Вам достаточно только указать, что и когда нужно проверять. Что может мониторить такая система. Это рабочие станции, сервера на базе различных операционных систем, доступность сайтов, серверные и клиентские приложения, а также службы, принтеры, сканеры и прочее сетевое оборудование, отправка уведомления и отчёты на e-mail адрес либо в sms, построение графиков и многое другое. Очень важным вопросом также является и конфигурирование и поддержка сетевой инфраструктуры. Ведь с каждым годом мощность серверов и скоростей увеличивается. Это влечёт за собой необходимость своевременного и профессионального обслуживания, а также потребность в оперативном решении текущих и перспективных задач. Чем выше требования предъявляются к СИ, тем больше нужно использовать различного эффективного и функционального оборудования. Кроме этого требуются более глубокие познания и опыт построения сетей на таких устройствах. Это следует помнить, знать и своевременно решать. Также на предприятии периодически следует проводить и аудит сетевой инфраструктуры. Данный комплекс мероприятий направлен на определение состояния, в котором в данный момент находится СИ организации, проводится поиск самых уязвимых мест. По результатам такого аудита составляется специальный отчёт, в котором будет отображено текущее состояние сетевой инфраструктуры и предложена организация эксплуатации сетевой инфраструктуры. Данная проверка нужна в следующих случаях. Перед модернизацией и после нее, для определения истинной причины возникшей проблемы, для оценки качества и эффективности сервиса, во время передачи функций администрирования. Обслуживание и создание эффективной ИТ инфраструктуры организации – это необходимое условие успешного ведения бизнеса. Сетевая инфраструктура становится с каждым днём сложнее. В неё входит огромное количество оборудования и программного обеспечения, обслуживать которое должен довольно большой штат сотрудников. Именно поэтому многие фирмы начинают задумываться: производить им поддержку самостоятельно либо же воспользоваться внешним обслуживанием аутсорсингом. Аутсорсинг сетевой инфраструктуры – это превосходный способ сохранения и страхования ваших инвестиций в IT. Данная процедура позволяет снизить расходы, которые связаны с развитием и функционированием корпоративной сети,

а также существенно повысить качество IT услуги. Преимущества перехода на аутсорсинг заключаются в следующем. Наблюдается сокращение издержек на сопровождение СИ. В данном случае поставщик услуг IT аутсорсинга берёт на себя второстепенные обязательства. Сам же управляющий персонал может сконцентрировать своё внимание на решении других задач, которые более важны. Таким образом, компания добивается конкурентного преимущества. Также имеет место снижение рисков в проектах. Расширение и модернизация СИ, внедрение бизнес-приложений и IT сервисов – всё это выполняют узкоспециализированные профессионалы. Таким образом удаётся минимизировать вероятность ошибок, которые довольно часто могут возникать у специалистов более широкого профиля. Увеличение качества самого обслуживания. Передача всех обязанностей, связанных с технической поддержкой и сопровождением, одному поставщику даёт возможность стандартизировать обслуживание и гарантировать высокое качество работы.

Список литературы

1.Олифер В.Г., Олифер Н.А. О-54 Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е издание – Спб., Питер, 2010. -944 с.: ил. ISBN 978-5-49807-389-7.

2.Аутсорсинг: создание высокоэффективных и конкурентоспособных организаций: Учеб. пособие / Гос. Университет Управления; Под ред. Б.А. Аникина. - М.: ИНФРА-М, 2003. - 187 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование). ISBN 5-16-001602-3.