

Секция 1

«НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Содержание

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТА ЗАПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА Абдулкаев Э.Р., Осипов Е.В.	8
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Абдулкаев Э.Р., Осипов Е.В.	14
СОВРЕМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. МАТЕРИАЛЫ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ Абдулкаев Э.Р., Осипов Е.В.	20
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ОСАЖДЕНИЕМ АМОРФНЫХ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ Атамашкин А.С., Юршева Н.В., Юршев В.И.	26
ВАЖНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ МАРШРУТЕ Ахмедьянова Г.Ф., Пищухин А.М.	29
ПОСТАНОВКА РЕАЛЬНОЙ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКИ НА КОМПЛЕКСНОМ ТРЕНАЖЕРЕ САМОЛЕТА Бакиев Н.З.	33
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА АЭРОДРОМНЫХ ТОПЛИВОЗАПРАВЩИКОВ Барбашов В.М.	39
ОСНОВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ АЭРОДРОМНЫХ ТОПЛИВОЗАПРАВЩИКОВ Барбашов В.М.	45
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LEAN-MANAGEMENT НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ Белоновская И.Д., Воробьев В.К.	49
ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГИС СЕТЕЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Белоновский П.В., Влацкая И.В.	54
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИЛ-76МД-90А Бесенбеков Е.И.	59
УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ. НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ Владов Ю.Р., Нестеренко М.Ю., Владова А.Ю., Влацкий В.В.	63
ЗАДАЧА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ЕГО АВТОМАТИЗАЦИЯ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Влацкий В.В.	72

УПРОЧНЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ Гадельшин Ф.Ф, Козик Е.С.	76
НИВЕЛИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Гатаулина Г.Е., Горбунов А.А.	80
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ Глинская Н.Ю., Кочетова Е.В.	83
ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ПРЕДДИПЛОМНЫХ ПРАКТИК ДЛЯ СТУДЕНТОВ СВЯЗАННЫХ С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ Грачева Л.Н.	86
ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССА ПАЙКИ ТИТАНА В РАКЕТОСТРОЕНИИ Денисов П.П., Осипов Е.В., Шевченко В.В., Михайлов А.Ю.	94
МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ СИСТЕМ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ СТЕРЖНЕВЫХ И ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Додоров А.И., Поляков А.Н.	98
ПРИОРЕТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ Езерская Е.М., Белоновская И.Д., Езерский Д.С.	104
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ «ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ» В ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН Ермошкина И.Г., Дырдина Е.В.	108
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАБОТКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ Ефанова О.В., Поляков А.Н.	112
АЭРОДИНАМИКА ЖИЛЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ВЫСОКОЙ ПАРУСНОСТЬЮ Кондров Я.В., Припадчев А.Д., Горбунов А.А.	116
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН БЕЗВОДОРОДНЫМ АЗОТИРОВАНИЕМ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ (БАТР-ПРОЦЕСС) Курганов А.В., Юршев В.И., Левин Е.А., Жукова Е.С.	120
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ ШТАМПОВ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ СТАЛИ 70Х3Г2ФТР Курманов В. Ф., Крылова С.Е.	124
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ СТУДЕНЧЕСКИХ НАНОСПУТНИКОВ НА БАЗЕ ЕВРАЗИЙСКОГО	

НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА Лашук М.Ю., Сериков Н.С.	128
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ГАЗОВОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛИ Левин Е.А., Курганов А.В., Жукова Е.С., Юршев В.И.	136
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Леднев А.В., Горбунов А.А.	140
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ НА ПРЕДМЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ Майстренко Н.Ю., Проскурин В.Д.	143
РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ Марусич К.В., Марусич Ю.К.	150
РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ИЗ ТВЁРДОГО СПЛАВА Михалкина В.А., Марусич К.В., Кравцов А.Г.	155
ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ Морунов И.В., Крылова С.Е.	159
ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КАК НЕОБХОДИМОСТЬ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ Мосалева И.И.	163
ОСОБЕННОСТИ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ Мосалева И.И.	168
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ И ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РЕСУРС ПОДШИПНИКОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РЕДУКТОРАМ ВЕРТОЛЕТОВ) Наджафов А.Ф.	172
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДЕФЕКТОВ АЗОТИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ Назин Е.В., Черноусова А.М.	176
ЭТАПЫ АДАПТАЦИИ SPRUT-ТЕХНОЛОГИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ «АО «ПО «СТРЕЛА» Нурмуханова А.А.	180
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Онучин С.В.	186

ТИПОВЫЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ В СОЗДАНИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ	
Папп А.А.	192
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ЦЕЛЕВОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ДЛЯ ОПК ПО НАПРАВЛЕНИЮ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	
Поляков А.Н., Никитина И.П.	196
ОБЗОР СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ФИРМЫ ZOLLER	
Попова Е.Н., Марусич К.В.	201
ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ	
Проскурин В.Д.	206
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЛА	
Селянин Е.А., Сулейманов М.Р., Горбунов А.А.	212
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ОГУ	
Сердюк А.И., Проскурин Д.А.	215
МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФЮЗЕЛЯЖА МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Соколов А.В.	219
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА СБОРОЧНОЙ ОСНАСТКИ	
Солдатов К.Е.	223
К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЁТОВ КРЫЛЬЕВ НА ПРОЧНОСТЬ	
Соловьёв К.Н., Герасимова Е.В.	227
ЗАВИСИМОСТЬ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛЬЕВ ПРОСТОЙ ФОРМЫ В ПЛАНЕ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ	
Спиридонов А.Н., Мельников А.А., Тимаков Е.В., Миназова А.А., Ковалева Я.И.	230
СБОРКА РУЛЕЙ РАКЕТЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО БАЗИРОВАНИЯ	
Сулейманов М.Р., Осипов Е.В., Селянин Е.А.	235
ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	
Султанов Н.З.	238

МЕМБРАННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА ИЗ ВОЗДУХА Султанов Н.З., Сергеев А.И., Уханов А.В.	242
УПРОЧНЕНИЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ НАГРЕВА Тавтилов И.Ш., Румянцев С.А.	247
МЕТОДЫ АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ Тамеев Д.О.	253
РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «РЕИНЖИНИРИНГ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ» В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ Тугов В.В.	256
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QFD-АНАЛИЗА Фролова Е.В.	259
РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ Хаеров К.П.	265
НОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ РАКЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Химич А.В.	269
РАЗРАБОТКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ С ЗАДААННЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ Хопренинов В.А., Елагин В.В.	272
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ, ТИТАНОВЫХ И ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ Черняков В.Н., Поляков А.Н.	276
ОБЗОР ПРЕИМУЩЕСТВ ТВЁРДОСПЛАВНЫХ ФИЛЬЕР ДЛЯ ПРОВОЛОЧНЫХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ Шабаев М.М., Марусич К.В.	280
ВЛИЯНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ТВЕРДОГО СПЛАВА Т14К8 Шамсутдинов Р.Ф., Свиденко Е.В.	284
ВЫБОР ВАРИАНТА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ВНУТРИ ОТСЕКА Шевченко В.В., Осипов Е.В., Денисов П.П., Михайлов А.Ю.	289
ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА НА ОРСКОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ Щеголев А.В.	293

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗАПОРНОЙ
АРМАТУРЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Юршев В.И., Жукова Е.С., Курганов А.В., Левин Е.А., Юршева Н.В. 300

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТА ЗАПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Абдулкаев Э.Р., Осипов Е.В.

Оренбургский государственный университет
Аэрокосмический институт, г. Оренбург

Работа проведена с целью обобщения сведений о заправке летательного аппарата топливом, совершенствование процесса конструирования и проектирования бака горючего и заправочной горловины на основе использования современных методов моделирования и инженерного анализа.

Заправку летательного аппарата производят при помощи заправочных горловин, специализированных агрегатов, средств заливок, расположенные приблизительно до 6 метров от летательного аппарата. Средства заправки оснащаются устройствами, позволяющими очищать и фильтровать топливо при осуществлении заправочных мероприятий.

Существуют несколько видов операций, которые могут выполнять агрегаты по заправки топливом: подача и заполнение баков, рисунок 1; транспортировка окислителя и горючего; перекачка окислителя или горючего из одного бака в другой; циркуляционное вращение цистерны в котором располагается топливо, что приведёт к его перемешиванию и предотвращению застывания. Зачастую применяют такие виды агрегатов по заправке топлива как ТЗ-200, ТЗ-22, ТЗ-22А, которые оснащены специальными системами, позволяющими азотировать топливо. Такое действие приведёт к насыщению горючего азотом, что в свою очередь снизит количество кислорода присутствующее в нём, а следовательно и возможность возгорания топлива. Некоторые летательные аппараты, например баллистическая ракета, заправляют непосредственно после установки в пусковую шахту, так как это снижает вероятность возгорания и облегчает вес конструкции в целом.

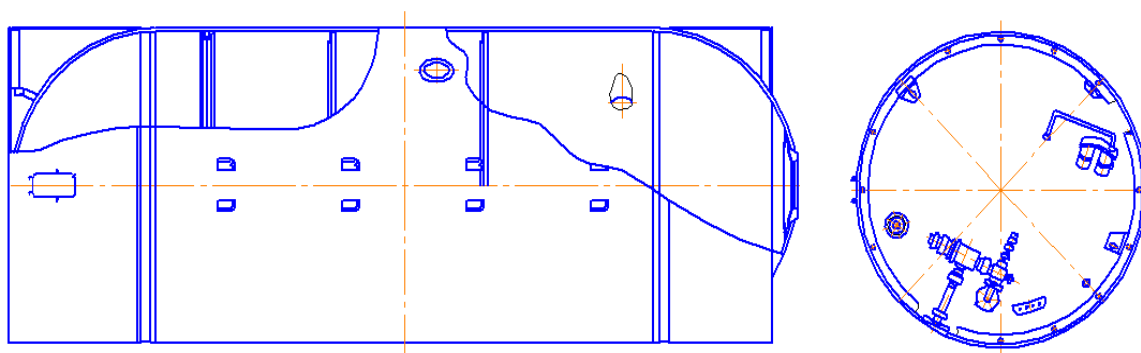


Рисунок 1 – Бак горючего

Существуют стационарные (неподвижные) и передвижные (подвижные) системы заправки. Благодаря таким системам возможно заправлять сразу

несколько летательных аппаратов, не затрачивая большого количества времени на перенос агрегатов заправки из одного летательного аппарата в другой, а также упрощает сам процесс заправки и подвода аппаратуры.

Заправлять летательный аппарат возможно открытым способом, а именно через заправочные горловины или закрытым способом, через штуцера для заправки. Во втором случае, когда заправка осуществляется закрытым способом, контролировать уровень топлива между баками, также его равномерное распределение возможно при помощи специальных пультов.

Не малое влияние на работоспособность летательного аппарата и на чистоту топлива влияет обводнение гидра смазочных материалов. При наличии каких-либо механических примесей в гидра смазочных материалах работоспособность агрегатов топливной системы снижается. Наличие воды в гидра смазочных материалах негативно влияет на низкотемпературные свойства (снижение отметки температуры при которой происходит кристаллизация, утрачиваются свойства фильтров к очищению, а следовательно их поломки, рисунок 2, повышается степень риска возникновения коррозии)

Наличие воды в авиационных маслах способствует уменьшению способности защищать от трения движущиеся части и смазывать детали агрегатов, увеличивается воздействие масел на металл. Также существует вероятность образования пены при повышении интенсивности работы агрегатов и температуры при которой масло начинает терять свои протекционные качества.

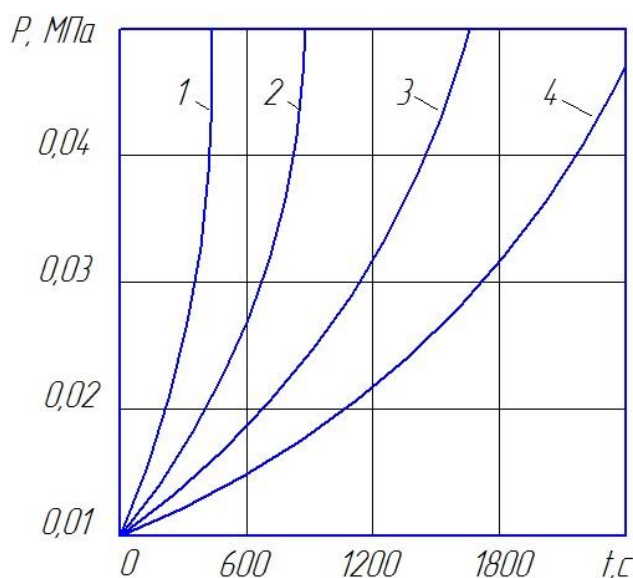


Рисунок 2 – Интенсивность забивки фильтров кристаллами льда с тонкостью фильтрации от 12 до 16 мкм при содержании воды в топливе (по массе): 1 – 0,0214%; 2 – 0,01%; 3 – 0,0056%; 4 – 0,0048%.

Была спроектирована заправочная горловина, рисунок 3.

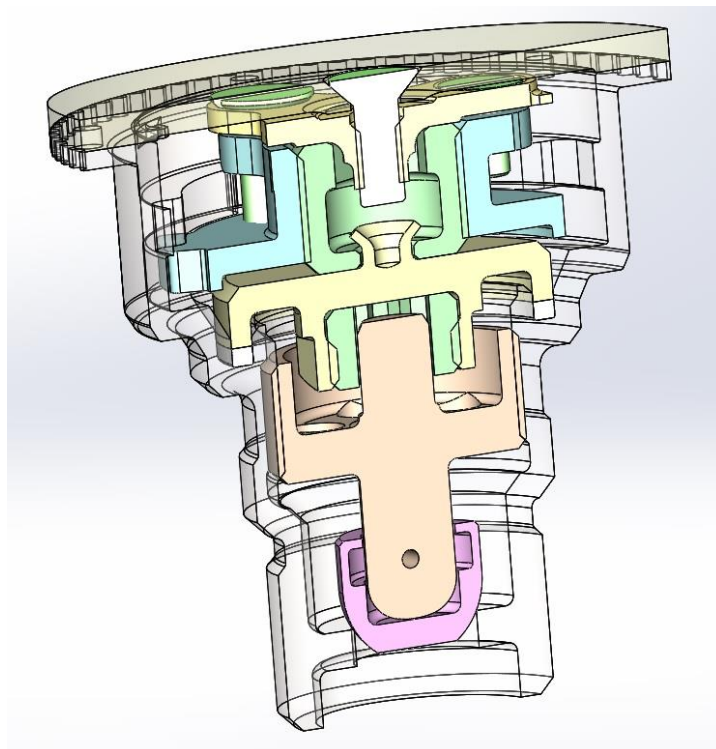


Рисунок 3 – Заправочная горловина

Провели расчёт продувки заправочной горловины и расчёт на прочность.

Такие горловины необходимы для заправки баков топливом, как в горизонтальном положении, так и в вертикальном. При проектировании заправочной горловины были произведены испытания 3D модели, рисунок 4.

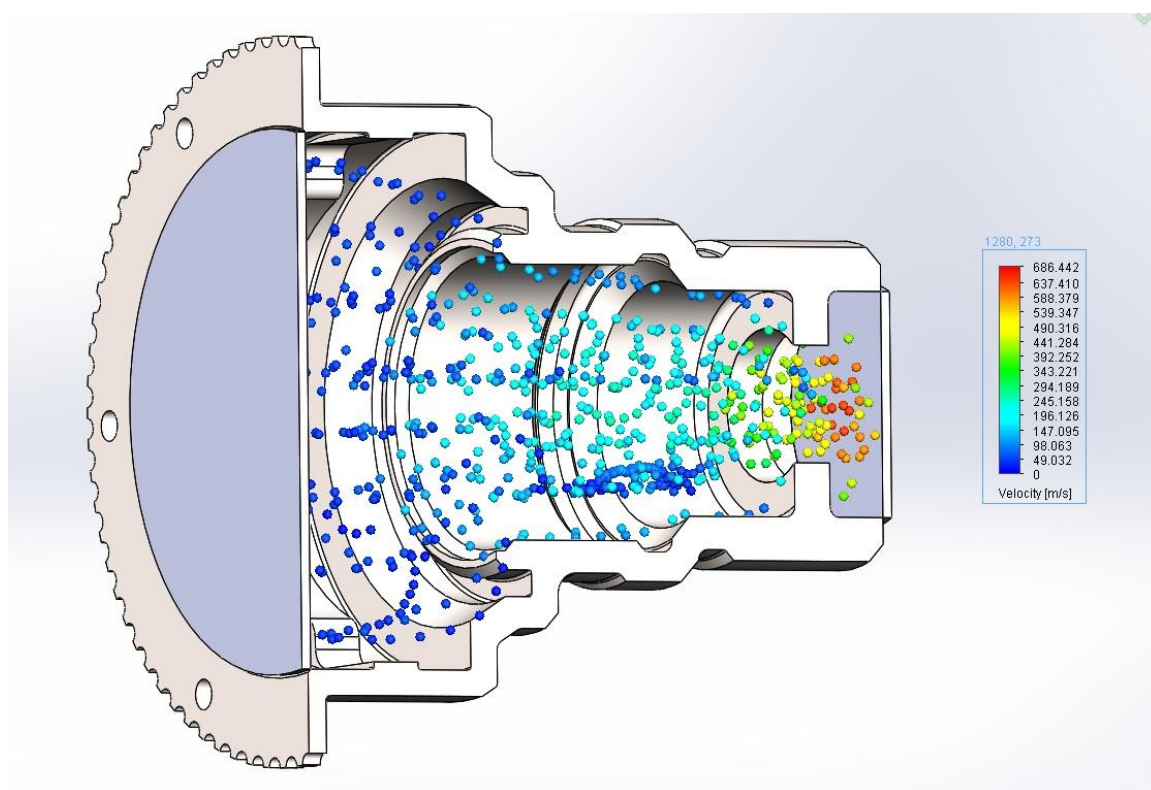


Рисунок 4 – Продувка заправочной горловины потоком жидкости

Испытания показали, что заправочная горловина при температуре $293,20\text{ K}$, способна выдерживать максимальное давление в $101 \cdot 10^3\text{ Pa}$ и максимальную скорость потока жидкости в $1688,33\text{ м/с}$.

Также проводились испытания на прочность заправочной горловины по трем критериям:

- Области запаса прочности не ниже 1, рисунок 5;
- Напряжение по Мизесу, рисунок 6;
- Области смещения, рисунок 7.

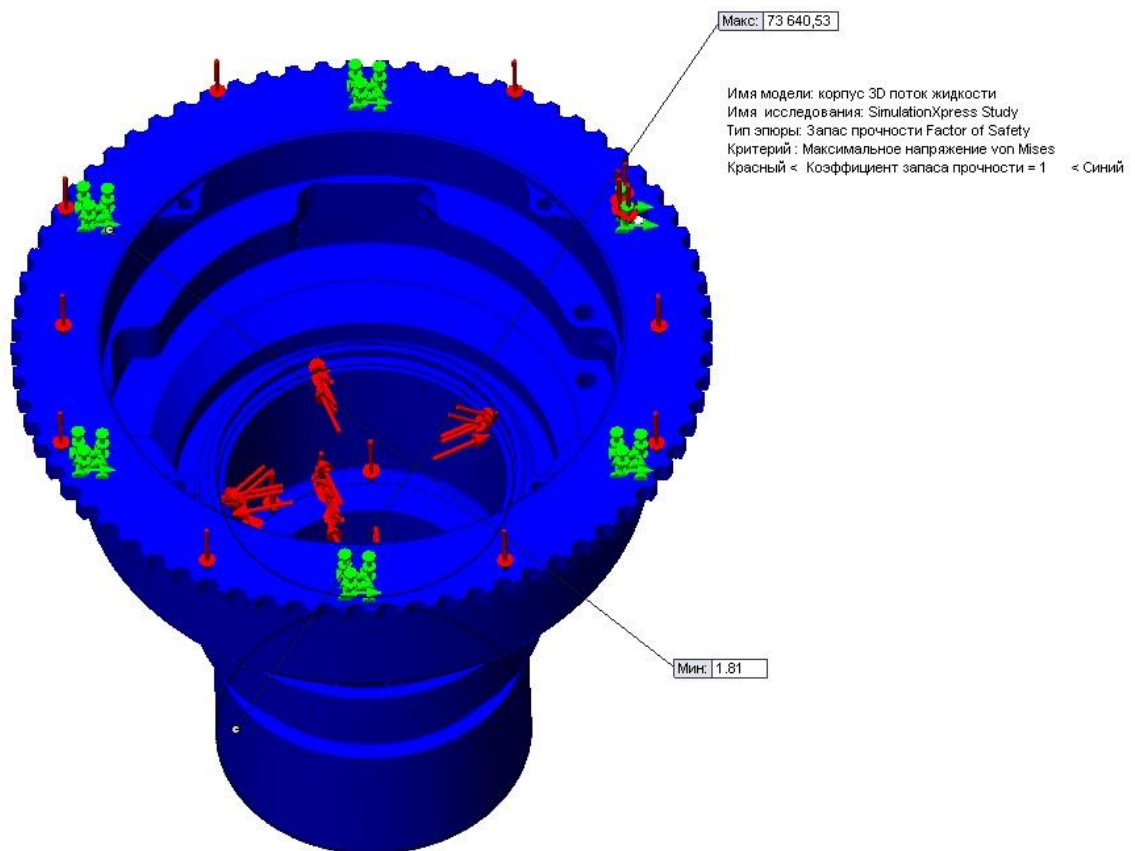


Рисунок 5 – Запас прочности не ниже 1

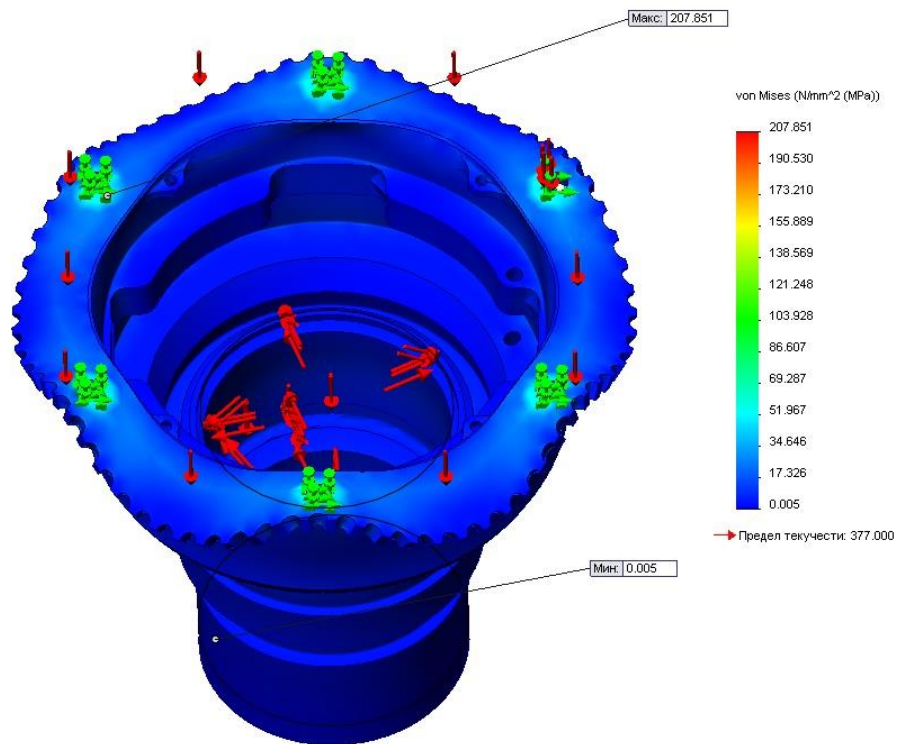


Рисунок 6 – Напряжение по Мизесу

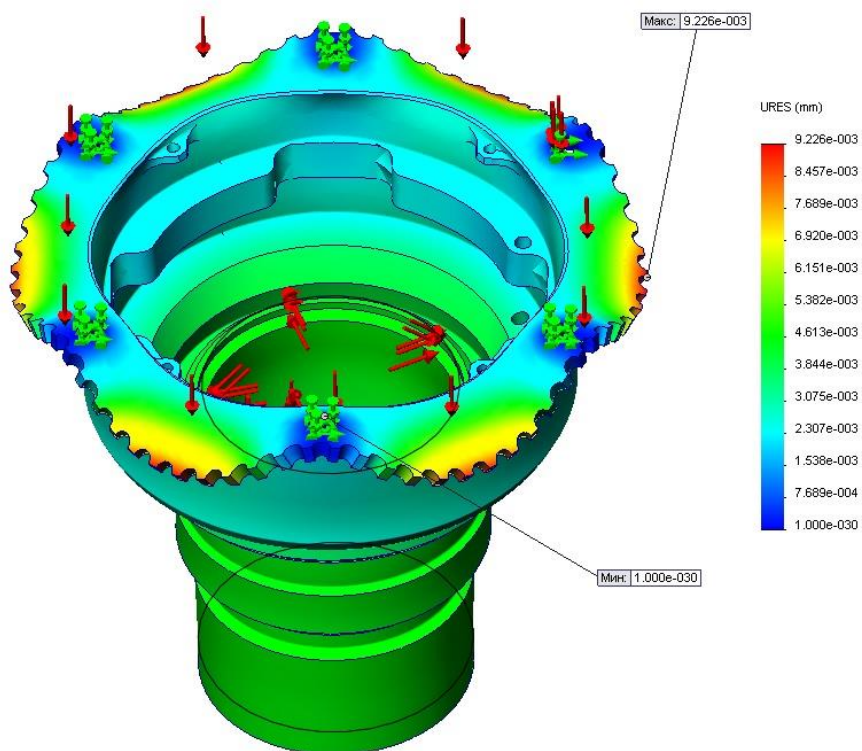


Рисунок 7 – Области смещения

Максимальное напряжение, которое может выдержать горловина по Мизесу составила 2,36.

Таким образом был спроектирован бак горючего, выполнены расчёты на прочность заправочной горловины по трём критериям, в процессе проведённого прочностного расчёта были рассчитаны показатели надёжности и получены предельные напряжения, которые способен выдержать горловина, не теряя своих прочностных качеств которая обеспечивает все заданные параметры работы и отвечает поставленным требованиям.

Список литературы

1. Александров, В. Н. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердых топливах / В. Н. Александров, В.М. Быцкевич. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. — 343с.— ISBN 5-94628-265-4.

2. Ракетная техника [Электронный ресурс]. / Осколочные и осколочно-фугасные боевые части. — Режим доступа: [http:// rbase.new-factoria.ru/pub/b_ch/oskol_bch.shtml](http://rbase.new-factoria.ru/pub/b_ch/oskol_bch.shtml) — 10.01.2010.

3. Новиков, В. Н. Основы устройства и конструирования летательных аппаратов / В. Н. Новиков, Б.М. Авхимович. — Москва: «Машиностроение», 1992. — 367с.— ISBN 5-844608-275-36.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Абдулкаев Э.Р., Осипов Е.В.

**Оренбургский государственный университет
Аэрокосмический институт, г. Оренбург**

Внедрение композиционных материалов в современной авиационной технике можно сравнить с переходом от деревянных к металлическим конструкциям в 20-х годах прошлого века. В нашей стране первый цельнометаллический самолёт АНТ-2 изобрел А.Н. Туполев в 1924 году.

Перспективное использование композиционных материалов, такой как графит, даёт широкие возможности, например, создавать конструкции с заданными физическими свойствами. Зная нагрузки, которые действуют на летательный аппарат, становится возможным спроектировать его таким образом, чтобы он был оптимизирован и не терял прочностные качества в местах повышенной напряженности. Становится возможным сэкономить не только на весе летательного аппарата, но и рассмотреть перспективные формы фюзеляжа, например эллипс или коробка (для транспортного самолёта).

Ведутся работы в области использования композиционных материалов в геодезических конструкциях, рисунок 1, которые состоят не из лонжеронов и стрингеров, а из углеродных нитей, переплетённых между собой. Подобные работы ведутся в центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ).

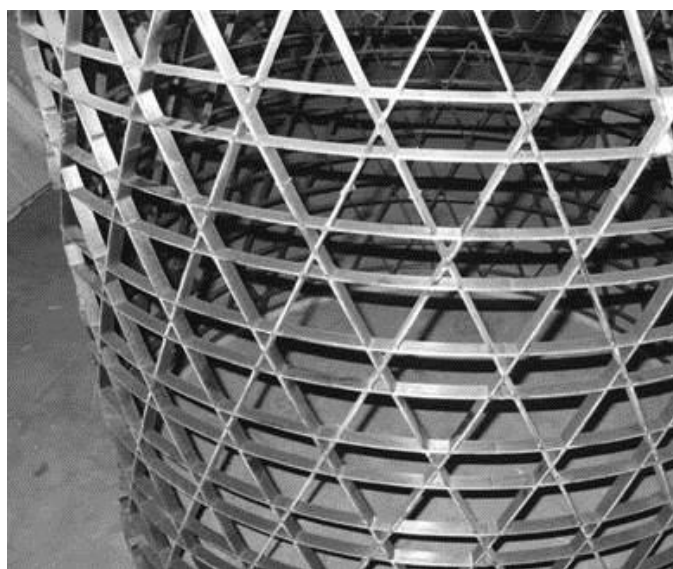


Рисунок 1 – Геодезическая сетчатая конструкция

Такая конструкция с применением углеродных волокон может использоваться и в самолётостроении и в ракетостроении, она позволяет снизить

вес корпуса летательного аппарата почти на 40 процентов. Конструкция является не однородной, что позволяет воспринимать и выдерживать опасные (сжимающие, крутящие и растягивающие) нагрузки в критических местах.

Использование такого метода изготовления корпуса летательного аппарата, позволит постепенно перейти к прокомпозитным конструкциям. Эти конструкции в отличие от «черного алюминия», когда детали просто заменялись с алюминиевых на композиционные, дают возможность для полной реализации композиционных материалов.

Испытания осуществляются на специальных стендах, рисунок 2.

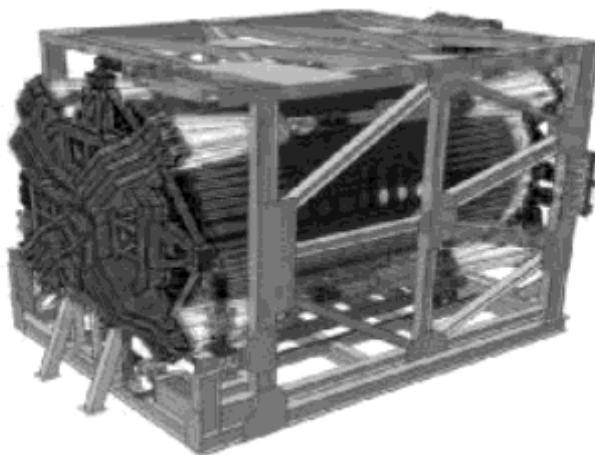


Рисунок 2 – Универсальный стенд для исследования прочности отсеков фюзеляжа

1 Электронно-лучевые покрытия

В процессе создания и дальнейшего усовершенствования агрегатов двигателя летательных аппаратов, а в частности лопаток турбин, была поставлена задача создать материал или покрытие, способное выдержать высокие температуры (от 250 до 1500°C) при эксплуатации. Было разработано многокомпонентное конденсированное электронно-лучевое покрытие Me-Cr-Al-Y, отвечающее всем требованиям эксплуатации. Наносились такие покрытия в специально камере высокого давления, рисунок 3.



Рисунок 3 – Вакуумная камера для электронно-лучевого покрытия

Такое оборудование, как МАП-3 позволяет ускорять ионы внутри камеры, что способствует внедрению в обрабатываемую поверхность ионов нейтральных и реактивных газов, рисунок 4.

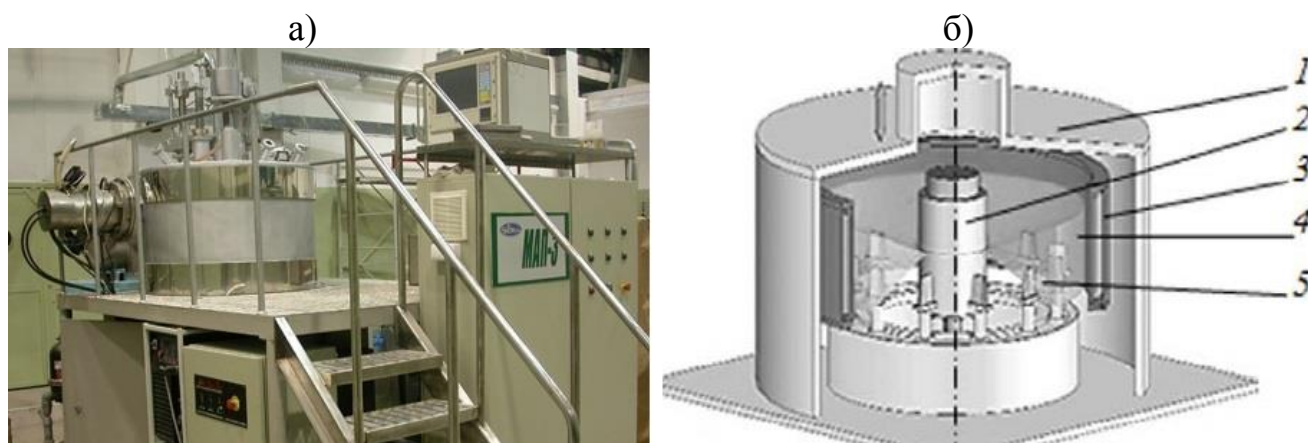


Рисунок 4 – а) Ионно-плазменная установка МАП-3; б) Схема ионно-плазменной установки: 1 – вакуумная камера; 2 – катод; 3 – анод с магнитной катушкой; 4 – плазма испаряющегося материала; 5 – обрабатываемый материал.

Насыщение ионами материала позволяет улучшить характеристики наносимых на изделия покрытий. Нанесение происходит в несколько слоёв из-

за непрерывного испарения металла катода. Он состоит из Cr, Ti или Al. Толщина полученного покрытия составляет от 12 до 90 нм.

Были разработаны электронно-лучевое покрытие типа Ni-Cr-Al-Y. Такие покрытия были наиболее подходящими для нанесения на материал в серийном производстве. Сравнительные испытания показали, что покрытие типа Ni-Cr-Al-Y во многом превосходит покрытие типа Me-Cr-Al-Y.

Толщина покрытия Ni-Cr-Al-Y составляет от 3 до 5 мкм, она лучше защищает материал от газовой коррозии, также уменьшает возможность образования на поверхности лопаток трещин и дефектов вследствие термической усталости материала. Увеличился и срок эксплуатации двигателя более чем в два раза, срок эксплуатации лопаток в четыре раза, а рабочая температура лопаток в газотурбине составила от 1100 до 1150°C.

2 Безуглеродистые жаропрочные никелевые сплавы

Для газотурбинных двигателей пятого поколения были выбраны безуглеродистые жаропрочные никелевые сплавы с монокристаллическим строением лопаток. Материалы из никелевых сплавов разделяются на стареющие, отличительной особенностью которых является высокая жаропрочность и гомогенные (Ni-Cr, Ni-Cr-Fe), имеющие высокую жаростойкость.

Такие сплавы сочетают в себе высокое электрическое сопротивление (от 1,2 до 1,5 Ом·мм²/м), температура при которой плавится сплав составляет от 2000 до 2100 °С.

Лопатки имеют вид «ажурных» конструкций, внутренняя полость которых имеет сложную систему включающую перфорационные отверстия диаметром от 0,3 до 1,1 мм, благодаря чему обеспечивается внутреннее струйное и внешнее пленочное охлаждение. Толщина стенки лопатки составляет от 1 до 1,6 мм.

Из-за большой диффузионной подвижности на стыке защитного покрытия и основного материала происходит снижение прочностных характеристик и стабильности наносимого жаростойкого покрытия. Для предотвращения этого процесса и снижения воздействия вторичной реакционной зоны вглубь материала лопатки подвергаются вакуумному отжигу. Также их насыщают хромом и алюминием, рисунок 5.

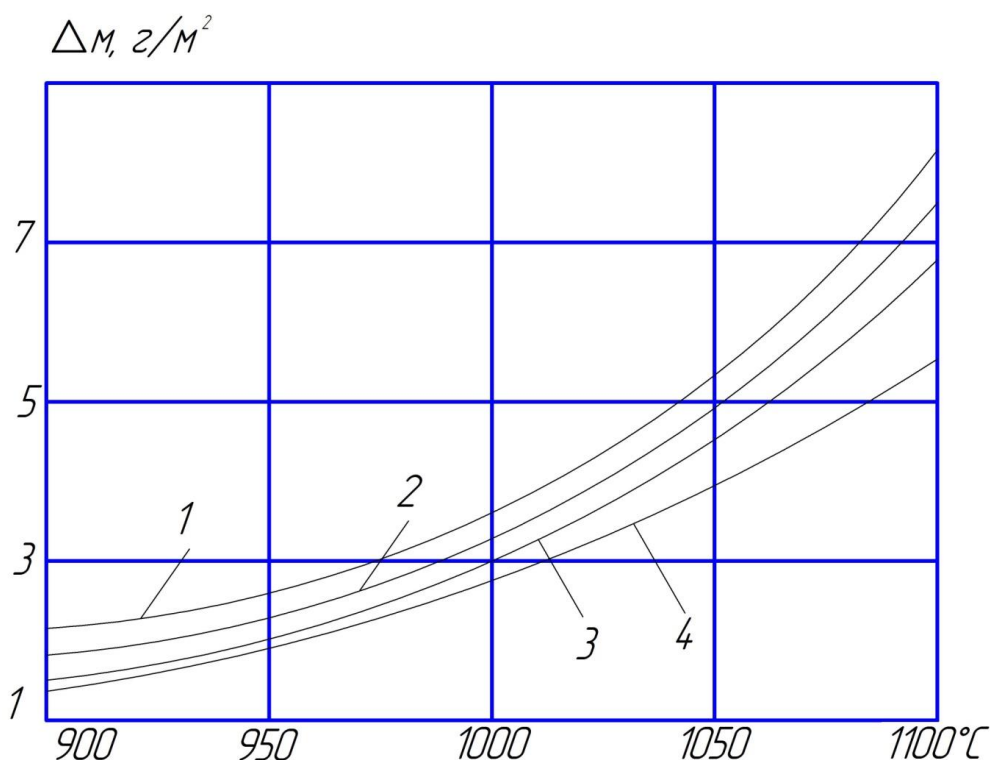


Рисунок 5 – Температурная зависимость удельного привеса Δm при термодиффузионном насыщении углеродом сплавов: 1 – ЖС 40; 2 – ЖС 45; 3 – ВЖМ 3; 4 – ВЖМ 4.

По графику видно, что насыщение углеродом при температуре от 950 до 1050 происходит от 0,4 до 2 г/(м²·ч). Также, график показывает, что для более глубокого насыщения до 35 мкм, необходим удельный привес углерода от 4 до 8 г/м².

3 Керамические покрытия

Керамические покрытия широко используются в промышленности. Наличие такого слоя позволяет значительно снизить температуру на лопатках турбин приблизительно на 100°C, с толщиной керамического слоя около 140 мкм. Таким образом, повышается ресурс работы двигателя, также нанесение керамического слоя позволяет увеличить рабочую температуру лопаток, а значит и удельные характеристики двигателя.

Минусом керамических покрытий является быстрое когезионное разрушение при слишком высоких температурах эксплуатации. Его ресурс ограничивается условиями роста и временем нанесения оксидной плёнки на материал лопатки. При уменьшении оксидной плёнки до критических размеров происходит скалывание нанесённого материала, в данном случае керамического слоя, рисунок 6. Для увеличения срока работы лопаток а также

керамического слоя необходимо уменьшение массы лопаток и увеличение наносимого покрытия, которое возможно только путём уменьшения теплопроводности керамического материала, от 1,1 до 1,6 Вт/(м·К).

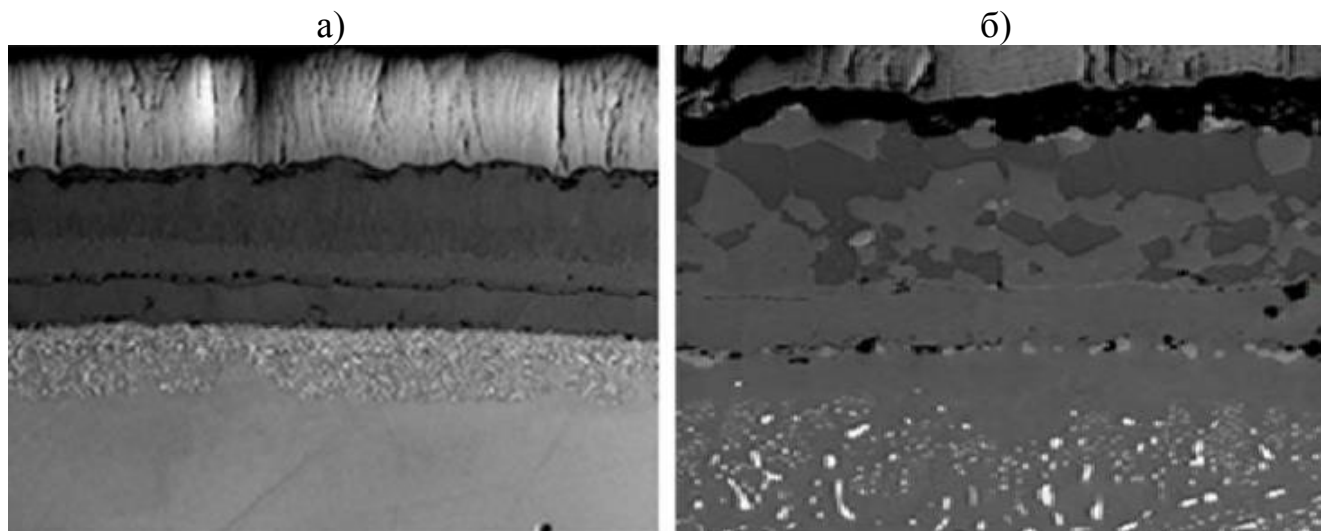


Рисунок 6 – а) Керамическое покрытие до испытаний; б) Керамическое покрытие после испытаний при температуре 1050°С.

Рассматриваются материалы для уменьшения теплопроводности такие как Gd, Ce, Nd, с теплопроводностью до 1,8 Вт/(м·К) и температуру при которой сохраняются заданные характеристики материала около 2400°С.

В отличие от электронно-лучевого покрытия, здесь для того, чтобы получить керамику с низкой теплопроводностью применяют магнетронное распыление, что даёт уменьшение массы, размеров аппаратуры в 4 раза и потребление энергии до 15 раз.

Список литературы

1. Харрисон Дж.Д., Ходгсон Д.Е. Использование сплавов системы Ti-Ni в механических и электрических соединениях // Эффект памяти формы в сплавах / Под ред. В.А. Займовского. – М.: Металлургия, 1979. – С. 429-434.
2. Вольченко Д.А. Сплавы с памятью формы // Автомобильная промышленность. – 1991. – №8. – С. 30-31.
3. Peel C.J. Advances in materials for aerospace // The Aeronautical Journal. – 1996. – Vol. 100. – pp. 487-503.
4. Noor A.K. et al. Frontiers of the material world // Aerospace America. – 1998. – Vol. 36, No. 4. – pp. 24-31
5. Мубояджян С.А. Особенности осаждения из двухфазного потока многокомпонентной плазмы вакуумно-дугового разряда, содержащего микрокапли испаряемого материала // Металлы. 2008. №2. С. 21-35.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. МАТЕРИАЛЫ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

Абдулкаев Э.Р., Осипов Е.В.
Оренбургский государственный университет
Аэрокосмический институт, г. Оренбург

1 Коррозионно-эрозионностойкие покрытия

При разработке новых покрытий для газотурбинных двигателей, а в частности для лопаток, которые изготавливаются из стали или титана были созданы коррозионно-эрозионностойкие покрытия. Также создавались композитные покрытия, в основе которых на верхней части внедрялись слои из нитридов (TiN, ZrN), нижней части чистого металла и карбида металла (Ti). Такие покрытия имели толщину от 19 до 22 мкм.

Для увеличения коррозионно-эрозионной стойкости покрытия применили осаждение материала путём ассистирования, что позволило в несколько раз повысить характеристики материала, а для нанослойных материалов этот метод позволил повысить коррозионно-эрозионную стойкость более чем в 10 раз. Большой стойкостью обладают покрытия с толщиной нанослоёв 60-90 нм. Также возможно применение и слоистых покрытий, таблица 1.

Таблица 1 – Коррозионно-эрозионная стойкость и жаростойкость материалов из стали и титанового сплава с покрытием.

Металл + покрытие	Толщина покрытия, мкм	Относительный коррозионный износ	Коррозионная стойкость, (мг/см ²)	Жаростойкость (100 часов), (мг/см ²)	Микротвёрдость, МПа
Многослойные покрытия					
ЭП790+TiC+Cr	23	16,4	0,3	0,015	22990
С	25	6,5	0,32	0,015	22900
ЭП790+ВЖЛ+1+Cr	-	1	3,5	0,7	-
Без покрытия					
ВТ7М+ZrN	17	16,1	0,3	0,153	22900
Без покрытия	-	1	0,6	0,130	-
ЭП766+(NiCrTiAl)+CrC	22	49	1,70	0,151	-
Без покрытия	-	1	4,3	0,307	-
Нанослойные покрытия					
ЭП766+TiN	17	0,1	1,60	0,21	23450
Без покрытия	-	1	0,06	0,27	-

Для сплавов из титана по результатам анализа видно, что наиболее подходящим коррозионно-эрозионным нанослоем является покрытие TiN, для стали NiCrTiAl.

2 Жаростойкие покрытия на основе перспективных титановых сплавов

При использовании титановых сплавов в температурных условиях выше 700°C существует большая вероятность насыщения сплава кислородом. Для предотвращения этого процесса были разработаны жаростойкие покрытия, которые содержат особый барьерный слой, не допускающий химического взаимодействия самого титана от внешнего жаростойкого покрытия. Барьерный слой представляет собой оксид титана или карбид, а в качестве жаростойкого слоя был выбран сплав СДП-1, рисунок 7.



Рисунок 7 – Лопатки компрессора высокого давления из титана.

В результате испытаний было выявлено, что наиболее подходящим покрытием для протекции сплава от насыщения кислородом является

TiO+СДП-1. Такое покрытие имеет наиболее высокую термическую устойчивость и предотвращает испарение с поверхности сплава легирующих элементов.

По специальной методике были испытаны образцы из титанового сплава BT41 на коррозионную стойкость, а также на жаростойкость, таблица 2.

Таблица 2 – Коррозионная стойкость и жаростойкость материалов из титанового сплава ВТ41

Покрытие	Удельная масса, мг/см ²	
	Жаростойкость при 600°С	Коррозионная стойкость при 600°С
Без покрытия	0,500	1,220
TiC	1,880	10,09
TiO	1,280	-0,04
СДП-1	0,070	0,140
TiC+СДП-1	0,072	0,063
TiO+СДП-1	0,041	0,049

С целью найти изменения в структуре материала были проведены лабораторные анализы состава сплавов до и после испытаний. Было выявлено, что наибольшую термическую стабильность показало покрытие TiO+СДП-1, так как барьерный промежуток между основным слоем и верхним обеспечивает уменьшение явления диффузии, что приводит к снижению проницательной способности кислорода.

3 Материалы с эффектом памяти формы

За последние пятнадцать лет широкое распространение в науке и машиностроении получили интеллектуальные материалы и материалы с памятью формы. Отличительной чертой от других видов материалов является наличие в них специальных датчиков или устройств, которые реагируют на различные изменения внешней среды или непосредственное воздействие на материал. В результате структура материал способна самостоятельно перестраиваться и изменять геометрические параметры.

При температуре фазового превращения, материалам с памятью формы, например никелид титана, придают нужные геометрические параметры, затем геометрию материала могут изменить, а при повторном нагревании он заново приобретёт те параметры, которые были заложены.

Конструкции из таких материалов широко используются в космической технике, авиации, ракетостроении, благодаря этому улучшаются характеристики летательных аппаратов, уменьшается уровень вибраций и шума, а также становится возможным в режиме реального времени отслеживать состояние материала. Из таких материалов создают различные силовые приводы для манипуляторов, прессов статического нагружения, домкратов, саморазворачивающихся антенн для преобразования солнечной энергии, соединения трубопроводов.

Однако есть и минусы, которые не позволяют использовать такие сплавы повсеместно. Существуют трудности в управлении и контроле фазовых превращений, соблюдения точных заданных форм, невозможно точно предсказать, как поведёт себя материал, также усталость и неспособность в больших количествах перестроений сохранять точную геометрию.

Благодаря термоупругим бездиффузионным изменениям стало возможно получать материалы с памятью формы, рисунок 8. Интерес такие материалы представляют ещё и потому что, после пластической деформации, которые испытывает материал при прикладывании нагрузки, способны восстанавливаться, сохраняя прочностные качества.

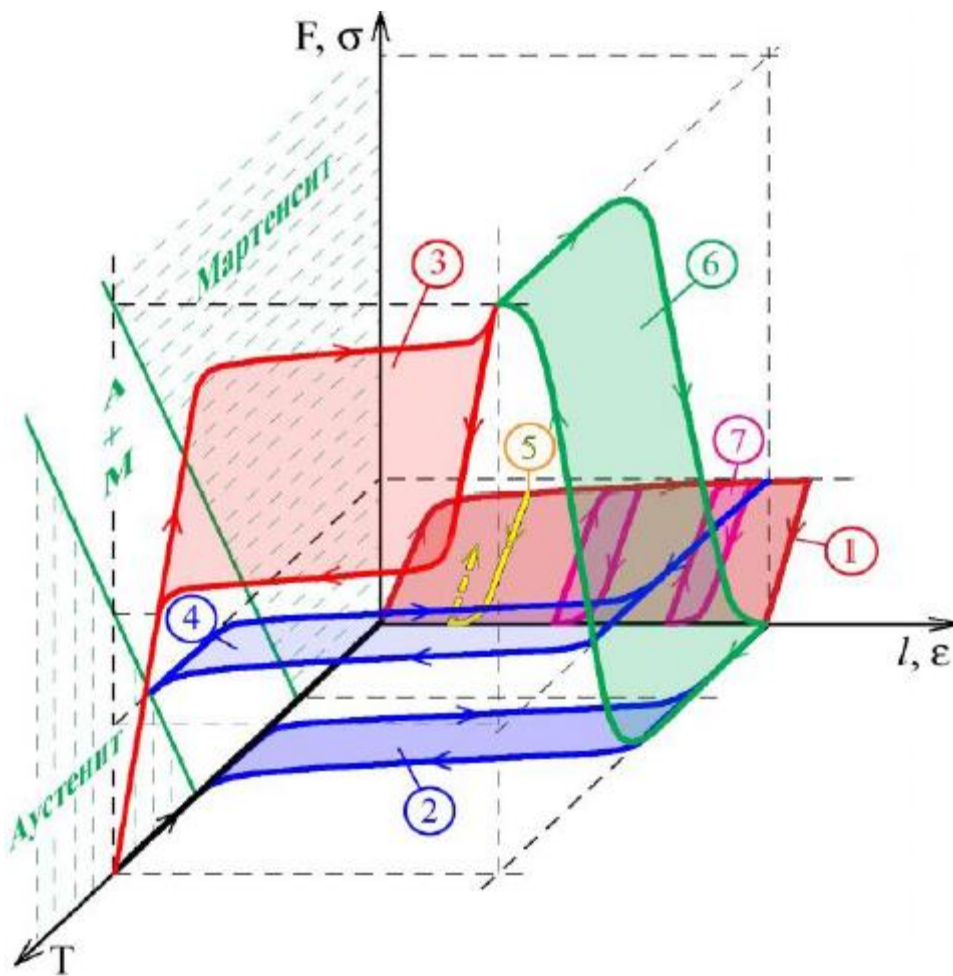


Рисунок 8 – Эффекты памяти формы при мартенситном превращении:

1 – однократный эффект памяти формы; 2 – многократнообратимый эффект памяти формы; 3 – псевдоупругость; 4 – псевдотермичность; 5 – резиноподобный эффект; 6 – создание и затухание реактивных напряжений; 7 – тренировка сплава.

Интересной особенностью материалов с памятью формы является способность сохранять соседство атомов при больших деформациях от 10 до

20 процентов кристаллической решётки, рисунок 9. Такое явление получило название неупругая деформация.

Температурная фаза, при которой материалу задаются геометрические параметры образуется тонкими, определённо ориентированными в плоскости плоскопараллельными пластинками.

Свойства		стали с ЭПФ	Ti-Ni	Cu-Zn-Al	
Физические	Температура плавления, °C		1300	950-1020	
	Плотность, г/см ³		6,5	7,8-8,0	
	Теплопроводность 20°C		8,6(M);18(A)	84 - 120(A)	
	Коэффициент температур. расширения		6,6(M);11(A)	17(A)16-18(M)	
	Коррозионная стойкость	высокая	высокая	удовл. (Al, бр.)	
	Биосовместимость	хорошая	высокая	низкая	
Механические	Предел прочности, МПа	до 1600	800-1100	400-800	
	Удлинение при разрыве, %	30	15,5-20 (A) 40-50 (M)	10-15 (M)	
	Предел текучести, МПа	до 1100	50-300 (M) 100-800 (A)	150-300 (M) 150-350 (A)	
	Модуль Юнга, ГПа	200	28 (M) 75-80 (A)	70 (M) 70-100 (A)	
	Усталостная прочность, МПа (N=10 ⁶)		350	270	
	Размер зерна, мкм		20-100	50-150	
	Мехобработка	хорошая	удовлетв.	плохая	
	Функциональные	ТИМП, °C		-100 ÷ +200	-200 ÷ +120
Гистерезис, °C			20-30	5-20	
Обратимая деформация 1-го ЭПФ, %		3	8	5	
N<100			6	1	
N<10000			2	0,8	
N<1000000			0,5	0,5	
многократного ЭПФ, %			4-5	2-4	
Демпфирование, % SDC		-	15-20	30-85	
Псевдоупругая деформация, %		монокристалла		10	10
		поликристалла		4-10	2
Макс. реактивные напряжения, МПа		600-900	500-700		
Производительность, Дж/г		1-4	1		
Себестоимость	низкая	высокая	средняя		

Рисунок 9 – Характеристики сплава Ti-Ni и других материалов с памятью формы

Эффект обратимой памяти формы представляет большой интерес, так как позволяет многократно обратить деформацию используя температуру и не применяя каких-либо внешних воздействий.

Список литературы

1. Харрисон Дж.Д., Ходгсон Д.Е. Использование сплавов системы Ti-Ni в механических и электрических соединениях // Эффект памяти формы в сплавах / Под ред. В.А. Займовского. – М.: Металлургия, 1979. – С. 429-434.
2. Вольченко Д.А. Сплавы с памятью формы // Автомобильная промышленность. – 1991. – №8. – С. 30-31.
3. Peel C.J. Advances in materials for aerospace // The Aeronautical Journal. – 1996. – Vol. 100. – pp. 487-503.
4. Noor A.K. et al. Frontiers of the material world // Aerospace America. – 1998. – Vol. 36, No. 4. – pp. 24-31
- 5 Мубояджян С.А. Особенности осаждения из двухфазного потока многокомпонентной плазмы вакуумно-дугового разряда, содержащего микрокапли испаряемого материала //Металлы. 2008. №2. С. 21-35.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ОСАЖДЕНИЕМ АМОРФНЫХ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Атамашкин А.С., Юршева Н.В., Юршев В.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из эффективных способов повышения износостойкости инструмента является нанесение защитных износостойких покрытий с заданными функциональными свойствами, таких как, пиролитические хромовые покрытия (ПХП) осаждаемые CVD-способом (англ. Chemical Vapor Deposition - CVD).[1]

Схема процесса следующая: металлоорганическое соединение (МОС) нагревают до температуры испарения и в виде парогазовой смеси, доставляют к поверхности покрываемого изделия, нагретой до температуры, при которой может происходить пиролиз паров.

Условия осаждения ПХП находятся в широком диапазоне температуры и давления в зависимости от требуемых свойств. Процесс нанесения покрытия может осуществляться в условиях вакуума, инертных газах, при атмосферном давлении, а также в условиях плазмы тлеющего разряда. Чаще всего процесс осаждения покрытия осуществляют при удалении газообразных продуктов распада.

ПХП могут «залечивать» микронеровности поверхности вследствие этого покрытия высота неровностей уменьшается. С увеличением толщины осаждаемого слоя сглаживание профиля увеличивается пропорционально толщине покрытия (рисунок 1). [2]

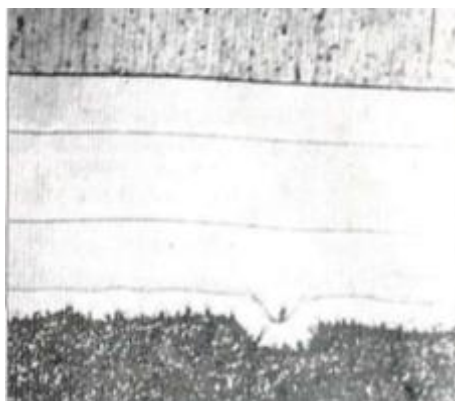
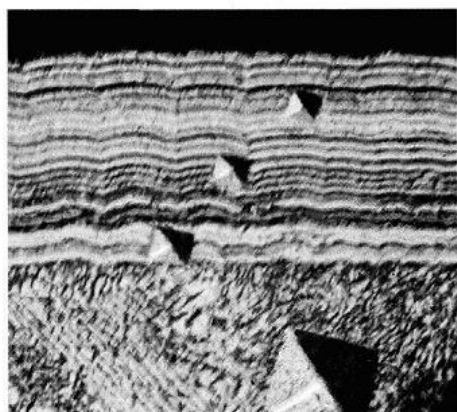


Рисунок 1 – Микроструктура ПХП с эффектом «залечивания» микродефектов поверхности (x1000)

Одним из главных достоинств покрытий, характеризующих их износостойкость, является микротвёрдость (рисунок 2) [3]. Износостойкость ПХП находится в прямо пропорциональной зависимости от микротвёрдости и превышает износостойкость таких материалов как: закалённые стали, гальванический хром и т.д.



×625 (× 1,7)

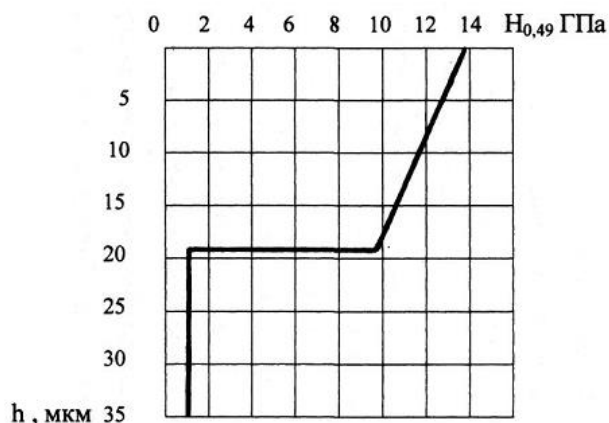


Рисунок 2 – Распределение микротвердости по глубине слоя покрытия

С целью повышения твердости ПХП, рекомендуется проводить отжиг, в условиях вакуума, при этом твёрдость покрытия увеличится в результате образования карбидов хрома (Cr_7C_3 , Cr_2C_3 , $Cr_{23}C_6$).

Отличительной особенностью ПХП является горизонтально-слоистая структура (рисунок 3), представляющая собой чередование тёмных и светлых слоёв. Образование слоистой структуры зависит от множества факторов: давление, температура, скорость откачки продуктов распада из реактора.

По одной из существующих теорий горизонтально-слоистая структура покрытия объясняется следующим механизмом образования покрытия. Осаждение покрытия сопровождается выделением продуктов распада, давление паров которых превышает давление паров исходного МОС. В результате изменяется концентрация МОС вблизи подложки, на поверхность подложки десорбируются углеводороды. Скорость осаждения при этом уменьшается и повышается содержание углерода в покрытии. Это сопровождается уменьшением концентрации выделяемых продуктов распада и приводит к повышению концентрации МОС на поверхности подложки и повторению представленного механизма [2].

ПХП обладают высокой стойкостью к агрессивным средам. В отличие от чистого хрома, хорошо растворяемого в разбавленной серной, соляной и хлорной кислотах, пиролитический хром с этими веществами не взаимодействует. Это объясняется составом покрытия, а именно, наличием в покрытии карбидов хрома, аморфного углерода, обладающих высокой коррозионной стойкостью к агрессивным средам.

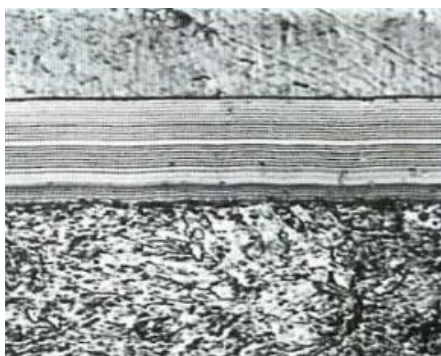


Рисунок – 3 Структура ПХП (x 1000)

Представленные покрытия, обладают высокими механическими свойствами, что даёт возможность применять их в качестве защитных покрытий на деталях машин и различного рода инструмента.

Список литературы

1 Юршев В. И. Обзор технологий и варианты конструкций оборудования для осаждения пиролитических карбидохромовых покрытий для упрочнения инструмента / В. И. Юршев, И. В. Юршев, Р. И. Мукатдаров // Издательство Курганского гос. ун-та. - Курган – 2012. – С.106-109.

2 Юршев В. И. Разработка технологии осаждения пиролитических хромовых покрытий и оборудования при импульсном воздействии тлеющего разряда: дис. ... канд. тех. наук. М., 1991. 205 с.

3 Репях В. С. Разработка технологии нанесения пиролитических хромовых покрытий при атмосферном давлении: дис. ... канд. тех. наук. Оренбург: ОГУ, 2005. 143 с.

ВАЖНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ МАРШРУТЕ

Ахмедьянова Г.Ф., Пищухин А.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На вопрос: что является диалектической противоположностью технологии, не всякий преподаватель быстро найдет ответ. На самом деле ответ прост – противоположностью является творчество. В соответствии с законом единства и борьбы противоположностей они едины как способы получения результата, они же и противоположны по методам его получения. Если при технологическом подходе обучающийся получает знания в результате выполнения четкого перечня действий при заданных режимах и результат получается гарантированно в заданном количестве и заданного качества, то при творчестве знания обучающимся приобретаются в процессе акта творения, то есть на вдохновении, озарении, зачастую неповторимо и в большей степени он обучается сам [1,2].

Следующий вопрос, который возникает при таком двухаспектном подходе к образовательному процессу: что первично, а что вторично. По мнению Богоявленской творческий процесс не начнется, пока объем знаний не достигнет некоторой критической массы. Этот тезис требует, чтобы технология шла впереди творчества и сегодня образовательный процесс формируется именно по такому принципу. Основная масса курсовых работ, как самого яркого представителя творчества выполняется обучающимся на старших курсах.

Однако вся история развития человечества говорит, что должно быть наоборот. Например, человек, сначала может даже случайно, мял глину, уронил ее в костер и получил крепкий керамический предмет полезный для складирования продуктов. В следующий раз он вылепил предмет уже больше похожий на чашу, затем настолько отработал приемы ее изготовления, что по мере отработки и научения творчество плавно перешло в технологию. Такой же процесс происходит и сегодня применительно к новым изделиям и материалам, когда в процессе научного поиска рождаются новые технологии.

Применительно к образовательному процессу в инженерном образовании, когда обучающийся приходит в вуз для него все новое, поэтому целесообразно начинать его обучать с большой долей творческих заданий. Затем, по мере выработки технологических навыков обучения (в совокупности понимаемых как умение учиться) можно начинать процесс передачи профессиональных знаний [3-5]. В то время как на старших курсах выполнение курсовых может быть жестко регламентировано, с минимизацией творческих усилий обучающегося. Обосновать такую методику построения образовательного маршрута можно с помощью моделирования [6].

Поскольку на младших курсах изучаются дисциплины гуманитарного и естественнонаучного циклов, творческая составляющая образовательного

процесса ложится в большой степени на преподавателей этих циклов. Примером творческих заданий в начальный период обучения являются:

- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);
- написание реферата (Р);
- написание эссе (Э);
- самостоятельное изучение разделов;
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий).

Поскольку закон единства и противоположности гласит, что творчество и технология неразделимы, то есть невозможно достойно творить, не имея простейших технологических навыков, так же как технология особенно в нештатных режимах требует творческого подхода. Поэтому с самого начала обучающиеся должны применять единую структуру любой работы, служащую технологическим аспектом. Эта структура должна включать: актуальность исследуемой темы, исходное состояние и его критика, цель исследования, задачи, решением которых достигается цель и заключение. В заключении обучающийся должен кратко представить полученные результаты, а так же наметить направления дальнейших исследований.

В вопросе актуальности необходимо доказать, что заявленная тематика интересна и плодотворна именно в настоящее время, а не в эпоху каменного топора. Можно так же рассмотреть генезис рассматриваемой тематики.

Исходное состояние включает обзор существующего состояния тематики желательно с упоминанием ученых, которые занимались ею и в каких аспектах, и критику узких мест. Причем критика должна быть конструктивной и как вектор направлять текущее исследование, то есть из критики должна вытекать цель исследования, достижение которой позволяет снять эту критику и выявленные противоречия.

Цель должна достигаться решением соответствующих задач, каждая из которых является одним из шагов, совершаемых в направлении достижения поставленной цели. Решение задач должно заканчиваться каким-либо результатом, тем самым поддерживая принцип «виноградной грозди», где от единой ветви, представленной актуальностью тематики и целью, отходят ответвления, связанные с постановкой и решением задач и подзадач разного уровня, а на концах этих ответвлений должны находиться полученные в результате решения задач выводы в точности, как виноградины на веточках. Такая работа будет хорошо структурированной и логически построенной, соответственно и в голове обучающегося будет царствовать порядок.

Выполнение творческой работы важно потому, что обучающийся занимается ею в большой степени самостоятельно. Это позволяет ему раскрыться, снять психологические барьеры, кроме того, организовывает его и мотивирует.

У обучающегося могут возникнуть трудности в отношении правильно построенной критики исходного состояния, поскольку работа может быть

первым знакомством с тематикой. В этом случае он может написать вопросы, которые возникли именно у него, например, почему какой-либо метод в выбранной тематике применяется чаще, либо имеет преимущества? С другой стороны, он может выбрать уже известную проблему и проследить, как она решается.

Кроме того, поставленная задача может оказаться не по плечу обучающемуся, этого не надо бояться, поскольку даже правильная, грамотная постановка задачи может стать результатом. В этом случае необходимо вмешательство преподавателя и обучающийся должен это почувствовать. Совместная творческая работа может быть гораздо более эффективной.

Конечно, тематика творческих заданий является, в свою очередь, творческим испытанием преподавателя. Она не должна слишком сильно отвлекать от материала дисциплины, а лишь способствовать более глубокому его усвоению. Она должна так же включать научную составляющую, для выработки навыков научного исследования. Обучающийся должен провести, хотя бы небольшой, обзор научно-технической и патентной литературы, познакомиться с электронным залом диссертаций. В таком случае творчество станет одним из основных факторов повышения компетентности инженеров [7].

Таким образом, важность инженерного творчества в формировании образовательного маршрута обучающегося максимально активизирует его саморазвитие, раскрывает его творческий потенциал, мотивирует его к дальнейшей работе.

Список литературы:

1. Маврин, Б.М. *Влияние научно-технического творчества на качество подготовки специалистов.* Маврин Б.М., Михелькевич В.Н. // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2008. № 2. С. 107-112.

2. 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.

3. Хайруллина, Э.Р. *Принципы педагогической концепции проектно-творческой деятельности студентов задача - развитие конкурентоспособности будущих технологов.* /Хайруллина Э.Р.// Высшее образование сегодня. 2007. № 9. С. 66-68.

4. Ахмедьянова, Г.Ф. *Креативно-технологический образовательный маршрут развития инженерной компетентности будущих бакалавров.* /Г.Ф Ахмедьянова// Фундаментальные исследования. 2014. № 12 -7. С. 1522 -1526.

5. Михелькевич, В.Н. *Информационно-дидактический инструментальный формирования у студентов творческого мышления и профессиональных научно-исследовательских компетенций.* /Михелькевич В.Н., Костылева И.Б.//

Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2009. № 2. С. 75-81.

6. *Ахмедьянова, Г.Ф. Агент-ориентированный подход к моделированию процесса обучения./Г.Ф. Ахмедьянова, О.С. Ерошенко, А.М. Пицухин//Фундаментальные исследования. 2013. № 11-3. С. 521-524. Пицухин, А.М.*

7. *Development of creativity as factor of increase of competitiveness of the designer./Koroleva L.Y., Khairullina E.R., Khisamieva L.G.//European Journal of Lipid Science and Technology. 2014. С. 56.*

ПОСТАНОВКА РЕАЛЬНОЙ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКИ НА КОМПЛЕКСНОМ ТРЕНАЖЕРЕ САМОЛЕТА

Бакиев Н.З.

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

Авиация Российской Федерации находится на переломном этапе своего развития, когда при решении вопросов безопасности полетов необходимо учитывать стремительный рост объемов перевозок, массовое обновление парка воздушных судов и смену поколения авиационных специалистов.

В настоящее время в связи с резким усложнением авиационной техники огромное внимание уделяется обучению и переучиванию летчиков. Добиться качественной подготовки авиаспециалистов можно при помощи использования в процессе обучения передовых технологий и знаний, но, не забывая лучших традиций «старой» школы.

Создание и расширение областей применения авиационных тренажеров в последние годы приобретает все большую актуальность в связи с увеличением стоимости жизненного цикла воздушных судов и их обслуживания. Введение в эксплуатацию тренажеров приводит не только к снижению расходов, износа техники, но и к повышению безопасности полетов.

Комплексный тренажер самолета КТС – 32, предназначен для наземной тренировки и обучения членов экипажа в решении следующих задач:

- запуска и опробования двигателей на земле как от наземных, так и бортовых источников запуска;
- предполетной проверке работы бортовой аппаратуры и систем;
- взлета и посадки с визуальной ориентировкой;
- набора высоты и пилотирования по приборам;
- выполнения полета по маршруту с использованием бортовых ЦВМ, самолетных систем и оборудования при видимой линии горизонта, при различном ветре и в условиях турбулентности;
- использования спецоборудования и подвесок;
- выполнения предпосадочного маневра и захода на посадку;
- останова и запуска двигателей в воздухе;
- взлета – посадки при боковом ветре;
- пробега, торможения и руления на ВПП с разворотами на углы до 60°.

Тренажер представляет собой комплекс цифровых электронных и электромеханических вычислительных устройств. При выполнении полета летчик с помощью органов управления, расположенных в кабине, воздействует на электрическую модель самолета. Вычислительное устройство цифро – аналогового типа решает уравнения динамики полета самолета. Результат интегрирования уравнений приводит к изменению показаний соответствующих пилотажных приборов, установленных в кабине.

На изделии также воссоздаются некоторые физические факторы полета: визуальная обстановка, шумы и звуковые эффекты, нагрузки на органы управления и акселерационные ощущения. Тренажер позволяет создавать и многократно повторять любые обычные и аварийные ситуации без возникновения фактической опасности для обучающегося, даже если он действует неправильно.

Инструктор со своего пульта имеет возможность контролировать действия обучающихся по приборам, вести двустороннюю радиосвязь, имитировать различные повреждения и отказы систем и приборов, создавать аварийные ситуации полета, при которых экипаж должен найти наилучшие решения и выполнить программу полета.

В основе программного обеспечения комплексного тренажера лежит управляющая программа Т32, предназначена для загрузки базы данных, математической обработки моделируемой сцены и интерактивного управления процессом генерации изображения моделируемой сцены.

Система информационного обмена (СИО) предназначена для моделирования в реальном масштабе времени имитаторов и систем самолета. Под СИО понимается комплекс вычислительных и программных средств, с помощью которых обеспечивается необходимое моделирование. В процессе работы СИО осуществляет прием сигналов от органов управления тренажера, арифметическую и логическую обработку полученной информации, выдачу результатов решений на индикаторные устройства, исполнительные элементы и в другие системы и обеспечивает связь между системами и имитаторами тренажера.

Системой отображения является программно–аппаратный комплекс компьютерной генерации изображений (ПАК КГИ), предназначен для создания трехмерных полноцветных, текстурированных, управляемых в реальном масштабе времени изображений визуальной обстановки с отображением соответствующих объектов в дневных, ночных условиях освещенности при нормальной и ограниченной видимости. ПАК КГИ построен на основе стандартных вычислительных средств и программно–математического обеспечения (стандартного и собственной разработки). В состав комплекса входят: одноканальный КГИ, комплект кабелей, программно–математическое обеспечение, комплект эксплуатационной документации и элементы конструкции для размещения оборудования ПАК КГИ. ПАК КГИ моделирует визуальную обстановку, видимую пилотом через остекление кабины, обеспечивает тренировку на различных этапах обучения: руление, взлет, посадка, полет по маршруту. Моделируются различное время суток (день, ночь), облачность с изменяемой высотой нижней и верхней кромок, ограничение дальности видимости от 0 до 45 км.

С имитируем ситуацией с которой столкнулся полковник Зеленко Андрей Жаннович, 21 июня 2000 года находясь в должности командира корабля, следуя по маршруту Махачкала – Возжаевка (Дальний Восток), приблизительно 10000 км.

– Первый сигнал предостережения о начавшихся на борту неполадках, – рассказывает подполковник Зеленко, – нам выдала "девочка Рита" (так летчики называют систему бортовой речевой информации о неисправностях воздушного судна). "Проверь сигнализацию!" – послышалось в наушниках шлемофона. Проверили - норма. Подумалось: "Врет девочка как обычно...". И тут посыпались вводные...

– Когда загорелись лампочки отказа насосов перекачки топлива, – Зеленко забыл о недокуренной сигарете, воспоминания снова унесли его в те тридцать минут полета, когда жизнь и смерть сотен людей сошлись в одной точке, и судьба их зависела не только от Господа Бога, но и от действий экипажа, и, прежде всего, от его, командира корабля, решений и действий, – я не увидел в этом ничего страшного. Бортинженер свое дело знал досконально и перевел всю топливную систему на бесперебойную подачу керосина в двигатели. Правда, выработка топлива шла с одной стороны – из баков правого крыла. Самолет слушался рулей и с креном можно было бороться.

Высота была около полутора тысяч метров. Решили идти с этим отказом на свой родной аэродром в Оренбург. Там ждал отдых, смена экипажа. Не суждено этому было сбыться. Отказы посыпались один за другим. Даже "Рита" не успевала сообщать о каждом...

Когда произошел отказ гидросистемы, командир корабля принял решение лететь до ближайшего запасного аэродрома. Им по плану был Энгельс. Не успели стать на нужный курс полета, начались отказы электрооборудования, систем управления механизацией, шасси, других жизненно важных агрегатов и оборудования. Надежно работали на приборной доске только механические часы да счетчик оборотов. Но на них далеко не улетишь, когда из-за начавшейся тряски, могло отвалиться крыло "Ила".

После они скажут, что своим хладнокровием и привычным поведением командир корабля ни на миг не дал экипажу усомниться в благополучном исходе полета. На посадку заходили с обратным курсом. Времени на стандартный заход не было: борттехник Паша Стацюк доложил: "Командир, на левом крыле хорошо горит!"...

И еще. При посадке с обратным курсом глиссада снижения проходила в стороне от города, случись самое худшее – жизнь жителей была бы вне опасности.

Они постарались максимально выработать топливо. А бороться с креном приходилось полным отклонением элеронов. Правый закрылок не выходил. Рулей для устойчивого управления полетом корабля не хватало. Аварийно выпустили шасси, проконтролировав их выход по механическим указателям и визуально. При приземлении тяжелого Ила с отказавшей механизацией могло не хватить и длины посадочной полосы. До земли оставалось лететь менее минуты, На горящем, непослушном самолете секунды казались вечностью. Хотя военно-транспортный самолет весом 175 тонн снижался со скоростью более пригодной для истребителя. Тормозить "Ил" в воздухе было нечем. В официальном документе комиссии по расследованию чрезвычайного

происшествия сказано следующее: "Благодаря летному мастерству подполковника А.Ж.Зеленко аварийная посадка была выполнена безукоризненно, с приземлением на скорости 370 километров в час на ВПП ограниченных размеров с максимально допустимым посадочным весом, открытием створок реверса внешних двигателей в воздухе, применением полного реверса четырех двигателей на земле и торможением колес.

Для постановки данного эксперимента нам потребуется комплексный тренажер самолета ИЛ – 76 МД КТС – 32, экипаж самолета, информация о погодных условиях в момент захода на посадку ИЛ – 76 МД, введение начальных условий (время года, центровка самолета, запас топлива, погодные условия, полезная нагрузка).

На пульте инструктора 4И тренажера имеются кнопки – подкач.насос 1,2 двиг. Нажимаем их, в результате чего в кабине 1(кабина экипажа ИЛ – 76МД) загорается световая сигнализация отказов насоса перекачки топлива 1 и 2 двигателей, все аналогично реальному самолету ИЛ – 76МД. Затем отказала гидросистема, так же на пульте инструктора 4И имеется клавиша – отказ гидросистемы. Набираем высоту 1500 метров и скорость 370 км/ч, механизацию крыла ставим в нулевое положение и заходим на посадку с обратным курсом, не снижая скорости.

С помощью программно – аппаратного комплекса регистрации параметров полета (ПАК РПП) я увидел полученный результат. ПАК РПП функционирует в составе авиационных тренажеров и предназначен для регистрации параметров полета и визуального контроля полета, в процессе выполнения упражнения, а также вывода на монитор или печать траекторий полета и таблиц основных параметров полета для послеполетного анализа действий экипажа (Рис. 1,2,3).

Программно – аппаратный комплекс регистрации параметров полета построен на основе стандартных вычислительных средств и программно – математического обеспечения (стандартного и собственной разработки). В состав комплекса входят одноканальный ПАК РПП, комплект кабелей, программно – математическое обеспечение, комплект эксплуатационной документации.

В процессе выполнения упражнения на тренажере ПАК РПП обеспечивает визуальный контроль полета ЛА на фоне изображения местности на всех этапах полета с фиксированных точек наблюдения, размещаемых на местности и на ЛА. ПАК РПП обеспечивает вывод на монитор и на печать схематического изображения траектории полета в горизонтальной и вертикальной проекциях. ПАК РПП формирует таблицы основных динамических параметров ЛА в фиксированных точках с последующим выводом их на монитор и печать.

Результат эксперимента получился положительным, личный состав не пострадал, самолет в целостности и сохранности, экипаж действовал согласно инструкции, все условия полета были соблюдены.

ПРОТОКОЛ ПОЛЕТА ОТ 29.11.2016 , НАЧАЛО 8:38

ИНСТРУКТОР: Зеленко
ЭКИПАЖ: КВС Бакиев, ВП – Сальников,
ШТ Гончаров, Б/М Попов

АП ВЗЛЕТА: Тьерь МК 247 (прямой курс), ВПП 1, МК 247 град, глиссада 2.66 град
АП ПОСАДКИ: Оренбург ОК 302.9, ВПП 1, МК 123 град, глиссада 2.66 град
УСЛОВИЯ ВЗЛЕТА: вес = 149.7т, ветер: угол = 0.0, скорость = 0.0
ДЕНЬ: облачность НЕТ, туман = 45000м

	Время	Дальн	Скорость	Высота	vH	Курс	Тангаж	Крен	ГлисГор	ГлисВер	Ny	Nz	Атака	Стабил	Закрыл	Предкр	n 1	n 2	n 3	n 4	
начало разбега	0:00	200				226.7															
подъем опоры	0:00	200	364			226.7					1.07	0.01	-8.5	-2.9	0.0	0.0	100.0	100.0	100	100	
отрыв от ВПП	0:00	200	364	224		226.7	12.8				1.07	0.01	-8.5	-2.9	0.0	0.0	100.0	100.0	100	100	
уборка шасси	0:00	200	364	224	8.0	226.7	12.8	-16.8			1.07	0.01	-8.5	-2.9	0.0	0.0	100.0	100.0	100	100	
уборка закрылков																					
уборка предкрылков																					
макс крен 1 квад	2:04	18013	422	1451	5.6	219.5	7.7	21.5			0.97	-0.02	-4.5	-1.7	0.0	0.0	95.1	96.4	96	95	
макс крен 2 квад	5:50	11699	425	385	-3.8	72.2	3.5	2.4			1.01	-0.01	-5.3	-1.7	0.0	0.0	63.3	84.6	85	63	
макс крен 3 квад	3:54	25016	493	824	-7.4	358.2	0.7	26.7			1.05	-0.02	-4.0	-1.4	0.0	0.0	79.0	83.7	85	77	
макс крен 4 квад	3:32	25490	503	1053	-11.3	322.8	-1.1	22.7			1.02	-0.02	-3.3	-1.3	0.0	0.0	79.2	84.6	85	77	
выпуск шасси	1:58	17335	415	1408	9.3	210.5	9.7	18.5			0.96	-0.02	-4.7	-1.7	0.0	0.0	95.4	96.3	96	95	
выпуск закрылков																					
выпуск предкрылков																					
вход в глиссаду																					
пролет ДПРМ																					
пролет БПРМ																					
пролет торца																					
касание																					
опускание опоры																					
реверс двигателей	7:17	2468	305	1	0.5	71.2	10.1	-0.1			0.99	-0.00	-9.5	-3.0	0.0	0.0	62.1	62.1	62	62	
начало торможения																					
останов движения																					

точка касания (от порога): продольн = 0.0 м, боков = 0.0 м

ПАРАМЕТРЫ СБРОСА ГРУЗА

Курс захода = 360.0, широта = 0 град 00 мин 00 сек, долгота = 0 град 00 мин 00 сек,
Ха = -750.0, За = -1000.0

	Время	Дальн	Скорость	Высота	vH	Курс	Тангаж	Крен	Продоль	Попереч	Ny	Nz	Атака	Стабил	Закрыл	Предкр	n 1	n 2	n 3	n 4	
разгерметизация	0:51	10013	421	713	8.4	203.7	9.4	0.8	-5940	-8061	0.96	0.01	-5.2	-1.7	0.0	0.0	87.8	88.2	88	87	
грузовой люк открыт																					
левая дверь открыта																					
правая дверь открыта																					
груз 1 парашют																					
груз 1 сброшен																					
груз 2 парашют																					
груз 2 сброшен																					
груз 3 парашют																					
груз 3 сброшен																					
груз 4 парашют																					
груз 4 сброшен																					
правая дверь закрыта																					
левая дверь закрыта																					
грузовой люк закрыт																					
герметизация																					
сброс 1 точки																					
сброс 2 точки																					
сброс 3 точки																					
сброс 4 точки																					

максимальные значения: тангаж = 12.8 град, крен = 26.7 град.
критические значения: вертик скорость = -14.5...-13.4м/С, угол атаки = -26.2...-18.0град,
перегрузка Ny = 0.79...1.35, Nz = -0.15...0.15, стабилизатор = -2.98...-1.27град

Рис.1 – Протокол полета

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
АЭРОПОРТ ВЗЛЕТА: Тьерь МК 247 (прямой курс)
центр -> точка касания

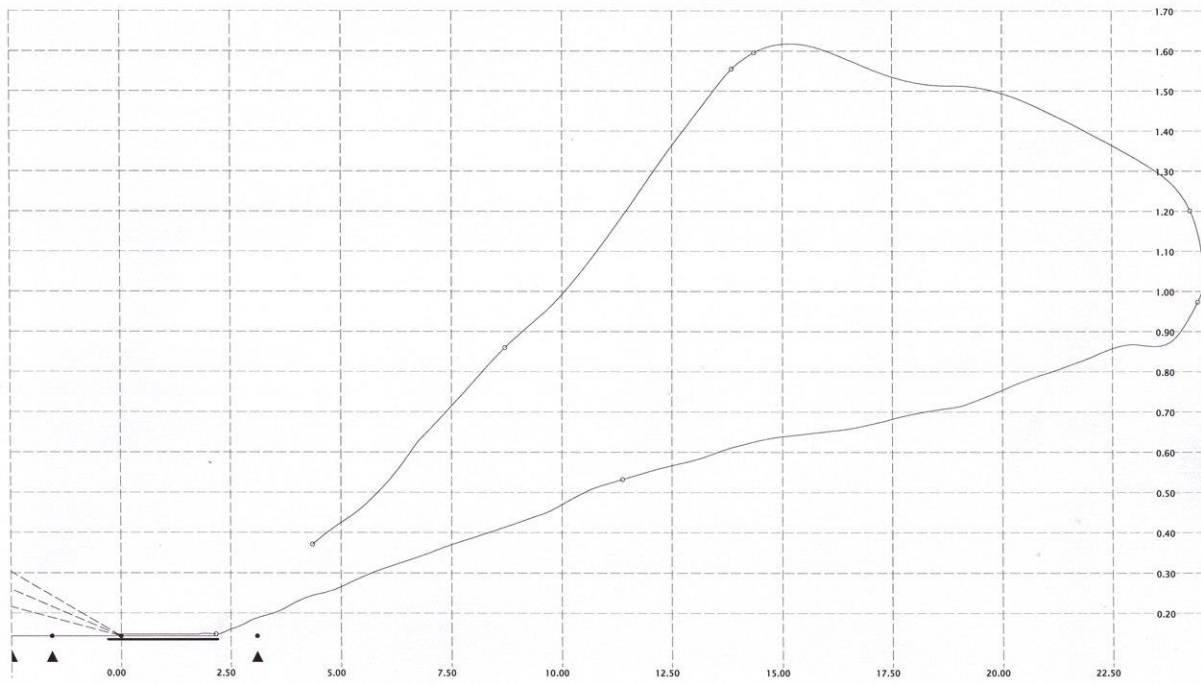


Рис.2 – Вертикальная проекция полета

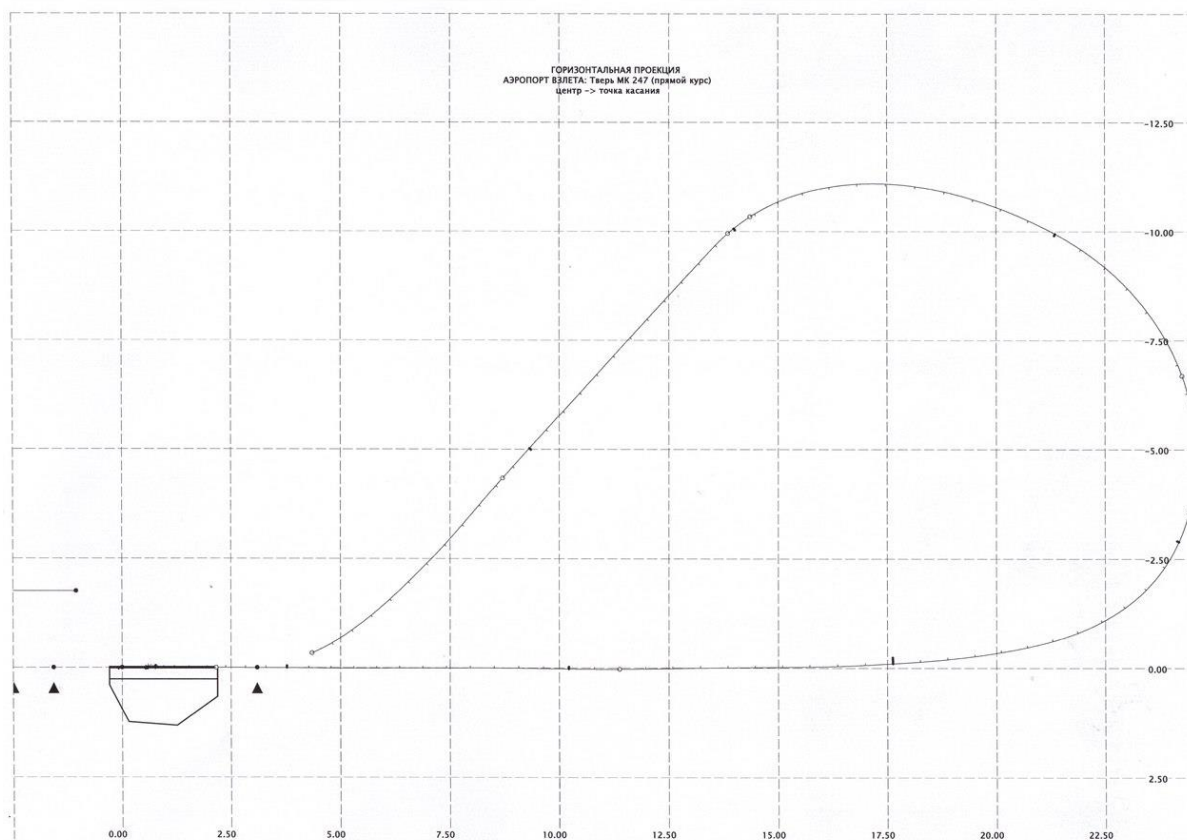


Рис.3 – Горизонтальная проекция полета

Список литературы

1. Атаманкин, С. В. Система программного обеспечения КТС – 32 в 19 книгах. – Пенза : Пензенское конструкторское бюро моделирования, 1991
2. Журнал «Вестник авиации и космонавтики /Aerospace herald» №3. – Москва : Журнал, 2001.
3. Авиационные тренажеры «Динамика». 20 лет /ЗАО ЦНТУ «Динамика». — М., 2009.
4. Аксенов, В. Отечественное авиатренажеростроение: реалии, проблемы и перспективы / В. Аксенов // Аэрокосмический курьер. 2005. — № 2.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА АЭРОДРОМНЫХ ТОПЛИВОЗАПРАВЩИКОВ

Барбашов В.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аэродромные топливозаправщики

Топливозаправщики аэродромные до внедрения систем централизованных заправочных станций являлись основными средствами заправки топливом воздушных судов. К положительным качествам топливозаправщиков относятся их маневренность, автономность, способность доставлять топливо непосредственно к местам стоянок воздушных судов независимо от их расположения. Разработка аэродромных бензозаправщиков, а затем топливозаправщиков осуществлялась с учетом требований к заправке топливом воздушных судов. Повышались требования к объемам заправки, соответственно, увеличивалась вместимость цистерн, изменялись требования к производительности заправки, качеству очистки топлива – в конструкции топливозаправщиков применялись новые элементы оборудования. В настоящее время состав оборудования топливозаправщиков аэродромных соответствует требованиям заправки современного парка воздушных судов. Независимо от конструктивного исполнения топливозаправщики аэродромные включают следующие составные части (модули): транспортный, резервуарный, насосный и заправочный, а также вспомогательное оборудование (рис. 1).

В качестве транспортного модуля (транспортной базы) современных ТЗА используются автомобильные шасси, полуприцеп-шасси, прицеп-шасси автомобильной техники общей дорожной сети, специализированные автомобильные шасси для работы в условиях дорожной сети аэропортов или отдельные элементы перечисленных типов транспортной базы.

Резервуарные модули включают одну или две цистерны с технологическим оборудованием приема, хранения и выдачи (слива) топлива. Суммарная вместимость цистерн ТЗА является классификационным показателем и определяет выбор транспортной базы по грузоподъемности. Цистерны бывают рамной или несущей конструкции.

Насосные модули ТЗА могут представлять собой насосные установки с приводом от ходового двигателя транспортного модуля или от автономного (дополнительного) двигателя. Технические характеристики технологического оборудования насосного модуля по напору и подаче топлива должны соответствовать требованиям обеспечения характеристик заправочного модуля по рабочему давлению в раздаточных магистралях и производительности заправки топливом воздушных судов закрытым (нижним) способом под давлением. Кроме того, к насосным модулям некоторых ТЗА могут предъявляться требования по обеспечению наполнения топливом своих цистерн с глубины 5 м или кратковременной работы в качестве перекачивающих установок. Такие требования, как правило, предъявляются к

топливозаправщикам малого типа, обеспечивающих заправку воздушных судов на оперативных аэродромах.

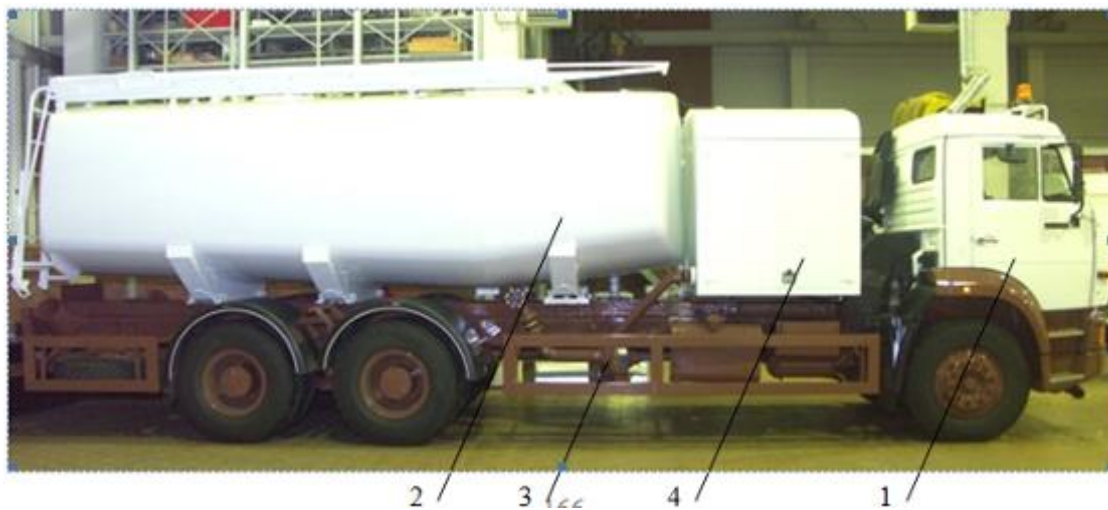


Рисунок 1 – Основные составные части ТЗА: 1 – транспортный модуль – шасси автомобиля; 2 – резервуарный модуль – цистерна; 3 – насосный модуль – насос с приводом от ходового двигателя; 4 – заправочный модуль

Заправочный модуль современного ТЗА представляет собой комплекс технологического оборудования, обеспечивающего непосредственную заправку топливом воздушных судов с требуемыми характеристиками по приемной способности топливных систем, в том числе через каждый из бортовых штуцеров, автоматического регулирования давления в процессе заправки и предупреждению гидроударных процессов и пульсаций, учету объема заправляемого топлива и индикацию объемной скорости заправки, очистку топлива от твердых частиц загрязнений и от свободной воды. В качестве дополнительной опции на заправочных модулях некоторых ТЗА по требованиям эксплуатантов устанавливается оборудование дозированного ввода противоводокристаллизационных жидкостей (ПВК-жидкостей). Заправочные модули на ТЗА могут размещаться в передней части (за кабиной водителя) и в хвостовой части за цистерной.

Технологическое оборудование транспортного, резервуарного и заправочного модулей может быть объединено в системы по функциональному назначению: топливную, гидравлическую, электрическую, пневматическую. В технической документации современных ТЗА, кроме перечисленных, в отдельные системы могут быть выделены два и более элемента технологического оборудования, обеспечивающие в комплексе выполнение рабочих операций (дистанционное включение и выключение процесса заправки, контроль дееспособности оператора, нижнего или верхнего налива цистерн) или процедур (отбор и контроль проб топлива, очистка топлива, ввод ПВК-жидкостей и т.п.).

В состав дополнительного оборудования ТЗА входят средства пожаротушения, отвода статического электричества, блокировочные и

сигнальные устройства и системы предотвращения ошибочных действий водителя-оператора и аварийных (нештатных) ситуаций, одиночный комплект запасных частей, инструментов и принадлежностей для обеспечения эксплуатации ТЗА (ЗИП). Характеристики специального оборудования и его состав регламентируются в эксплуатационной документации образцов ТЗА.

На современных ТЗА устанавливаются элементы, обеспечивающие контроль, диагностику и управление рабочими операциями, в том числе контроля текущих значений основных показателей рабочих операций (величины рабочего давления, подачи топлива через раздаточные магистрали и т.д.), а также управления рабочими операциями (регулирование оборотов насоса, рабочего давления в раздаточных магистралях и др.), контроля предельно допустимых значений основных показателей заправочного процесса, световые и звуковые сигнальные устройства. На перспективных образцах ТЗА оборудование управления рабочими операциями, диагностики и контроля может иметь компьютерное (программное) обеспечение.

Для закрытой заправки топливом некоторых типов воздушных судов импортного производства в состав ТЗА дополнительно могут включаться подъемные платформы с оборудованием.

В отечественных и зарубежных нормативных документах выделяются следующие общие требования к наземной закрытой заправке топливом ВС под давлением.

1. Обеспечение очистки топлива от твердых частиц механических загрязнений и свободной (эмульсионной) воды. В отечественных требованиях регламентирована установка на ТЗА и ЗА фильтров с 5-ти микронными фильтроэлементами. В международных требованиях [3] все подвижные топливозаправочные средства должны иметь в случае заправки авиабензином – также микрофильтр с 5-ти микронными фильтроэлементами, а при заправке авиатопливом – фильтры-водоотделители, соответствующие требованиям API/IP 1581, или фильтры-мониторы по спецификации API/IP 158. При этом преимущественно на новых средствах заправки рекомендуется переход к фильтрам-мониторам, в том числе и при соответствующей доработке под новые элементы существующих корпусов фильтров-водоотделителей, уже установленных на серийно выпускаемых ТЗА.

2. Обеспечение беспроливной и надежной стыковки наконечников нижней заправки (ННЗ) с бортовым штуцером ВС. Эти требования выполняются за счет качественного исполнения бортовых штуцеров ВС и наконечников нижней заправки (далее - ННЗ), устанавливаемых на ТЗА, а также соблюдением правил их эксплуатации и технического обслуживания [3].

Исключение возможности образования воздушных пробок в объединенных топливных магистралях средства заправки и ВС. Это требование обеспечивается наличием на ТЗА устройств визуализации потока топлива на заправку и специальных устройств автоматического стравливания, например, в цистерну ТЗА, воздуха и паров топлива из корпуса фильтра-водоотделителя. Эта же процедура (стравливания воздуха и паров) позволяет

повысить точность учета заправляемого топлива, регистрируемого объемными счетчиками. Отметим, что в каждом кубическом метре топлива содержится (при 20°C) до 0,232 м³ воздуха и паров топлива.

4. Возможность надежного управления заправкой (в том числе дистанционного). Для этого на современных ТЗА предусмотрено специальное оборудование, объединенное в систему управления типа «ДЭДМАН» [3].

5. Обеспечение контроля скорости выдачи топлива в процессе заправки, учета объема заправленного в ВС топлива, учет общего количества топлива, выданного через раздаточные системы топливозаправочного средства. В отечественных НД регламентируется точность учета (т.е. погрешность измерения) $\pm 0,5$ % (объема), по международным требованиям [3,4] средства измерения должны иметь максимально допустимые отклонения $\pm 0,2$ % при расходах от 20 % до 100 % номинального расхода раздаточной системы ТЗА (ЗА). Некоторые зарубежные компании предъявляют более жесткие требования, в том числе о применении массомеров [3-6].

Следующие требования взаимосвязаны и направлены на обеспечение заданных параметров топливных систем ВС и фактически должны выполняться в комплексе [1, 2, 3, 4].

6. Обеспечение подачи насоса ТЗА (ЗА) и расхода его раздаточных систем, равной пропускной способности бортовых штуцеров ВС и системы его централизованной заправки топливом.

7. Обеспечение минимального гидравлического сопротивления раздаточных магистралей при номинальном расходе и возможности подачи давления топлива на вход бортовых штуцеров не более установленных норм.

8. Регулирование давления и расхода топлива в процессе заправки для защиты ВС от чрезмерного расхода и давления пульсации (гидроудара), особенно в конце заправки.

9. Дистанционное управление заправкой, аварийного прекращения заправки с системой периодического автоматического контроля состояния оператора, выполняющего заправку.

Соединение бортового штуцера с наконечником наземного устройства должно выполняться по ГОСТ 13473-68 и ГОСТ 19328-81 [9,10]. На всех отечественных и зарубежных ВС применяется один унифицированный бортовой разъем Ду-63 мм и одинаковые стыковые устройства. По ОСТ 100662-74 [72] в зависимости от объема основных топливных баков количество бортовых штуцеров должно соответствовать данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Объем баков, л	Количество бортовых штуцеров
до 20 000	1
от 20 000 до 50 000	2
свыше 50 000	4

На всех зарубежных и отечественных ВС при давлении на входе в бортовой штуцер должно быть не более 0,35 МПа (3,5 кгс/см²) [3,6,72], каждый бортовой штуцер в зависимости от объемов баков должен иметь пропускную способность приведенную в таблице 2.

Отметим, что рабочее давление на входе в бортовой штуцер ВС, равное 0,35 МПа, является фактически запасом напора топлива, учитываемого конструкторами при расчете топливных систем ВС для преодоления гидравлического сопротивления трубопроводных коммуникаций ВС, открытия потоком обратных междубаковых клапанов (на некоторых типах ВС) и преодоления гидростатического давления топлива при заполнении баков. На большее рабочее давление топливные системы не рассчитаны (с целью экономии массы металла на трубопроводные коммуникации).

Таблица 2

Объем баков, л	Приемная способность бортовых штуцеров ВС, л/мин
до 10 000	1000
от 10 000 до 50 000	1500
свыше 50 000	2500

В международных требованиях [3] к топливозаправочному оборудованию регламентированы следующие минимальные требования к системам регулирования давления и расхода на ТЗА (ЗА):

1. При максимально достижимом давлении топливного насоса ТЗА или гидранта ниже 0,35 МПа (3,5 бар) автоматической системы регулирования не требуется;

2. При максимальном давлении насоса ТЗА от 0,35 до 0,55 МПа (от 3,5 до 5,5 бар) требуется установить регулятор давления на наконечнике нижней заправки раздаточного рукава при заправке с расходом через заправочную магистраль более 1000 л/мин.

При заправке с расходом 1000 л/мин и более через заправочную магистраль требуется установка регулятора на наконечнике нижней заправки раздаточного рукава и поточный регулятор давления в магистрали после насоса;

При максимальном давлении насоса ТЗА свыше 0,55 МПа (5,5 бар)

требуется обязательная установка регулятора давления на наконечнике заправки раздаточного рукава в каждой заправочной магистрали и поточного регулятора давления в магистрали после насоса.

Допускается установка дополнительного регулятора давления на наконечниках заправки раздаточных магистралей вместо поточного регулятора, если топливный насос ТЗА или гидрант создает давление не более 0,8 МПа (8 бар).

Список использованных источников

1. Андриец А.Ф., Сыроедов Н.Е., Рожков А.Ф. *Технологическое оборудование зарубежных средств заправки летательных аппаратов топливом. Обзор по общему состоянию, классификации, основным требованиям и тенденциям совершенствования.* – М.: 25 ГосНИИ МО РФ, 1991. – 124с.

2. Сыроедов Н.Е., Рожков А.Ф. *Зарубежные мобильные топливозаправочные системы и системы централизованной заправки топливом летательных аппаратов. Обзор.* – М.: 25 ГосНИИ МО РФ, 1992. – 116с.

3. *Руководство по контролю качества авиатоплива и технологиям работ для совместных служб заправки ВС топливом, издание 9.* – JIG, 2001 – 65с.

4. *Руководство по контролю качества авиатоплива и технологиям работ для совместных складов аэропорта, издание 9.* – JIG, 2001 – 68с.

ОСНОВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ АЭРОДРОМНЫХ ТОПЛИВОЗАПРАВЩИКОВ

Барбашов В.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Виды топливозаправщиков

Топливозаправщик аэродромный ТЗА-27 (27 куб. м)

Современный аэродромный топливозаправщик (цистерна-полуприцеп) типа ТЗА-27 (АСР-27) предназначен и разработан специально для эксплуатации в непростых климатических условиях регионов России. Аэродромный топливозаправщик соответствует современным требованиям и позволяет заправлять авиатопливом с производительностью до 1200 литров в минуту, оснащен современными фильтрами и влагоотделителями. ТЗА – 27 может использоваться как с российским седельным тягачом (КамАз-65116), так и с зарубежным (Мерседес, Вольво). Цистерна-полуприцеп объемом 27 000 литров (+5%), несущей конструкции, переменного сечения, форма – «чемодан», материал – алюминиевый сплав. ТЗА изображен на рисунке-1.



Рисунок 1 – ТЗА-27

Аэродромный топливозаправщик АТЗ-15 (15 куб. м)

Аэродромный топливозаправщик АТЗ-15 с объемом цистерны до 15 000 литров позволяет эффективно использовать его как на аэродроме для непосредственной заправки ВС, так и на дорогах общего пользования для перевозки авиатоплива в случае необходимости передвижения до склада находящегося за территорией аэродрома. Топливозаправщик оснащен

современным насосным модулем, с производительностью 400 литров в минуту через пистолет и до 1200 литров в минуту через наконечник нижней заправки. Топливозаправщик изготовлен на базе одного из самых популярных автомобилей КамАЗ модели 65115-1095-62. Цистерна изготовлена из нержавеющей стали, также установлено дополнительное оборудование ГЛОНАСС и тахограф. АТЗ-15 изображен на рисунке – 2.



Рисунок 2 – Авиационный топливозаправщик-15.

Автотопливозаправщик АТЗ-7 (7 куб. м) вездеход(6х6)

Аэродромный топливозаправщик типа АТЗ-7 объемом цистерны до 7300 литров позволяет эффективно его использовать как на аэродроме для непосредственной заправки ВС, так и на дорогах общего пользования в том числе по «российскому бездорожью» когда необходимо заправляться в тяжелых условиях, либо движение до удаленных складов. Производительность данного топливозаправщика 400 литров в минуту через пистолет, и 600 через наконечник нижней заправки. Топливозаправщик изготовлен на базе шасси КамАЗ модели 43114. Цистерна емкостью 7, 3 куб.м. изготовлена из нержавеющей стали, также топливозаправщик оснащен тахографом, ГЛОНАССом, ограничителем скорости. АТЗ изображен на рисунке-3.



Рисунок – 3 АТЗ 7 на базе шасси КамАЗ 43114.

Аэродромный топливозаправщик для авиации общего назначения ТЗА-4

Аэродромный топливозаправщик объемом цистерны от 2 до 5 куб. м для обеспечения заправок авиатопливом авиации общего назначения. Потребность в сертифицированных средствах заправки на вертолетных площадках и небольших аэродромах подтверждают многочисленные запросы от операторов небольших вертолетов и самолетов. Аэродромный топливозаправщик ТЗА-4 приспособлен для эксплуатации во всех классах аэропортов ГА при температуре воздуха от минус 40 С0 до плюс 40 С0 и относительной влажности воздуха не более 95%. Цистерна изготовлена из нержавеющей стали. ТЗА-4 на базе шасси ГАЗ-53 изображен на рисунке 4.



Рисунок-4 ТЗА-4 на базе шасси ГАЗ-53,

Список использованных источников

1. Сыроедов Н.Е., Рожков А.Ф. *Зарубежные мобильные топливозаправочные системы и системы централизованной заправки топливом летательных аппаратов. Обзор.* – М.: 25 ГосНИИ МО РФ, 1992. – 116с.
2. Рыбаков К.В., Алпатов А.С., Рожков А.Ф. *Заправка самолётов горюче-смазочными материалами.* – М.: Транспорт, 1975. – 208с.
3. Рыбаков К.В., Кухтерин Е.И., Алпатов А.С., Рожков А.Ф. *Система централизованной заправки самолетов топливом.* – М.: Транспорт, 1978. – 208с.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LEAN-MANAGEMENT НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Белоновская И.Д., Воробьев В.К.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Современное отечественное машиностроение ориентировано на расширение рынков сбыта, что подразумевает обязательное соответствие, как продукции, так и производственных процессов требованиям международных стандартов. Организация производства в соответствии с международными стандартами предусматривает выход на новый уровень технологического развития. Одним из путей выхода на международный уровень качества является внедрение системы LEAN-management на предприятии. Русскоязычная версия названия этой системы - «бережливое производство» [1-4].

К главным достоинствам бережливого производства относится возможность наиболее полного использования ресурсов машиностроительного комплекса, выявление его резервов и устранение потерь. Продуктивность внедрения методологии бережливого производства подтверждается опытом передовых промышленных стран, трансконтинентальных промышленных компаний, инновационно-активных крупных российских производств. Исторической родиной концепции является Япония, основателем концепции считается Тайи-ти Оно, местом зарождения и развития - компания Toyota Motor Corporation, хронологические рамки - середина XX века - начало XXI века.

Общие положения концепции бережливого производства близки идеям идеального технического решения в идеальном производственном варианте - внедрение на предприятии системы управления, при которой его конкурентоспособность обеспечивается за счет:

- выпуска продукции, востребованной заказчиком;
- выпускается изделие в количестве, необходимом заказчику,
- качество изделия постоянно повышается,
- затраты различных ресурсов минимальны
- себестоимость изделия низкая.

Первоначально опыт японских автомобилестроителей обеспечил захват американских и европейских рынков сбыта продукции, поскольку изделия служили дольше и имели более высокий технический уровень. В результате бережливые технологии стали внедрять не только в дискретных производственных системах типа машиностроения, но и продвинулись в сферу услуг, медицину, образование, торговлю.

Что касается России, то в настоящее время концепция бережливого производства находится в стадии адаптации к отечественной культуре производства и менталитету управленцев. Уже внедрили эту концепцию и методы бережливого производства: Горьковский автомобильный завод (Группа

«ГАЗ»); Объединённая компания «РУСАЛ» — российская алюминиевая компания, один из крупнейших в мире производителей первичного алюминия и глинозема; ООО «ТК «ЕвразХолдинг» - крупнейший российский поставщик металлопроката строительного, промышленного, транспортного назначения и метизов; ПАО «Корпорация ВСПО-АВИСМА» — российская металлургическая компания, производящая титан и изделия из него, ОАО «Каменско-Уральский металлургический завод», Челябинский кузнечно-прессовый завод (ОАО «ЧКПЗ»), ОАО «Соллерс» (Sollers) — российская автомобилестроительная компания («УАЗ», «ЗМЗ»); КАМАЗ, Сбербанк России и др. В Татарстане принята правительственная целевая программа внедрения Lean. ОАО РЖД с 2007 года сначала в экспериментальном режиме, а затем в плановом внедряет концепцию бережливого производства как на подвижном составе, так и в ремонтных предприятиях [5].

Очевидно, что адаптироваться к эффективным наукоемким концепциям следует и самим менеджерам и инженерам сферы машиностроения, в первую очередь, изучая научные и теоретические основания управленческих и промышленных прорывов. Для популяризации идей бережливого производства в России очень важно привлекать внимание талантливой и инициативной молодёжи к данной технологии — студентов и молодых специалистов. Активную пропаганду идей бережливого производства ведет Институт комплексных стратегических исследований совместно с Ассоциацией Деминга. Эти организации объединенными усилиями провели первый в России конкурс студенческих исследований по бережливому производству.

В этой связи было предложено ввести изучение основных принципов бережливого производства в учебных программах магистров по направлению «15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Первоначально только в дисциплине «Методология научных исследований в машиностроении» (2 семестр) изучалась концепция бережливого производства и соответствующие принципы системного, функционального и процессного подходов. В дисциплине «Методология научных исследований в машиностроении» магистранты в режиме самостоятельного информационного поиска на лабораторных работах по интернет-источникам уточняли и формулировали базовые цели и определения бережливого производства. Наиболее общая формулировка предполагалась в виде «Цели бережливого производства достигаются за счет снижения или устранения потерь в процессе производства изделий».

Важным является уяснение студентами различия между «ценностью» и «потерями ценности». Так, потерями следует считать любые работы и действия, которые непосредственно не создают ценность для потребителя, т.е. не связаны с обработкой и сборкой (табл. 1).

Ценность создается непосредственно при обработке и сборке изделий. Все другие традиционные этапы технологического и производственного

процесса (конструкторско-технологическая подготовка, контроль, транспортировка, хранение и т.д.) относятся к потерям и снижают ценность.

Таблица 1 - Виды потерь в концепции бережливого производства

Виды потерь	Источник потерь
1) Потери из-за перепроизводства	производство изделий, которые не пользуются спросом; производство продукции в большем объеме раньше или быстрее, чем это требуется на следующем этапе процесса.
2) Потери времени из-за ожидания	перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.
3) Потери из-за излишней обработки	дополнительная обработка изделия из-за низкого качества инструмента, ошибок проектирования и др.
4) Потери из-за лишних движений при выполнении операций	любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту.
5) Потери из-за лишних запасов	любое избыточное поступление продукции в производственный процесс, будь то сырье, полуфабрикат или готовый продукт.
6) Потери при транспортировке	перемещения на большие расстояния материалов, деталей, продукции
7) Потери из-за выпуска дефектной продукции	продукции, требующей проверки, сортировки, утилизации, замены или доработки.
8) потери из-за не использованного потенциала персонала	потери времени, идей, навыков, возможностей совершенствования и приобретения опыта сотрудников

Магистранты выясняли, что в современной концепции бережливого производства выделяется восемь видов потерь (табл. 1), которые повышают себестоимость изделия и не повышают его качество. Поскольку все студенты-магистранты работали на предприятиях, им предлагалось проанализировать деятельность производственного предприятия и привести примеры таких потерь. Отчет представляется в форме презентаций.

Как правило, обсуждение презентации вызывало оживленную дискуссию по поводу того, как можно сократить эти потери, насколько это реально, каковы инструменты такого сокращения, предлагаемые концепцией бережливого производства.

В 2014/2015 учебном году магистрантам первого курса были предложены задания по выявлению методов и инструментов, аналогичных бережливому производству на их предприятиях. К сожалению, полноценных примеров представлено не было.

С 2015/2016 года изучение основ бережливого производства велось в двух дисциплинах и на двух курсах последовательно: дисциплинах «Методология научных исследований в машиностроении» (2 семестры) и «Технология автоматизированного производства» (3 семестр).

В дисциплине «Технология автоматизированного производства» рассматривались конкретные промышленные реализации основных методов и инструментов бережливого производства, такие как система быстрой переналадки оборудования (SMED – Single Minute Exchange of Dies), система всеобщего обслуживания оборудования (TPM – Total Productive Maintenance) и т.д. в контексте изучения ГПС.

В ходе практических, лабораторных работ и самостоятельных исследований студентам необходимо было привести примеры технических решений в автоматизированных производствах основных методов бережливого производства (табл. 2).

Таблица 2 - Методы бережливого производства [5]

Методы бережливого производства	Реализация метода в производстве
Система организации рабочего места (система 5s)	– система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;
Картирование потока создания ценности –	составление карт с описанием всех видов действий, выполняемых в ходе создания ценности продукта или семейства продуктов. Составляются карты текущего состояния процесса с указанием потерь. Затем разрабатываются карты будущего состояния с учетом применения мероприятий по снижению потерь;
Организация единичного производственного потока	метод работы, при котором станок или процесс (например, проектирование, принятие заказа или производство) обрабатывает не больше одного изделия одновременно
Визуальное управление и контроль –	способы и технические устройства, информирующие о том, как должна выполняться работа, или позволяющие оценить текущее состояние процесса – норма или отклонение;
Система быстрой переналадки оборудования	(SMED – Single Minute Exchange of Dies) – правила и процедуры, позволяющие выполнить переналадку (например, смену пресс-форм) производственного оборудования за минимальное время;
Система всеобщего обслуживания оборудования	(TPM – Total Productive Maintenance) – комплекс мероприятий, направленных на то, чтобы технологическое оборудование постоянно находилось в работоспособном состоянии, обеспечивался выпуск качественной продукции, выполнялись требования безопасной работы, снижалось влияние на окружающую среду;
Использование системы «точно вовремя» (jit – just-in-time)	системы, обеспечивающей поставку предметов труда в требуемое время и в требуемом количестве по мере необходимости;
Стандартизированная работа	работа с применением документов (стандартных операционных процедур) с точным описанием каждого действия для каждого процесса и исполнителя;
Система бездефектного изготовления продукции	использование методов и устройств, предотвращающих появление дефектов;
Система непрерывного совершенствования– (кайдзен – kaizen)	принципы и методы, обеспечивающие непрерывное, постоянное улучшение деятельности предприятия

Инструменты бережливого производства достаточно известны в машиностроении. Они представляются как средства организации рабочего места и технологического процесса, но в системном единстве концепции бережливого производства их использование дает новый синергетический эффект. В этой связи с новой стороны для студентов открываются резервы использования таких инструментов как: доски с информацией; подвесные знаки; звуковая сигнализация; листок «Урок по одному вопросу»; карточки канбан; датчики; фотоэлементы; устройства от «ошибок»; таблицы, например «Таблица анализа перепроизводства»; схемы, например «Схема технологического процесса»; карты, например «Карта технологического процесса»; карта потока создания ценности; диаграмма «спагетти» и др.

На втором курсе магистранты имели определенный опыт исследований и работы на производственных предприятиях, поэтому смогли найти примеры технической реализации некоторых методов и инструментов бережливого производства на своем предприятии. В то же время общих системных подходов к технологическому процессу как к потоку ценности выявлено не было.

Таким образом, следует предположить, что на предприятиях машиностроения Оренбургской области происходят инновационные процессы, основанные на фрагментарном использовании методов и инструментов бережливых технологий. В то же время системного целостного внедрения этой прогрессивной концепции не отмечается. Следует ожидать постепенное развертывание технологий бережливого производства и интеграцию их с традиционными методами.

Список литературы

- 1. Вумек Джеймс П. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. / Джеймс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс— М.,: «Альпина Паблишер», 2011. - 120 с. ISBN 978-5-9614-1654-1*
- 2. Голоктеев К. Управление производством: инструменты, которые работают. / К. Голоктеев. — СПб.: Питер, 2008.— 251 с. — ISBN: 978-5-91180-599-9.*
- 3. Тайити Оно. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. — М: Издательство ИКСИ, 2012. - 192 с. ISBN 978-5-903148-39-4*
- 4. Бережливое производство в ОАО РЖД. Краткий справочник. М.: 2012г. 230 с.*
- 5. Бережливое производство : учеб. пособие / А. В. Вялов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. – 100 с. ISBN 978-5-7765-1036-6*

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГИС СЕТЕЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Белоновский П.В., Влацкая И.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Обеспечение бесперебойной и безаварийной подачи газа на территории Оренбургской области с точки зрения функционирования систем газораспределения имеет целый ряд особенностей. Сеть газораспределения начала формироваться более 70 лет назад, на сегодняшний день АО «Газпром газораспределение Оренбург» включает 9 филиалов и 45 комплексно-эксплуатационных служб и участков с головным офисом в г. Оренбург [1]. К проблемам управления производственными процессами газораспределения Оренбургской области относятся: необходимость соблюдения жестких требований безопасности, отраженных в государственных стандартах [2 -4]; обеспечения взаимодействия между структурами Общества; обязательность непрерывного контроля [5] и документирования хода выполнения работ [6].

В этой связи в целях автоматизации и интеллектуальной поддержки принимаемых решений центральная организация [7] устанавливает необходимость внедрения единой геоинформационной системы (ГИС) в каждой газораспределительной организации (ГРО). В общем случае ГИС-технологии зарекомендовали себя как эффективный инструмент, позволяющий проводить сбор, хранение, анализ и визуализацию данных об объектах и явлениях на основе их географического положения. ГИС в газораспределении предназначена для сбора, хранения, анализа географических данных и связанной с ними информации об объектах газораспределения.

Разработка и внедрение ГИС осложняются тем, что в каждом из филиалов Общества, как правило, исторически сложилась собственная система хранения и обработки технической и организационной документации, существует разнообразие оперативно поступающей информации, реализован сложный документооборот, задействовано большое количество технологического и контролирующего оборудования, сформировались локальные информационные базы. Очевидная необходимость оптимизации и реорганизации управленческих процессов на основе унификации и стандартизации в Обществе подтверждается и требованиями ISO 9001, внедрение которого создает перспективы сертификации услуг газораспределения [8].

Проведенный анализ исследований в сфере методологических подходов к управлению современными производственными предприятиями газораспределения указывает на эффективность процессного подхода [9 - 12], который и был использован при разработке ГИС Общества.

В процессном подходе производство рассматривается как совокупность бизнес-процессов, приводящих к созданию ценности с ориентацией на непрерывность создания системы. В этом случае газораспределение необходимо рассматривать как совокупность совмещенных процессов. Каждый

процесс – совокупность целенаправленных операций, преобразующий входы процесса в выходы. Выявление процессов позволяет реализовать автоматизацию не только каждого процесса, но и всего производства в целом. Выявив процессы на производстве, становится возможным реализовать процессный подход и при автоматизации, т.е. при разработке ГИС ГРО.

ГИС на основе процессного подхода ориентирована на выявление существующих процессов, установлении ответственности за процессы, анализ и управление существующими процессами, определение ресурсного обеспечения поставщиков и потребителей процессов.

При изучении процессов на производстве было выявлено два основных вида деятельности (взаимосвязанных процесса) ГРО: подключение абонентов и эксплуатация газопроводов (ГП) (Рисунок 1).

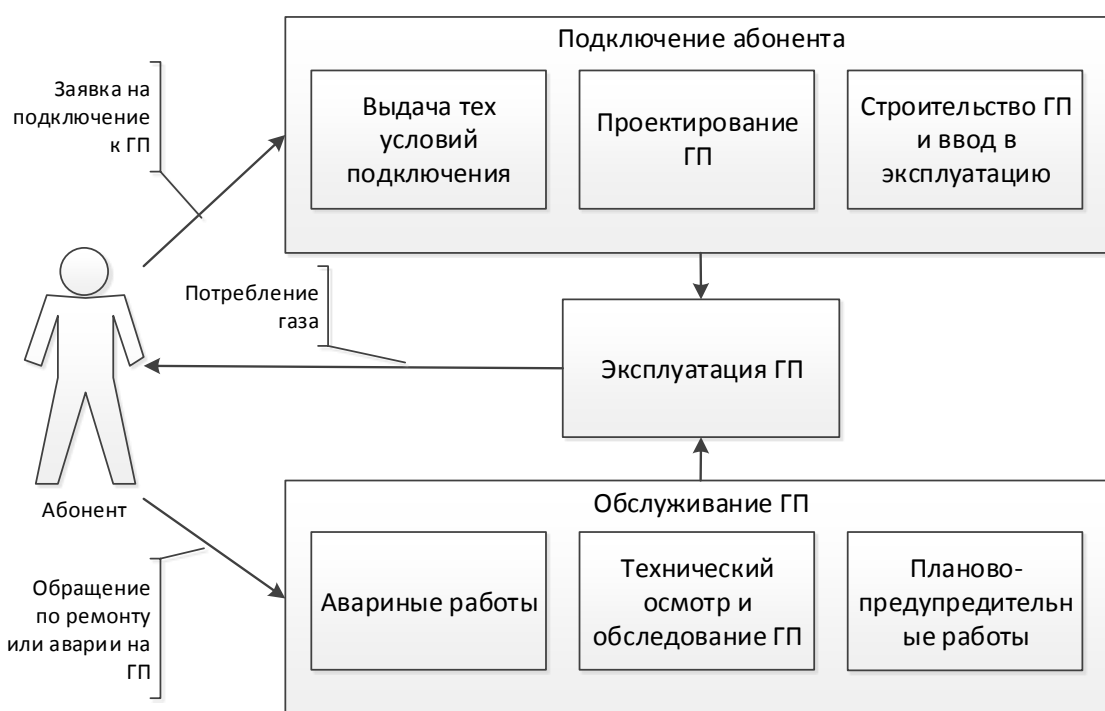


Рисунок 1 –Схема производственного процесса ГРО.

Результатом процесса подключения является ввод в эксплуатацию нового газопровода, а процесс эксплуатации обеспечивает его бесперебойную и безаварийную работу.

Обслуживание газопровода включает технический осмотр и аварийный ремонт. Процессы текущего обслуживания включают также оценку качества выполняемых работ по различным критериям.

Следующим этапом реализации процессорного подхода стала разработка на его основе программного продукта - ГИС АО «Газпром газораспределение Оренбург». Внедрение ГИС для автоматизации процессов производства требует длительного времени разработки и постоянного обновления функционала. Логика процессного подхода позволяет применить PDCA (Plan-Do-Check-Act) цикл, в котором разработка происходит по пути «план-реализация-проверка-

исправление». В программировании такой подход получил название Scrum (схватка) - методология и широко внедряется.

Разработка программного обеспечения в Scrum - методологии, как и в процессном подходе, основана на sprint (циклах), идея которых заключатся в постоянном внедрении нового функционала в сжатые сроки. Циклы разработки повторяются в результате возникновения новых производственных задач. Это приводит к созданию новых версий систем автоматизаций, их тестированию, корректировке и повтору цикла при необходимости.

Анализ количества выпусков новых версий ГИС с 2014 года подтверждает возможность реализации процессного подхода (Рисунок 2). На графике отмечаются волнообразность количества выпускаемых версий, совпадающих по времени с процессами возникновением новых задач, решаемых ГИС, модернизацией системы и её отладкой.

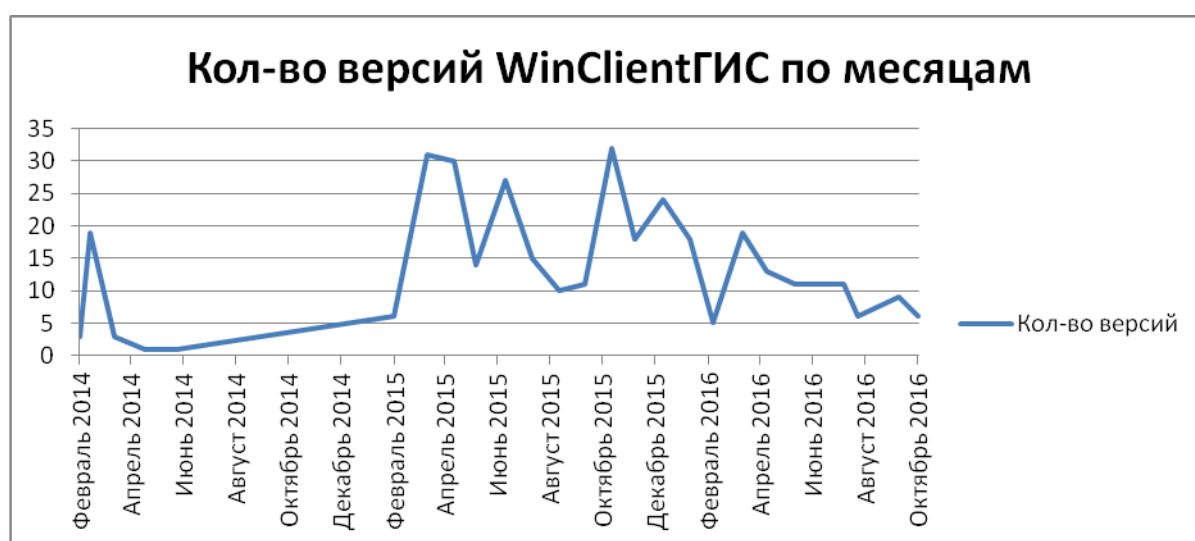


Рисунок 2 - График количества версий по месяцам при разработке системы.

Последующая разработка ГИС требовала идентификации владельцев (пользователей) процесса и выявления их ролей в системе для установления контроля и ответственности за процесс. Учитывалось, что ГИС оперирует, в первую очередь, пространственными данными: маршруты технического осмотра газопровода, местоположение сотрудников и автомобилей аварийной службы, объекты газовых сетей, точек подключения абонентов и т.д.. В этой связи первостепенная ответственность владельцев возлагалась за корректность пространственных данных по процессу. Реализованные права в ГИС позволяют назначить ответственных за каждый процесс и ограничить их возможности в отношении других процессов [13].

ГИС АО «Газпром газораспределение Оренбург» успешно внедрена и используется с 2014 года. Изменения в требованиях со стороны владельцев, а также стандартов для ГРО не требуют коренных изменений в системе и реализуются как стандартная процедура добавления функциональности с выходом новой версии. Кроме того, использование процессного подхода

позволило выполнять верификацию данных и непрерывно контролировать нарушения при работе с данными, оперативно сообщать о неверных действиях ответственным с целью выработки соответствующих управленческих решений.

Список литературы

1. Канатов, И.В. Специфика модернизации системы телеметрии в ОАО «ОРЕНБУРГГОБЛГАЗ» // И.В. Канатов, П.В. Белоновский // Теплогазоснабжение: состояние, проблемы, перспективы: материалы II Всерос. науч.-практ. Конф. (с международным участием). 30 – 31 окт. 2013 г. г. Оренбург. / Оренбург. гос. ун-т. - 2013. - С. 33-38.

2. ГОСТ Р 54983-2012. Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация

3. ГОСТ Р 55472-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. М.: Стандартинформ, 2014 – 123 с.

4. ГОСТ Р 55471-2013 Системы газораспределительные. Системы управления сетями газораспределения. М.: Стандартинформ, 2014 – 3 с.

5. Влацкая И.В. Телеметрия как средство поддержки принятия решений в газораспределительной системе // И.В. Влацкая, П.В. Белоновский. В сборнике: Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Оренбургский государственный университет. 2013. - С. 119-122.

6. Бородин, Д.А. Сравнительный анализ технических решений повышения пропускной способности существующих газораспределительных систем/ Д.А. Бородин, Р.Ш. Мансуров, И.А. Косарев // ТеплоВодоСнабжение. - 2013.-№12. - С.14-17.

7. Р Газпром 2-1.17-720-2013 Газораспределительные системы. Типовые технические решения к построению электронных схем газоснабжения на базе электронных схем местности. М.: Стандартинформ, 2015 – С. 13-29.

8. Белоновский, П.В. Автоматизация мониторинга обслуживания газораспределительных систем Оренбургской области / П.В. Белоновский, И.В. Влацкая // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 4 (179). С. 172-176.

9. Никифоров, А.Д. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения. /А.Д.Никифоров. – М.: Высш. шк., 2006. - С. 82-87.

10. Мурашко, Н.Е. Управление бизнес-процессами в газораспределении / Н.Е.Мурашко, М.А. Миденко // ГАЗПРОМРЕГИОНГАЗИНФОРМ. 2005.-№ 4. - С. 40-43

11. Хомутова, Т.В. Стимулирование труда в газораспределительных организациях: автореф. дисс... канд. эконом. наук. Саратов.- 2014.- 22 с.

12. Степаненко, О.А. Процессный подход как инструмент повышения эффективности работы газотранспортного предприятия / О.А.Степаненко, В.Л. Фиников, А.Я. Титов // Газовая промышленность. 2008. № 9. С. 34.

13. Журкин, И.Г. Геоинформационные системы. / И.Г. Журкин, С.В, Шайтура. М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009.- 272 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИЛ-76МД-90А

Бесенбеков Е.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Задача модернизации представляет собой разработку структуры новой системы управления самолета Ил-76МД-90А и его дальнейших модификаций, которая позволила бы выполнить требования АП-25. Кроме того, система управления должна быть максимально приближена к производству системы управления проектируемого самолета МТС.

Проведенная ранее оценка характеристик устойчивости и управляемости Ил-76МД-90А и его модификаций показала, что система управления самолета Ил-76 в целом и ее загрузочные устройства, спроектированные под нормы ОТТ ВВС 1965 года, по сути, не могут соответствовать современным нормам (АП-25), которые должны обеспечить легкое управление с линейными характеристиками загрузки. Не могут быть выполнены пункты АП-25: 25.143 (b), (c) (f), 25.145 (a*, b), п. 25.207(b). Эта проблема усугубляется для Ил-76МД-90А по сравнению с Ил-76МД из-за того, что максимальная взлетная масса увеличилась от 190т до 210т, а предельно-передняя центровка изменилась от 20% до 15%. Также вызывает сомнение возможность использования в качестве резервной системы управления механической безбустерной системы управления, переход на которую предусмотрен при отказе АРМ-62. Поэтому необходимо провести анализ соответствия существующей системы управления современным требованиям по отказобезопасности. Помимо, прямого невыполнения норм АП-25, следует иметь в виду, что практически на всех современных самолетах используется комплексная система управления (КСУ), которая частично включает в себя функции, присущие автопилоту, такие как стабилизация траекторных параметров, а также функции предотвращающие попадание самолета в опасное пространственное положение (ограничение по углу атаки и крена).

Простые решения, типа уменьшения градиента загрузки на пружине не позволят решить задачу выполнения норм АП. Требуется серьезная регулировка коэффициентов передачи от рычагов управления к органам управления и загрузки в зависимости от режимов полета, которая невозможна в рамках существующей системы. Необходима, также, модернизация системы сигнализации о приближении к сваливанию.

Варианты модернизации системы управления Ил-76МД-90А.

В 2010-2011 г. отделом 111 и отделением 220 были предложены два пути модернизации системы управления:

Первый разработанный еще в 90-е годы. Это структура СУ, близкая к системе управления самолета Ил-96-300(400Т) с заменой вычислительной части на более современную. Но такой подход нельзя назвать модернизацией, т.к. от прежней системы остаются только рулевые привода АРМ-62. Требуется замена проводки управления на тросовую, установка системы автоматической

загрузки (вычислители и привода) и доработка гидравлической системы для питания приводов САЗ. Необходима также разработка алгоритмов вычислительной части системы. При такой модернизации ограничены возможности автоматизации штурвального управления для выполнения требований заказчиков к современному транспортному самолету (стабилизация угловых и траекторных положений самолета, недопущение выхода за эксплуатационные ограничения и т.п.).

Второй путь предполагает модернизацию автономных приводов АРМ-62 путем добавления модуля электрического входа для управления приводом электрическими сигналами от системы дистанционного управления. Таким образом, фактически предлагается СДУ с механическим резервом и автономными приводами. Следовательно, потребуется разработка архитектуры вычислительной части системы, алгоритмов функционирования и т.д., это, как и в первом случае, новая система управления. При таком подходе возможна реализация практически любых алгоритмов автоматизации штурвального управления, но проблема использования в качестве резервной системы механической безбустерной системы управления остается. Для модернизации АРМ-62 потребуется проведение соответствующей научно исследовательских работ на ОАО «ПМЗ ВОСХОД».

Для этих вариантов потребуются создания стенда для отработки системы.

Предложенные пути модернизации СУ в определенном смысле являются полумерами, в особенности первый, и оставляют многие проблемы нерешенными, в частности, проблему резервирования системы путем перехода на безбустерное управление. Также, сохранение пружинных сервокомпенсаторов на руле направления и элеронах делают проблематичным реализацию режима автоматического захода на посадку по 3-ей категории. В то же время оба варианта требуют проведения большого объема исследовательских и проектно-конструкторских, соизмеримого с объемом работ для создания новой системы управления, поэтому было бы целесообразно разработать принципиально новую систему управления, максимально схожую с системой управления самолета МТС (МТА). Это позволит сократить расходы на ее разработку, в том числе и за счет создания унифицированного полунатурного стенда.

С начала проектирования МТС (МТА) начаты работы по созданию комплексной электродистанционной системы управления (КСУ) для этого самолета. На настоящий момент прорабатываются два основных варианта системы:

1. КСУ с механическим резервом. Требуется три гидросистемы для функционирования электрогидравлических приводов основной системы и гидромеханических приводов для резервной системы.

2. КСУ без механического резерва. Требуется три гидросистемы. Подобные системы используются на SSJ-100 и MC-21. Шарнирные моменты на органах управления Ил-76 не превышают моменты у МТА из-за большой осевой компенсации, поэтому возможно применение одинаковых

исполнительных агрегатов (приводов) на самолетах МТС и ИЛ-76, также вычислительная часть и структура алгоритмов функций СДУ могут быть практически идентичными. Потребуется только настройка алгоритмов под характеристики Ил-76МД-90А.

Разработка КСУ для Ил-76МД-90А аналогичной КСУ для МТС позволит:

1. Создать современную систему управления и сертифицировать самолет по современным нормам АП и выполнить требования Заказчиков,
2. Сократить время и затраты на разработку системы,
3. Реализовать современный подход к подготовке летного состава, при котором не потребуется значительное время на переучивание экипажей для МТС или ИЛ-76 с новой системой управления. Однако потребуется и модернизация гидросистемы самолета. Так сейчас на самолете Ил-76МД-90А гидравлическая система самолета делится на две самостоятельные, независимые одна от другой системы. Имеющиеся гидросистемы не рассчитаны для использования в системе управления.

Выводы

1. Рассмотрены различные варианты модернизации системы управления самолета Ил-76МД-90А, позволяющие обеспечить выполнение требований АП-25.

2. Наиболее предпочтительным вариантом представляется, применение комплексной системы управления (КСУ), унифицированной с КСУ проектируемого самолета МТС.

3. Применение КСУ, полностью аналогичной КСУ МТС, потребует трех независимых гидросистем (на Ил 76 только 2 системы). В тоже время, это позволит снять один канал механической поводки, заменить устаревшие и достаточно тяжелые АРМ на современные ЭГРМ и ГМРМ и отказаться от пружинных сервокомпенсаторов в поперечном и путевом каналах управления. Возможны, также, варианты КСУ, с аварийной системой на АРМ или без них, в этом случае достаточно двух гидросистем, но требуется сохранение компенсаторов.

4. Оценка шарнирных моментов на органах управления, показавшая допустимость использования одинаковых силовых приводов (ЭГРП и ГМРП) на Ил-76МД-90А и МТС

Список литературы

1) *Руководство по летной эксплуатации самолета ИЛ-76. - М.: ОКБ им. Ильюшина, 1981, 124 с.*

2) *Белан А.Ф Инструкция по летной эксплуатации самолета ИЛ-76. г. Клин-5, Издательство «Мысль народа», 1998, 138с.*

3) *Жулев В.И., Иванов В.С. Безопасность полетов летательных аппаратов. М.: Транспорт, 1986, 224.с.*

4) *Башта Т.М., Бабанская В.Д., Головки Ю.С., и др. Надежность гидравлических систем воздушных судов. М.: «Транспорт», 1986, 280с.*

5) Авиационные правила часть 25 нормы летной годности самолетов транспортной категории 5 издание, поправки с 1 по 8, 2015, 290с.

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ. НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Владов Ю.Р., Нестеренко М.Ю., Владова А.Ю., Влацкий В.В.
ФГБУН «Оренбургский научный центр УрО РАН», г. Оренбург

Состояние исследований и актуальность проблемы

Под управлением состоянием объекта понимается система сбора, хранения и анализа относительно небольшого количества существенных признаков или его параметров описания для вынесения суждения о его состоянии или поведении в целом и формирования соответствующей управленческой информации. Известно, отказы природно-техногенных объектов (ПТО) расходуют значительные материальные и экологические ресурсы. Увеличивающаяся продолжительность работы ПТО, сопровождается их износом и выдвигает проблему управления состоянием в ранг наиболее актуальных.

В ряде работ в области анализа состояния различных объектов выделены типичные механизмы отказов, составлены физико-механические и математические модели процессов его изменения на основе локальных параметров. В то же время методы локального или точечного мониторинга не отражают реальной их интенсивности изменения. Обширная диагностическая информация о повреждениях ПТО создается при использовании современных методов разрушающего и неразрушающего контроля. Однако, ее анализ затруднен из-за большой размерности задачи и невозможности использования существующих методов обработки данных с необходимостью их ранжирования и потери связи при этом с исследуемым объектом.

Среди наиболее значимых работ, посвященных широкому кругу вопросов управления объектами и технологическими процессами, следует отметить работы отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 5], а также работы в области сбора данных, моделирования и идентификации с помощью ЭВМ [7, 8, 9], управления технологическими процессами с сосредоточенными и распределенными параметрами [10-13]. Однако, особенности ПТО не позволяют использовать соответствующие классические методы. Применяемые методы интеллектуального анализа данных, используемые в различных областях науки и техники, предназначены для выявления закономерностей, классификации и кластеризации данных и не выходят на требуемый уровень управления объектами выделенного класса.

Географические информационные системы (ГИС) представляют собой относительно новое научное направление. Теория этих информационных систем и ее отдельные приложения отражены в трудах отечественных: А.М. Берлянт, Л.М. Бугаевский, А.А. Вахромеева А.В. Замятин, Е.Г. Капралов, Р.В. Ковин, А.В. Кошкарев, Н.Г. Марков, А.В. Скворцов, В.Я. Цветков и др. и зарубежных ученых: Hunter G.J., Jensen J.R., Codd E.F., Peuquet D.J., Lauer D.T.,

Epstein E.E., De Merc M.H., Сеймон А.Р. и многих др. Однако, многие теоретические и прикладные вопросы еще далеки от завершения, в особенности для автоматизированных ГИС, приспособленных для управления состоянием природно-техногенных объектов, функционирующих в условиях полной или частичной неопределенности и высокой удельной концентрации различных видов энергии.

Цель – повышение эффективности функционирования и использования сложных природно-техногенных объектов длительной эксплуатации за счет разработки методологии управления их состоянием [3, 4].

Задачи данного исследования: Изложить основные теоретические положения построения методологии управления состоянием ПТО; Построить геоинформационную систему с сетью сейсмических станций; Апробировать технологии управления состоянием природно-техногенных объектов.

Декомпозиция проблемы

Ввиду масштабности и сложности фундаментальной проблемы автоматизированного управления состоянием ПТО рациональна ее декомпозиция на три этапа. На первом этапе создаются оптимальные агрегированные модели состояния. На втором этапе на их основе выявляются аппроксимирующие зависимости корреляционных функций изменения состояния и решается модифицированное интегральное уравнение Винера-Хопфа. Третий этап предусматривает формирование управленческой информации с принятием научно обоснованных решений.

Агрегированные модели

Процесс нахождения агрегированных моделей состояния ПТО рассмотрим на примере теплоэнергетического оборудования. Предлагается агрегирование вести на пяти уровнях [3]: поэлементное, покомпонентное, поагрегатное, погрупповое и общее. На рис. 1 схематично отображены первые три уровня.

Например, покомпонентное агрегирование предусматривает нахождение степени повреждения металла по трем компонентам: надежностной $S_{нк}$ в соответствии с эффективной наработкой, температурной $S_{тк}$ в зависимости от напряжения и температуры и механической компоненты $S_{мк}$ также в зависимости от эффективной температуры для каждого элемента с учетом 11-ти существенных физико-механических свойств, а также марки стали, давления и других факторов, выбранных из базы данных.

33	$S_{\text{опт агр}}$...											$S_{\text{опт агр}}$										
	$S_{\text{адд1}}$			$S_{\text{мпт1}}$			$S_{\text{кмб1}}$																$S_{\text{адд м}}$			$S_{\text{мпт м}}$			$S_{\text{км м}}$				
	N_{a1}			N_{q1}			N_{z1}					$\dots \alpha_{Na}, \alpha_{Nq}, \alpha_{Nz} \dots$											$N_{a м}$			$N_{q м}$			N_{z33}				
	Агрегат 1											...											Агрегат м										
22	S_1											...											S_n										
	$S_{\text{нк1}}$			$S_{\text{тк1}}$			$S_{\text{мк1}}$																$S_{\text{нк н}}$			$S_{\text{тк н}}$			$S_{\text{мк н}}$				
11	$S_{\text{нк1}}$			$S_{\text{тк1}}$			$S_{\text{мк1}}$...											$S_{\text{нк н}}$			$S_{\text{тк н}}$			$S_{\text{мк н}}$				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										

Рис. 1 – Схема нахождения агрегированных моделей состояния энергетического котла как сложного объекта: 1 – покомпонентная; 2 – поэлементная; 3 – поагрегатная; 4 – погрупповая и 5 – общая

Выбраны весовые коэффициенты: в надежностной компоненте для вероятности отказов (1) $\alpha_{Q(\sigma)}$, номинального допустимого напряжения (2) $\alpha_{i\Delta i}$ и относительного количества пусков (3) $\alpha_{\bar{n}}$; в температурной компоненте для допустимого напряжения (4) $\alpha_{\Delta i}$, предела ползучести (5) $\alpha_{\bar{i}}$ и предела длительной прочности (6) $\alpha_{i\bar{i}}$; в механической компоненте для предела прочности (7) $\alpha_{i\bar{o}}$, предела текучести (8) $\alpha_{i\bar{o}}$, относительного удлинения (9) $\alpha_{i\bar{o}}$, относительного сужения (10) $\alpha_{i\bar{N}}$ и ударной вязкости (11) $\alpha_{\sigma\Delta}$. Как видно из рис. 1, при нахождения агрегированных моделей состояния теплоэнергетического оборудования использованы: три компоненты; n элементов; m агрегатов и k схем. По результатам каждого диагностирования ПТО выявляются следующие основные закономерности: неравномерность его состояния, ухудшение по мере увеличения наработки и выделяются потенциально опасные агрегаты.

Корреляционные зависимости

Из множества построенных на основе оптимальных агрегированных моделей состояния ПТО выделяются типы корреляционных функций: авто- $R_{xx}(\tau)$, $R_{yy}(\tau)$ и взаимно- ($R_{yx}(\tau)$ при $\tau \geq 0$ и $R_{xy}(\tau)$ при $\tau < 0$). По полученным результатам нами предлагается провести замену нормированных авто- $r_{ii}(\tau)$ и взаимно- $r_{ij}(\tau)$, $r_{ji}(\tau)$ корреляционных функций аппроксимирующими зависимостями: экспоненциальными, экспоненциально косинусными, экспоненциально полиномиальными и экспоненциально косинуссинусными [3]. В этих зависимостях коэффициенты A и B - характеризуют начальные условия; α, β_1, β_2 - показывают интенсивность затухания корреляционных функций, а ω - определяет среднюю частоту периодических составляющих случайных процессов.

Во всех случаях коэффициенты аппроксимации, характеризующие случайные процессы изменения состояния, положительные вещественные числа, что позволяет находить аналитические модели изменения состояния ПТО в символьном виде.

Аналитические модели

Аналитические модели изменения состояния ПТО найдутся при постановке задачи с входной $U_x(t)$ и выходной $U_y(t)$ оптимальными агрегированными моделями. Нужно найти оценку оператора, характеризующего интенсивность изменения состояния ПТО - $v(t)$. Для этого необходимо соблюсти требование близости случайных функций $U_y^*(t)$ выхода модели к случайной функции $U_y(t)$, являющейся выходной переменной объекта. Критерием близости случайных функций является функция потерь $\rho[u_y(t), u_y^*(t)]$, на математическое ожидание которой наложено требование минимума (1):

$$M\{\rho[u_y(t), u_y^*(t)]\} = \min. \quad (1)$$

Критерий минимума среднего риска будет выполнен при минимуме математического ожидания функции потерь и конкретной реализации случайной агрегированной модели на входе. Оператор математического ожидания или регрессия выходной переменной $U_y(t)$ относительно входной $U_x(t)$ дает оптимальную оценку оператора состояния объекта. Проводя преобразования линейных операторов [3] с учетом нормирования аппроксимирующих корреляционных зависимостей, стационарности и стационарной связанности случайных функций $U_y(t)$ и $U_x(t)$, интенсивность изменения состояния ПТО найдется по модифицированному интегральному уравнению Винера-Хопфа (2):

$$\int_0^{\infty} v(\tau) \cdot r_{xx}(t-\tau) \cdot d\tau = r_{yx}(t), \quad -\infty < t < \infty, \quad v(\tau) = 0 \text{ при } \tau < 0. \quad (2)$$

В силу единственности аналитического продолжения для функций $r_{xx}^-(t)$ и $r_{yx}^-(t)$, соответствующее уравнение имеет место для всех t . Проводя интегральные преобразования [3, 7, 10], получаем (3):

$$\int_0^t v(\tau) \cdot [r_{xx}^+(t-\tau) - r_{xx}^-(t-\tau)] \cdot d\tau = r_{yx}^+(t) - r_{yx}^-(t). \quad (3)$$

Поскольку для рассматриваемых функций существует преобразование Лапласа, то решение (6) всегда существует, и притом оно единственное. Применяв преобразование Лапласа с оператором s и, учтя теорему умножения для свертки оригиналов, получим расчетное выражение для нахождения передаточной функции $G(s)$ (4):

$$G(s) \cdot [r_{xx}^+(s) - r_{xx}^-(s)] = r_{yx}^+(s) - r_{yx}^-(s). \quad (4)$$

Используя обратное преобразование Лапласа с оператором s^{-1} , находим аналитические модели, отражающие процессы изменения состояния и их интенсивности для природно-техногенных объектов. В целом, построенные на этом этапе по оптимальным агрегированным моделям корреляционные функции позволяют выделить 4 типа аппроксимирующих зависимостей с увеличивающимися по сложности описания аргументами в соответствии с установленными при длительной эксплуатации четырьмя механизмами повреждений ПТО. По найденным расчетным выражениям для

модифицированного интегрального уравнения Винера-Хопфа получены 64 модели процессов изменения состояния и их интенсивностей в символическом виде.

Построение геоинформационной системы

Назначение системы - управление геодинамической активностью недр разрабатываемых месторождений в реальном времени. Система состоит из ряда сеймостанций с общим количеством N , GPS-датчиков (GPS_1, \dots, GPS_N), сервера данных (рис. 2) и информационной подсистемы «ГИС - Недропользование». В свою очередь датчики подсистемы, входящие в сеть сейсмических станций «Нефтегаз-сейсмика» подразделяются на две группы: локальную и телесеismicкую. Из группы локальной сейсмики необходимо отметить позиционирование этих датчиков по сторонам света (N-S и E-W) и глубине залегания (Z_1, \dots, Z_N).

Основным преимуществом рассмотренной системы является гиперчувствительность к удалённым сейсмическим событиям в реальном времени. С помощью системы «Гис-Недропользование» и реконфигурацией сети, состоящей из 8 стационарных и двух передвижных сейсмических станций, на разрабатываемых месторождениях нефти и газа в Оренбургской области фиксируется в среднем 2-3 сейсмических события в месяц.

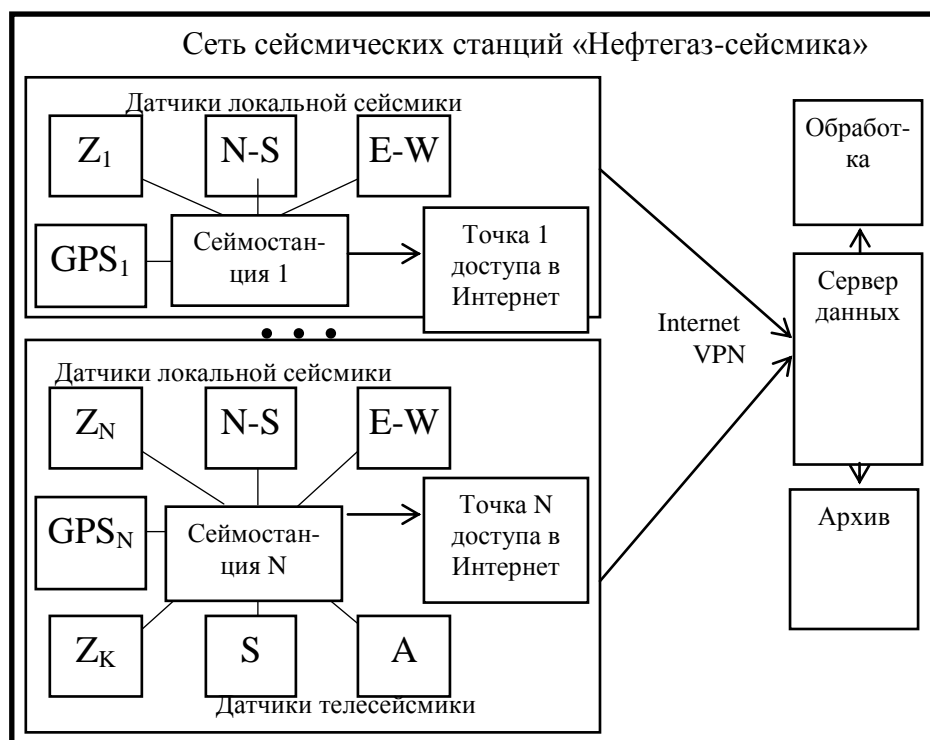


Рис. 2. Информационная система «ГИС - Недропользование» с сетью сейсмических станций «Газ-сейсмика»

Замкнутая автоматизированная система

С учетом представленной методологии и разработанного алгоритмического, изобретательского, математического и интеллектуального обеспечения разработана (рис. 3) автоматизированная система управления состоянием ПТО, содержащая в прямой цепи, кроме группы однородных объектов, службу надзора и диагностики, а также устройство для выполнения операций по неразрушающему контролю. Цепь отрицательной обратной связи, замыкающая автоматизированную систему, составлена из базы знаний и программного комплекса, выполняющего в автоматизированном режиме операции по нахождению оптимальных агрегированных моделей, выявлению по результатам аналитической идентификации в текущее и прогнозное время потенциально опасных агрегатов и формирование управленческой информации.

Замкнутая автоматизированная система управления состоянием ПТО состоит из следующих блоков: 1 – база знаний о повреждениях и аналитических моделях изменения состояния в символьном виде; 2 – построение и нахождение оптимальных агрегированных моделей; 3 – выявление по результатам аналитической идентификации потенциально опасных агрегатов; 4 – выявление по результатам прогнозирования потенциально опасных агрегатов в прогнозное время; 5 – формирование управленческой информации на момент последнего диагностирования для восстановления потенциально-опасных агрегатов; 6 – формирование управленческой информации для восстановления потенциально-опасных агрегатов в прогнозное время; 7 – организация, занимающаяся техническим обслуживанием и ремонтом природно-техногенных объектов; 8 – группа однородных природно-техногенных объектов; 9 – устройство для выполнения операций по неразрушающему контролю в автоматизированном режиме.

Основные информационные векторы, отмеченные на схеме, много компонентные. Ниже дается их расшифровка: $Q_0(H_{кр}, h_{кр}, a_{кр}, L_{кр}, D_{кр})$ – вектор с информацией о критических или опасных повреждениях, подлежащих вырезке эксплуатирующей организацией или требующих отдельного контроля. Здесь, $H_{кр}, h_{кр}, a_{кр}, L_{кр}, D_{кр}$ – критические толщины стенки в районах повреждений, критические глубины и длины повреждений, а также местоположение и количество критических повреждений; $Q_1(H^*, h^*, a^*, L^*, D^*)$ – вектор с той же информацией о повреждениях за исключением критических; $Q_2(S_{хopt}, S_{уopt}, L, D)$ – вектор с информацией о входных и выходных агрегированных моделях для каждого участка, также их местоположении и количестве; $Q_3(S_{ор}, L_{ор}, D_{ор})$ – вектор с информацией о потенциально опасных участках в исследуемом ПТО после проведения аналитической идентификации, в частности, величине состояния $S_{ор}$, местоположении $L_{ор}$ и количестве $D_{ор}$; $Q_4(S_{ор_}, L_{ор_}, D_{ор_})$ – вектор с информацией о потенциально опасных участках в исследуемом ПТО после прогнозирования, в частности, величине состояния $S_{ор_}$, местоположении $L_{ор_}$ и количестве $D_{ор_}$; $Q_5(S_{v_}, L_{v_}, D_{v_})$ – вектор с информацией о вариантах восстановления состояния потенциально опасных участков в исследуемом ПТО после проведения аналитической идентификации, в частности, величине состояния S_v до и после восстановления, местоположении L_v предназначенных

для восстановления повреждений и их количестве D_v ; $Q_6(S_v, L_v, D_v)$ – вектор с информацией о вариантах восстановления состояния потенциально опасных участков в исследуемом ПТО после проведения прогнозирования, в частности, величине состояния S_v до и после восстановления, местоположении L_v предназначенных для восстановления повреждений и их количестве D_v ;

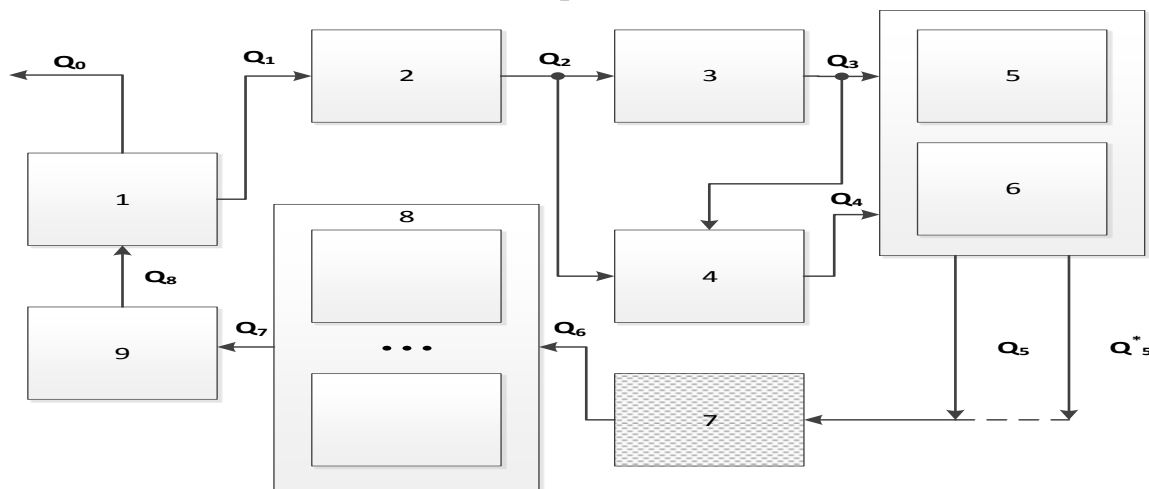


Рис. 3 – Функциональная схема замкнутой автоматизированной системы управления состоянием природно-техногенных объектов

$Q_7(S_0, L_0, D_0)$ – вектор с информацией об оставшихся без восстановления потенциально опасных участках в исследуемом ПТО в связи с ограниченными возможностями эксплуатирующей организации, в частности, величине состояния S_0 , местоположении L_0 и их количестве D_0 ; $Q_8(H_r, h_r, a_r, b_r, L_r, D_r)$ – вектор с информацией о всех распознанных в результате, например, неразрушающего контроля повреждениях внешней и внутренней поверхности оболочки ПТО и их параметрах, включающих толщину стенки H_r в районе каждого повреждения, глубину h_r , длину a_r , ширину b_r , месторасположение L_r , а также их количестве D_r . Q_9 – вектор, поступающий на второй вход блока 7 и несущий информацию о нормативно-технических требованиях (на схеме не показан).

В целом автоматизированная система управления состоянием ПТО представляет собой более совершенную замкнутую систему, в которой блоки 7, 8 и 9 образуют прямую цепь, а блоки 1 – 6 составляют цепь обратной связи. В целом, сформированная информация на выходе блоков 5 и 6 (вектора Q_5 и Q_5^*) позволяет корректировать организацию, содержание и стратегию обслуживания и ремонта, тем самым существенно повысить эффективность функционирования природно-техногенных объектов.

Выводы

Использование полученных результатов обозначенной проблемы по управлению состоянием природно-техногенных объектов играет заметную роль в развитии инновационного потенциала региона, а в учебном процессе существенно повышает уровень аэрокосмического образования в ОГУ.

Анализ опубликованных сведений по управлению состоянием объектов, сбору данных, моделированию и идентификации, управлению технологическими процессами с сосредоточенными и распределенными

параметрами, Data Mining, а также патентный анализ позволяет уверенно констатировать значительную актуальность проблемы.

Предложенная декомпозиция проблемы на три этапа оптимальна, причем наиболее трудоемкий, требующий значительных информационных ресурсов – второй этап позволяет получить аппроксимирующие зависимости корреляционных функций изменения состояния техногенных объектов и решить модифицированное интегральное уравнение Винера-Хопфа с нахождением соответствующих моделей изменения состояния в символьном виде.

Использованные в исследовании агрегированные модели состояния по объективным причинам значительно информативнее локальных моделей, а также обладают рядом эмерджентных свойств, из которых в первую очередь следует выделить сглаживающий эффект, позволяющий применять линейный математический аппарат в виде обыкновенных дифференциальных уравнений.

Полученные в исследовании модели процессов изменения состояния и их интенсивностей апробированы на целом ряде ПТО и, как установлено, с достаточной точностью отражают различные механизмы их повреждения;

Регистрация сейсмических событий в недрах разрабатываемых месторождений углеводородов сложная проблема, требующая установки локальных и телесеизмических датчиков и построения автоматизированной геоинформационной системы на их основе. Разработанная система, состоящая из сети сейсмических станций «Нефтегаз-сеймика» и информационной подсистемы «ГИС - Недропользование», позволяет решить проблему на достаточно высоком научном и практическом уровнях.

Девять основных информационных векторов позволяют замкнуть автоматизированную систему управления состоянием природно-техногенных объектов, а информационное наполнение векторов позволяет проследить интеллектуальное преобразование информации для реализации эффективного управления состоянием объектов природно-техногенного характера. Разработанная технология апробирована также при управлении геодинамической активностью недр разрабатываемого месторождения углеводородов [14].

Список литературы

- 1. Алиев Р. А. Производственные системы с искусственным интеллектом / Р. А. Алиев, Н. М. Абдикеев и др. – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.*
- 2. Владов Ю. Р. Идентификация технического состояния теплоэнергетического оборудования: монография / Ю. Р. Владов, В. М. Кушнарченко, А. Ю. Волова, Е. П. Степанов и др. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 200 с.*
- 3. Владов Ю. Р. Построение и моделирование систем интеллектуального управления состоянием техногенных объектов: монография / Ю. Р. Владов, А. Ю. Волова. - Оренбург: ООО ИПК "Университет", 2013. - 243 с.*

4. Владов Ю. Р. Систематизация математических моделей при аналитической идентификации технического состояния промышленных объектов / Ю. Р. Владов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2005, № 33. С. 14-19.
5. Интеллектуальное управление динамическими системами / С. Н. Васильев, А. К. Жерлов, Е. А. Федосов, Б. Е. Федунев. –М.: Физматлит, 2000. - 352 с.
6. Нестеренко М. Ю. Влияние преотраженного сигнала на точность глобальных навигационных систем в области мониторинга деформаций земной поверхности на разрабатываемых месторождениях углеводородов / М. Ю. Нестеренко, А. В. Цвяк, Ю. Р. Владов. Успехи современного естествознания, № 9, 2016. - С. 143-147.
7. Основы управления технологическими процессами / А. С. Анисимов [и др.]. Под ред. Н. С. Райбмана. – М.: Наука, 1978. - 440 с.
8. Оценивание параметров и состояния / П. Эйкхофф; Пер. с англ. В. А. Лотоцкого, А. С. Манделя; под ред. Н. С. Райбмана. – М.: Мир, 1975. - 683 с.
9. Пащенко Ф. Ф. Введение в состоятельные методы моделирования систем. В 2-х ч. Ч. 2. Идентификация нелинейных систем. – М.: Финансы и Статистика, 2007. – 288 с.
10. Райбман Н. С. Построение моделей процессов производства / Н. С. Райбман, В. М. Чадаев. – М.: Энергия, 1975. - 376 с.
11. Рапопорт Э.Я. Анализ и синтез систем автоматического управления с распределенными параметрами. - Москва : Высш. шк., 2005. - 291 с.
12. Растринин Л. А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Сов. радио, 1980. – 232 с.
13. Рей У. Методы управления технологическими процессами: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. - 368 с.
14. Патент RU 2575469, МПК G01V 9/00; G01V 1/28. Способ определения геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения углеводородов / М.Ю. Нестеренко, Ю.М. Нестеренко, Ю.Р. Владов, А.Ю. Владова (РФ). - № 2014145515/28; заявл. 12.11.2014; опубл.20.02.2016, Бюл. №5. – 14 с.

ЗАДАЧА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ЕГО АВТОМАТИЗАЦИЯ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Влацкий В.В.

Отдел геоэкологии ОНЦ УрО РАН, г. Оренбург

Важность нефтегазодобывающей отрасли для экономики России трудно переоценить. Этот сектор экономики даёт более половины доходов бюджета, 44% валютных поступлений. На него приходится, например, по данным Всемирного банка, более 20% ВВП страны. Российская Федерация располагает огромным углеводородным потенциалом. Нефтегазовая отрасль России входит в число ведущих в мире, полностью обеспечивает внутренние текущие и перспективные потребности в нефти, природном газе, продуктах их переработки [1].

Интенсификация добычи углеводородов (УВ) увеличивает техногенную нагрузку на геологическую среду и неизбежно влечет за собой существенные изменения эндогенных процессов в недрах [2].

Это создает условия формирования многих экологических проблем, негативно влияющих на развитие природы и экологию в регионе в целом. Увеличение риска возникновения техногенных катастроф в районах нефтегазодобычи, является убедительным доказательством актуальности проблемы мониторинга природно-техногенных сред и необходимости разработки новых методов или усовершенствования существующих систем мониторинга.

Решение проблем геоэкологии на нефтегазодобывающих территориях основано на исследованиях техногенно-природных нарушений в недрах нефтегазодобывающих районов региона, выявлении геодинамических, сейсмических, геофизических, и других изменений в геологической среде с учетом данных по другим регионам, разрабатывающих месторождения нефти и газа.

Успешное решение задач мониторинга геодинамических и сейсмических процессов недр нефтегазодобывающих территорий предполагает глубокую унификацию информационного описания множества предметных областей различной природы. Общее геометрическое пространство является основной предпосылкой их интеграции в единую геоинформационную модель сложной структуры.

В этой связи возникает необходимость создания интерактивной системы сбора, обработки и анализа потоков разнотипных пространственно-временных геоданных для мониторинга природных и техногенных процессов в недрах при добыче УВ-сырья.

Исследования сейсмичности на разрабатываемых месторождениях УВ на территории Южного Предуралья в отделе геоэкологии ОНЦ УрО РАН проводят Нестеренко М.Ю. и Нестеренко Ю.М.

Общая схема организации и управления мониторингом может быть представлена следующим образом (рис.1)

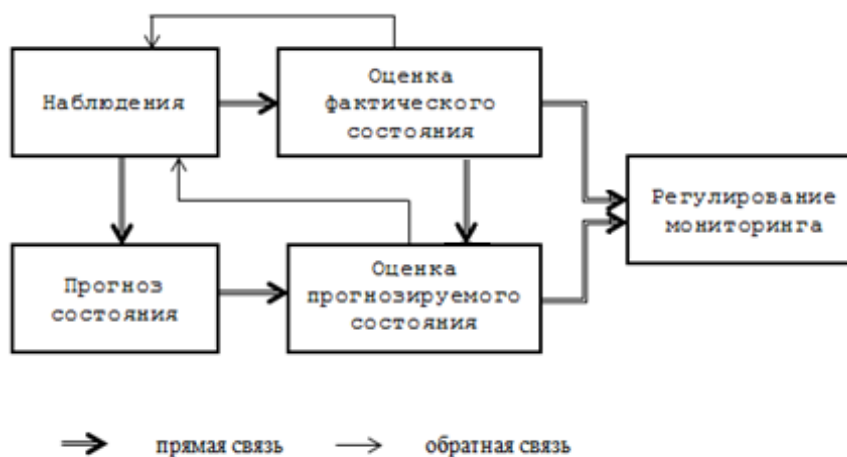


Рисунок 1- Схема управления геоэкологическим мониторингом.

Для организации мониторинга современного геодинамического состояния недр на разрабатываемых месторождениях углеводородов необходимо проведение систематических наблюдений на специализированных геодинамических полигонах. Основные методы мониторинга геодинамических и сейсмических процессов:

- Спутниковые геодезические наблюдения с применением системы GNSS систем.

- Гравиметрические наблюдения. Долговременные наблюдения за изменением напряжённо - деформированного геологической среды на основе выявления и анализа пространственно-временных особенностей вариаций силы тяжести.

- Система геодинамического мониторинга на месторождениях нефти с использованием сейсмологической сети.

Мониторинг и анализ геодинамической обстановки в Оренбургском Предуралье, выполняемый в отделе геоэкологии ОНЦ УрО РАН, позволил сделать выводы об уровне сейсмической и геодинамической активности в пределах платформенной части Оренбуржья. Кроме природной (естественной) сейсмичности значимым фактором становится техногенная сейсмичность, роль которой возрастает по мере усиления интенсивности воздействия человечества на геологическую среду - добыча нефти и газа на эксплуатируемых месторождениях, разработка месторождений твердых полезных ископаемых, промышленные взрывы, строительство водохранилищ и др. Регистрация землетрясений в Оренбургской области проводится отделом геоэкологии с помощью сети сейсмических станций с 2005 г.

Выполняемый отделом геоэкологии мониторинг геодинамических и сейсмических событий с помощью инструментальных методов позволяет регистрировать сейсмическую и геодинамическую активность на площади более 10000 км², генерируя большой объем информации, который требует сбора, обработки, анализа и сопоставления с геолого-географическими

данными территории исследований, техногенных изменений в геологической среде и др., полученные в отделе геоэкологии и другими исследователями.

При выполнении мониторинга необходимо учитывать и анализировать информацию о генезисе тектонических блоков Восточно-Европейской плиты и сил, заставляющих их перемещаться и вызывающих сейсмическую активность. Поставленные задачи успешно решаются с помощью современных ГИС-технологий на основе результатов мониторинга сейсмической и геодинамической активности. В связи с этим разработана и внедрена автоматизированная система «ГИС-Недропользование» для проведения мониторинга геодинамических процессов и сейсмической активности разрабатываемых месторождений нефти и газа и прилегающих территорий (на примере Южного Предуралья) [3].

Географическая информационная система «ГИС - Недропользование» является комплексным инструментом, включающим в себя сейсмические станции, серверы и персональные компьютеры, телекоммуникационные системы, средства создания и редактирования растровой и векторной картографической информации, пространственные базы данных, инструменты пространственного и геостатистического анализа (рисунок 2).



Рисунок 2 - Обобщённая структура «ГИС - Недропользование».

Предлагаемое наполнение и архитектура базы геоданных, обслуживающей задачи геодинамического мониторинга, обеспечит комплекс-

ную вычислительную среду их решения и информационного сопровождения. База геоданных ГИС – «Недропользование» позволяет:

- хранение тематической информации на основе метаданных;
- хранение наборов данных видовой и картографической информации;
- проведение информационного моделирования объектов природного и техногенного происхождения в пространстве и времени;
- обеспечение логической и физической целостности содержащихся в БГД данных;
- специально организованные реляционные поля, соответствующие естественной типизации предметных областей экологического мониторинга, позволяют генерировать сложные реляционные запросы к атрибутивным данным;
- доступная на интуитивном уровне логика организации пространственных связей позволит относительно просто поддерживать и развивать обширный информационный фонд базы географических данных.

Список литературы

1. *Е.В. Веницианов, В.Н. Виниченко, Т.В. Гусева, С.Д. Дайман, Е.А. Заика, Я.П. Молчанова, В.А. Сурнин, М.В. Хотулева // Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др., Под ред. Е.А. Заика. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. - 252 с.*

2. *Ананьин И.В. Оценка ущерба от сильных землетрясений в Европейской части России // Вопросы инж. сейсмологии. 2008. Т.35, № 3. С. 39–57, Нестеренко Ю.М., Нестеренко М.Ю. - М.:2010-2016.*

3. *В.В. Влацкий, М.Ю. Нестеренко, А.В. Цвяк Информационно-телекоммуникационная система мониторинга геодинамических и сейсмических процессов недр нефтегазодобывающих территорий // Экология и развитие общества №3 (18) 2016. С. 15-23.*

УПРОЧНЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Гадельшин Ф.Ф, Козик Е.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В общем объеме производства изделий порошковой металлургии конструкционные детали занимают более 60% и значительную часть из них составляют детали на железной основе. Наиболее эффективно применение методов порошковой металлургии при изготовлении конструкционных деталей сложной формы, таких как детали зубчатых зацеплений, кулачки, муфты различного профиля.

Эксплуатационная надежность и долговечность деталей и узлов машин связана с конструктивной прочностью материалов. Поэтому при изготовлении конструкционных деталей методами порошковой металлургии важнейшей задачей является правильный выбор исходных порошковых сталей и методов их формообразования, спекания и упрочнения.

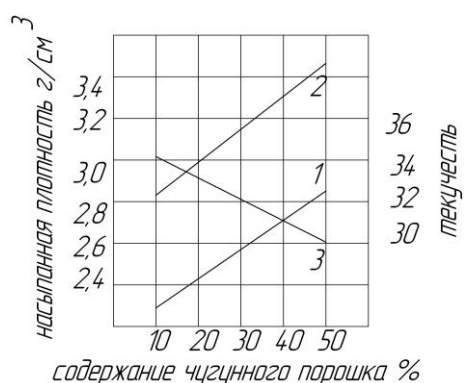
Традиционная порошковая металлургия, базирующаяся на операциях приготовления шихты, прессования и последующего спекания, имеет существенные ограничения, которые заключаются в возможности изготовления изделий сложной формы только невысокой степени точности и с низкими показателями механических характеристик, что обуславливается в основном высокой остаточной пористостью и короблением изделий при спекании[1].

Затруднение изготовления высокопрочных порошковых стальных материалов в области упрочнения порошковых низколегированных сталей решается несколькими способами. Большинство работ посвящено получению рациональных режимов прессования, спекания и калибровки порошковых сталей с наиболее высоким комплексом механических свойств.

В многочисленных работах по совершенствованию методов упрочнения порошковых низколегированных сталей варьируются режимы термической обработки и определяется их влияние на физико-механические свойства. Проводят варьирование состава порошковых сталей и режимов термической обработки.

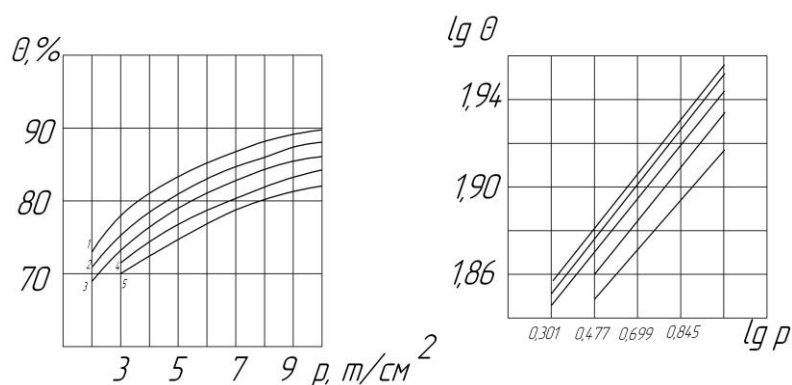
Если в первом случае использовали обычную термическую обработку, то во втором обычные составы порошковых сталей[1].

В ОГУ под руководством к.т.н. доц. А.Д. Проскурина проводились исследования по прессуемости железочугунных шихт (рисунки 1, 2).



1 – насыпная плотность; 2 – плотность утряски; 3 – текучесть

Рисунок 1 – Влияние содержания чугунного порошка на технологические свойства шихт.



1 – 10 %; 2 – 20 %; 3 – 30 %; 4 – 40 %; 5 – 50 %.

Рисунок 2 – Влияние давления прессования на относительную плотность прессовок, содержащих чугунный порошок.

При прессовании смеси, состоящей из пластичного железного порошка и твердых частиц чугуна, уплотнение осуществляется за счет пластической деформации частиц железного порошка и твердых частиц чугуна. Частицы чугунного порошка при этом в основном сохраняют свою форму и размеры.

Уплотняемость железо-чугунных шихт достаточно высока, так как при давлении прессования 700 МПа плотность прессовок, содержащих от 30 % до 40 % чугунного порошка, составляет от 6,35 до 6,45 г/см³. Это позволяет получать достаточно плотные прессовки из смесей порошков железа и чугуна методом холодного прессования.

Прессование массивных заготовок, а иногда и изделий простой формы производится в гидростатах и изостатах. Обычно объемное прессование в гидростатах производится при комнатной температуре. Порошковая смесь, помещенная в резиновые оболочки, равномерно обжимается жидкостью, в

результате получаются однородные по плотности заготовки с минимально достигаемой пористостью до 12-14 % [2].

В работе [3] нагрев под закалку порошковых сталей ТВЧ сокращает время термообработки и позволяет отказаться от использования защитных сред, так как поверхности деталей за 3-5 с нагрева не успевают окислиться. Кратковременность нагрева обеспечивает мелкозернистую структуру и повышение механических свойств, тогда как нагрев в газовых средах приводит к длительным выдержкам при нагреве изделий под закалку, обезуглероживание поверхностных слоев, росту зерна и снижению механических свойств.

Нагрев под закалку ТВЧ образцов из материала СП150Д2,5-2 проводили с использованием высокочастотного генератора ВЧГ-60/0,06у4. Время выдержки определяется требованием к прокаливаемости деталей. Термическая обработка осуществлялась по режиму: напряжение анодное 4,5 кВт, ток анодный 2,5 А, частота 66 кГц, выдержка при нагреве под закалку 3-5 с, температура 950-980 °С. Охлаждение на воздухе, в воде или масле 3-5, 10 и 600 с. В таблице 1 приведены данные по определению влияния длительности и среды охлаждения на механические свойства порошковой стали СП150Д2,5-2.

Таблица 1 Влияние длительности и среды охлаждения на механические свойства порошковой стали СП150Д2,5-2

Вид стали	Среда охлаждения	Время охлаждения, с	Твердость, НВ	Разрушающая нагрузка при изгибе, Н/мм ²
Порошковая спеченная			1000-1200	800-1000
Порошковая, после термообработки	Масло	3-5	260-280	2200-2400
		10	280-290	1500-1600
		600	300-320	1200-1300
	Вода	3-5	340-360	1700-1800
		10	360-370	1600-1700
		600	380-420	1300-1400

Как видно из полученных данных (таблица 1), термообработка с охлаждением в масло или воду повышает прочность, но снижает твердость по сравнению с закалкой без самоотпуска. Анализ результатов исследования повышения физико-механических свойств порошковых низколегированных сталей помог выбрать режимы термообработки втулок из порошковых сталей СП150Д2,5-2.

Список литературы

1. Ильющенко, А.Ф. *Высокоплотные порошковые стали и технологии изготовления из них конструкционных деталей сложной формы [Электронный ресурс]/ А.Ф. Ильющенко, Е.С. Севастьянов, П.Н. Киреев/ Минск, 2010.- 218-229 с.*

2. Богодухов, С.И. Получение и свойства порошковых материалов : учебное пособие/ С.И. Богодухов, А.Д. Проскурин, Е.С. Козик.-Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009.-180 с. ISBN 978-5-7410-0943-7

3. Богодухов, С.И. Термообработка порошковых сталей [Электронный ресурс]/С.И. Богодухов, А.Д. Проскурин, Е.С. Козик, Б.М. Шейн/Вестник ОГУ 5 2004-150-153с.

НИВЕЛИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гатауллина Г.Е., Горбунов А.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время в отечественном и зарубежном машиностроении особое внимание уделяется ракетно-космическому производству, которое является основой вооружения государства. Особое значение придается созданию высокоэффективных летательных аппаратов (ЛА), а также совершенствованию действующих ЛА, при использовании современного оборудования и средств управления на этапах проектирования, производства и эксплуатации. Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства ЛА и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Точность геометрических параметров поверхностей внешних обводов агрегатов ракетно-космической техники оказывает существенное влияние на летно-технические и эксплуатационные характеристики. Совокупность геометрических параметров характеризует взаимное расположение частей ЛА и расположение приборов относительно корпуса ЛА. Обеспечение заданной точности в рамках действующей нормативно-технической документации и определение параметров, позиционирующих объект нивелировки, в заданной системе координат, могут задавать перспективное направление развития ракетно-космического производства:

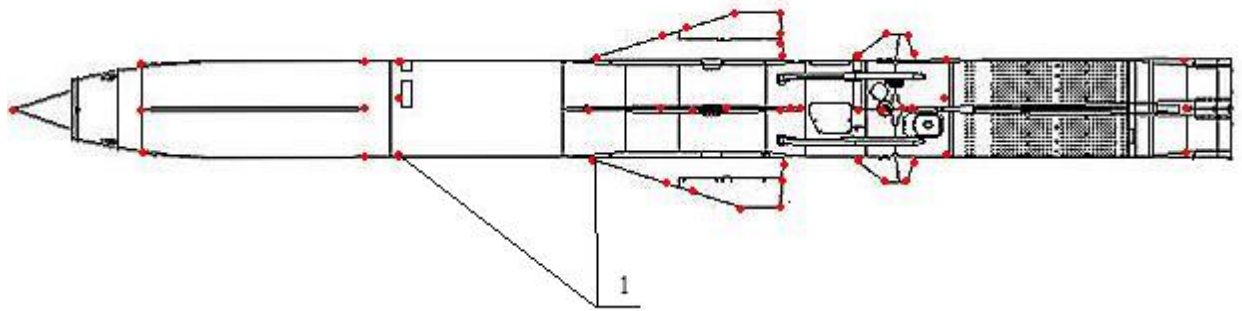
- создание сверхзвуковых и гиперзвуковых ЛА, работающих на больших и малых высотах;

- повышение конкурентоспособности выпускаемых изделий через снижение величины расходов на производство ЛА.

Конструкции ЛА являются дорогостоящими, тонкостенными, крупногабаритными и сложными в изготовлении в которых применяются труднообрабатываемые материалы. Для обеспечения требуемой точности аэродинамических и геометрических обводов ЛА, взаимозаменяемости агрегатов необходимы технически спроектированные технологические процессы сборки узлов и агрегатов.

В этой связи процесс нивелирования ЛА, рассматривается как процесс квантификации взаимного расположения агрегатов ЛА относительно системы координат связанных с объектом сборки. Это обусловлено необходимостью выдерживания точных аэродинамических форм ЛА, геометрические поверхности которого, составляют аэродинамический контур (облик) ЛА, влияющие на маневренность и управляемость ЛА.

Точность сборки агрегатов ЛА определяется во многом нивелировочными требованиями, оформляемые в виде нивелировочной схемы, в которой изложены все требования по взаимному расположению различных агрегатов, определяемых по реперным точкам, рисунок 1.



1 – реперные точки.

Рисунок 1— Нивелировочная схема

Нивелировку производят на окончательном этапе сборки ЛА, на этапах необходимых для установки агрегатов для проверки положения агрегатов относительно оси симметрии, соосности носовой и хвостовой части ЛА, симметричности расположения оперения, положения осей двигательной установки.

В серийном производстве создаются специальные нивелировочные стенды, применение которых ускоряет процесс производства.

В большинстве случаев нивелировка — завершающий технологический процесс сборки изделия, является контрольной операцией. С повышением требований к точности, в некоторых случаях, нивелировочные параметры, невозможно обеспечить только за счет точности изготовления сборочных единиц изделия. Возникает необходимость обрабатывать посадочные места на предварительно отnivelированных сборочных единицах. В этих случаях нивелировка из контрольной операции превращается в сборочную [2].

Сборка высокоточных конструкций — процесс традиционный в производстве ЛА. В современных условиях процесс сборки высокоточных конструкций получил новое развитие.

Появляется необходимость в таких технологических процессах сборки, при которых базовая система координат производилась бы на заключительных операциях, исходя из условий обеспечения максимальной точности сборки — стыковки с соседними элементами конструкций.

Основной проблемой в таком процессе является решение задачи поиска оптимального способа взаимной пространственной ориентации собираемых деталей, при котором параметры пространственной ориентации не превышали бы допустимых значений.

Такая особенность обуславливает следующие изменения в технологии производства ЛА:

- перемещение операции нивелировки из контрольной в сборочную;
- создание базовой системы координат на заключительных стадиях изготовления ЛА.

С внедрением в ракетно-космическое производство применения интегрированных средств автоматизации появилась возможность обработки

конструкций с базированием инструмента не от оснастки, как это традиционно применялось, а непосредственно от агрегата. Практически во интегрированных средствах автоматизации имеются программные модули, позволяющие по измеренным при помощи координатно-измерительной машины точкам на поверхности изделия или агрегата определить положение изделия относительно некоторой системы координат, связанной с системой координат обрабатывающего станка.

Далее CAD/CAM система генерирует программу траектории движения инструмента и посылает её на станок с ЧПУ, который и производит дальнейшую обработку.

Применение инструментальных стендов позволяет повысить точность и снизить трудоемкость процесса ориентации обводообразующих элементов изготавливаемого ЛА.

Для решения возникающих задач в обеспечении заданного качества проведения нивелировки и юстировочных работ, как справедливо указывается в работе [2], требует развития метрологического обеспечения технологических процессов. Основное направление развития метрологического обеспечения заключается в изменении сути процессов измерения, переходе от измерения отдельных геометрических параметров, сравниваемых с допуском, к измерению комплекса геометрических параметров с одновременной и последующей их обработкой. Это требует создания автоматизированных информационно-измерительных систем с развитым математическим и программным обеспечением.

Вновь созданные автоматизированные информационно-измерительные системы дали бы возможность проводить анализ процессов нивелирования, определить погрешность взаимного расположения агрегатов ЛА, увеличить производительность и снизить материальные расходы на проведение нивелировочных работ.

На основании вышесказанного для обеспечения заданных требований по качеству и точности геометрических параметров ЛА, требуется разработка и внедрение информационных технологии и пересмотр инструментальной базы процессов точности взаимного расположения агрегатов ЛА.

Список литературы

1. Гусева, Р.И. Особенности технологии сборки планера самолета. Комсомольск-на-Амуре, 2013– 134 с.

2. Федоров, И.А. Реинжиниринг процесса нивелировки. Первая фаза – М.: 2002. – 152 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Глинская Н.Ю., Кочетова Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Определение припусков на механическую обработку является одной из немногих задач технологического проектирования, которая может быть решена при помощи аналитического расчета. Помимо аналитического метода, существует еще и табличный метод, основанный на статистических данных о точности обработки. На машиностроительных предприятиях часто припуски назначаются укрупнено исходя из опыта работы и возможностей оборудования, что не всегда способствует назначению обоснованных припусков.

На кафедре «Технология машиностроения, металлообрабатывающие станки и комплексы» для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» уже много лет используется автоматизированная система технологического размерного анализа «АСТРА», разработанная сотрудником кафедры Абрамовым К.Н. Однако, для студентов других направлений, в той или иной степени изучающих технологию машиностроения использование этой программы не возможно, так как она требует серьезного изучения основ размерного анализа и построения размерных схем технологического процесса, пример которых приведен на рисунке 1.

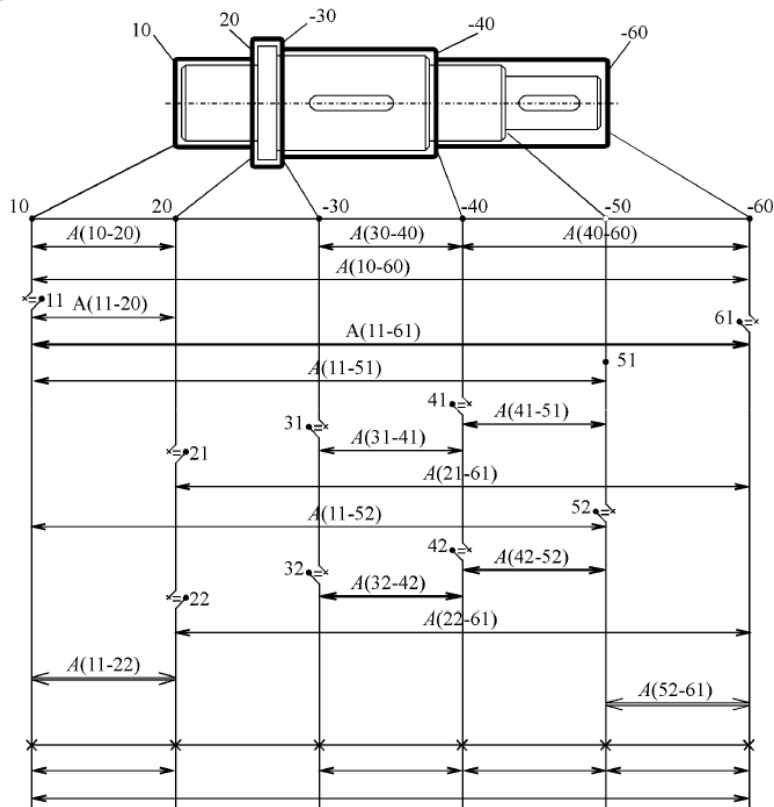


Рисунок 1 – Размерная схема линейных размеров

Аналитический расчет припусков вручную представляет собой довольно трудоемкий процесс проведения значительного числа расчетов и требующий большого внимания при поиске справочной информации. Исходя из этого, в рамках магистерской работы поставлена задача - автоматизировать этот процесс, причем таким образом, чтобы разрабатываемое средство могло использоваться как в учебных целях, так и в производственных условиях.

Проведенный анализ программ, экранные формы интерфейсов которых показаны на рисунках 2 и 3 аналогов показал как актуальность поставленной задачи, так и позволил выявить ряд недостатков.

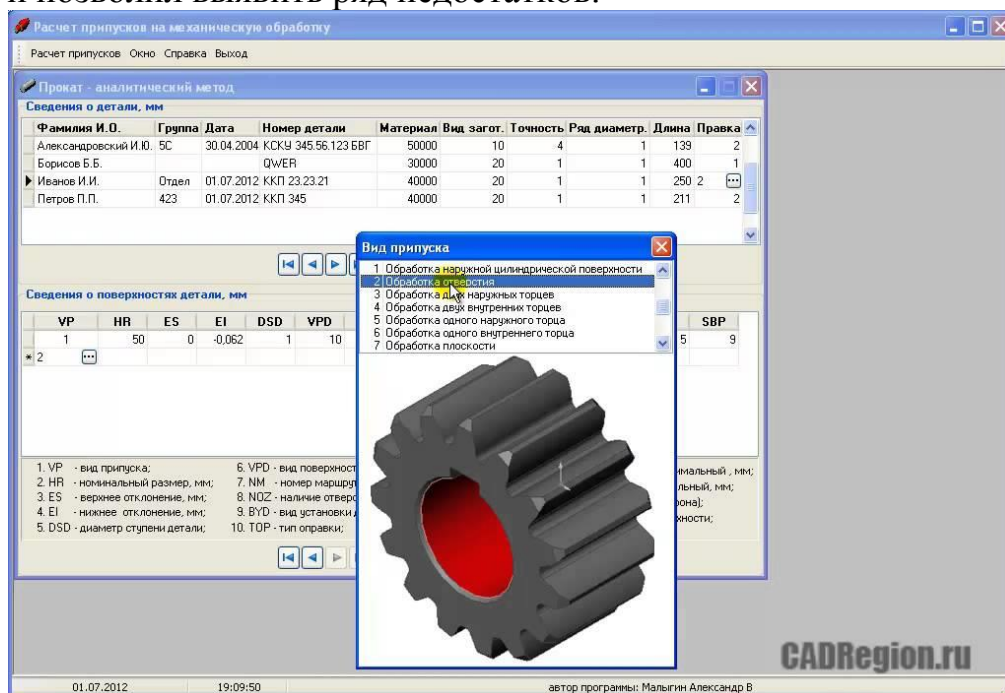


Рисунок 2 – Пример интерфейса программы

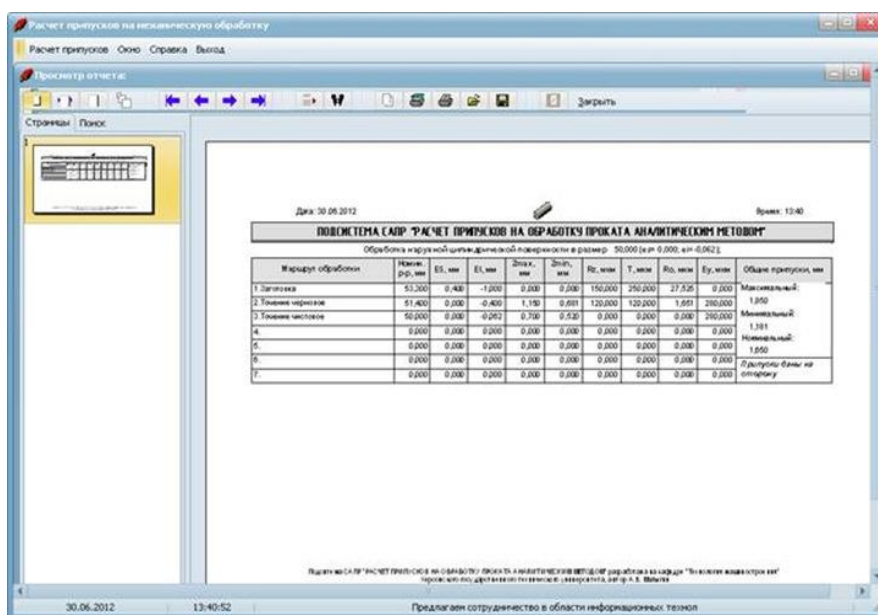


Рисунок 3 – Интерфейс подсистемы САПР ТП

К основным недостаткам можно отнести встроенность программ в комплексы технологического проектирования и отсутствие в результатах работы программ размеров заготовки.

Разрабатываемый программный продукт будет лишен указанных недостатков, кроме того в нем будет использована проверка правильности выбранных методов обработки путем вычисления уточнений отдельных методов и сравнения их величин.

Потребуется разработка базы данных, так как для вычисления припусков используется около пятнадцати различных справочных таблиц. Потребуется преобразование этих таблиц с целью минимизации данных и установления взаимосвязей между таблицами.

Предполагается два режима работы с базой: автоматический, путем обращения к ней из программы и справочный, позволяющий пользователю в режиме диалога искать необходимую информацию.

В программе будет использована классическая методика расчета припусков по формулам, имеющимся во множестве справочников и учебников, поэтому нет необходимости приводить их здесь.

Программа также будет работать в двух режимах. Если пользователь пожелает увидеть ход вычислений, то ему будут предоставлены значения всех параметров, входящих в формулы для вычисления припусков и при желании сами формулы, по которым производится расчет.

Во втором режиме вся методика расчета от пользователя будет скрыта и выводится будет только готовый результат.

В отличие от рассмотренных программ припуск будет вычисляться не поверхность без привязки к типу детали.

В целях удобства пользователя и для формирования у студентов представления о факторах, влияющих на величину припуска, предполагается сделать интерфейс максимально дружелюбным и интуитивно понятным.

Наличие такого программного продукта позволит студентам решать задачу определения припусков качественно, исключит арифметические ошибки, так часто встречающиеся у студентов из-за невнимательности, а также существенно сократит время расчетов.

Список литературы

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

2 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В-А. Тимирязева,- М.: Высш. шк., 2004. - 272 с.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ПРЕДДИПЛОМНЫХ ПРАКТИК ДЛЯ СТУДЕНТОВ СВЯЗАННЫХ С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Грачева Л.Н.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Кумертау

В филиале ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ) в г. Кумертау осуществляется подготовка выпускников профессиональной деятельности, связанной с автоматизацией технологических процессов и производств (АТПП) в течение последних 25 лет. За это время филиалом выпущено около 600 специалистов и бакалавров.

В настоящее время в профессорско-преподавательском составе филиала выпускники этой области составляют весомую часть. Выпускающей кафедрой накоплен солидный опыт. Он охватывает все стадии процесса обучения от профориентационной работы до итоговой аттестации.

Данная статья посвящена освещению опыта организации и проведения производственных практик студентов, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, в филиале УГАТУ г. Кумертау.

Согласно учебного плана направления 15.03.05 Автоматизация технологических процессов и производств студенты за время обучения в вузе должны пройти три производственные практики: учебную – в конце 2-го курса, производственную – в конце 3-го курса и производственную (преддипломную) - перед государственной итоговой аттестации. ОПОП содержит программу проведения всех перечисленных практик, с указанием целей и задач каждой из них [1].

Для филиала ФГБОУ ВО «УГАТУ» в г. Кумертау базовым предприятием подготовки выпускников является АО «Кумертауское авиационное производственное предприятие» («КумАПП»). Поэтому, подавляющее большинство студентов дневной формы обучения проходит все виды производственных практик именно на этом предприятии, а студенты заочной формы обучения - по месту работы.

Важность производственных практик в процессе обучения студентов в вузе отмечается во многих нормативных документах и научных работах. Производственная практика для вуза необходимое звено, позволяющее соединить теоретическую подготовку с формированием практических навыков у студентов. Процесс прохождения производственной практики для студента – это серьезный этап на пути к началу эффективного развития будущей профессиональной карьеры. О стремлении связать теоретические занятия с практикой высказывались еще в 18 веке в первых университетах России [2].

Особое место производственные практики приобретают в учебных планах прикладного бакалавриата [3]. Появление, которого ведет к

необходимости повышения эффективности занятий, проводимых профессорско-преподавательским составом вузов и организации научно-производственного симбиоза «студент–преподаватель» [4].

В работе [5] сформулированы требования работодателей к выпускникам среднего профессионального образования (СПО), среди которых помимо профессиональных требований указаны: коммуникабельность, умение работать в команде, планировать свою деятельность, стремление к саморазвитию, готовность самостоятельно принимать решения, способность быстро схватывать существо проблемы. К числу профессиональных требований работодатели относят способность без дополнительной подготовки приступить к выполнению должностных обязанностей. Поэтому для студентов СПО работодатель достаточно легко идет на такую организацию производственных практик, чтобы по ее итогам студенты получали квалификацию по рабочей профессии, соответствующей профилю обучения.

Работа [6] подчеркивает необходимость получения профессии и права работать на базовом предприятии магистров 1-го курса во время прохождения учебной практики, а также важность экскурсионных практик для адаптации выпускников на рабочем месте. Схожие проблемы рассмотрены в работе [7], посвященной практикам студентов, связанных с автоматизацией технологических процессов.

О проблемах организации производственных практик на производственных и частных предприятиях упоминают авторы работ [8].

В работе [9] предлагается привлекать руководителей производственных практик от предприятия для участия в семинарах и конференциях, на которых предполагается выступление студентов с докладами-презентациями для обсуждения результатов прохождения практики.

Однако, по данным онлайн-опроса компании HeadHunter среди 1501 молодого специалистов в России и 312 представителей российских компаний, размещенным на сайте <https://career.ru/article/18255> (обр. 20.12.2016 г.): «В целом представление выпускников и работодателей о том, какие требования должны предъявляться к начинающим специалистам, совпадают. Исключение составляет лишь наличие практических навыков: 69% выпускников и 19% работодателей отмечают необходимость их наличия в начале карьеры». На рис. 1 представлены результаты этого опроса.

При организации производственных практик желательно учитывать и личные пожелания студентов. Как правило, они связаны с желанием в будущем выбрать место прохождения практики в качестве рабочего места и, при условии высокой мотивации к получению знаний, определить круг вопросов, на изучение которых нужно обратить максимальное внимание в процессе теоретического обучения.

Из вышесказанного следует, что производственная практика – это процесс в котором взаимодействует три стороны вуз, предприятие (работодатель) и студент. Каждая из сторон преследует свои цели и старается

их реализовать. Анализ приведенных источников и опыт позволяет их выделить – табл. 1.

Основные требования к выпускникам и молодым специалистам при приеме на работу



Рис. 1 Результаты онлайн-опроса компании HeadHunter

Наилучшие результаты могут быть достигнуты только в случае совпадения целей и путей их реализации. Из табл.1 видно, что большинство возможностей реализации целей всех участников производственных практик совпадают.

В филиале УГАТУ для студентов направления АТПП все виды практик, в том числе и учебная, проводятся на производственных предприятиях. Это позволяет студентам раньше приобщиться к области профессиональной деятельности.

В качестве места прохождения практики выбирается подразделение, где студент может познакомиться с объектами автоматизации и определить тему будущей выпускной квалификационной работы (ВКР). Выпускающая кафедра старается, чтобы все виды практик студент находился в одном и том же подразделении или в подразделениях, где можно найти дополнительную информацию об объекте автоматизации. Например, учебная практика проходила в цехе неметаллов, в качестве объекта автоматизации был выбран процесс прессования изделия из многослойных полимеров, производственная практика проходила на участке неметаллов отдела главного металлурга, преддипломная практика в отделе метрологии. С целью выбора места прохождения практики для студентов проводятся специальные ознакомительные экскурсии, а также встречи руководителя практики от вуза с

руководителями подразделений базового предприятия для выявления потребностей подразделения в автоматизации процессов. Практикуются коллегиальные защиты производственных практик с представлением доклада и презентации, в которых по возможности участвуют руководители практики от производства. Руководители подразделений включаются в списки рецензентов ВКР, составы государственных экзаменационных комиссий, приглашаются к сотрудничеству в качестве руководителей практик и консультантов ВКР.

Все это гарантирует высокую степень подготовки выпускника вуза. На выпускающей кафедре по направлению АТПП филиала УГАТУ в г.Кумертау применяется практика сквозного курсового и дипломного проектирования, поэтому порядок организации и проведения производственных практик оказывает еще более существенное влияние на качество учебного процесса.

Таблица 1

Цели и возможности их реализации участников производственной практики

Цели	Возможность реализации целей во время производственной практики студентов:
<p>работодателя на рынке труда</p> <ul style="list-style-type: none"> - найти высококвалифицированные кадры способные приступить в выполнении своих обязанностей в день приема на работу без дополнительных материальных затрат со стороны предприятия - наличие личных качеств: инициативность, ответственность, умение работать самостоятельно и в команде, готовность к получению дополнительного образования и др. 	<ul style="list-style-type: none"> - выбрать кандидатуры для приема на работу - подготовить молодого специалиста на определенное рабочее место - на основе проведенного анализа подготовки специалиста скорректировать ОПОП профильного вуза
<p>вуза в образовательной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - реализация ОПОП согласно требований стандартов ВО, обеспечивающих подготовку востребованных на рынке труда и конкурентоспособных выпускников 	<ul style="list-style-type: none"> - связать теоретические знания студентов, полученные в вузе с практической деятельностью на производстве - повысить заинтересованность и самоконтроль студентов в процессе обучения, - взаимодействия с работодателем в реализации ОПОП
<p>студента в процессе обучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обеспечить приемлемый уровень материального достатка и самореализации за счет полученной квалификации 	<ul style="list-style-type: none"> - получить навыки взаимодействия с работодателем - контактировать с профессиональным сообществом - определить направления профессионального роста - найти работу

Однако реальная действительность зачастую вносит свои коррективы в процесс выбора места прохождения практики и в представления вуза и работодателей об организации практик. Порой все задуманные совместные планы прохождения практик сводятся к минимуму, например, из-за чрезмерной загрузки руководителя практики от предприятия своими прямыми производственными задачами, невозможностью их присутствия на конференциях и семинарах по обсуждению задач производственной практики.

В данной работе для оценки эффективности прохождения практик использованы результаты защиты. По сложившимся положениям прохождения производственных практик оценивается по результатам просмотра отчета о практике, соответствия его заданию, дневника практики, отзыва руководителя практики от производства.

В табл.2 представлены данные последние за три года с 2014 по 2016 гг. о доле студентов, проходивших практику по теме ВКР в первой строке – только одну (преддипломную практику), две практики (производственную и преддипломную) и три практики (учебную, производственную и преддипломную). В каждой ячейке числитель – сведения о студентах дневной формы обучения, знаменатель – о студентах заочной формы обучения.

Таблица 2

Статистика о прохождении студентами производственных практик

Наименование показателя	Выпуск 2014 г.		Выпуск 2015 г.		Выпуск 2016 г.	
	% от общей численности	Сред. балл	% от общей численности	Сред. балл	% от общей численности	Сред. балл
1. Студентов, проходивших только преддипломную практику по теме ВКР	<u>49,24%</u>	<u>4,33</u>	<u>34,72%</u>	<u>4,80</u>	<u>00,00%</u>	<u>0,00</u>
	42,86%	4,08	34,54%	3,38	50,00%	3,46
2. Студентов, проходивших две практики по теме ВКР	<u>29,55%</u>	<u>4,00</u>	<u>28,57%</u>	<u>5,00</u>	<u>00,00%</u>	<u>0,00</u>
	25,00%	4,11	43,64%	4,59	20,00%	4,20
3. Студентов, проходивших все практики по теме ВКР	<u>21,21%</u>	<u>4,87</u>	<u>35,71%</u>	<u>5,00</u>	<u>00,00%</u>	<u>0,00</u>
	32,14%	4,52	21,82%	4,69	30,00%	4,50

По данным, приведенным в таблице, прослеживается тенденция к увеличению доли студентов, проходивших все виды практик на производствах,

связанных с темой ВКР. Это объясняется практикой сквозного курсового и дипломного проектирования. С другой стороны студенты, проходившие только одну преддипломную практику по теме ВКР, как правило, получают оценки за практику несколько меньшую, чем те, кто проходит две или все три практики.

Из статистики следует, что для повышения эффективности производственных практик следует, как минимум, увеличить процент сквозных производственных практик.

Для реализации этой задачи в начале 2016-2017 учебного года были проведены конференции по итогам летних производственных практик.

В рамках конференции по итогам учебной практики студенты 3-го курса были ознакомлены с учебным планом на 3-4 курсы и о роли изучаемых дисциплин в итоговой государственной аттестации. Преподаватели выпускающей кафедры рассказали студентам о содержании предстоящих курсовых работ, курсовых проектов и расчетно-графических работ, которые могут явиться составной частью выпускной квалификационной работы.

Решая вторую задачу конференции, студенты выступили с докладами и презентациями. В докладах были отражены вопросы, изученные на учебной практике. А также разработанное на их основе в рамках практических занятий дисциплины «Теория автоматического управления» представление объекта автоматизации в виде кибернетического ящика и функциональные схемы контуров системы автоматического регулирования одним из параметров объекта автоматизации.

Руководитель предстоящей производственной практики пояснил студентам цели, задачи и сроки предстоящей производственной практики, и то какую информацию нужно собрать для выполнения следующих за производственной практикой сквозных курсовых работ.

По результатам докладов студентов была определена тематика сквозных курсовых работ и проектов и закреплены научные руководители.

Для студентов 4-го курсы направлений «Автоматизация технологических процессов и производств» (АТПП) и «Управление в технических системах» (УТС) проводилась конференция «Обсуждение тем выпускных квалификационных работ». В ходе конференции студенты-дипломники были ознакомлены с дисциплинами, изучаемыми в последний год обучения. Был разъяснен порядок подготовки сквозных курсовых работ, график подготовки и основное содержание выпускной квалификационной работы.

В своих докладах студенты-дипломники представили материал, собранный на производственной практике и результат, полученный в совместной работе с профессорско-преподавательским составом кафедры, в виде сформулированных целей и задач будущей выпускной квалификационной работы. В докладах был отражен объем выполнения сквозных курсовых работ. Докладчики получили рекомендации по дальнейшей разработке ВКР.

В заключительной части конференции студенты были проинформированы о предстоящей преддипломной практике, которая необходима для завершения ВКР, ее сроках и содержании. По итогам

конференции сформированы темы ВКР и сквозных курсовых работ и определены места прохождения преддипломной практики.

Проведенные конференции позволили преподавателям уточнить точки соприкосновения, читаемых ими курсов, тем самым оптимизировать процесс обучения, сведя к минимуму повторения и максимально расширив объем изучаемых на аудиторных и внеаудиторных занятиях вопросов. Еще одним эффектом является расширение количества сквозных курсовых работ, проектов и расчетно-графических работ. Все эти результаты могут быть отражены профессорско-преподавательским составом филиала при выполнении научной, научно-методической, учебно-методической и опытно-конструкторской деятельности. Для повышения эффективности выполнения сквозных курсовых работ и ВКР студенты получили возможность в течение учебного года посещать базовое предприятие для сбора необходимой информации.

Подобная практика позволит обеспечить преемственность в прохождении производственных практик и как следствие повышение эффективности обучения.

Список литературы

1. *Основная профессиональная образовательная программа высшего образования направления 15.03.04. Автоматизация технологических процессов и производств направленность (профиль) подготовки Автоматизация технологических процессов и производств рассмотрена на заседании НМС по УГНС 150000 «Машиностроение» протокол № 1 от 28.05.2015 г. – Уфа: УГАТУ. – 2015.*

2. *Хисамутдинова, Н.В. Роль практического обучения в подготовке инженеров на дальнем востоке // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2014. – № 3 (30). – С. 35-41.*

3. *Лепеш, Г.В. Повышение роли инновационных технологических центров в современных условиях реализации проблемно-ориентированного обучения // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2016 – № 1(35). – С.3–5*

4. *Шаталов, Р.Л. Организация научно-производственного симбиоза «студент-преподаватель» в целях повышения качества инженерного образования / Шаталов Р.Л., Морозов Ю.А., Верхов Е.Ю. // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития: сборник научных статей 5-й Международной научно-практической конференции, 29-30 декабря 2015 г., редкол.: Горохов А.А. (отв. ред.) г. Курск / Юго-Зап. гос. ун-т. – ЗАО «Университетская книга». – 2015. – в 2-х томах, Том 2, С. 278–283.*

5. *Смирнова, О.В. Влияние новой формы образования на производственную (профессиональную) практику // Научные исследования в образовании. – 2011. – № 4. – С. 50-51.*

6. *Ямников, А.С. Инновационная подготовка высококвалифицированных кадров для предприятий тульской области // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – № 8-2. – С. 328–337.*

7. Михайлов, В.В. Производственная практика в структуре подготовки студентов технического вуза // Научный альманах. – 2016. – № 3-2 (17). – С. 230-233.

8. Вельтищев, В.В. О преподавании технологии проектирования в техническом вузе / Вельтищев В.В., Суфляева Н.Е. // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 5-3. – С. 55-58.

9. Анищенко, О. В. Задачи и организация производственной и преддипломной практик бакалавров очно-заочной формы обучения / Анищенко О. В., Леденев С. М., Медников Е. В., Юхно Ю.М. // Актуальные вопросы профессионального образования. – 2015. – № 1 (1). – С. 106-108.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССА ПАЙКИ ТИТАНА В РАКЕТОСТРОЕНИИ

Денисов П.П., Осипов Е.В., Шевченко В.В., Михайлов А.Ю.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Пайка применяется не только в электронике, а предлагает огромные, неисчерпаемые возможности в создании современных, новейших конструкций во всех областях машиностроения. В аэрокосмической отрасли пайка позволяет создавать конструкции сложной пространственной формы при минимальном весе.

Физический смысл пайки состоит в соединении деталей расплавленным припоем (присадочным материалом) без расплавления материала деталей. Припой имеет отличный от деталей химический состав и более низкую температуру плавления [1].

В современном ракетостроении для изготовления корпусов из титановых сплавов применяют диффузионную пайку. Физический смысл диффузионной пайки заключается в том, что затвердевание расплава в паяемом шве происходит при температуре более высокой, чем температура солидуса припоя благодаря диффузии легкоплавких компонентов в паяемый материал, испарением в окружающую среду и образованием тугоплавких соединений. Такая пайка обеспечивает равновесную структуру паяемого шва, температуру паяния превышающую температуру пайки, увеличивает пластичность, коррозионную стойкость и жаропрочность паяного соединения, из-за устранения химической неоднородности шва [2].

Пайка в отличии от сварки:

- 1 Снижает коробление конструкции за счет отсутствия утяжек материала в зоне шва из-за равномерного нагрева и охлаждения изделия;
- 2 Позволяет соединять множество элементов за одну технологическую операцию;
- 3 Позволяет разобрать конструкцию за счет возможности распая;
- 4 Позволяет собирать сложные пространственные замкнутые конструкции с недоступными для сварки стыками [3].

При этом пайка обладает следующими недостатками:

- 1 Зазоры под диффузионную пайку не должны превышать 0,05 мм, из-за высокой жидкотекучести припоев при высоких температурах [4];
- 2 Невозможность внесения дополнительного припоя или устранения его излишек в процессе пайки;
- 3 Отсутствие возможности контроля зазоров под пайку в процессе пайки;
- 4 Невозможность использования настроечных образцов под пайку для сложных конструкций.

Указанные недостатки существенно ограничивают как применение пайки при проектировании новых изделий, так и переход от сварки к пайке в освоенных производством конструкциях.

Для уменьшения негативного влияния вышеуказанных недостатков на качество паяных соединений и повышения технологичности паяных конструкций в современном ракетостроении предлагается выполнять следующие мероприятия:

1 Для снижения жидкотекучести припоев понижать температуру пайки. В зазоры, превышающие 0,05 мм, закладывать титановую фольгу обеспечивая между элементами конструкции и фольгой зазор не более 0,05мм.

Такой способ подтверждается экспериментальными работами, проводимыми на производствах, данные по которым сведены в таблицу. Образцы для испытания на растяжение и срез изготавливались согласно ГОСТ 28830-90, в количестве 10 шт. для каждого из сочетаний титановых сплавов. Пайка проводилась в вакуумной печи в течении 30 минут и выдержкой в течении 240 минут. Припой – СТЕМЕТ 1202.

Испытания проводились при температуре 20 °С.

Таблица

Сочетание сплавов	Температура пайки, °С±10°С	Температура выдержки, °С±10°С	σ_b , кгс/мм ²	τ_b , кгс/мм ²
BT6C+BT6C	920	880	75,0	41,0
BT20+BT20	920	880	86,0	40,0
BT6C+OT4-1	920	880	72,0	31,0
BT6C+OT4-1	870	840	71,0	30,5
BT6C+OT4-1 с 1 прокладкой из фольги BT1-0 толщиной 0,08 мм	870	840	77,75	-
BT6C+OT4-1 с 3 прокладками из фольги BT1-0 толщиной 0,08 мм	870	840	72,2	-

Металлографический анализ паяных соединений показал полное растворение титановой фольги с образованием твердого раствора и отсутствие дефектов (рисунки 1 - 4).



Рисунок 1 – Металлография соединения VT6C+OT4-1 с одной прослойкой титановой фольги, х 200 крат

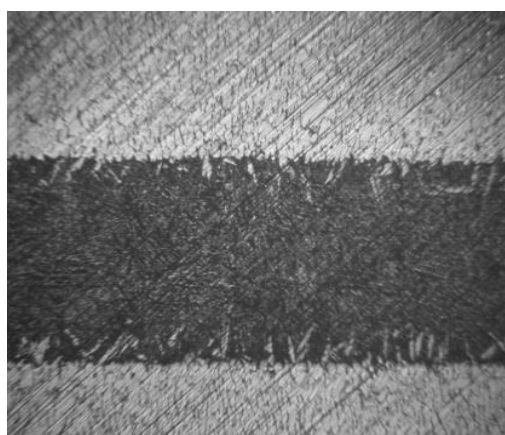


Рисунок 2 – Металлография соединения VT6C+OT4-1 с одной прослойкой титановой фольги, х 300 крат

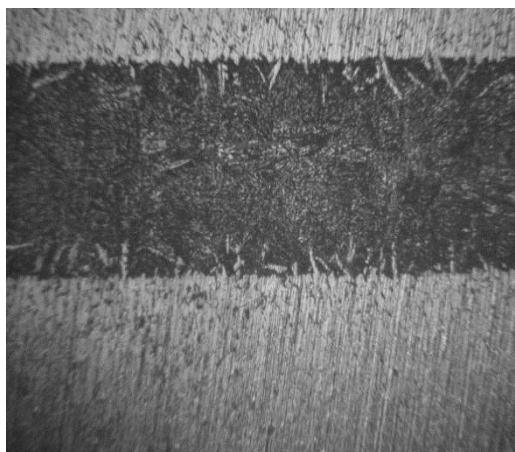


Рисунок 3 – Металлография соединения VT6C+OT4-1 с тремя прослойками титановой фольги, х 200 крат,

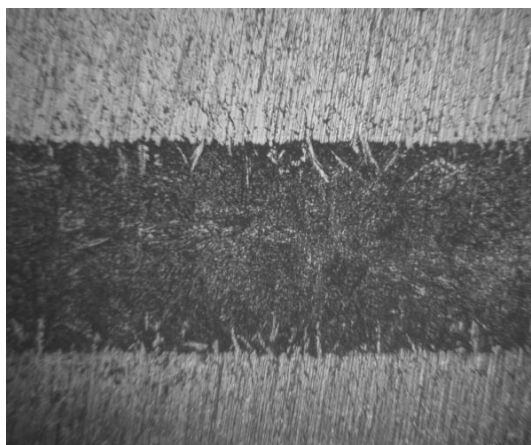


Рисунок 4 –Металлография соединения VT6C+OT4-1 с тремя прослойками титановой фольги, х 300 крат

2 Для снижения влияния количества припоя на качество паяного шва необходимо использовать комбинацию из припоев в виде фольги и порошкового. Фольгу вырезать по контуру паяного шва и закладывать между деталями, а порошковым припоем, разведенным в лаке, промазывать стыки деталей для образования гарантированной галтели шва при пайке.

3 Для обеспечения постоянного зазора между деталями необходимо применять оснастку из материалов с меньшим коэффициентом линейного расширения, чем у титановых сплавов. Это обеспечивает постоянное поджатие деталей в процессе пайки и тем самым сохраняет величину зазора между паяемыми деталями.

4 Применение современных станков с ЧПУ при изготовлении деталей под пайку позволяет добиться стабильности и единообразия изготавливаемых деталей в части геометрических параметров, благодаря чему отработка режимов пайки производится на нескольких опытных образцах от партии изготавливаемых сборочных единиц при запуске изделий в производство.

Таким образом, повышение технологичности пайки позволяет повысить качество, снизить трудоемкость и себестоимость продукции.

Список литературы

1 Шевченко, Г. Сварка, пайка и термическая резка металлов (1966): справочник / Г.Д. Шевченко – М.: Высшая школа, 1966 – 191 с.

2 Петрунин, И. Справочник по пайке: справочник / И.Е. Петрунин, Ю.И. Березников, Р.Р. Бунькина. - М.: Машиностроение, 2003 – 306 с.

3 Анурьев, В. Справочник конструктора-машиностроителя: справочник / под ред. И.Н. Жестковой – М.: Машиностроение, 2001 – 864с.

4 Лоцманов, С. Справочник по пайке: справочник / С. Н. Лоцманов, И. Е. Петрунин, В. Н. Фролова. – М.: Машиностроение, 1975 – 306 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ СИСТЕМ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ СТЕРЖНЕВЫХ И ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Додоров А.И., Поляков А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

При проектировании станков в настоящее время одной из основных составляющих успеха является использования современных компьютерных технологий, что реализуется применением САД/САЕ-систем [1-3].

Эффективность моделирования несущих систем станка (НСС) с использованием любой САЕ-системы определяется наличием соответствующих методик и математических моделей, составляющих средства их поддержки и сопровождения. Недостаточный уровень их развития в станкостроении сдерживает широкое использование САЕ-систем при проектировании станков [4-5].

В связи с широким применением 3D-моделирования и наличием мощных САД/САЕ- систем практически нет ограничений по проведению инженерного анализа несущих систем станков (НСС) с использованием твердотельных элементов. Однако, в этом случае даже для современных компьютерных систем возникают проблемы размерности, длительности расчета и, в целом, эффективности моделирования. Ранее, когда не было столь мощного развития универсальных САЕ-систем (до начала 2000-х годов) наоборот, решение сложных технических систем сводилось к использованию стержневых систем. При этом всегда было сложно сопоставить эффективность моделей, построенных на базе различных конечных элементов. Сейчас для современных САЕ-систем этой проблемы нет. Поэтому возникла идея на ранних этапах проектирования новых станков использовать стержневые конечные элементы. Однако, эффективность использования стержневых расчетных моделей в современных САЕ-системах для моделирования НСС не изучена. Для этого необходимо провести сравнительный инженерный анализ для различных моделей нескольких моделей станков.

Методы исследования. В качестве базовой САЕ-системы в исследованиях использована система Ansys. Основные этапы исследования:

- построение 3D – моделей станков в САД-системе;
- экспорт 3D-модели в Ansys и расчет статических и динамических характеристик в системе Ansys с использованием твердотельных конечных элементов;
- построение и расчет стержневой модели станка в системе Ansys на основе 3D-модели станка;
- анализ и обобщение полученных результатов инженерного анализа с использованием двух типов конечных элементов.

В исследованиях были использованы эскизы несущих систем четырех станков токарно-фрезерной группы: Biglia B545Y, Okuma Multus B200W, Index G300 и Mori Seiki NT 4200 DCG.

На рисунках (рис. 1-3) представлены твердотельные и стержневые расчетные модели трех НСС: Index G300, Okuma Multus B200W и Mori Seiki NT 4200 DCG. Расчетные модели НСС Okuma Multus B200W и Biglia B545Y, ввиду близости их компоновок, не существенно отличались, поэтому расчетная модель для Biglia B545Y здесь не приводится.

Для построения твердотельных моделей несущих систем всех станков были использованы конечные элементы типа Solid185 – однородный восьмиузловой конечный элемент. Для построения стержневых моделей использованы элементы Beam188 и Beam189 – двухузловой и трехузловой стержневые элементы, соответственно. Для моделирования сосредоточенных масс использовался элемент MASS21.

На рисунках 1,а, 2,а, 3,а представлены твердотельные модели НСС. На рисунках 1,б, 2,б, 3,б представлены стержневые модели, созданные в одной плоскости. На рисунках 1,в,2,в, 3,в представлены пространственные стержневые модели несущих систем рассматриваемых станков. Для наглядности представления пространственных стержневых моделей использовано визуальное изображение видов поперечных сечений стержней.

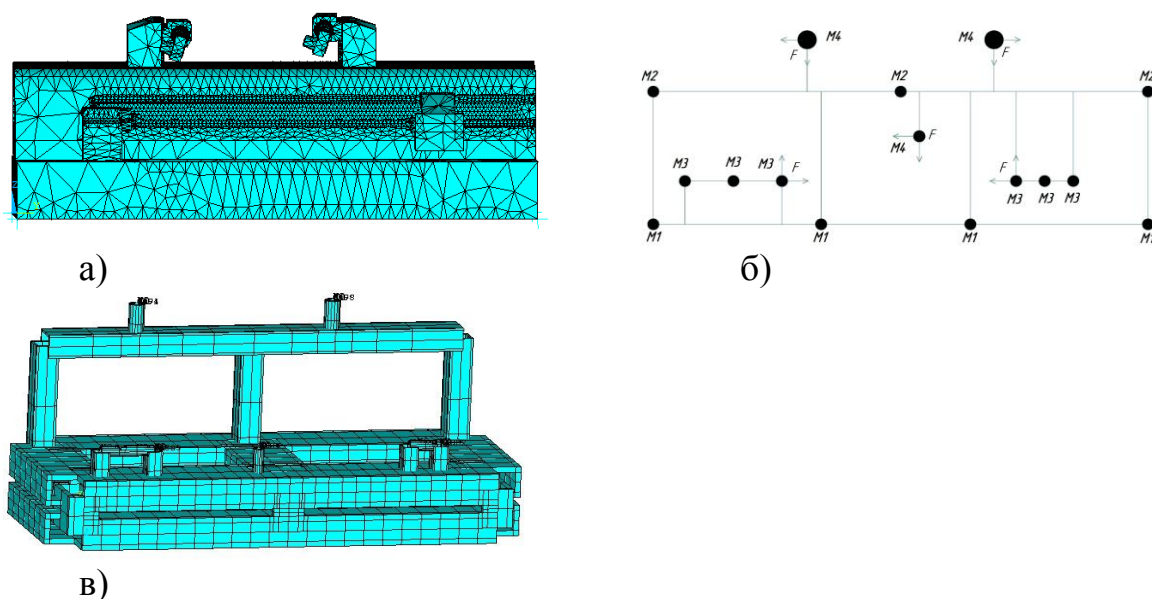


Рисунок 1 – Расчетные модели НСС на основе станка прототипа Index G300

Для проведения сравнительного анализа эффективности моделирования с использованием стержневых и твердотельных конечных элементов были проведены три вида расчета: статический, модальный и динамический. В качестве активной нагрузки использованы силы резания. В расчетных моделях несущие системы станков рассмотрены на упругом основании. Для этого использовался элемент Combin14, используемый в Ansys для моделирования продольной и крутильной жесткости.

Расчет статических характеристик. На рисунке 4 приведено графическое представление результатов статических расчетов для станков Okuma Multus B200W (рис. 4,а и 4,б) и Mori Seiki NT 4200 DCG (рис. 4,в и 4,г,

результаты расчетов для других станков имели подобные результаты, поэтому не приведены).

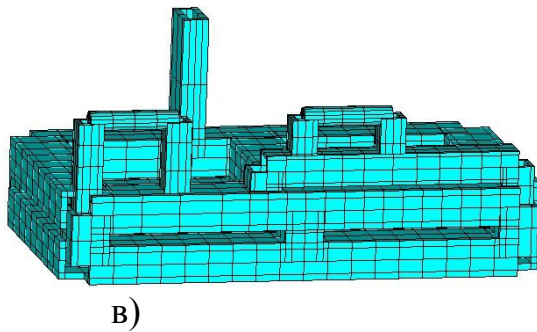
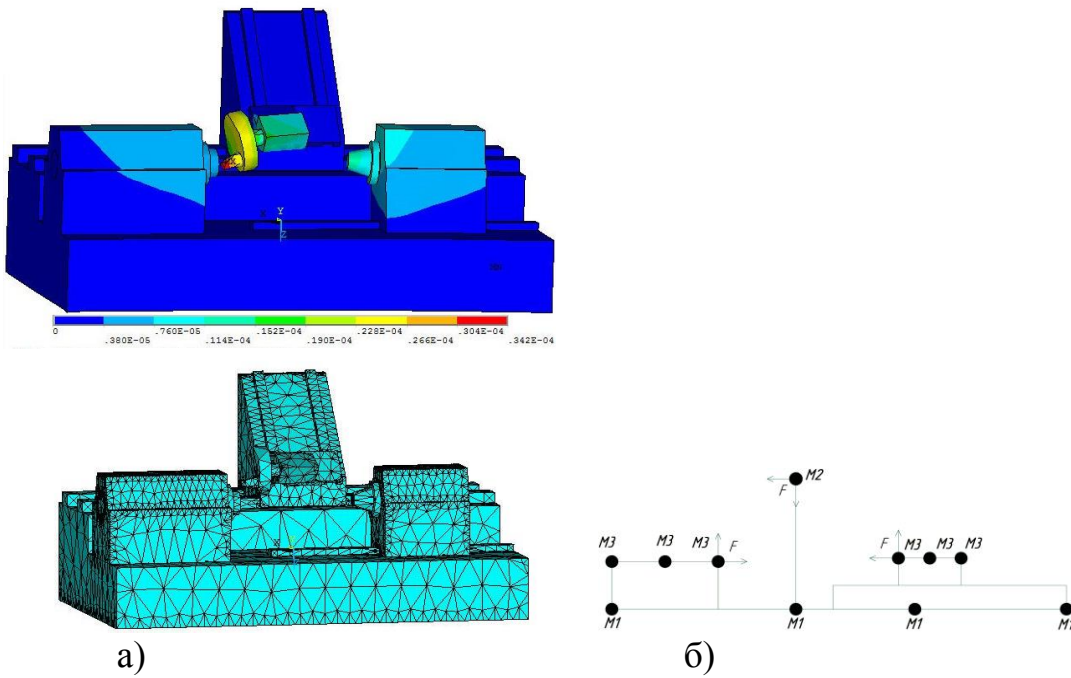


Рисунок 2 – Расчетные модели НСС на основе станка прототипа Okuma Multus B200W

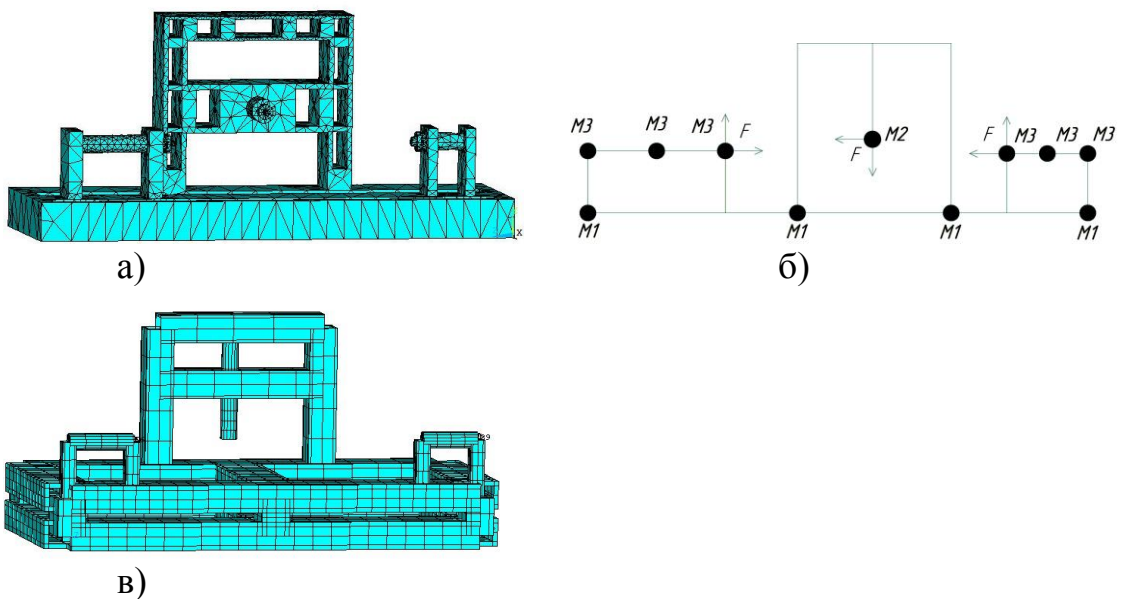


Рисунок 3 – Расчетные модели станка прототипа Mori Seiki NT 4200 DCG

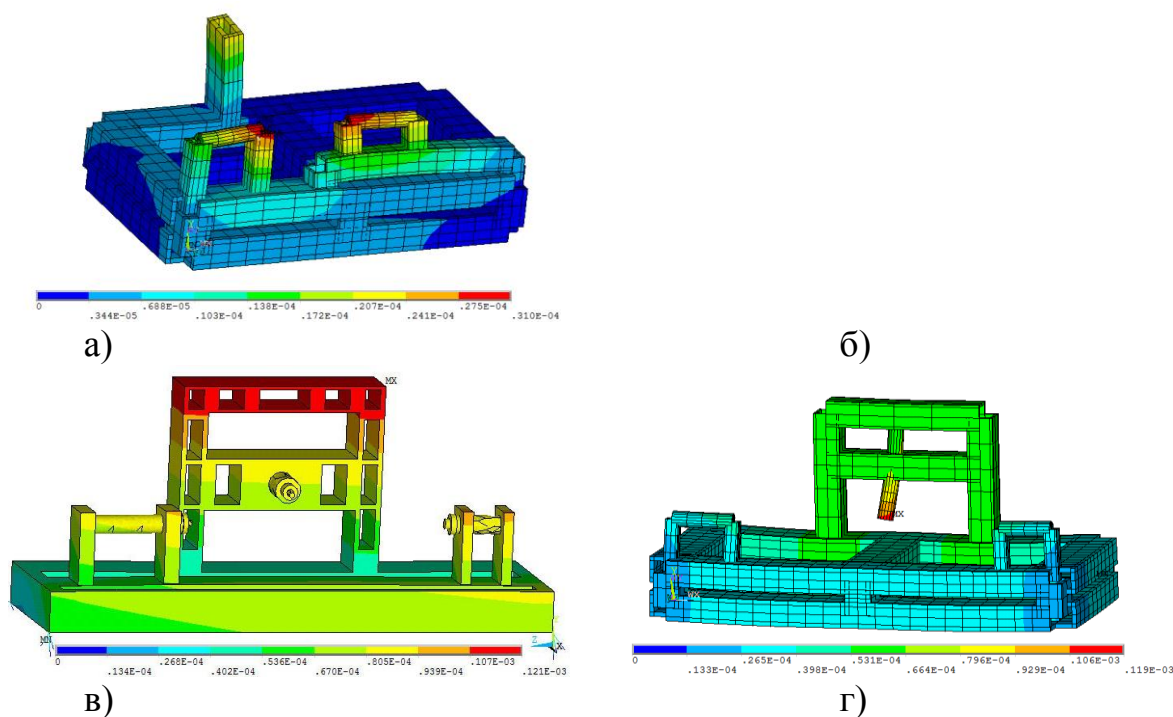


Рисунок 4 – Результаты статических расчетов моделей двух НСС

Анализ представленных результатов расчета показал, что при использовании разнотипных конечных элементов (стержневых и твердотельных) фиксировались близкие значения максимальных перемещений, погрешность не превышала 20 %. Это позволяет с достаточной точностью моделирования статических характеристик станков использовать их стержневые модели. При этом размерности стержневых моделей НСС отличались от соответствующих твердотельных почти на два порядка. Например, твердотельная расчетная модель НСС Index G300 состояла более чем из 100000 конечных элементов и насчитывала более 29000 узлов. Соответствующая пространственная стержневая модель насчитывала около 337 конечных элементов и 391 узел, а стержневая модель, выполненная в одной плоскости – 109 конечных элементов и 182 узла, соответственно.

Модальный расчет. При выполнении модального расчета анализировался диапазон частот от 0 до 300 Гц. Максимальное количество оцениваемых частот было принято 20. Для расчетной твердотельной модели станка Index G300 в расчетном диапазоне было выявлено только 14 частот со значениями от 7 до 289 Гц. Для пространственной стержневой модели были получены только шесть частот, со значениями в диапазоне от 7 до 38 Гц. Три частоты были кратные, т.е. имели совпадающие частоты. Для твердотельной расчетной модели станка Mori Seiki NT 4200 DCG были зафиксированы 20 частот со значениями в диапазоне от 9 до 241 Гц. Для соответствующей стержневой модели было установлено десять различных частот со значениями в диапазоне от 9 до 27 Гц, три частоты были кратные. Аналогичные результаты были зафиксированы для других расчетных моделей. Это позволяет сделать вывод о том, что для разнотипных моделей фиксируется совпадение только первых

частот. Это можно объяснить соблюдением идентичности габаритов, массы и параметров жесткости для разнотипных моделей НСС.

Динамический расчет. Для всех выше представленных расчетных моделей НСС были выполнены динамические расчеты в варианте Full (полноразмерный расчет без редукции). На рисунке 5 представлены амплитудно-частотные характеристики для НСС Okuma Multus B200W для твердотельной расчетной модели НСС (рис. 5,а) и пространственной стержневой расчетной модели (рис. 5,б). Высокая сравнительная точность динамической податливости для первого пика АЧХ подчеркивает существование определенного сегмента задач, в которых можно с высокой эффективностью моделирования использовать стержневые модели при анализе также динамических характеристик НСС.

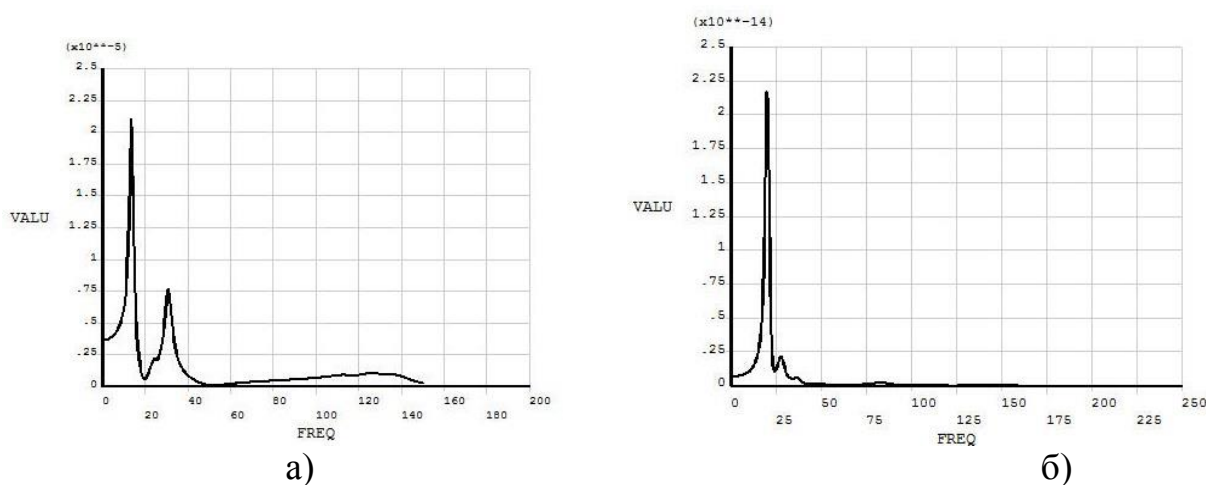


Рисунок 5 – Амплитудно-частотные характеристики для расчетной модели НСС Okuma multus B200W

Поскольку другие собственные частоты в разнотипных моделях не совпадали по значениям, то и соответствующие значения динамической податливости не имели однозначного совпадения. Аналогичные результаты были зафиксированы при расчете динамических характеристик для других рассмотренных в работе станков.

Заключение.

Таким образом, выполненные исследования показали:

а) на ранних этапах проектирования новых станков (или других машин) для получения качественных оценок можно использовать стержневые модели; при этом замена твердотельных конечных элементов стержневыми позволяет существенно снизить размерность решаемой задачи и тем самым повысить производительность моделирования;

б) хотя стержневые модели не могут быть эквивалентными твердотельным моделям по количественным оценкам, но их использование не искажает качественный характер анализируемых решений; результат изменений конструкции несущей системы станка при использовании разнотипных конечных элементов сопоставим качественно;

Дальнейшим направлением развития проведенных исследований является:

- совершенствование моделирования несущих систем станков и других машин, основанное на использовании стержневых моделей;
- применение в одной модели разнотипных конечных элементов и построение таких моделей средствами CAE-системы; при незначительном росте размерности расчетных моделей такой подход однозначно позволит решать задачи оптимизации конструкции средствами CAE-системы Ansys, а также расширит область типовых задач моделирования НСС.

Список литературы

- 1 Байкер, М. Умные станки требуют интеллектуальных подходов к проектированию/ М. Байкер // *Сапр и графика*. – 2015. – № 10(228). – С. 64-65.
- 2 Состояние и направления развития научных исследований в станкостроении / В.В. Бушуев, А.П. Кузнецов, Ф.С. Сабиров, В.С. Хомяков, В.В. Молодцов // *СТИН*. – 2015. – № 11. – С. – 12-20.
- 3 Берлинер, Э.М. Современный этап развития САПР станков с ЧПУ/ Э.М. Берлинер // *СТИН*. – 2010. – № 3. – С. 16-19.
- 4 Кульга, К.С., Виноградов П.В. Применение САД/САЕ-систем при проектировании компоновок многоцелевых станков с ЧПУ/ К.С. Кульга // *СТИН*. – 2015. – № 9. – С. 5-10.
- 5 Поляков, А.Н., Повышение эффективности использования САЕ-систем при проектировании станков/ А.Н Поляков, С.В. Каменев // *СТИН*. – 2009. – № 10. – С. 2-7.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Езерская Е.М., Белоновская И.Д., Езерский Д.С.
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Машиностроение – одна из самых наукоемких отраслей российской промышленности. Она включает в себя производство всевозможных машин, оборудования и приборов. Современное машиностроение состоит из более чем 200 подотраслей и производств. Всего в мире в машиностроении занято более 80 млн. человек, а количество производимых индивидуальных изделий достигает 3 млн. В Российской Федерации в сфере машиностроения работает более 3.5 млн. человек.

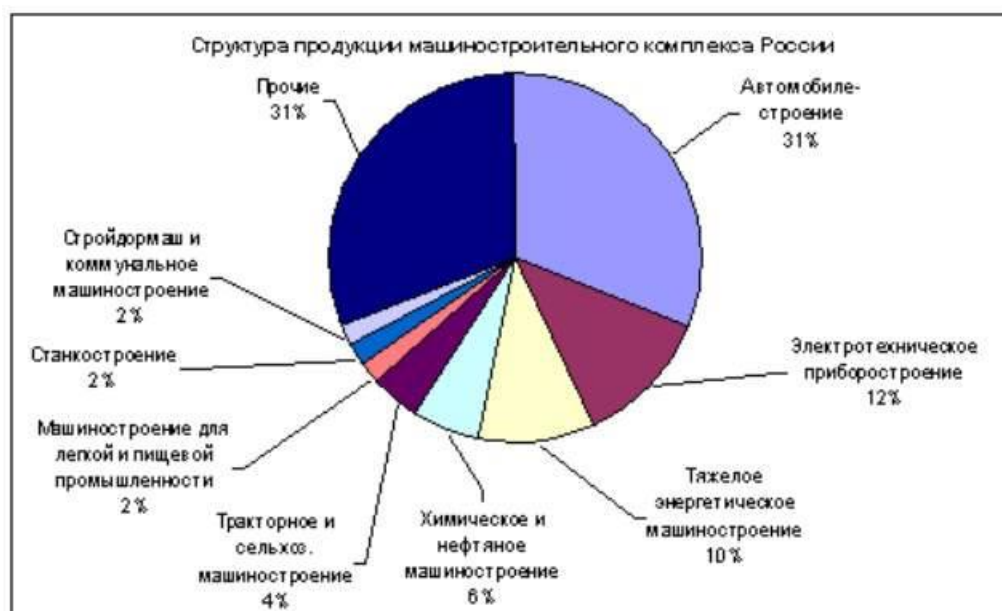


Рисунок 1 – Структура продукции машиностроительного комплекса России

А в машиностроении мира доминирующее положение занимает небольшая группа развитых стран, таких как: США, на которые приходится около - 30% стоимости машиностроительной продукции, Япония-15%, Германия - 10%, Великобритания, Франция, Италия, Канада. Эти страны продолжают развивать все виды современного машиностроения. Высока их доля в мировом экспорте машин и оборудовании. При почти полной номенклатуре производства машиностроительной продукции ключевая роль в развитии машиностроения здесь принадлежит авиаракетно-космической промышленности, робототехнике, микроэлектронике, станкостроению, атомно-энергетической технике, автомобилестроению, тяжелому машиностроению.



Рисунок 2 – Отрасли машиностроения в развитых странах

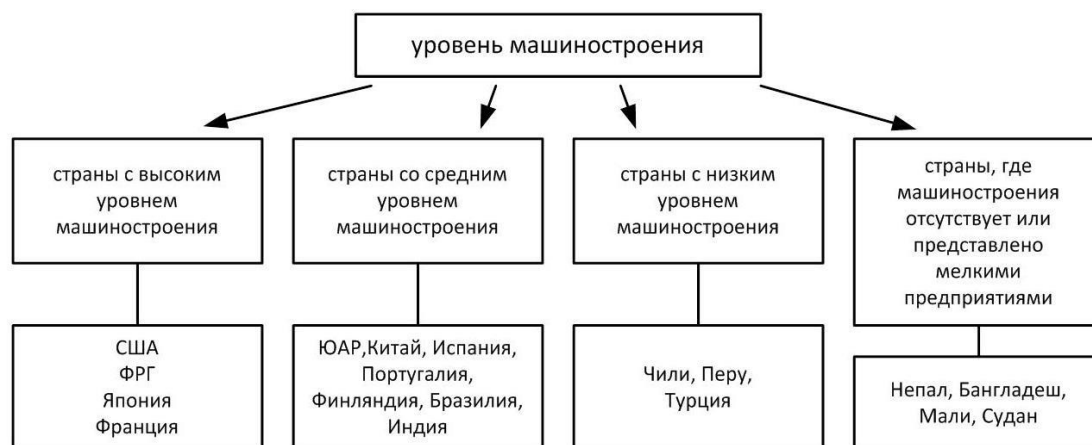


Рисунок 3 – Уровень развития машиностроения в странах мира

Существенные изменения происходят в территориальной структуре мирового машиностроения. Совсем недавно более 9/10 продукции этой отрасли давали страны Севера, такие как : США, Германия и Япония. Затем доля юга начала возрастать - новые индустриальные страны: Китай, Индия, Мексика, Бразилия, Аргентина. Ныне она достигла 1/4.

Сегодня в мире существуют 4 главных региона машиностроения: Северная Америка, Западная Европа, Южная и Юго-Восточная Азия, СНГ.

По данным РИА Рейтинг от 13 декабря 2016 года отмечается, что в третьем квартале 2016 года спад производства в машиностроительном секторе

почти остановился. В отдельные месяцы отчетного периода наблюдалась положительная динамика производства.

Вместе с тем ситуация в различных подотраслях остается очень неоднородной. В девяти из двенадцати подотраслей по итогам января-сентября отмечено снижение производства. При этом в трех из них спад превысил 10%, а сильнее всего сократилось производство в станкостроении.

Самый большой рост по итогам девяти месяцев отмечен в сельскохозяйственном машиностроении. За счет мер господдержки и фактора импортозамещения почти на треть выросло производство сельскохозяйственных тракторов и зерноуборочных комбайнов.

Также следует отметить резкое увеличение производства грузовых вагонов в третьем квартале, которое произошло из-за возникновения дефицита на рынке. Кроме того, заметно улучшилась динамика производства в автомобилестроении.

В связи с этим президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 30 ноября 2016 г. № 11) был утвержден П А С П О Р Т приоритетного проекта.

Цель проекта: Создать условия для устойчивого роста экспорта российской промышленной несырьевой продукции за счет комплекса специализированных отраслевых мер финансовой и нефинансовой поддержки, сфокусированных на четырех пилотных отраслях (автомобилестроение, сельскохозяйственное машиностроение, железнодорожное машиностроение, авиастроение) - до 3 382 млн. долл. США к концу 2018 года и до 9 305 млн. долл. США к концу 2025 года (по пилотным отраслям), в том числе: - рост экспорта продукции автомобилестроения - до 1 539 млн долл. США к концу 2018 года и до 4 410 млн. долл. США к концу 2025 года; - рост экспорта продукции сельскохозяйственного машиностроения - до 158 млн. долл. США к концу 2018 года и до 242 млн. долл. США к концу 2025 года; - рост экспорта продукции железнодорожного машиностроения - до 470 млн. долл. США к концу 2018 года и до 1 190 млн. долл. США к концу 2025 года; - рост экспорта продукции авиастроения - до 1 215 млн. долл. США к концу 2018 года и до 3 463 млн. долл. США к концу 2025 года.

Проект охватывает продукцию гражданского машиностроения по четырем пилотным отраслям: автомобилестроение, сельскохозяйственное машиностроение, железнодорожное машиностроение, авиастроение. Пилотные отрасли, на которых предполагается сфокусировать усилия поддержки в рамках проектного управления, выбраны в связи с наиболее высоким уровнем передела продукции, высоким мультипликативным эффектом со значительной добавленной стоимостью, создаваемой в экономике. Предлагаемые меры поддержки экспорта будут распространены также и на прочие отрасли промышленности, которые внесут свой вклад в достижение показателей роста несырьевого неэнергетического экспорта. Из значимых отраслей с хорошим экспортным потенциалом можно отметить энергетическое машиностроение,

приборостроение, судостроение. Помимо машиннотехнической продукции можно отметить фармацевтическую продукцию, металлические и резинотехнические изделия, товары народного потребления, а также несырьевые отрасли промышленности, выпускающие материалы и полуфабрикаты: металлургию, основную и нефтехимию, деревообработку. 26 В проект не входит решение вопроса о выделении финансирования в рамках формирования бюджета Российской Федерации, а также принятия Федерального закона "О федеральном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов". В рамках проекта принята предпосылка, что необходимое на 2017 год финансирование предусмотрено в бюджете Российской Федерации.

В связи с этим можно надеяться, что российская промышленность выйдет на новую ступень в мировом сообществе и займет одну из ведущих позиций в данном направлении.

Список литературы

1. Белоновская, И. Д. Проблемы рискологической подготовки инженерных кадров в модернизации регионального машиностроения / И.Д. Белоновская, Е.М. Езерская - Инновации и наукоемкие технологии в образовании и экономике : материалы VIII Всерос. науч. – метод. конф. (с международным участием). – Уфа : РИЦ БашГУ, 2012. – С. 275 –279. ISBN 978-5-7477-2942-1

2. Постановление президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 30 ноября 2016 г. № 11 Паспорт приоритетного проекта «Международная кооперация и экспорт в промышленности» [Электронный ресурс] / Правительство Российской Федерации //: информ.-правовой портал. – Электрон. дан. – Москва, 2016. – Режим доступа: <http://government.ru/orders/selection/401/25598/> . – Загл. с экрана.

3. РИА Рейтинг [Электронный ресурс] /: информ.-правовой портал. – Электрон. дан. – Москва, 2016. – Режим доступа: http://riarating.ru/industry_newsletters/20160920/630039358.html // . – Загл. с экрана.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ «ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ» В ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

**Ермошкина И.Г., Дырдина Е.В.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, г. Москва,
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Современный образовательный процесс характеризуется постоянным обращением к информационной среде. Эта особенность позволяет студентам и всем заинтересованным в получении новых знаний с небольшими затратами (необходим ПК и доступ в Интернет) участвовать в проектах, реализующих обучение посредством МООК (англ. Massive Open Online Course).

Анализ статистических данных и массовых открытых онлайн курсов, который осуществили ведущие мировые провайдеры, подтверждает парадигму двадцать первого века о непрерывном образовании современного человека: около половины обучающихся уже имеют дипломы бакалавров, магистров и др., но продолжают свое образование.

Подробный экскурс в историю появления МООК [1] и невероятно успешное развитие проекта (более 100 ведущих мировых вузов предоставили в открытом доступе более 900 курсов, что позволило миллионам людей воспользоваться получением качественного образования) [2] свидетельствуют о новых реалиях и тенденциях, которые несомненно окажут воздействие на общество и экономику и сейчас, и в перспективе.

По результатам первого совместного аналитического доклада крупнейших на российском рынке онлайн-образования компаний Coursera, "Открытое образование" и "Лекториум" число россиян, участвующих в образовательных онлайн-курсах на отечественных и зарубежных платформах в 2016 году, увеличилось в два раза по сравнению с 2015 годом и достигло одного миллиона человек. [3]

Примером быстро развивающегося отечественного открытого контента является площадка «Открытое образование», которая под девизом «Высшее образование для всех и везде» предлагает 130 курсов, отвечающих содержанию программ бакалавриата, магистратуры и специалитета по самым разным направлениям.

Авторам статьи, осуществляющим подготовку инженерных кадров по базовым дисциплинам «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», представляется важным поделиться следующими наблюдениями и результатами, полученными при интегрировании курсов «Открытого образования» в традиционный процесс обучения.

Студентам 2 курса было предложено самостоятельно в добровольном порядке зарегистрироваться в компании «Открытое образование» для изучения материалов курса «Сопротивление материалов» в течение 10 недель, по 5 часов в неделю с выполнением контрольных заданий, что позволяет получить 4 зачетных единицы в учебном плане своего вуза. Следует отметить, что интерес

к программе проявили студенты с высокой мотивацией, успешно занимающиеся и по другим естественно-научным дисциплинам, впрочем были учащиеся, которые стремились работать в спокойной эмоциональной обстановке. Еженедельные занятия включали в себя просмотр тематических видеолекций (читал ведущий преподаватель НИТУ МИСИС, доктор физико - математических наук, профессор Шинкин В.Н.), изучение иллюстрированных текстовых материалов с анализом международных исследований по этим вопросам. Весь методический материал регулярно поступал в открытый доступ каждую неделю, в итоге у студента в личном кабинете был сгенерирован учебно-методический комплекс с теоретическими аспектами и примерами выполнения заданий по всем темам курса. Важным элементом изучения дисциплины являлось выполнение индивидуальных и тестовых заданий. Сертификат участника выдавался при достижении 75 процентов от общего рейтинга при условии сдачи работ до жесткого дедлайна, а с оценкой «отлично» - при условии прогресса в 95% от общего рейтинга при условии планомерной работы.

Разработчикам курса удалось структурировать материал в соответствии с традиционно принятым порядком изложения, при этом не перегружать слушателей информацией, которая не имеет широкого применения в практических расчетах на прочность, жесткость и устойчивость конструкций и элементов. В программе «параллельного обучения» участвовали студенты факультета разработки нефтяных и газовых месторождений; факультета проектирования, сооружения и эксплуатации систем трубопроводного транспорта и факультета инженерной механики Российского Государственного университета (НИУ) имени И.М. Губкина. В первом семестре зарегистрировалось на курс «Сопrotивление материалов» «Открытого образования» 9 студентов из двух групп общей численностью 56 человек, во втором семестре - 11 студентов из 53, в третьем – 12 из 49. Содержание и объем часов по дисциплине «Сопrotивление материалов» совпадали с реализуемой на кафедре технической механики программой более чем на 80 процентов, что позволило студентам достаточно уверенно чувствовать себя и при выполнении контрольных и зачетных работ, которые параллельно выполнялись ими на практических занятиях в своих группах. Безусловно, дополнительная нагрузка присутствовала, но результат участников не разочаровал: 90 процентов (27 студентов) справились с текущим и итоговым тестированием и получили оценки «хорошо» и «отлично», оставшиеся 5 слушателей получили оценку – «удовлетворительно».

Заметим, что обучение по данному курсу возможно для студентов при объеме изучения дисциплины «Сопrotивление материалов» в коротком, «односеместровом» варианте.

Анализ интеграции онлайн-курса в традиционное обучение приводит к неоднозначным выводам.

К сожалению, в курсе полностью отсутствует лабораторный практикум, что не позволяет полностью принять результат обучения без дополнительных

испытаний. Невозможность проведения занятий непосредственно в лаборатории можно было бы отчасти компенсировать виртуальными лабораторными работами, мультимедийные курсы которых успешно разработаны и используются в других вузах.

Задания, предлагаемые к самостоятельному решению, весьма кратки, не позволяют «почувствовать» работу конструкции, дать «ответ на неизбежный и вечный вопрос: будет ли конструкция нормально функционировать под действием приложенной к ней нагрузки и как оценить ее надежность» [4].

Проверка усвоения материала проводится тестами множественного выбора, содержащими правильный готовый ответ, что не способствует развитию навыков критического мышления.

Кроме того, возникают вопросы к контролю знаний, точнее к добросовестности обучающихся: необходимо исключить несамостоятельные ответы на тесты, стороннюю «помощь». Отмечено, что студенты, зарегистрированные в «Открытом образовании», дополнительно используют для взаимодействия по изучаемому курсу другие сервисы Интернет (форумы, чаты). Отсутствует обратная связь, которая предполагает полноценные консультации по интересующим вопросам. Модераторы обеспечивают лишь техническую поддержку.

Начало и окончание курса, к сожалению, не совпадает с учебным планом.

Программа «отстает» по срокам, как правило, на месяц от существующего календарного плана.

От преподавателя также требуются дополнительные время и усилия: необходимо проверить усвоение материала, его соответствие тематическому распределению. Следует оценить выполненную работу в существующей балльно-рейтинговой системе, а для этого предусмотреть такую возможность (поскольку большая часть студентов не принимает участия в «параллельном» обучении).

Однако, представленный курс является мощным инструментом дистанционного самообразования, открывая широкие возможности и для преподавателей, и для студентов. Прошедшие обучение по факультативной программе продемонстрировали очевидный прогресс как при выполнении всех контрольных заданий, так и в освоении дополнительного образовательного контента. При тестировании указанные слушатели имели значимо более высокие результаты (в процентном отношении 80-95 процентов против 60-75 процентов остальной части группы).

Несомненным преимуществом является организация *самостоятельной работы* студентов, навыками которой владеют не все второкурсники. Подобный обучающий материал необходим, в первую очередь, для формирования умений легко адаптироваться к быстрой смене технологических и производственных процессов, к внедрению и обновлению информационных технологий.

Представляется логичным объединение усилий специалистов российских вузов по созданию и дальнейшему усовершенствованию курсов для

потенциальной целевой аудитории, наполнение которых осуществлялось бы в рамках совместной работы. Так, существующий курс по дисциплине «Сопротивление материалов» для бакалавров может быть «усилен» виртуальным лабораторным практикумом, а также трансформирован в курс для специалистов или магистрантов, поскольку сложно переоценить вклад этой науки в процесс подготовки современного инженера.

Список литературы

1. *История возникновения и развития Massive Open On-line Cours (электронный ресурс).*- Режим доступа: <http://studymooc.org/about-mooc/istoriya-mooc/>

2. Вьюшкина Е.Г. Массовые открытые онлайн-курсы: теория, история, перспективы использования. Изв. Саратов. ун-та. Нов.сер. Философия. Психология. Педагогика. 2015. Т.15, вып. 2, с.78-83.

3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов (Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 592 с.

4. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/3188539>

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАБОТКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Ефанова О.В., Поляков А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сплавы на основе титана и никеля находят широкое применение в аэрокосмической промышленности. Их применение связано с тем, что они имеют комплекс свойств, определяющих функциональную эффективность изготовления деталей изделий этих отраслей. Важнейшими свойствами материалов для аэрокосмической промышленности являются: стойкость против электрохимической и химической коррозии, межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением; стойкость против химического разрушения поверхности в газовых средах при высоких температурах (выше 550°C), работающие в нагруженном и ненагруженном состоянии; высокая механическая прочность; небольшая теплоемкость; малый удельный вес.

Двум первым группам свойств материалов, согласно ГОСТ Р 54384-2011, отвечают коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали. В этом же стандарте они объединены в один класс сталей – нержавеющие. При этом для нержавеющих сталей установлен пороговый уровень содержания хрома – минимальная массовая доля должна составлять 10,5 %, одновременно максимальная массовая доля углерода – 1,2% [1]. При этом следует подчеркнуть, что хром играет важнейшую роль в придании коррозионной стойкости стали, но другие металлы также оказывают существенное влияние. Согласно ГОСТ 5632-2014 [2], группа сталей, в которых содержание хрома превышает уровень 10,5 %, например, стали : 20X12ВНМФ, 30X13Н7С2, 15X18СЮ, 08X20Н14С2 и множество других марок по своим химико-физическим свойствам не являются коррозионно-стойкими, но являются или жаростойкими или жаропрочными. В этом же стандарте в отдельную группу сплавов выделены сплавы на железоникелевой и никелевой основе. Первая группа – это сплавы, основная структура которых является твердым раствором хрома и других легирующих элементов в железоникелевой основе (сумма никеля и железа более 65 %, при приблизительном отношении никеля к железу 1:1,5). Вторая группа – это сплавы, основная структура которых является твердым раствором хрома и других легирующих элементов в никелевой основе, то есть массовая доля никеля не менее 50 %. В этом же стандарте использованы критерии, уточняющие терминологические разграничения жаростойких и жаропрочных сталей. Под жаростойкими сталями и сплавами понимают стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550°C и работающими в ненагруженном или слабонагруженном состоянии. Под жаропрочными принимаются стали и сплавы, работающими в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающими

достаточной жаростойкостью. Рабочие температуры жаропрочных никелевых сплавов составляют 650 – 1100 °С.

В начале XX века крупнейшими учеными химиками титан считался очень редким металлом, а по своим химическим свойствам признавался бесполезным для промышленности материалом. Лишь после второй мировой войны с развитием технологий производства титановых сплавов началась эра внедрения титана в различные отрасли промышленности для изготовления изделий в строительстве, автомобилестроении, судостроении, энергетике, медицине, нефтехимии, авиакосмической и оборонной промышленности.

В настоящее время, благодаря открытиям множества месторождений титанового сырья по всему миру, титан уже не относят к редким металлам, а считается широко распространенным в земной коре, наряду с железом, алюминием и магнием. Титан придает своим сплавам коррозионную стойкость, высокую механическую прочность, уменьшение удельного веса и теплоемкости.

Несмотря на то, что в России после распада Советского Союза не осталось собственных источников титанового сырья, одно из крупнейших предприятий в мире Корпорация ВСМПО-АВИСМА является производителем полуфабрикатов из титановых сплавов. Для последующей механической обработки они производят лопатки турбин для отечественного авиа- и ракетостроения из материалов: ВТ, ВТ9, ВТЗ-1, ВТ6, ВТ20, ОТ4 [3]. Прутки катанные производят из сплавов: ВВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0, ВТ6, ВТ8, Т20, 19, 37 и других по ГОСТ 19807-91[4] и отраслевым стандартам: ОСТ 1-90173, ОСТ 1-90266 и другим.

Наряду с хорошими эксплуатационными свойствами нержавеющей сталей и титановых сплавов их механическая обработка имеет специфику.

Выделяют четыре основных фактора определяющих условия механической обработки материала: механическое усилие; стружкообразование и удаление стружки; теплообразование и теплопроводность; износ и разрушение режущего инструмента. При значительном влиянии хотя бы одного из этих факторов на процесс резания материал может считаться «труднообрабатываемым».

Практика механической обработки нержавеющей сталей и титановых сплавов является сложным технологическим процессом. Физико-механические свойства этих сплавов не только усложняют процесс обработки, но и предъявляют высокие требования к жесткости станков и износостойкости используемого инструмента.

Ввиду значительной прочности титановых сплавов их обработка сопряжена с возникновением больших сил резания и сильной вибрации. Из-за значительных усилий, прилагаемых при механообработке, область резания перегревается и требует дополнительного охлаждения.

Сплавы на основе никеля и титана более склонны к упрочнению в результате наклепа по сравнению со сталями. При старении в материале заготовки образуются зоны повышенной твердости, когда под воздействием

высоких температур в сплаве начинают выделяться дисперсные фазы, в результате чего образуются наросты и другие дефекты поверхности заготовки, сила трения вырастает в несколько раз, а геометрия детали может значительно измениться. Для исправления конфигурации заготовки требуется дополнительная металлообработка, в ходе которой металл дополнительно перегревается, а станок и особенно режущие инструменты подвергаются значительной нагрузке, что приводит к нежелательным экономическим затратам на производстве.

Структура материала при механообработке может значительно измениться даже после одного прохода режущего инструмента. Поэтому на втором проходе инструмент обрабатывает материал большей твердости, что отрицательно сказывается на достижении требуемой точности готового изделия, так как для второго и последующих проходов необходимо назначать новые режимы резания. В отдельных случаях решение этой проблемы осуществляется за счет уменьшения числа проходов при одновременном росте глубины или ширины резания. В тех случаях, когда реализуема только многопроходная обработка следует подбирать режимы резания на каждый новый проход.

Таким образом, проблема обозначена. Цель – для достижения высокой эффективности процессов резания требуется разработать специальную методики, в которой были бы согласованы режимы резания, марки обрабатываемых материалов, геометрические параметры режущего инструмента, физико-механические свойства инструментального материала и режимы термообработки.

Сформулированная цель работы позволила сформулировать задачи исследования:

- провести обзор физико-механических свойств нержавеющей сталей и титановых сплавов и для каждой марки материала установить приоритетные области их использования; выявить влияние отдельных компонентов сплава на их физико-механические свойства;

- классифицировать основные дефекты механической обработки нержавеющей сталей и титановых сплавов;

- разработать требования, предъявляемые к металлорежущему оборудованию и режущему инструменту, используемому при обработке нержавеющей сталей и титановых сплавов;

- разработать методику назначения режимов резания при лезвийной обработке титановых сплавов при фрезеровании, сверлении, растачивании;

- разработать методику назначения режимов резания при лезвийной обработке нержавеющей сталей при точении, фрезеровании, сверлении, резьбофрезеровании, резьбонарезании, зенкеровании, развертывании, растачивании.

Список литературы

1. ГОСТ 54384-2011 *Сталь. Определение и классификация по химическому составу и классам качества.* – Введ. 2011–22–08. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. – 7 с.

2. ГОСТ 5632-2014 *Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные.* – Введ. 2015–01–01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2015. – 54 с.

3 *Официальный сайт Корпорации ВСМПО-АВИСМА . – Режим доступа - <http://www.vsm-po.ru>.– 20.11.2016.*

4 ГОСТ 19807-91 *Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки.* – Введ. 1992-01-07. – Москва : Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.

АЭРОДИНАМИКА ЖИЛЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ВЫСОКОЙ ПАРУСНОСТЬЮ

Кондров Я.В., Припадчев А.Д., Горбунов А.А.
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Ни для кого не секрет что ежегодно сотни зданий по всему миру частично или полностью разрушаются под воздействием ветра. Не найдётся ни одного человека, желающего такой участи своему дому. Стихия непредсказуема, но выход есть всегда.

Основы аэродинамических исследований зданий и промышленных объектов описаны в книге Симиу Э. и Сканлан Р.[1]. Книга написана в 1984 году и не может предполагать виртуальные симуляции погодных условий.

Предлагаемый метод исследования заключается в совмещении виртуальных испытаний и натурального анализа жилых и промышленных застроек. Основой является полноразмерная виртуальная модель, рисунок 1, которая исследуется при различных погодных условиях. Анализ проводится в программной среде SolidWorks в модуле FlowSimulation. На основе статистических данных для определённой местности мы определяем критические погодные условия. Эти данные используем как входные параметры для исследования: направление ветра и годовая роза ветров, температура воздуха, влажность воздуха по месяцам.

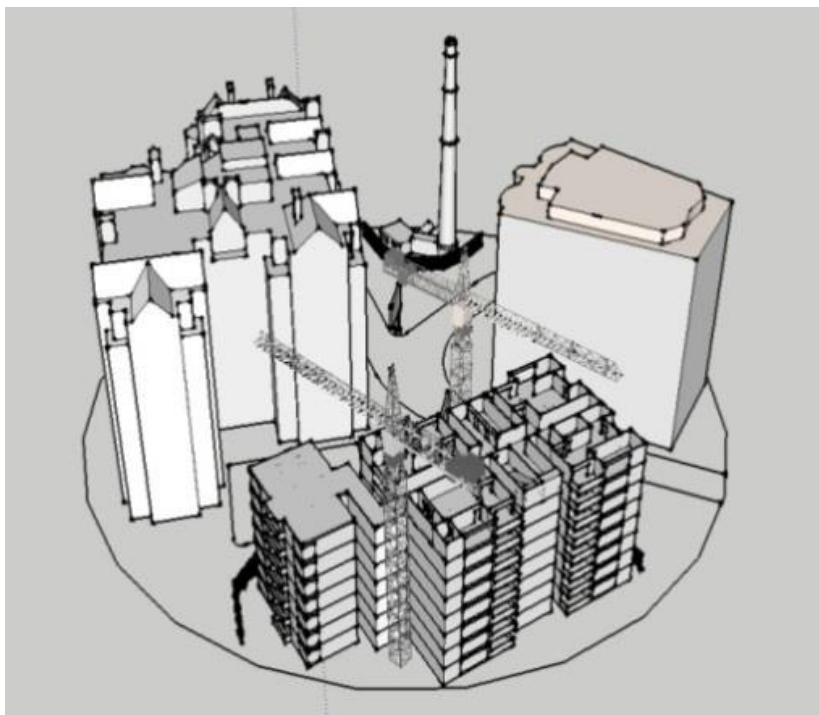


Рисунок 1 – 3D модель застройки

На данном этапе используется передовое программное обеспечение. После виртуального исследования посредством 3D печати мы создаём масштабную модель застройки. Печать ведётся на 3D принтере Makerbot Replicator 2x, что позволяет создать качественную модель посредством послойного наплавления ABS пластика с толщиной слоя 0,1 мм. Масштабная модель подвергается продувке в дозвуковой аэродинамической трубе при различных скоростях ветра.

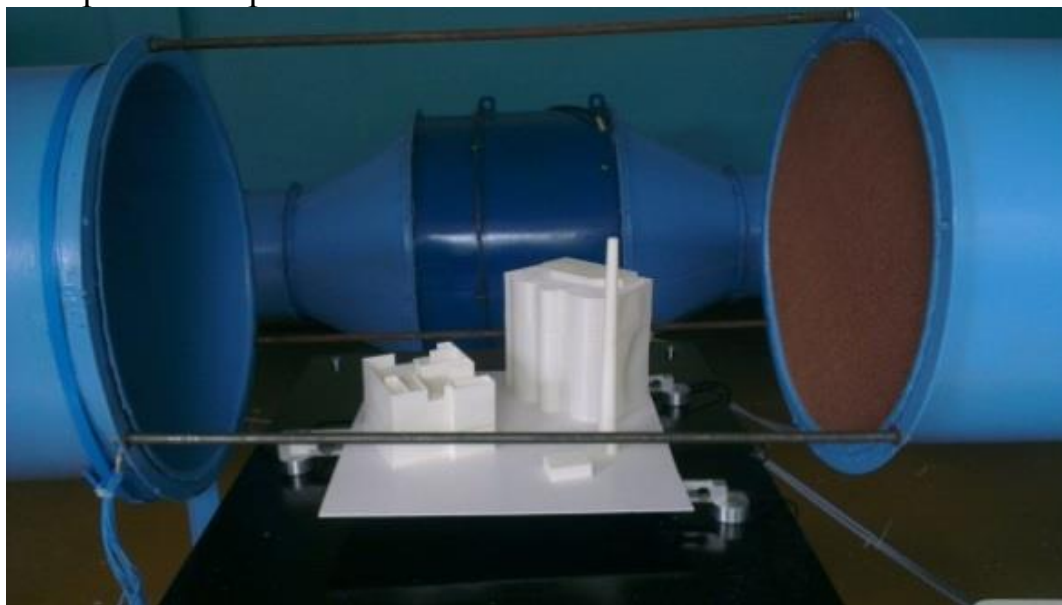


Рисунок 2 – Продувка в аэродинамической трубе

Данный эксперимент необходим для подтверждения или коррекции результата полученного в ходе виртуальной продувки. Так как в виртуальной среде используются идеальные модели газов, а в аэродинамической трубе мы имеем дело с реальным газом. После комплексного анализа мы можем сделать вывод о прочности и устойчивости зданий в заданном климате и ландшафте.

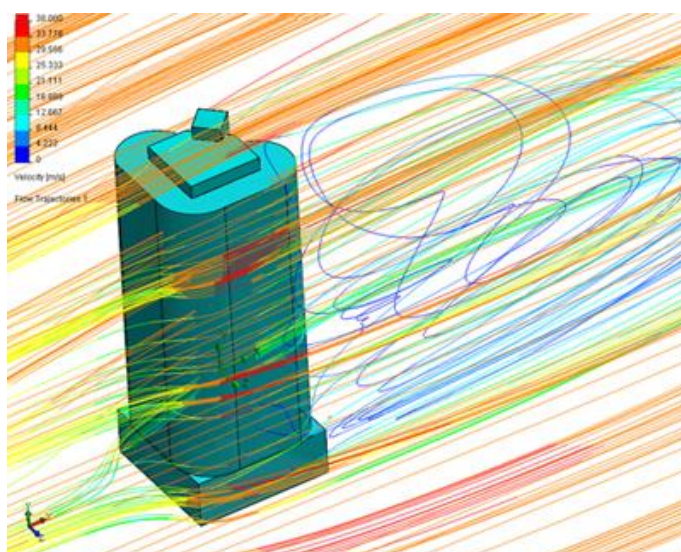


Рисунок 3 – Результаты аэродинамической симуляции в программной среде

Экология. Не менее важный вопрос в век индустрии, развитие промышленных районов влечёт за собой повышение вредных выбросов в атмосферу, большая часть которых оседает на почву и нарушает экологический баланс. Изменение взаимного расположения зданий поможет избавиться от застойных зон и обеспечит необходимый уровень проветривания района. Этим мы добьёмся равномерного распределения вредных веществ в атмосфере и почве.

На рисунке 4 можно наблюдать результаты комплексного анализа погодных условий в экспериментальном районе. Красным цветом обозначена застойная зона вблизи трубы котельной, это может доставлять большие неудобства людям, находящимся в здании напротив котельной. Синим цветом обозначена зона проветривания, она проходит перпендикулярно главной дороге. Зимой на обочине вблизи стройки могут скапливаться большие объёмы снега, которые будут сужать проезжую часть в области перекрёстка, что создаст опасную аварийную зону, а также пробки.

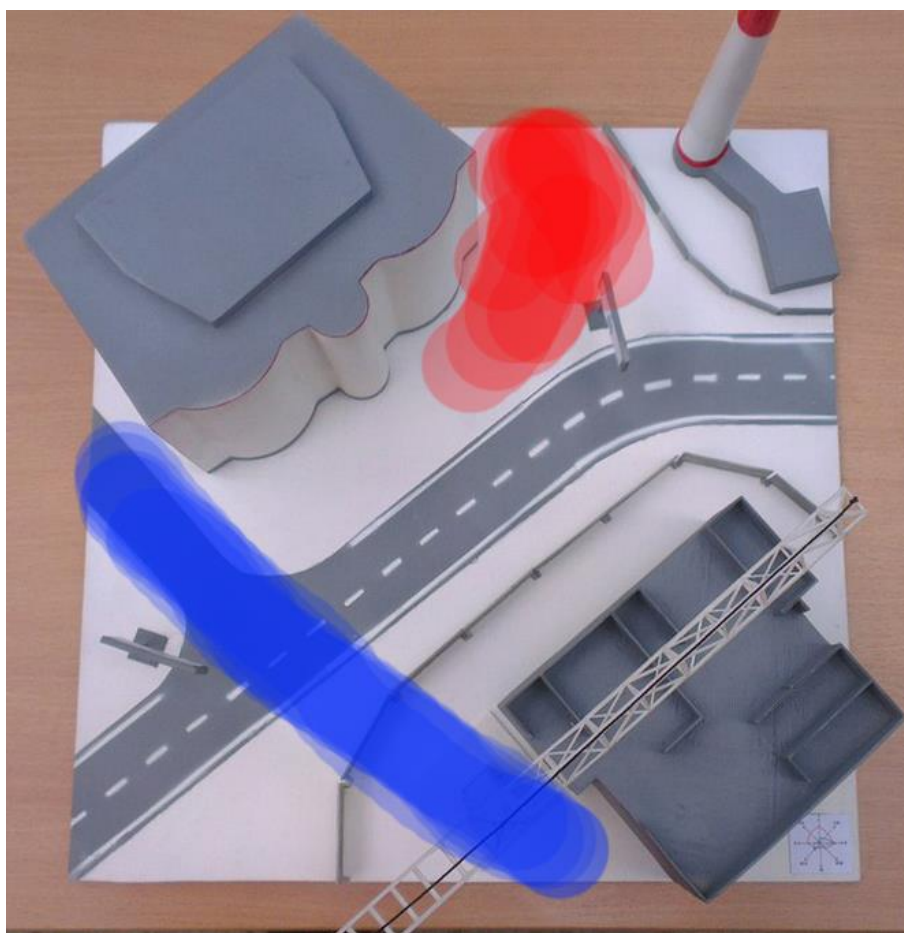


Рисунок 4 – Результаты комплексного анализа

Данный экспериментальный район построен таким образом, чтобы наглядно показать недостатки застроек при игнорировании правил взаимного расположения зданий. Необходимо исследовать множество вариантов расположения зданий и других объектов инфраструктуры для выявления самого безопасного способа расстановки с точки зрения экологии и разрушения

под действием ветровых потоков. Также данные исследования могут помочь предотвратить потерю устойчивости и падение рекламных щитов и прочих стендов. Расположенные вблизи дорог рекламные стенды представляют большую опасность для всех участников дорожного движения. Если не учитывать погодные условия места установки стенда и взаимного расположения близлежащих объектов можно получить нестабильный объект с высокой парусностью, который может упасть и нанести большой ущерб. Напротив, учёт условий всех внешних воздействий предотвратит негативные последствия.

Список литературы

1. Э. Симиу / Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан ; Перевод с английского Б. Е. Маслова, А. В. Швецово́й; Под редакцией канд. техн. наук Б. Е. Маслова. — Москва : Стройиздат, 1984. — 360 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН БЕЗВОДОРОДНЫМ АЗОТИРОВАНИЕМ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ (БАТР-ПРОЦЕСС)

**Курганов А.В., Юршев В.И., Левин Е.А., Жукова Е.С.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Химико-термической обработкой (ХТО) называется тепловая обработка металлов в химически активной среде для изменения химического состава, структуры и свойств поверхностного слоя металлического изделия. Основными видами ХТО сталей являются: цементация (науглероживание), азотирование, цианирование, нитроцементация (совместное насыщение азотом и углеродом), диффузионная металлизация, насыщение поверхностного слоя алюминием, хромом, кремнием, бором и др. [1].

Азотированием является химико-термическая обработка (ХТО), состоящая из диффузионного насыщения поверхностного слоя стали азотом (азотом и углеродом) при нагревании в соответствующей среде. Азотирование чаще проводится при температуре 500—600 °С (низкотемпературное азотирование). Азотированию можно подвергать любые стали перлитного, ферритного и аустенитного классов, а также чугуны[2].

Азотирование стали впервые теоретически обосновал академик Н.П. Чижевский в 1913 году и с 1920-х годов данная технология в промышленных масштабах существенно помогает улучшать качество стали. Поначалу азотирование осуществлялось в твердых и жидких средах, но спустя некоторое время стало осуществляться и в газообразных. Преимущества их определялись в реальных условиях, где при выборе сред учитывали не только назначение детали, но и ее форму, поэтому в каждом конкретном случае эти среды имели свои достоинства и недостатки. Вследствие этого в рамках одного предприятия могли использовать одновременно несколько технологий азотирования.

На сегодняшний день азотированию выделяют особую роль в машиностроении, так как после него поверхностный слой детали приобретает повышенную твердость, антикоррозионную защиту, а так же значительно возрастает выносливость и усталостная прочность. Азотированный слой металла стабильно сохраняет свои показатели при температуре до 600 °С, что дает широкий спектр применения ХТО для различных деталей, повышая эксплуатационный ресурс.

При упрочнении в азотсодержащей разряженной среде применяют метод тлеющего разряда, где деталь является отрицательно заряженным электродом (катод), но встречаются варианты, когда она выступает в качестве положительно электрода (анод) и с переменным чередованием этой функции.

В процессе развития технологии азотирования в тлеющем разряде (АТР-процесс) было отмечено снижение в несколько раз расхода энергии, газа и времени обработки ($t=4-6$ часов) по сравнению с печным азотированием

(продолжительность азотирования достигает до 96 часов) и практически отсутствовала деформация у деталей, что положительно сказывалась на стоимости конечного изделия.

Исследуемая технология реализуется в среде газа пониженного давления при воздействии на газовый промежуток электрического поля между анодом и катодом, в качестве которого используется поверхность объекта модификации, при этом активные элементы среды внедряются в поверхность, образуя в ней различные соединения и растворы [4].

Отличительной чертой микроструктуры азотированного слоя после АТР-процесса является наличие мелкодисперсной очень прочной ξ -фазы (рис. 1). Благодаря наличию в слое этой фазы поверхностная твердость азотируемых деталей выше почти на HV 200, чем при газовом азотировании [3].

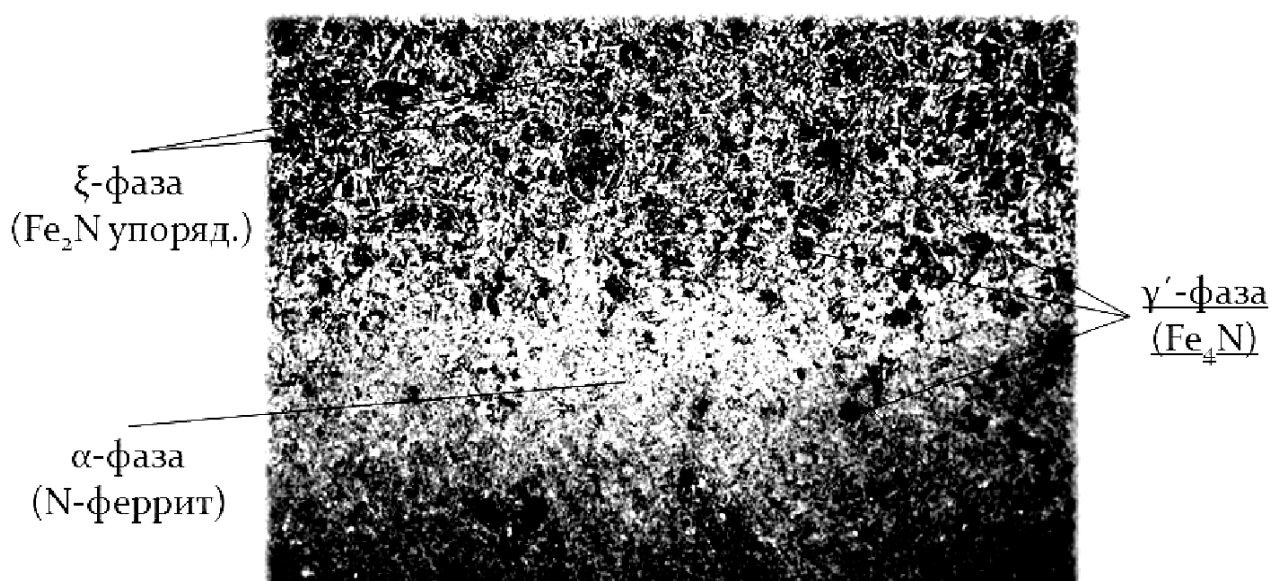


Рисунок 1- Микроструктура азотированного слоя стали 38ХМЮА, после АТР-процесса, $\times 360$

Если же сравнивать механические свойства азотируемого слоя, после газового азотирования и АТР-процесса, то кроме повышения твердости, представленной в таблице 1, можно наблюдать увеличение предела выносливости при изгибе примерно на 130 МПа и предела контакта выносливости поверхности в среднем на 300Мпа.

Таблица 1 – Твердость упрочненного слоя

Марка стали	Вид обработки	Характеристики слоя		Температура процесса
		Глубина, мм.	Твердость, HV	
38ХМЮА	Газовое азотирование	0,25-0,40	735-820	550-620
	АТР-процесс	0,20-0,40	850-1100	520-570

В таблице 2 представлены технологические режимы АТР для стали 38ХМЮА. Контроль температуры детали во время обработки осуществляют с помощью терморadiационного метода, так как он один из самых точных.

Тем не менее, был и минус у АТР-процесса. Он заключался в том, что в технологии азотирования применялся водородосодержащий газ, а наличие водорода в тлеющем разряде приводило к охрупчиванию поверхности. Решением этой проблемы послужило использования “чистого” азота или азота с аргоном вместо аммиака. Данная технология получила название – безводородное азотирование в тлеющем разряде.

Таблица 2 – Технологические режимы АТР

Марка	Исходное состояние				Технологические параметры режимы			
	ХТО	T _{нагрева} , °C	T _{отпуска} , °C	HV _{0,1}	T, °C	P., тор	Газ, % (N ₂ +Ar)	HV _{0,1}
38ХМЮА	Отжиг	930-940	-	229-320	580	1,8	75+25	804-1200
	Зак.+Отп.	930-940	640	240-280		1,5/1,8		1036-1460
				330		1,5		800-1200
				370-580	560	1,8		1100-1150

БАТР-процесс не только свел водородное охрупчивание к нулю, но и по сравнению с АТР-процессом увеличил пластические свойства поверхности с минимальным разупрочнением основы, так же снизилось энергопотребление. Отказ от газов с содержанием водорода дал возможность корректировать качественные и количественные параметры режимов каждой отдельной стадии азотирования, что в свою очередь позволило влиять на структуру и кинематику формирования модифицированного поверхностного слоя. Если смотреть с точки зрения экологии, то отказ от аммиака делает процесс азотирования полностью экологически чистым, что актуально на сегодняшний день.

При испытаниях зубчатых колес, прошедших азотирование в безводородных газовых средах, было отмечено увеличение стойкости в 2-3 раза, специальных подшипников качения – в 1,5 раза по сравнению с обычным азотированием в тлеющем разряде. При испытаниях деталей работающих в агрессивных средах износостойкость увеличилась в 3-5 раз. Если использовать БАТР-процесс для повышения износостойкости режущего инструмента из быстрорежущей стали (фрез, протяжек, свёрл, резцов и т.д.), то можно добиться повышения в 1,8-3 раза, в зависимости от режимов резания.

Таким образом, если выделить основные преимущества БАТР-процесса, то можно считать его одним из перспективным методом азотирования.

Список литературы

1. Богодухов, С.И. *Материаловедение и технологические процесс машиностроительного производства: Лабораторный практикум/ С.И. Богодухов, В.И. Юршев, А.Д. Проскурин и др. часть 1. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. 210с*

2. Лахтин, Ю.М. *Химико-термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов // М.: Металлургия, 1985. – 256 с.*

3. Пастух, И. М. *Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде// Харьков: ННЦ ХФТИ, 2006. - 361 с.*

4. Лахтин, Ю. М. *Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева — 3-е изд., перераб. и доп.—М.: Машиностроение, 1990. —528с: ил. ISBN5-217-00858-X*

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ ШТАМПОВ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ СТАЛИ 70Х3Г2ФТР

Курманов В. Ф., Крылова С.Е.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург,

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены структура и свойства новой экономнолегированной штамповой стали инструментального класса на различных этапах термической обработки. Показано, что значительное влияние на поведение стали 70Х3Г2ФТР при эксплуатации оказывает окончательный режим термического упрочнения. Определены температурно-временные параметры высокого отпуска. Указан механизм дисперсионного упрочнения, основанный на качественном и количественном изменении соотношения карбидной составляющей в сплаве.

ABSTRACT

The structure and properties of new ekonomnolegированный shtampovyy steel of a tool class at various stages of heat treatment are considered. It is shown that at operation the final mode of thermal hardening has considerable impact on behavior of steel 70H3G2FTR. Temperature and time parameters of high holiday are determined. The mechanism of dispersive hardening based on high-quality and quantitative change of a ratio of a carbide component in an alloy is specified.

Имеющийся промышленный опыт эксплуатации крупногабаритного тяжело нагруженного инструмента позволил сформулировать общие требования к сталям инструментального класса, такие как высокая закаливаемость (60 – 63 HRC после закалки) и прокаливаемость (не менее 49 НКС на глубине 57 мм), возможность получения достаточно пластичной сердцевины крупногабаритного инструмента ($\sigma_{02} = 300-350$ МПа), наряду с обеспечением повышенной прочности на поверхности ($\sigma_{02} = 800-900$ МПа), высокая износостойкость, контактная прочность, технологичность на основных переделах, минимальная склонность к деформации и короблению в процессе термической обработки и неизменность размеров в процессе эксплуатации и др.

Перечисленным выше требованиям соответствуют стали мартенситного класса с карбидным упрочнением, дисперсионно-твердеющие, легированные сильными карбидообразующими элементами. Однако их эксплуатация на машиностроительных и металлургических предприятиях выявила ряд проблем, связанных с низкой технологичностью на основных переделах из-за повышенного содержания легирующих элементов, в частности хрома. Проблемы связаны с наличием протяженной карбидной сетки, сложностью технологии термической обработки, сопровождающейся образованием трещин разгара, а также низкой эксплуатационной и износостойкостью.

Как один из вариантов решения поставленной проблемы на основе многофакторного эксперимента и регрессионного статистического анализа в ранних работах[1] для производства штампов горячего деформирования была рекомендована опытная сталь 70X3Г2ФТР с микролегирующим комплексом (патент № 2535148 РФ Инструментальная сталь для горячего деформирования; от 20.07.2014).

Химический состав опытной стали марки 70X3Г2ФТР приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав экспериментальной стали 70X3Г2ФТР

Марка стали	C	Mn	Cr	Si	S	P	Ti	B	V
70X3Г2ФТР	0,60-0,70	1,9-2,1	2,8-3,2	0,4-0,7	Не более 0,025	Не более 0,025	0,15-0,30	0,001-0,003	0,55-0,65

Сталь 70X3Г2ФТР, применяемая для изготовления ударного инструмента и штампов горячего деформирования, обладает определенным комплексом эксплуатационных свойств: удовлетворительной прочностью, твердостью и износостойкостью поверхности в сочетании с достаточной вязкостью и пластичностью металлической основы, имеет высокую прокаливаемость и закаливаемость [2]. По структурному признаку данная сталь является квазиэвтектоидной, после отжига структура состоит из смеси пластинчатого и зернистого перлита с небольшими участками цементита и карбидов типа MC , $M_{23}C_6$, M_3C .

Особое внимание уделялось изучению структуры опытной стали после закалки и отпуска. Структура стали 70X3Г2ФТР после закалки с температуры $1000^{\circ}C$ в масло представлена на рисунке 1.

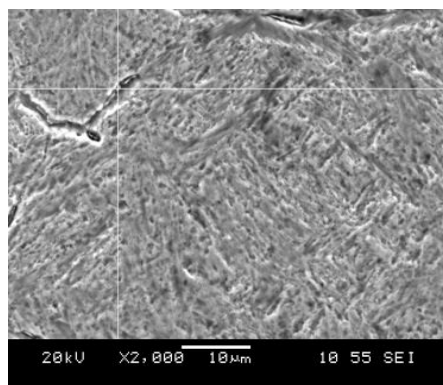


Рисунок 1 – Микроструктура стали 70X3Г2ФТР после закалки

Структура данной стали после закалки представляет собой троостомартенсит (75%), аустенит остаточный (~22%) и карбиды в свободном виде (~3%). Спектры, взятые с различных карбидных включений и участков металлической основы, свидетельствуют о присутствии в структуре стали 70X3Г2ФТР карбидов хрома, титана и ванадия, а также карбидов смешанного

типа.

Для исследования разупрочнения данной стали при отпуске были построены зависимости твердости от температуры и времени нагрева, рисунок 2.

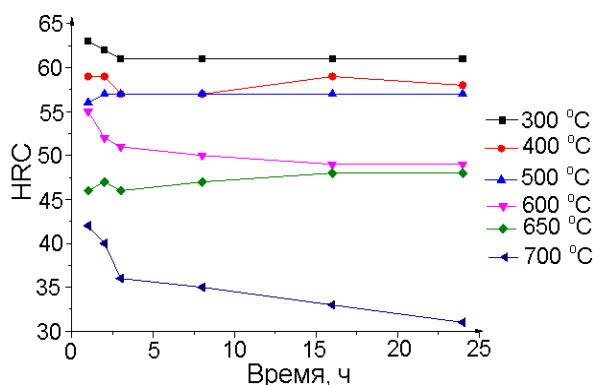


Рисунок 2 - Влияние температуры и продолжительности отпуска на твердость стали 70X3Г2ФТР после закалки от 1000 °С

Так в исследуемой стали наблюдается замедление разупрочнения при отпуске в интервале температур 300–500 °С что, обусловлено присутствием в матрице сталей атомов Cr, Ti, В и V, уменьшающих диффузионную подвижность атомов углерода и замедляющих коагуляцию цементита. Исследование карбидной фазы, формирующейся при отпуске, показало, что карбиды типа Me_3C и Me_7C_3 являются фазами переменного состава, в которых замещаются не только атомы железа и хрома, но и присутствуют также атомы титана и ванадия в различных пределах. Таким образом, в стали 70X3Г2ФТР после закалки от температуры 1000 °С и отпуска в районе 580-600 °С (твердость HRC 52-54) наблюдается дисперсионное упрочнение.

Оценка механических и эксплуатационных свойств показала, что механические свойства стали 70X3Г2ФТР (табл. 2) находятся на требуемом уровне (согласно ОСТ 24.013.04-83).

Таблица 2 – Механические и эксплуатационные свойства сталей инструментального класса

Сталь	Твердость, HRC	Предел прочности σ_B , МПа	Ударная вязкость, KCU, кДж/м ²	Износостойкость, Кас
45X5МФ	48	1480	107	1,04
5ХНМ	39	1250	59	0,99
4X5МФС	52	1490	59	1,19
70X3Г2ФТР	54	1590	112	2,75

По прочности исследуемая сталь не уступает наиболее часто применяемым в настоящее время инструментальным сталям, работающим в сложных условиях эксплуатации, а по ударной вязкости и износостойкости несколько превосходит их.

Список использованных источников:

1. Крылова С.Е., Москаленко В.А., Грызунов В.И. Разработка оптимального сплава, обеспечивающего длительную, безаварийную работу оборудования в условиях ударно-абразивного износа / *Сталь*. – 2005. - №3. – С. 201-210.

2. Крылова С. Е., Фирсова Н. В. Влияние процессов термической обработки на структуру и износостойкость штамповой стали / *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2011. – № 4, апрель. – С. 192-195.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ СТУДЕНЧЕСКИХ НАНОСПУТНИКОВ НА БАЗЕ ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Лашук М.Ю., Сериков Н.С.

**Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана**

Индустриализация — процесс ускоренного социально-экономического перехода от традиционного этапа развития к индустриальному, с преобладанием промышленного производства в экономике. В декабре 2012 года в Послании Президента РК была представлена Стратегия развития Республики Казахстан до 2050 года. Президентом была поставлена задача к 2050 году войти в 30-ку конкурентоспособных стран мира. Для решения данной задачи была разработана Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан. Приоритетными направлениями являются: металлургия, химия, нефтехимия, машиностроение, строительство материалов и пищевая промышленность [1].

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы общества. Именно развитие машиностроения позволит нашей стране в кратчайшие сроки перейти от продажи ресурсов на внешнем рынке к продаже машин и высоких технологий. В связи с этим развитию отрасли машиностроения придается огромное значение.

Целью государственной политики в области развития науки и технологий на сегодняшний день провозглашен переход к инновационному пути развития страны на основе избранных приоритетов.

Как известно, ракетно-космическая промышленность – одна из наиболее сложных и наукоемких отраслей машиностроения. В ней широко используются межотраслевые поставки, в которых участвуют почти все отрасли народного хозяйства.

Разработка ракетно-космической техники характеризуется высокой наукоемкостью, значительной трудоемкостью, длительными сроками разработки и проведения испытаний. Кроме того, требуется постоянное поддержание функционирования и развития дорогостоящих уникальных станков, специальных комплексов и сложнейшего оборудования. В настоящее время в мире свыше 100 стран осуществляют космическую деятельность (КД).

В связи с необходимостью развития ракетно-космической промышленности в Республики Казахстан было образовано в соответствии с Указом Президента № 350 от 6 октября 2016 года Министерство оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан (МОАП РК). Министр — Бейбут Атамкулов (с 7 октября 2016 года). Министерство ответственно за реализацию государственной политики в области оборонной,

аэрокосмической и электронной промышленности, информационной безопасности в сфере информатизации и связи (кибербезопасности), мобилизационной подготовки и мобилизации, формирование и развитие государственного материального резерва, участие в проведении единой военно-технической политики и военно-технического сотрудничества, руководство в области формирования, размещения и выполнения оборонного заказа.

Для развития данной отрасли в Республике Казахстан необходимы будут высококлассифицированные специалисты. Одной из проблем развития космической отрасли в Казахстане является слабые практические навыки выпускников, т. е. невысокие практические компетенции выпускников из-за устаревших оторванных от практики образовательных программ, слабая материальная техническая база. Проведя анализ данной ситуации в мировом пространстве, на примере Берлинского технического университета и Самарского государственного аэрокосмического университета им. С. П. Королева, Казну им. Аль-Фараби мы пришли к выводу, что выходом из данной проблемы является проектирование и разработка студенческих наноспутников на базе университета.

На данный момент Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева обладает необходимыми предпосылками для внедрения данной технологии в образовательный процесс подготовки специалистов в области космической отрасли. В рамках ПГИИР-2 была создана «Лаборатория малых космических аппаратов», где студенты могут отработать навыки проектирования и разработки малых космических аппаратов. Лаборатория оснащена уникальным оборудованием, позволяющим использовать его в междисциплинарных областях науки.

«К 2019 году Евразийский национальный университет планирует запустить в космос свой первый спутник, созданный и сконструированный собственными силами. Наша цель - изготовить и запустить в космос свой первый спутник. Важно, что мы его создадим сами, а не купим где-то», - сказал ректор ЕНУ им. Л. Н. Гумилева в ходе ежегодной отчетной встречи перед общественностью 30 сентября 2016 года.

Спутниковые технологии являются важнейшим компонентом при изучении космического пространства и земли, а также для обеспечения многих других задач. В настоящее время жесткая конкуренция на мировом рынке космических товаров и услуг заставляет его участников предоставлять свои возможности в кратчайшие сроки, качественно и по низким ценам без снижения целевой эффективности космических систем. Основным препятствием при продвижении на рынке являются высокая стоимость и продолжительность создания КА, средств выведения, а также высокая стоимость запусков и длительное время их подготовки. Одним из вариантов удешевления запусков, по мнению отечественных и зарубежных специалистов, является радикальное уменьшение массы КА. В настоящее время отмечается значительный рост числа запусков космических аппаратов, масса которых составляет от 1 до 10 кг. Наряду с крупнобюджетными аппаратами, существуют

маленькие, так называемые, наноспутники. Достижения последних 10 лет в области микроэлектроники и микроэлектромеханики позволили создавать малые космические аппараты ни в чем не уступающие большим по целевым характеристикам. Традиционно такие спутники используются для обучения и отработки новых технологий, однако сфера их применения постоянно расширяется [2].

Сегодня наноспутники – это приоритетные разработки не только для образовательных учреждений, но и для всех космических компаний, так как их производство и запуск стоит относительно недорого. Благодаря невысокой стоимости и доступности технических решений, запуск студенческого наноспутника позволяет провести различные научные эксперименты независимо от возможных носителей аппарата [3].

Современные наноспутники отличаются относительно большой функциональностью, несмотря на свой малый размер [4]. Их область применения широка — от попыток дистанционного зондирования Земли до космических наблюдений.

На рисунке 1 изображено количество запусков наноспутников, которые были произведены с 2000 года по 2016 год. На момент 22 января 2016 года всего запущено на орбиту 491 наноспутник, из них 431 был разработан на основе стандарта CubeSat [5]. Таким образом 90% всех наноспутников приходится на CubeSat, что делает его основным стандартом для разработки наноспутников.

Наноспутники CubeSat - космические аппараты созданы на базе стандартной спутниковой платформы CubeSat, которые могут иметь вес от 1 до 10 кг [6]. На данный момент в основном применяются три международных стандартных кубических платформ, которые используются для создания наноспутников в мире: CubeSat 1U с размерами 10x10x10 см, CubeSat 2U с размерами 10x10x20 см, CubeSat 3U с размерами 10x10x30 см. Наноспутники CubeSat создаются модульным способом. Это предусмотрено специальными креплениями и уже готовыми некоторыми комплектующими (речь идет о системной плате, и другой электронике, участвующей в обеспечении работы наноспутника).

Из-за модульного способа сборки, наноспутники «CubeSat» могут быть собраны за гораздо меньший промежуток времени по сравнению с другими космическими аппаратами, на которые уходит не один год тяжелых работ.



Рисунок 1. Число запусков наноспутников

Появление стандарта «CubeSat» связано с необходимостью решения одной из важнейших проблем подготовки специалистов в космической отрасли — проблемы проведения практических занятий. С одной стороны, практические работы по созданию и эксплуатации реальных, пусть даже простейших, спутников могли бы существенно повысить уровень подготовки будущих специалистов. С другой стороны, такие работы требуют значительного времени и попросту не вписываются в учебные планы, а необходимые для этого финансовые средства слишком велики даже для бюджетов крупнейших учебных центров. Поэтому исходные предпосылки предложенные в 1999 году профессором Стэнфордского университета (США) Р.Твиггсом заключались в следующем:

1) Уменьшение времени разработки спутника до 1-2 лет. Достигается за счет стандартизации конструкции.

2) Уменьшение затрат на производство спутника. Это достижимо благодаря широкому использованию, так называемых Commercial Off The Shelf (COTS) компонентов, т.е. обычной электроники вместо специализированных космических электронных компонентов.

3) Активно привлекать студентов, магистрантов на всех этапах работ по проектированию, созданию и использованию спутника. В результате развития этой концепции специалистами из Стэнфордского университета были созданы стандарты на спутники «Cubesat» [3].

В результате развития этой концепции специалистами из Стэнфордского университета и Калифорнийского политехнического института были созданы стандарты на наноспутники «CubeSat» и устройство для их интеграции с ракетой-носителем (РН) P-POD.

Основная цель создания спутников типа «CubeSat» — повышение качества образования в аэрокосмической отрасли. Благодаря появлению стандарта студенты получили возможность в течение одного двух лет участвовать в полном цикле работ над реальным космическим проектом: от выработки концепции, конструирования, изготовления и наземных испытаний до эксплуатации спутника на орбите.



Рисунок 2. Наноспутники «CubeSat»

Спутники «CubeSat» благодаря своей относительной дешевизне и скорости в разработке являются хорошей платформой для исследования новых подходов в космической технике, позволяющей демонстрировать инновационные технические и технологические решения. Учитывая эти преимущества, в проектах «CubeSat» активное участие принимают коммерческие фирмы, такие как, Boeing и Aerospace Corporation [7].

Проведя анализ современного рынка космических аппаратов, мы убедились в том, что наноспутники это перспективные технологии в космосе. Сегодня большинство крупных высших учебных заведений мира имеют программы по созданию университетских малогабаритных космических аппаратов (КА) – наноспутников. Примером тому могут служить Берлинский технический университет и Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королева. В будущем наш университет планирует разработку своих наноспутников и создание конструкторского – технологического бюро «Аэрокосмическое и специальное машиностроение».

Наноспутники - перспективное направление привлечения молодежи к космической тематике. Учитывая современное развитие электроники, микропроцессоров и других технологий, небольшие студенческие группы при финансировании учебных заведений вполне способны создать малые КА. Участвуя в разработке конструкции, электронной платформы и изготовлении инженерной модели, студенты существенно повышают уровень своей профессиональной подготовки. Основной целью проекта является научно-образовательная составляющая, формирование научной школы по созданию малых космических аппаратов и соответствующей наземной инфраструктуры, подготовка для страны высококвалифицированных специалистов в области космических технологий.

В нашей работе для проектирования наноспутника мы выбрали стандарт «CubeSat». Для разработки и создания наноспутника необходима лабораторно-технологическая база и высококвалифицированные специалисты.

. На кафедре работают 5 докторов наук, профессоров, 6 кандидатов наук, доцентов, 5 старших преподавателей и 5 преподавателей. Наша кафедра располагает учебно-научным лабораторным кабинетом, оснащенный оборудованием такого рода как 3D Printer, паяльные станции, осциллографы, электронный микроскоп, микрометры, блокпитания и компьютеры. Также имеется класс компьютерного моделирования, в котором имеются рабочие места с лицензионным программным обеспечением.

Этапы проектирования и создания наноспутника:

- первый этап: доказательство возможности создания Евразийским национальным университетом полноценного спутника;
- второй этап: привлечение специалистов, формирование творческого коллектива, рабочий семинар потенциальных участников, сбор финансовых средств;
- третий этап: разработка и изготовление базовой платформы стандарта «CubeSat»;
- четвертый этап: интеграция систем, полный цикл наземных испытаний, тестирование и сертификация;
- пятый этап: запуск на орбиту, проверка его функционирования и управления спутником.

Подготовить документацию и расчеты для данного проекта мы планируем в течение 2-3 лет, а подготовить компоненты, собрать и осуществить запуск в течение 4 лет.

С помощью программы Parametric Technology Corporation Creo мы собрали проектную сборку наноспутника, присваивая ему условный индекс «EpuSat» - студенческий наноспутник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Он из стандарта CubeSat 3U. Каркас спроектировали в программе PTC Creo, бортовую аппаратуру загрузили из источников и собрали в сборку [8].

Корпус должен обеспечить местом полезную нагрузку и подсистемы. Наиболее важной проблемой при разработке структуры спутника является накладываемые ограничения по массе. В этом случае выбор толщины материала является компромиссом между необходимой стабильностью и возможным сокращением массы [9].

4 грани являются рельсами, по которым спутник скользит в момент отделения от ракеты-носителя. На боковых поверхностях будут находиться солнечные батареи. Там же будут располагаться антенны приемника и передатчика. Один юнит будет служить для бортовой аппаратуры, второй для полезной нагрузки или для научных целей, а третий – для двигательной установки.

К основным элементам бортовой аппаратуры нашего спутника относятся: бортовой компьютер, система энергосбережения, система связи, система управления ориентацией и стабилизацией, система обеспечения теплового режима [10].

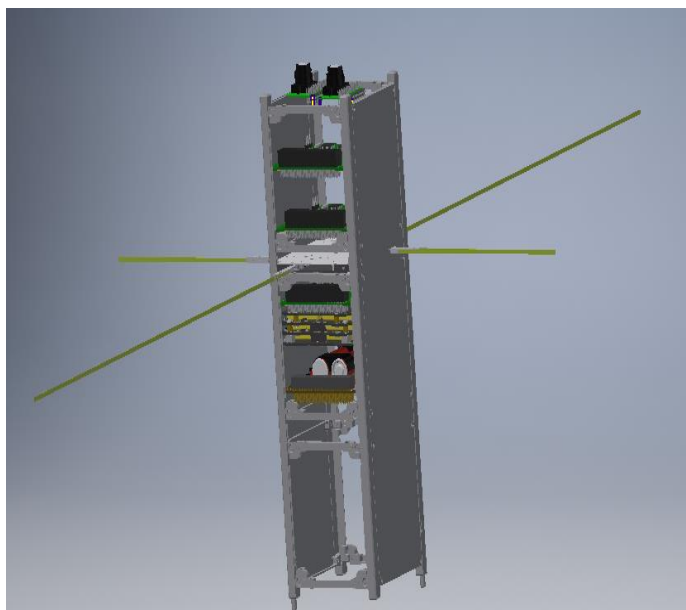


Рисунок 3. Эскизная модель наноспутника

В качестве полезной нагрузки мы предполагаем испытать двигательную установку (ДУ). ДУ для сверхмалых спутников, способная обеспечить изменение параметров их орбиты в широком диапазоне, является новой технической задачей. Такая установка должна быть экономичной, надежной, обеспечивать частые включения и выключения в состоянии невесомости и глубокого вакуума.

Используя двигательную установку в качестве полезной нагрузки, возможно продлить срок работы наноспутника на орбите. Также использование такой аппаратуры значительно расширяет возможности наноспутников. Прежде всего, это касается группировок кубсатов, совместно решающих определённые задачи. Сохраняя заданное расстояние относительно друг друга с помощью маневрирования, наноспутники смогут сканировать огромные площади нашей страны.

В дальнейшем мы планируем с двигательной установкой провести расчеты переходов с одной орбиты на другую, рассчитать массу и надежность наноспутника, провести расчеты числовых данных систем электроснабжения и теплового обеспечения, систем стабилизации и навигации и подготовить экономическую часть.

Список использованных источников

1. Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 г / [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <http://mid.gov.kz/ru/pages> (дата обращения: 15.10.16).

2. Д. А. Храмов. Миниатюрные спутники стандарта «CubeSat» / *Космічна наука і технологія*. - 2009. - Т. 15. № 3. - С. 20–31. - ISSN 1561-8889

3. Павлов А.М. Выбор концепции и создание в лабораторных условиях двигательной установки для наноспутника / *Молодежный научно-технический*

вестник №09. - сентябрь 2012. - Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". - Эл №ФС77-51038. - ISSN 2307-0609.

4. Л. А. Макриденко, С. Н. Волков, В. П. Волков, В. П. Ходненко. Концептуальные вопросы создания и применения малых космических аппаратов / Вопросы электромеханики. - Т. 114. - 2010. - стр 15-26.

5. Кашарин А. В., Глебанова И. И Анализ современного состояния рынка наноспутников как подрывной инновации и возможностей его развития в России / «Молодой ученый» №7 (111). - Апрель 2016 г. - стр 855-867.

6. Официальный сайт наноспутников стандарта «CubeSat» / [Электронный ресурс] – Режим доступа. - URL: <http://www.cubesat.org/> (Дата обращения: 5.09.2016).

7. Л. А. Макриденко, К. А. Боярчук. Микроспутники. Тенденции развития. Особенности рынка и социальное значение / Том №102. - Вопросы электромеханики. Приборы и сферы использования космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Итоги и перспективы развития. - Труды НПП ВНИИЭМ. – 2005. - стр 12-27.

8. Сайт бортовой аппаратуры: «clyde-space.com» / [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<http://www.clyde-space.com/> (Дата обращения: 7.09.2016).

9. Хажгалиева А. А. Проектирование спутника студенческого назначения / [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL:<http://www.aipet.kz/student/diplom/2014> (Дата обращения: 7.09.10)

10. В. Н. Гуцин. Основы устройства космических аппаратов// Учебник для вузов. – М.: Машиностроение. - 2003. – 272 с.: ил.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ГАЗОВОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛИ

**Левин Е.А., Курганов А.В., Жукова Е.С., Юршев В.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Процесс цементации широко применяют в промышленности благодаря его высокой эффективности и доступности. Он позволяет создавать на рабочей поверхности детали слой, обладающий высокой твердостью после закалки, износостойкостью, эрозионной стойкостью, контактной выносливостью и усталостной прочностью при изгибе. Эти свойства обеспечиваются при относительно мягкой и вязкой сердцевине, придающей необходимую конструктивную прочность обрабатываемым изделиям [1].

Цементация применяется к деталям и изделиям в машиностроительных производствах. В основном это детали машин, которые работают в условиях повышенного трения и необходимо, чтобы их поверхностный слой был устойчивее к износу при минимальных затратах. Цементации подвергаются изделия из низкоуглеродных конструкционных сталей. Существуют несколько методов цементации, но наиболее актуальной на сегодняшний день является цементация в газовом карбюризаторе.

Газовая цементация в России впервые была применена в 1837 г. Известным металлургом П. П. Аносовым на Златоустовском заводе. Однако лишь в начале двадцатого столетия этот процесс нашел практическое применение в США, а в двадцатых годах его начали изучать в Центральном научно-исследовательском институте технологии машиностроения в Москве [2].

Газовая цементация стали широко распространена в массовом производстве деталей, т.к. данный процесс можно легко оптимизировать, сокращая при этом время и затраты. При такой цементации герметично закрытая камера печи наполнена цементирующим газом и осуществляется в стационарных или методических (непрерывно действующих) конвейерных печах. В таких случаях цементирующий газ приготавливается отдельно в генераторах и автоматически, согласно системе, подается в цементационную реторту. Цементирующими газовыми карбюризаторами являются предельные углеводороды: пропан, бутан и естественный газ – метан. Нередко в качестве карбюризатора используют жидкости богатые углеводородами: керосин, бензол, пиробензол, синтин и некоторые масла.

При цементации в газовом карбюризаторе можно получить, в поверхностном слое металла, строго заданную концентрацию углерода, сокращается длительность процесса, так как отпадает необходимость прогревания ящиков, наполненных малотеплопроводным карбюризатором, обеспечивается возможность полной механизации и автоматизации процессов и значительно упрощается последующая термическая обработка изделий.

Температура цементации обычно составляет 880...920 °С, но при увеличении температурного режима до более высокой температуры 1000...1050 °С длительность процесса сокращается до 30 %. Продолжительность выдержки

зависит от температуры процесса и типа карбюризатора и в среднем оценивается из расчета скорости насыщения 0,15...0,18 мм толщины слоя за 1 час.

Если в процессе закалки после цементационного нагрева произвести подстуживание деталей до 800 – 840 °С (в зависимости от марки стали) произойдет значительное уменьшение коробления и снизится количество остаточного аустенита в цементованном слое.

При использовании в качестве карбюризаторов жидкости можно оптимизировать интенсивность подачи количества капель жидкости подаваемых в реторту в единицу времени. В 1 см³ жидкости содержится около 25...30 капель. Скорость подачи в печь можно регулировать от 60 до 70 капель, в минуту задавая тем самым нужную концентрацию газа. Цементацию с использованием жидких карбюризаторов выполняют, главным образом, в специальных шахтных, реже ретортных печах. В этом случае температуру насыщения ограничивают 870...890°С из-за возможного сажеобразования. В настоящее время для ускорения процесса применяют цементацию в вакуумных печах.

Отличительной особенностью газовой цементации является возможность регулирования процесса путем изменения цементующей активности газовой атмосферы. Наиболее лучшим и перспективным является процесс цементации в эндо- и экзогазовой атмосфере путем изменения соотношения количества природного газа и эндо- или экзогаза, вводимых в печь. При цементации необработанным природным газом, а также жидкими карбюризаторами регулирование производится путем изменения режима подачи карбюризатора. Высокая науглероживающая способность подобных смесей, условия надежного контроля углеродного потенциала, слабые его колебания при изменении температуры и давления, возможность проведения процесса науглероживания при высоких температурах обеспечивает широкое применение данного метода [1]. Использование для цементации эндо- или экзогаза позволяет сравнительно легко осуществить автоматическое регулирование состава печной атмосферы.

Преобразование и улучшение цементуемых сталей, разработка новых марок мелкозернистых сталей (18ХГТ, 30ХГТЦ, 12Х2Н4А и др.) с использованием соответствующих цементующих атмосфер и оборудования позволяет осуществлять процесс цементации при высоких температурах без снижения механических свойств изделия при условии закалки деталей с повторного нагрева и подстуживания.

Это обеспечивает повышение производительности оборудования и сокращает продолжительность процесса в 1,5 – 2 раза. Эффективность газовой высокотемпературной цементации значительно повышается, если использовать высокоскоростной нагрев токами высокой частоты (ТВЧ), контактного нагрева, нагрева тлеющим или коронным разрядом. Использование тлеющего или коронного разряда значительно влияет на скорость формирования науглероженного слоя в 1,5 – 2 раза.

В процессе газовой цементации может происходить внутренне окисление. Оно оказывает очень вредное влияние на качество цементуемых деталей, особенно если они изготовлены из легированных сталей, содержащих в своем составе хром, марганец и титан. Практически при цементации в атмосфере печи всегда содержится некоторое количество кислорода. Этот кислород проникает в сталь на глубину до 0,03мм и, соединяясь с легирующими элементами, образует окислы. В результате небольшой по глубине слой обедняется легирующими элементами и его закаливаемость ухудшается. Вместо мартенсита в нем получается структура троостита. Это резко снижает работоспособность детали. Для того чтобы этого избежать внутреннего окисления достаточно ввести в конце процесса в атмосферу печи 10% аммиака.

Схема микроструктуры диффузионного слоя цементованной низкоуглеродистой стали представлена в сопоставлении с диаграммой железо-углерод на рисунке 1. Часть слоя, прилежащая к поверхности детали и имеющая концентрацию углерода больше 0,8 %, имеет структуру заэвтектоидной стали: перлит, окруженный сеткой вторичного цементита. Средняя часть слоя, имеющая концентрацию, близкую к эвтектоидному, состоит из перлита. Далее вглубь слоя структура становится доэвтектоидной. [4]

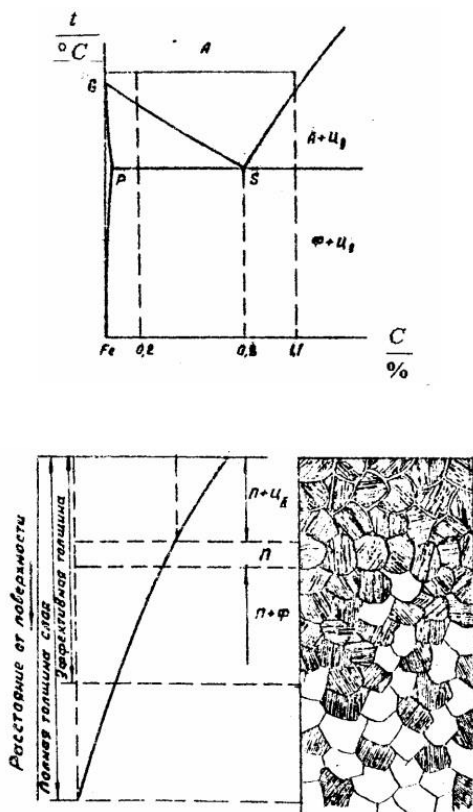


Рисунок 1 - Схема микроструктуры диффузионного слоя в сопоставлении с диаграммой железо-углерод

Исходя из выше сказанного, следует сделать вывод, что газовая цементация это широко применимый и широкоуниверсальный метод

науглероживания конструкционной стали. Он легко подвергается оптимизации режимов повышающих качество цементирующего слоя и ускоряющих его получения, а также автоматизации и механизации что незаменимо на современном производстве. Наиболее перспективным на сегодняшний день является цементация в контролируемых атмосферах с использованием эндо- или экзогаза в сочетании с высокоскоростным нагревом токами высокой частоты.

Список использованной литературы

1. Ляхович, Л.С. *Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник/ Под ред. Л.С. Ляховича, Г.В. Борисенок, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин и др. М.:Металлургия, 1981. 424с.*

2. Ассонов, А.Д. *Газовая цементация с индукционным нагревом: учебное пособие/ А.Д. Ассонов, К.З. Шепеляковский, П.А. Ланкин М: Машигиз 1958. 90с.*

3. Дубинин, Г.Н. *Прогрессивные методы химико-термической обработки: учебное пособие/ Под ред. Г.Н. Дубинина, Я.Д. Когана М: Машиностроение, 1979. 184с.*

4. Богодухов, С.И. *Материаловедение и технологические процессы машиностроительного производства: Лабораторный практикум/ С.И. Богодухов, В.И. Юршев, А.Д. Проскурин и др. часть 1. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. 210с.*

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Леднев А.В., Горбунов А.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Проектирование современных летательных аппаратов (ЛА), предназначены как для военных, так и для мирных целей, доставка полезного груза в любую точку Земного шара и вывод спутников на орбиту Земли, представляет собой очень сложный процесс проектирования и производства ЛА. Для создания подобных аппаратов необходимо использовать системы автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП).

САПР специализирована на выполнения или создания проектных работ с поддержкой компьютерной техники в реальном масштабе времени, также дает создавать технологическую и конструкторскую документацию. САПР для создания 2D чертежей и 3D моделирования использует системы высшего и среднего уровня. Системы среднего уровня получили более широкое распространение к ним относятся Autodesk, Solid Works Corporation, Beantly, системы, Аскон, Интермех, Вее-Pitron и другие[1]. К высшим относятся системы Unigraphics (компания EDS), CATIA (Dessault Systemes), Pro/Engineer (PTC), а также системы IDEAS (EDS), CADDS5 (PTC) и EUCLID3 (Matra Datavision) [1].

На платформу Wintel (Windows и Intel) ориентированы системы высшего и среднего уровня [2], она включает в себя:

- технологию проектирования;
- 3D моделирование;
- библиотеки типовых конструктивных решений;
- конструкторско-чертежную документацию 2D.

Подготовка производства касается этапа технологической разработки ЛА и выполняет задачи по исследованию маршрутов, принципиальных схем, технологических процессов и т.д. Автоматизированные системы технологической подготовки производства — это технические средства и способы автоматизированного проектирования и полного исполнения технологической системы. Разрешают осуществлять полное производство ЛА и других изделий с высокой степенью качества. САПР с автоматизированные системы технологической подготовки производства доказывают, что являются необходимой частью производственной системы, которая требуется для гибкого автоматизированного производства (ГАП) [3]. То количество задач и целей, достигаемых АСТПП вместе с ГАП в солидной степени увеличивают степень результативности в решении установленных задач, по причине перехода от производства и проектирования отдельных единиц

технологического оборудования к производству, проектированию, внесению в работу и модернизации сложных автоматизированных технологических комплексов (АТК). В том числе к проектированию технологических процессов, осуществляемых с помощью АТК, с высоким уровнем детализации и программирования работы АТК [4].

Автоматизированная система управления технологической подготовкой производства (АСУТПП) считается координирующей подсистемой и разрешает вопросы планирования, учёта, наблюдения и регулирования всех подсистем АСПП. Рядовая структура ГАП входит в состав АСПП.

Гибкое автоматизированное производство автоматизированных технологических комплексов (ГАП АТК) выполняет проектирование, изготовление и ввод в действие АТК как целиком, так и единичных его компонентов: технологического оборудования, оснастки, автоматизированных транспортно-складских систем, приборов, программно-технических комплексов, стендов.

Система автоматизированного технологического проектирования (САПР-Т) реализовывает спроектированные технологические системы производства деталей узла выпускаемого изделия, его установки и проверки, разработку программ управления технологическим оборудованием с числовым программным управлением (ЧПУ) в составе АТК. В технологической системе проектирования основой являются следующие положения:

- соответствие элемента прибора чертёжно-конструкторской документации;
- виды работ подразделений;
- режимы и порядок выполнения элементов технологического процесса;
- исходные данные на создание или реконструкцию АТК;
- нормы расходов ресурсов (трудовых, материальных, энергетических, временных, стоимостных) на выполнение всех элементов технологического процесса.

На примере разбираем вариант размещения приборов в ограниченном объеме отсека ЛА, рисунок 1. На данном рисунке мы можем удостовериться насколько плотно размещены приборы в ограниченном объеме отсека ЛА и это без учета кабельной сети. Размещение приборов и кабельной сети в отсеке ЛА будет зависеть от следующих параметров: габаритных размеров отсека, вибраций, температуры при полете ЛА и влияние приборов друг на друга, для разработки конструкторской документации сборки, монтажа узлов, отсеков и приборов ЛА удобней всего использовать средства автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства.

В зависимости от поставленных задач при проектировке ЛА производства САПР-Т умеет решать задачи с разным уровнем детализации.

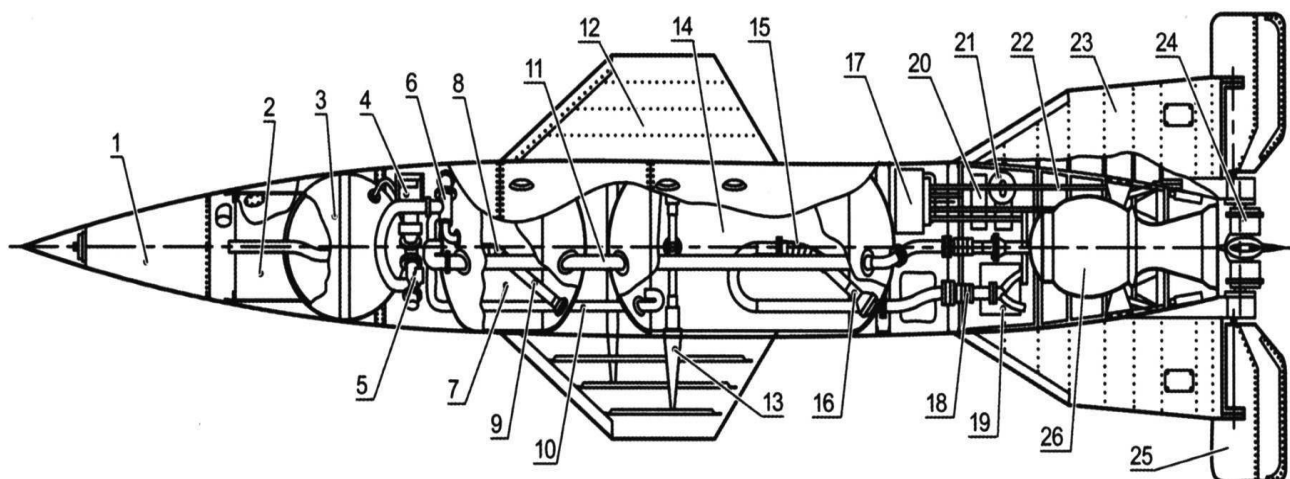


Рисунок 1 — Пример типового размещения агрегатов в ограниченном объеме отсека ЛА

Применение систем САПР и АСТПП позволяет решать разные задачи на всех этапах разработки ЛА и реализовывать трудные этапы планирования, учёта, наблюдения и регулирования всех подсистем в разработке ЛА, с обеспечением трансляции и формирования информации, а также адаптацией к устройству ЛА, видоизменяющейся в процессе проектирования.

Список используемой литературы

1 Норенков И.П. *Основы автоматизированного проектирования.* — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.

2 Научное Издание Попов П. М. *Организация автоматизированных систем подготовки авиационного производства.* Ульяновск: УлГТУ, 2000. 172 с.

3 Кунву Ли. *Основы САПР CAD/CAM/CAE СПб.: Питер, 2004. 560 с.*

4 Малюх В.Н. *Введение в современные САПР. Курс лекций - Москва: ДМК Пресс, 2010.- 192 с.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ НА ПРЕДМЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

**Майстренко Н.Ю., Проскурин В.Д.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Наличие экспериментальной базы является обязательной предпосылкой на пути совершенствования ракетно-космической техники. Отработка конструкции и постановка производства новых современных летательных аппаратов предполагает проведение многочисленных наземных испытаний в условиях, имитирующие реальные силовые, температурные и другие нагрузки, возникающие при их полете. Эти условия воссоздаются в специальных сложных и дорогостоящих стендах.

При проектировании ракетной техники подбор и отработка двигательной установки носит эмпирический характер. Как правило, для отработки нового двигателя летательного аппарата испытательные стенды более сложные, чем для самого изделия, так как кроме аэродинамических продувок в них должны быть проведены огневые испытания с работающим двигателем.

Основным элементом исследуемого стенда является многометровая конструкция из нержавеющей стали, диаметром до 600 мм. с жесткими требованиями к точности наружной и внутренней поверхностей аэродинамической формы.

Производство стенда для испытаний ракетного двигателя сопровождается определенными трудностями, а именно:

1) Безоговорочные требования по срокам выпуска продукции исключают возможность изготовления большого объема штамповой и сборочно-сварочной оснастки;

2) Минимизация затрат и единичность производства обуславливают необходимость изготовления деталей и узлов стенда механической обработкой заготовок и поковок из круглой стали, что ведет к увеличению объема механической обработки и повышенному расходу материала.

Механическая обработка заготовок деталей стендов требует чрезмерных затрат трудоемкости, а затраты на обеспечение многотонной потребности в дорогостоящей жаропрочной нержавеющей стали составляют значительную сумму, кроме того производство поковок нестандартных размеров проблематично осуществить в условиях поточного производства. Выходом из данной ситуации может послужить способ изготовления составных заготовок для деталей испытательного стенда с применением сварки. Подобная конструкция испытательного стенда собирается из отдельных деталей и узлов из нержавеющей жаростойкой стали с применением сварки и разъемных соединений.

Обеспечение рациональными заготовками деталей стандов с максимально возможным уменьшением затрат на производство удобнее всего продемонстрировать на элементе испытательного станда – шпангоуте. Заготовка шпангоута изготавливается из раскатных колец, соединенных электроннолучевой сваркой (ЭЛС) с получением размеров максимально приближенных (с учетом припусков на механическую обработку) к размерам готовой детали.

Как это приводится в исполнение наглядно видно на рисунках 1, 2, 3 на которых изображены эскизы сварной заготовки одной из деталей станда - шпангоута и раскатных колец, из которых она собирается. Сварная заготовка шпангоута содержит в себе шесть колец с максимальной свариваемой толщиной 110 мм. в стыке колец № 5 и № 6.

На представленных рисунках, заготовка сваривается ЭЛС в три этапа.

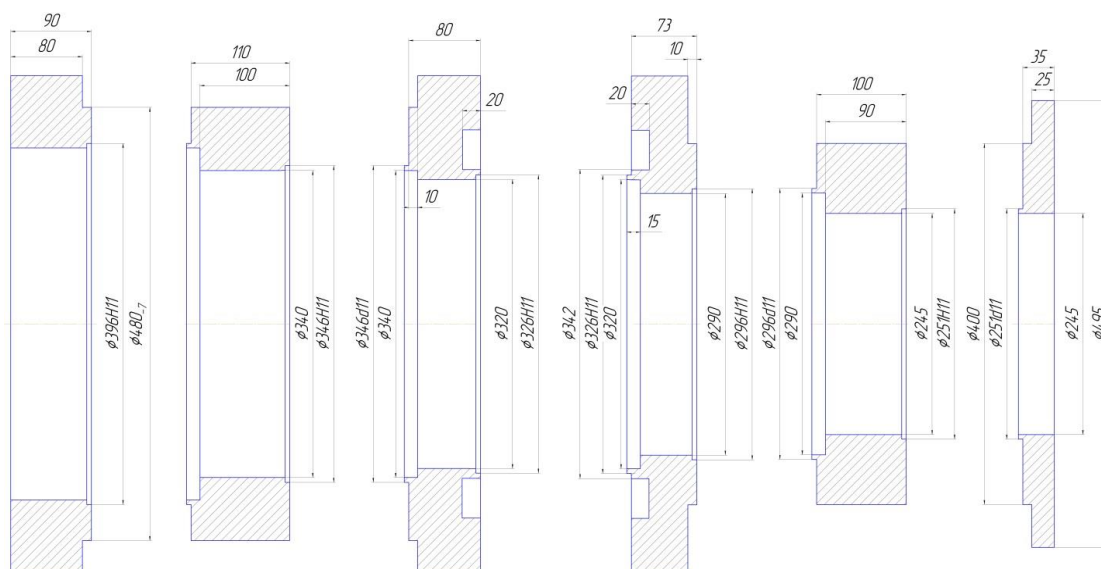


Рисунок 1 - Набор раскатных колец для изготовления сварной заготовки шпангоута (Этап №1)

Первым этапом является получение раскатных колец с необходимой чистотой обработки свариваемых кромок Ra 1,6, которая обеспечивает зазор, не превышающий 0,2 мм. (ОСТ 92 1151-75). Кольца, представленные на рисунке, изготавливаются ручной раскаткой методом свободной ковки. Диаметр колец не превышает 600 мм.

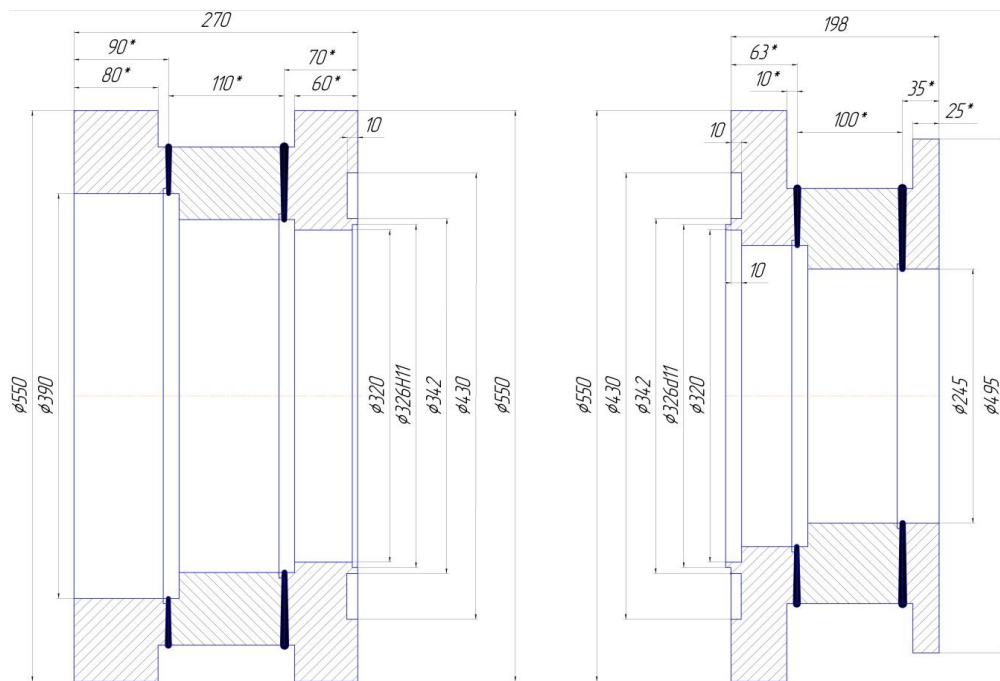


Рисунок 2 - Промежуточная сварка раскатных колец заготовки шпангоута (Этап №2)

На втором этапе производится промежуточная сварка раскатных колец шпангоута. Таким образом, уменьшается количество откачиваний вакуумной камеры, где производится ЭЛС (вместо 5 откачиваний совершается 3).

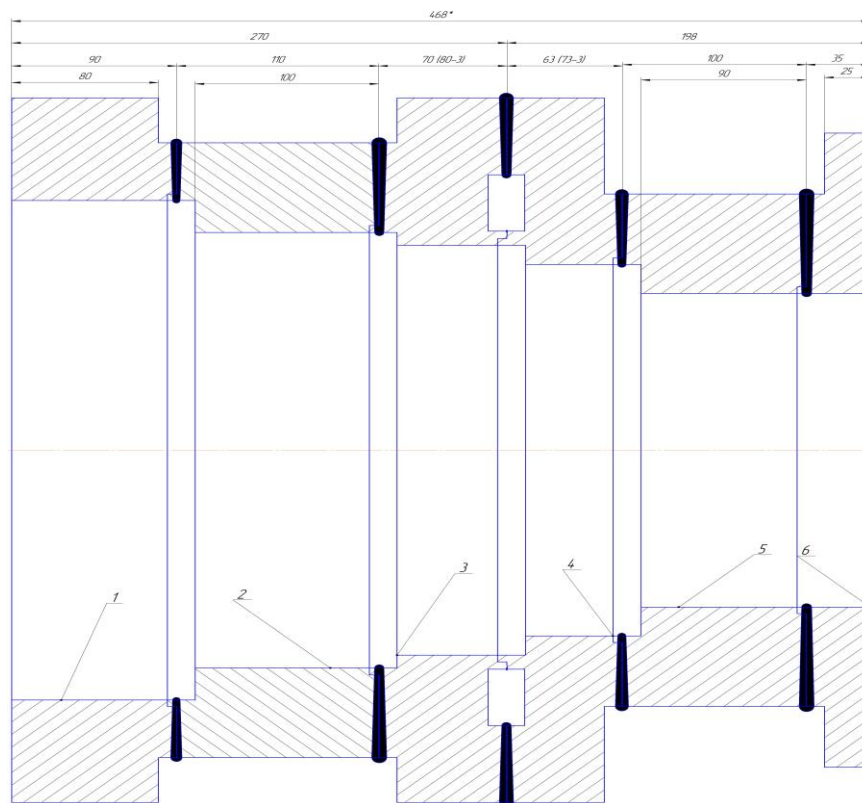


Рисунок 3 - Эскиз сварной заготовки шпангоута (Этап №3)

Окончательным этапом служит сварка двух составных частей, за которой следует механическая обработка.

Применение электронно-лучевого способа сварки предопределяется большими толщинами раскатных колец заготовки шпангоута (до 110 мм.), а для совершения качественной сварки подобных толщин необходимо сквозное проплавление, которое возможно только при высокой удельной концентрации тепла. Электронно-лучевая сварка осуществляется в вакууме, что положительно сказывается на качестве сварного шва, но вместе с этим наличие вакуума делает дорогостоящим процесс сварки. Но, как уже отмечалось, большие толщины сварной заготовки, и высокое качество сварного шва оправдывают затраты и делают экономически выгодным данный вид сварки.

Режимы электронно-лучевой сварки нержавеющей жаростойких сталей нестандартных толщин не представляется возможным найти в справочной литературе. Отработка и подбор режимов электронно-лучевой сварки раскатных колец заготовки шпангоута, составляет основную сложность всей работы.

Для проведения исследований в этом направлении требуется программа, которая предусматривает:

- диагностику и настройку комплекса оборудования, включающего электроннолучевую сварочную аппаратуру ЭЛА, прибор управления лучом, прибор программного управления процессом сварки на возможность получения максимального тока луча – 1000 мА;

- подбор и отработку режимов ЭЛС всех толщин, примененных в сварных заготовках, на специальных образцах, позволяющих произвести на них настройку и отработку режима с выбором оптимальной фокусировки и развертки луча;

- сварку специальных контрольных образцов с проведением на них металлографического контроля сварных соединений всех выбранных толщин.

Сварка штатных заготовок совершается по следующей технологии:

1) Подготовка сварочного образца:

- тщательно обезжирить места сварки салфетками х/б смоченным нефрасом. Непосредственно перед сборкой в приспособление протереть салфеткой, смоченной спиртом;

- образцы прихватить между собой аргонодуговой сваркой по торцам на толщину образца и со стороны замка посередине. (Зазор между деталями не более 0,15мм.);

- установить прихваченный образец в вакуумную камеру под электроннолучевую сварку;

- провести предварительно настройку режимов сварки на технологическом кольцевом образце. Произвести прихватку образцов с определенным шагом от середины;

- произвести сварку образца по отработанным ранее режимам;

- провести рентгеноконтроль образца.

2) При положительном результате рентгеноконтроля провести сварку штатных заготовок. Результатом исследований и отработки должны стать подобранные режимы сварки для каждой из необходимых толщин до 110 мм., на которых в дальнейшем должна производиться сварка требуемой заготовки.

На рисунках 4,5 показаны виды макрошлифов сварных соединений нержавеющей стали 2-ух различных толщин, выполненных ЭЛС.

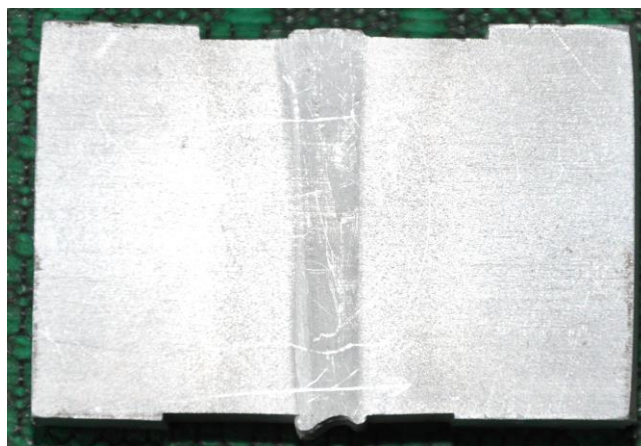


Рисунок 4 - Макрошлиф сварного соединения ЭЛС $t=60$ мм.

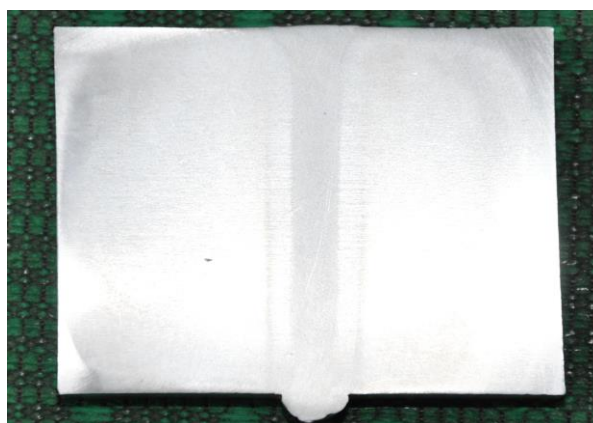


Рисунок 5 - Макрошлиф сварного соединения ЭЛС $t=90$ мм.

Как видно из рисунков с изображением макрошлифов параметры режима ЭЛС (скорость сварки V_{CB} м/ч, v , ток фокусировки I_{ϕ} , ток луча I_L mA, вид развертки и др.), подобранные экспериментальным путем имеют допустимые значения. Примерные значения основных параметров процесса ЭЛС для $t=60$ мм. представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Примерные значения основных параметров процесса ЭЛС нержавеющей жаростойкой стали при $t=60$ мм.

Вид сварного шва	\varnothing (мм.)	δ (мм.)	U_{yc} k (кВ.)	$V_{св.}$ (м/час)	$I_{ф.}$ (mA)	$I_{л.}$ (mA)
Прихватка	550	60	60	15	680	50
Обезгаживание						45
Сварка						650
Декоративный (при необходимости)						40

Началом процесса ЭЛС раскатных колец, из которых состоит шпангоут испытательного стенда, является прихватка. Прихватка - это кольцевые швы относительно небольшой длины, произведенные в диаметрально противоположных местах, расфокусированным электронным лучом. Суть прихватки состоит в предотвращении коробления заготовки шпангоута в процессе ЭЛС. Обезгаживание – это удаление (выжигание) посторонних включений с поверхности свариваемых кромок, которое так же совершается расфокусированным лучом.

Обработка технологии, в ходе предлагаемого исследования, может поспособствовать решению проблемы изготовления рациональных заготовок сложных деталей и узлов из нержавеющей стали из набора раскатных колец сваренных с применением ЭЛС.

Результаты исследования целесообразно использоваться для детальной проработки, членения и технологии сварки всех заготовок деталей и узлов стендов;

Внедрение технологии изготовления рациональных толстостенных сварных заготовок из жаропрочной нержавеющей стали для деталей и узлов испытательных стендов с применением ЭЛС, по сравнению с изготовлением их цельными из круглого металла и поковок, обеспечивает существенное снижение трудоемкости механической обработки и дает условную экономию в дорогостоящей стали.

Список литературы

1. Чвертко А. И. – Оборудование для электронно-лучевой сварки, 1973 – 350 с.
2. Патон, Б. Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением, 1978 – 758 с.
3. Электронно-лучевая сварка — сущность, типы, преимущества [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://goodsvarka.ru/metalov/electron-beam/> – 27.10.2014.
4. Рациональное проектирование и технологичность сварных конструкций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://>

<http://msd.com.ua/svarnye-konstrukcii-tekhnologiya-izgotovleniya/racionalnoe-proektirovanie-i-tekhnologichnost-svarnykh-konstrukcij/>– 10.06.2013.

5. *Васильев А.С., Кондаков А.И. – Выбор заготовок в машиностроении, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 – 46 с.*

6. *Л.П.Юнаков. – Испытания двигателей летательных аппаратов, Санкт-Петербург, БГТУ, 2003 –152 стр.*

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Марусич К.В., Марусич Ю.К.
Оренбургский государственный университет,
Оренбургский государственный педагогический университет,
г. Оренбург**

Важную роль в обеспечении качества и конкурентоспособности высокотехнологичной машиностроительной продукции играет измерительная техника. Поэтому необходимо стремиться, чтобы в процессе всего обучения студенты при освоении дисциплин учебного плана приобретали соответствующие знания и навыки, связанные с проведением различных технических измерений, особенно при выполнении лабораторных и практических работ [1].

В рамках проекта по развитию системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса («Новые кадры ОПК–2015») в Аэрокосмическом институте Оренбургского государственного университета (ОГУ) изучали дисциплины образовательного модуля целевого обучения.

Студентами направления подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (магистратура) изучался образовательный модуль «Современные системы автоматизации технологических процессов на АО «ПО «Стрела». Внутри данного модуля слушателям была проведёна дисциплина «Программирование автоматизированных комплексных измерений».

Целью изучения данной дисциплины являлось формирование у будущих специалистов знаний и практических навыков в области программирования автоматизированных средств координатных измерений геометрических параметров изделий, необходимых для эффективного использования современной контрольно-измерительной техники в машиностроении.

Задачами освоения дисциплины были:

- ознакомление с основными понятиями в области координатной метрологии и нормирования точности изделий в машиностроении, этапами развития координатно-измерительной техники и ее программного и аппаратного обеспечения;

- изучение особенностей конструкции координатно-измерительных машин различного типа, особенностей их практического использования и эксплуатации, а так же автоматизированных измерительных систем, применяемых в координатной метрологии;

- освоение современных автоматизированных методов и программируемых средств измерений геометрических размеров, формы и расположения поверхностей деталей, позволяющих повысить эффективность

технологических процессов в машиностроении и улучшить качество выпускаемой продукции;

- приобретение навыков использования современной координатно-измерительной техники и ее специализированного программного обеспечения для автоматизированного контроля различных показателей геометрической точности изделий и обработки полученных результатов.

В рамках проекта «Новые кадры ОПК–2015» аудиторная учебная нагрузка дисциплины составила 36 часов (из них 18 часов - теоретические и 18 часов практические занятия). Во время теоретических занятий студенты ознакомились со следующими разделами дисциплины:

основные сведения о технических измерениях и нормах точности изделий в машиностроении;

- эволюция координатно-измерительной техники;
- картезианские координатно-измерительные машины;
- особенности использования координатно-измерительных машин;
- контактные измерительные системы для координатно-измерительных машин;
- бесконтактные измерительные системы для координатно-измерительных машин;
- математические алгоритмы, используемые в системах координатных измерений;
- некартезианские координатно-измерительные машины.

Практические занятия проводились в лаборатории технических измерений кафедры технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов ОГУ. Данная лаборатория оснащена современной координатно-измерительной машиной Wenzel Xorbit 55 (рисунок 1), которая предназначена для измерения линейных и угловых размеров, отклонений формы и расположения поверхностей деталей различной геометрической формы, используемых в различных отраслях машиностроения [2].

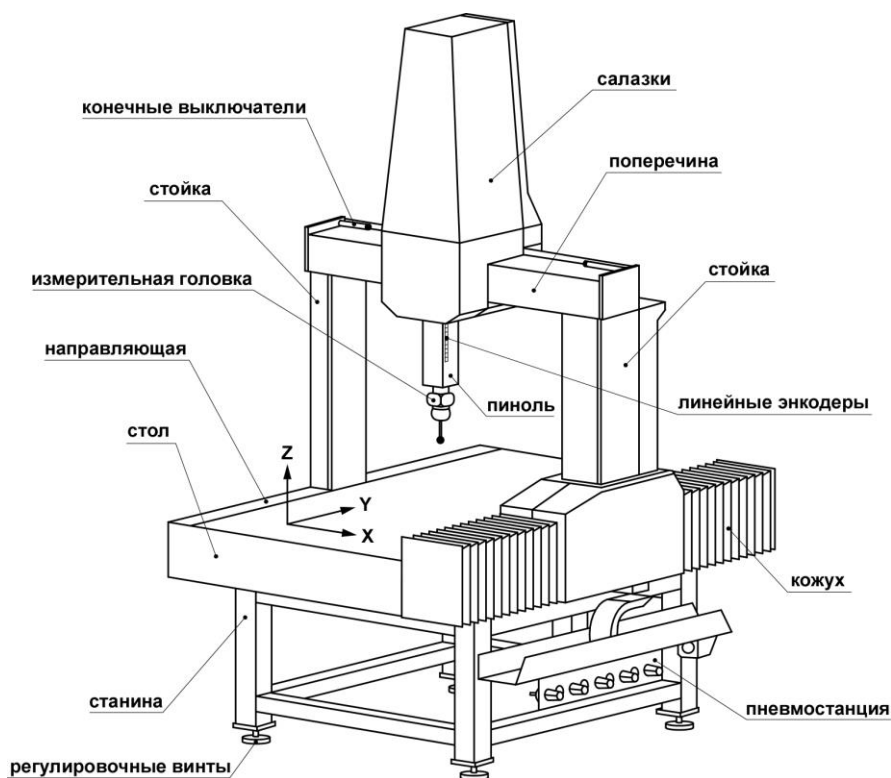


Рисунок 1 – Конструкция Wenzel XOrbit 55

В процессе образовательного модуля на практических занятиях студенты (рисунок 2) выполнили следующие работы [3]:

- измерение линейных и угловых размеров деталей;
- измерение отклонений формы поверхностей;
- измерение отклонений расположения поверхностей;
- измерение суммарных отклонений формы и расположения поверхностей;
- разработка управляющей программы для координатно-измерительной машины.

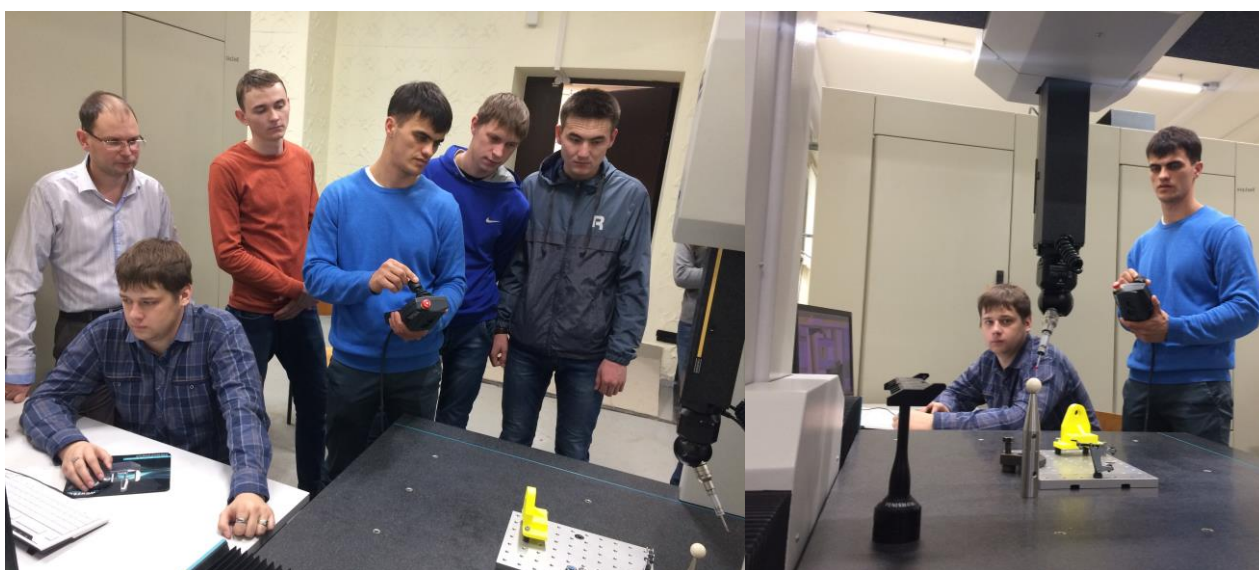


Рисунок 2 – Студенты группы 15АТП(м)АТП на практическом занятии

Видом итогового контроля в завершении изучения дисциплины «Программирование автоматизированных комплексных измерений» был зачёт. Во время проведения зачёта каждому слушателю курса выдавалось индивидуальное задание. По этому заданию необходимо было разработать контрольную операцию определённых геометрических параметров детали на координатно-измерительной машине Wenzel XOrbit 55.

Изучение дисциплины целевого обучения в рамках реализации проекта по развитию системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса было направлено на формирование элементов следующей компетенции - способность использовать средства технологического оснащения автоматизированных контрольно-измерительных операций и составлять технические задания на их приобретение. В рамках данной компетенции магистрант должен:

Знать:

- устройство современных координатно-измерительных машин и технологических средств измерений;
- основные положения в области координатной метрологии и нормирования точности изделий с использованием программируемых координатно-измерительных машин;
- особенности построения различных измерительных систем.

Уметь:

- использовать координатно-измерительные машины и технологические средства измерений при контроле деталей в машиностроении;
- использовать принципы и методы координатной метрологии для контроля норм геометрической точности изделий;
- применять средства технического оснащения автоматизированных контрольно-измерительных операций при регулировании качества машиностроительной продукции.

Владеть:

- навыками эксплуатации современных координатно-измерительных машин для контрольных операций при изготовлении деталей в машиностроении;
- современными методами и средствами автоматизированного измерения и контроля геометрических размеров, формы и расположения поверхностей деталей.

В дальнейшем сформированная профессиональная компетенция поможет будущему специалисту свободно адаптироваться к изменяющимся условиям машиностроительных предприятий, на которых активно внедряется современная измерительная техника.

Список литературы

1. Перепёлкина, Е. В. Формирование компетенций у студентов технического профиля в процессе изучения современной контрольно-измерительной техники [Электронный ресурс] / Е. В. Перепёлкина, 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. Каменев, С. В. Автоматизация контрольно-измерительных операций в машиностроении: учебное пособие / С. В. Каменев, К. В. Марусич. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 102 с. – ISBN 978-5-4417-0422-9.

3. 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.

РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ИЗ ТВЁРДОГО СПЛАВА

Михалкина В.А., Марусич К.В., Кравцов А.Г.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В машиностроении любые изменения технологии как существенные, так и менее значительные, оказывают ощутимое влияние на стоимость изготовления деталей. Интенсивность использования основного технологического оборудования, параметры его работы и производительность неразрывно связаны с качеством применяемого для этого инструмента. Своевременная замена инструментального оснащения производства на современное позволяет быстрее окупать вложения на приобретение нового оборудования, повышать производительность имеющегося оборудования и экономическую эффективность выполняемых операций.

Недостаточная стойкость инструмента приводит к возникновению дополнительных простоев оборудования, длительность которых определяется продолжительностью замены инструмента. В результате снижается производительность. Поэтому эффективность обработки обусловлена, в том числе, и правильностью выбора инструмента и назначаемыми параметрами режимов резания.

В рамках магистерской диссертации, по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (магистратура), был выполнен расчёт предполагаемой экономической эффективности от замены инструмента из быстрорежущей стали (Р6М5) инструментом из твёрдого сплава (6WH10F).

В работе был выполнен сравнительный анализ процесса обработки детали типа «Панель» из поковки Амг6М на фрезерном станке С500 двумя разными фрезами [1, 2]. Обрабатываемая поверхность представляет собой совокупность многочисленных боковых карманов. Глубина этих карманов составляет 130 мм, а площадь – 38 мм x 52 мм. Обработка такой поверхности осложнена плохим отводом стружки и СОЖ из зоны резания. Исходные данные, использованные для проведения расчёта, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для сравнительного анализа

№п/п	Сравниваемый параметр	Фреза №1	Фреза №2
1	Материал режущей части инструмента	Быстрорежущая сталь Р6М5	Твёрдый сплав 6WH10F
2	Количество использованных фрез, шт.	4	1
3	Скорость резания V, об/мин.	710	710
4	Подача S, мм/мин.	20	35
5	Стойкость T _c , час.	9	16
6	Машинное время T _M , час.	55	43

В качестве обрабатывающих инструментов были использованы, изображенные на рисунках 1 и 2, специальные фрезы. На рисунке 1 представлена фреза из быстрорежущей стали Р6М5 (Фреза №1), а на рисунке 2 - монолитная фреза из твёрдого сплава 6WH10F (Фреза №2).

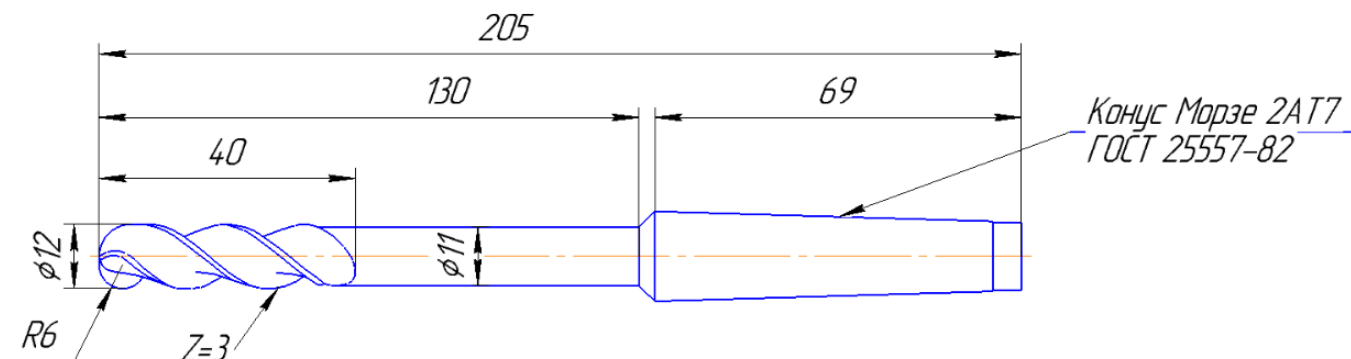


Рисунок 1 – Фреза из быстрорежущей стали Р6М5

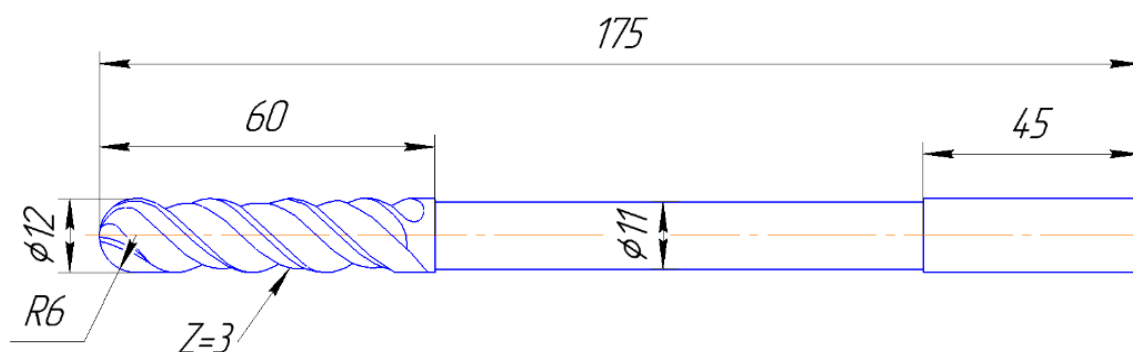


Рисунок 2 – Монолитная фреза из твёрдого сплава 6WH10F

В процессе обработки в штатном режиме при подаче 20 мм/мин. на торце фрезы возникали многочисленные сколы по радиусу. Повышение подачи до 25 мм/мин. сопровождалось появлением вибрации. Дальнейшее увеличение подачи до 30 мм/мин. приводило к поломке инструмента. Фреза ломалась возле хвостовика.

Обработка второй фрезой, несмотря на использование увеличенной до 50 мм/мин. подачи, характеризовалась равномерностью работы без возникновения каких-либо скачков, ударов и вибраций. При этом инструмент изнашивался равномерно по торцу и радиусу. Износ не превышал 0,1 мм. В результате обработки вторым инструментом были получены лучшая размерная точность и качество обработанной поверхности.

Расчет расхода инструмента производился по формуле:

$$N_p = \frac{T_M \cdot K_{\delta} \cdot K_n \cdot K_e}{T_c \cdot K_m \cdot K_p}, \quad \text{шт.} \quad (1)$$

где $K_{\delta} = 1,05$ – коэффициент случайной убыли инструмента;

$K_n = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий увеличение расхода режущего инструмента из-за необходимости параллельной обработки деталей изделия в нескольких механообрабатывающих цехах одного предприятия.

$K_b = 1,25$ – поправочный коэффициент, учитывающий увеличение расхода режущего инструмента для изготовления средств технологического оснащения 2-го порядка (определяется предприятием);

$K_m = 3,1$ – численное значение поправочного коэффициента, учитывающего вид обрабатываемого материала;

$K_p = 1,2$ – численное значение поправочного коэффициента, учитывающего состояние поверхности обрабатываемого изделия.

Для расчета штучного времени использовалось выражение:

$$T_{ш} = T_M \cdot k_1 \cdot k_2, \quad \text{н-час.} \quad (2)$$

где $k_1 = 1,3$ – поправочный коэффициент на машинное время;

$k_2 = 1,15$ – поправочный коэффициент на стоимость н-час.

Расчет затрат на инструмент при изготовлении одной детали производился по формуле:

$$C_u = N_p \cdot C_{\phi} \cdot f, \quad \text{руб.} \quad (3)$$

где C_{ϕ} – стоимость фрезы, руб.;

$f = 1$ – количество деталей на одно изделие, шт.

Расчет затрат по заработной плате на операцию производился по формуле:

$$C_{з.п.} = T_{ш} \cdot f \cdot C_{д} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad \text{руб.} \quad (4)$$

где $C_{д}$ – стоимость н-час на одну операцию, руб.

Расчёт общих затрат производился по формуле:

$$C_{об} = C_u + C_{з.п.}, \quad \text{руб.} \quad (5)$$

Результаты сравнительного анализа статей затрат и образования экономического эффекта сведены в таблицу 2.

В заключении следует отметить, что увеличение жесткости инструмента позволило ужесточить режимы резания и использовать значение подачи 35 мм/мин. как штатное для инструмента из твердого сплава. В связи с этим уменьшение машинного времени обработки второй фрезой на одну деталь составило 12 часов. Затраты по заработной плате снизились на 2234,13 руб. Затраты на инструмент тоже снизились на 3704,55 руб. В результате экономический эффект от внедрения инструмента из твердого сплава составил 5938,68 руб.

Таблица 2 – Результаты сравнительного анализа

№ п/п	Показатель	Фреза №1	Фреза №2
1	Стоимость фрезы $C_{ф}$, руб.	2129	5737
2	Расход инструмента на единицу изделия, N_p , шт.	4,3	0,95
3	Стоимость н-час на одну операцию $C_{д}$, руб.	83,3	83,3
4	Штучное время $T_{ш}$, н-час.	82,23	64,29
5	Затраты на инструмент при изготовлении одной детали $C_{и}$, руб.	9154,7	5450,15
6	Затраты по заработной плате на операцию $C_{з.п.}$, руб.	10240,39	8006,26
7	Общие затраты $C_{об}$, руб.	19395,09	13456,41

Дальнейшая работа в рамках магистерской диссертации предполагает разработку практических рекомендаций, для использования в расчётах экономической эффективности от внедрения высокопроизводительного инструмента на машиностроительных предприятиях.

Список литературы

1. Межотраслевые укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на фрезерных станках (Среднесерийное производство), утверждены постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 12 февраля 2004 г. № 13. – Режим доступа: <http://www.opengost.ru/iso/8726-mezhotraslevye-ukrupnennyye-normativy-vremeni-na-raboty-vypolnyaemye-na-frezernyh-stankah.html> (дата обращения: 17.12.2016 г.)

2. Нормативы стойкости режущего инструмента и методика расчета его расхода на единицу изделия. Вторая редакция. М.: Машиностроение, 1980 г. – 350 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Морунов И.В., Крылова С.Е.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург,

Износостойкость рабочих поверхностей деталей различного оборудования и машин определяет срок их эксплуатации. Лазерная наплавка поверхностного слоя металла позволяет значительно увеличить ресурс любых механизмов.

Наплавка является эффективным способом восстановления изношенных или улучшения прочностных характеристик новых деталей механизмов и машин. Процесс заключается в нанесении расплавленного материала на обрабатываемое изделие, поверхность которого разогрета до температуры плавления, или надежном смачивании покрываемым жидким металлом. Созданный таким способом поверхностный слой образует единое целое с основным сплавом. В случае ремонтных работ на старую деталь может быть наплавлен примерно такой же металл, из которого она изготовлена. При этом будут восстановлены целостность и форма изделия, однако целесообразней наносить другой сплав, отличающихся по химическому составу что позволит получить изделие с поверхностью, отличающейся от материала основы повышенными эксплуатационными свойствами. В зависимости от условий эксплуатации оборудования, это могут быть высокая эрозионная, кавитационная, коррозионная, износо-, жаростойкость и другие.

В случае обработки новых деталей наплавка позволяет значительно сэкономить на материале, так как отпадает необходимость изготовления изделия целиком из дорогого сплава. Во всех случаях использования этой технологии значительно продлевается срок службы обработанных узлов и деталей.

Примеры повреждений, устраняемых наплавкой лазером:

Изношенные кромки, смятия, сколы литейных форм;

Износ посадочных мест зубчатых колес, подшипников на валах, зубьев шлицевых креплений и тому подобное;

Износ поверхностей ступенчатого вала (включая шпоночные пазы);

Износ клапанов, золотников гидрораспределителей;

Сколы, надломы стенок пресс-форм для машинного литья под давлением; дефекты лопаток газотурбинных двигателей – износ торца и основания пера, смятия и сколы на ребре пера;

Износ роторов турбокомпрессоров;

Повреждения деталей из высокопрочных сплавов, которые работают при ударно-абразивных и ударных нагрузках (буровой инструмент, вырубные штампы и другое).

Лазерная наплавка позволяет наносить не только плоские покрытия, но и объемные участки материала с приемлемой точностью. При ремонте лопаток

газотурбинных двигателей (ГТД) наиболее распространенные дефекты - износ торца пера, износ основания пера, сколы и смятия на ребре пера (рис.1).



Рисунок 1. Восстановленные лопатки газотурбинных двигателей.

В связи с высокой стоимостью материала лопаток и его термической обработки различные методы восстановления находят все более широкое применение в двигателестроении. Лазерная наплавка позволяет восстанавливать лопатки ГТД без последующей термической обработки с высокой плотностью нанесенного материала. Проведенные в Центре Лазерных Технологий при МГТУ им. Н.Э.Баумана исследования по восстановлению лопаток совместно с ОАО «РСК «МиГ» показали, что в восстановленных участках лопаток отсутствуют поры и несплавления, размеры зон термического влияния составляют менее 100 мкм, структура восстановленного слоя мелкозернистая. Что говорит о перспективе использования лазерной наплавки при ремонте лопаток ГТД. [1]

Как видно из приведенного опыта, лазерное упрочнение способно повышать стойкость самого разнообразного инструмента. Важно в каждом случае иметь технологию, позволяющую, увеличив стойкость инструмента, довести его до совершенства.

При реализации процесса наплавки непрерывным лазерным излучением наплавляемый материал, в виде порошка, подающегося в среде инертного газа, разогревается лазером и прибивается к поверхности металла.

Сфокусированный лазерный луч создает на поверхности детали сварочную ванну, в которую локально подается металлический порошок. Материал основы подвергается кратковременному расплавлению. Наплавку осуществляет робот по заданной программе с высокой производительностью (от десятков до сотен грамм в час), Высокий уровень автоматизации управления рабочим процессом обеспечивает регулирование, как размеров зон плавления, так и термических циклов. *Точность лазерного излучения гарантирует образование полностью плотного наплавочного слоя с разжижением (смешением с металлом основы) менее 5 %, а также обеспечивает отличное металлургическое сцепление.* Возможно нанесение нескольких защитных слоев, что повышает стойкость к механизмам разрушения. [2]

Разновидностью способа реализации наплавки непрерывным лазером является коаксиальная наплавка. Газопорошковая смесь подается в область воздействия лазерного луча через сопло со всех сторон симметрично (поток конусообразно сходится в одну точку-фокус). Коаксиальная наплавка – самый универсальный метод получения не только однородных, но и композитных покрытий, как на плоских, так и на трехмерных поверхностях. Данный процесс обеспечивает симметричную подачу относительно направления наплавления, равномерное формирование валиков, а также высокую производительность, эффективность и коэффициент использования расходного присадочного материала. Формирование такой равномерной симметричной подачи – главная сложность этой технологии.

Качество напыления лазером зависит от очень многих параметров, но главным является расход порошка. Задав необходимый диаметр луча, мощность лазера и скорость наплавки, массовым расходом твердосплавного состава можно регулировать толщину наносимого покрытия, разжижение и твердость.

В данный момент одним из самых актуальных применений лазерной коаксиальной наплавки является восстановление поврежденной или изношенной геометрии деталей из металла машиностроительного производства. Во время ремонта крупногабаритных узлов сложной геометрии, пресс-форм, валов, инструмента, литейных форм и других деталей данный метод наплавки обеспечивает экономию значительных средств за счет меньшего расхода материала, затрат времени на обработку и использование оборудования, задействованного в работах, чем при иных способах.

Список использованных источников:

1. http://stanoks.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1323:2013-07-19-08-56-41&catid=49:articles&Itemid=74

2. Опыт внедрения технологии лазерной обработки материалов на предприятия машиностроительной отрасли. Н.И. Кекк, К.А. Голявин, Е. А. Шеин. (Beam technologies & laser application. Proceedings of the VI international conference. Russia, Saint-Petersburg, September 23-25, 2009 сmp.310-314)

3. Лазерное упрочнение бурового инструмента. Скрипченко А.И., Попов В.О., Кондратьев С.Ю., Вайнерман А.Е., Плавский Д.Н. (РИТМ, ноябрь 2010 стр.26-29)

ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КАК НЕОБХОДИМОСТЬ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Мосалева И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В российской образовательной системе аэрокосмическое образование играет особую роль. Невзирая на значительные производственные и социально-экономические трудности, в аэрокосмической отрасли России производятся такие изделия авиационной и ракетно-космической техники, которые по многим тактико-техническим и эксплуатационным характеристикам превосходят наилучшие зарубежные аналоги.

Экономическая основа развития общества базируется на высоком уровне производства. Возникшая в нашей стране потребность развития промышленности диктует острую необходимость приобретения не только нового, прогрессивного оборудования, но и изучения ведущих зарубежных технологий. Для того чтобы стать конкурентоспособными на международном рынке, необходимо создание собственных решений. В сфере воспитания высококвалифицированных кадров это возможно только при реальной государственной поддержке российских производителей, объединении усилий учебных, научно-технических заведений и предприятий сектора реальной экономики [1].

Динамика развития аэрокосмической отрасли, специфичность используемых ею технологий, значительная сложность объектов аэрокосмической техники, а также присутствие оборонной составляющей требуют от специалистов не только теоретических знаний по проектированию и изготовлению уникальной техники, но и практических навыков в разработке всех этапов жизненного цикла изделия. Это определяет первостепенное значение системного подхода в решении задач построения образовательных программ, наиболее соответствующих подготовке специалистов в области авиации, ракетостроения и космонавтики.

Перестройка экономики страны, развал системы планового пополнения работников, особенно машиностроительных предприятий, реорганизация системы образования подорвали престиж инженерной и рабочей профессии, что обострило саму проблему заблаговременной подготовки высококвалифицированных кадров с новым мышлением [1].

Отечественная система инженерного образования совмещает теоретическое обучение студентов, их научно-исследовательскую работу с профессиональной практической подготовкой на базовых предприятиях, что при интегрированной системе обучения предусматривается в структуре учебных планов специальностей, так как, не имея взаимных связей с наукой и производством, высшая профессиональная школа не может полностью удовлетворять требованиям времени. Интеграция необходима ещё и по той

причине, что технические вузы, даже, если они обладают развитой материальной базой, не в состоянии приобретать и обслуживать дорогостоящее экспериментальное и лабораторное оборудование для работы в области высоких технологий и наукоемких производств. Данные проблемы можно устранить, если восстановить в вузах деятельность учебно-научно-производственных комплексов, а в НИИ, на предприятиях, в конструкторских бюро создавать филиалы кафедр вузов, технопарки, учебно-инновационные комплексы [2].

Процесс интеграции охватывает все уровни образования, преобразует их, а также захватывает инфраструктуру и систему науки и производства. В результате влияния науки на производственную сферу сформировались наукоёмкие отрасли общественного производства, для которых характерен резкий рост доли затрат на опытные разработки и научные исследования новых продуктов в сумме общих затрат. В свою очередь интеллектуализация производства является импульсом для развития образования, которое выступает как сфера воспроизводства научных кадров и производительных сил в целом. В условиях индустриального общества образование способствует увеличению производительности труда и делает его результаты более качественными и важными для всего общественного развития. К тому же, уровень образования в обществе способствует увеличению количества и скорости совершения научных открытий, а так же их быстрому распространению в сфере производства. Научно-технический прогресс ведет к значительным изменениям в образовании, науке и технике, что, в свою очередь, определяет качественно новый уровень взаимодействия этих сфер жизнедеятельности общества.

В настоящее время необходимы новые формы и методы помощи студентам, а от предприятий требуется более энергичное участие в экономической поддержке студентов, заинтересованных в работе по специальности. Основу для этого дает интеграция процесса обучения и научно-практических исследований студентов, выполняемых в интересах конкретного предприятия. Но для этого представляется необходимой актуализация программ и содержания подготовки специалистов для обеспечения их соответствия современным требованиям и задачам инновационного развития авиации и космонавтики. Большая роль в этом принадлежит учебно-методическим объединениям образовательных учреждений, занимающихся обновлением образовательных стандартов, программ и повышением качества образования в области авиации, космонавтики и ракетостроения. Расширение участия представителей предприятий в работе таких объединений может способствовать активизации разработки актуальных научно-практических проблем и практическому внедрению результатов исследований в интересах предприятий [3].

В сложившихся условиях необходимо обеспечить возможности для творчества, для развития индивидуальных способностей будущих специалистов. С целью формирования творческих способностей студентам

необходимо более активно участвовать в инженерных разработках и научно-исследовательской работе [4]. Такое участие способствует повышению уровня мотивации молодежи к занятиям фундаментальной наукой, содействует активизации включения инновационной деятельности в образовательный процесс.

Вместе с тем, для достижения указанных целей на предприятиях необходимо осуществлять систему мероприятий по повышению квалификации молодых специалистов. Очень сложно начинающим специалистам самим планировать и определять возможности профессионального становления и повышения квалификации. В связи с этим на предприятиях должны разрабатываться и реализовываться, особенно по отношению к молодым специалистам, программы повышения их квалификации, профессиональной переподготовки и стажировки как составной части индивидуальных планов профессионального развития [3].

Основной проблемой молодых инженеров является нехватка практических знаний. Решением обозначенной проблемы может стать специально организованный образовательный процесс с поэтапным формированием инженерной компетентности будущего специалиста [5]. Под инженерной компетентностью здесь понимаются свойства личности, отражающие способность к непрерывному самосовершенствованию, готовность решать актуальные и перспективные аэрокосмические задачи с осознанием личной ответственности за результаты своей профессиональной деятельности, социальной значимости, ориентированные на профессиональную успешность. Такая интеграция электронных, учебных и производственных ресурсов будет способствовать повышению самостоятельности и активности будущих специалистов аэрокосмической отрасли в процессе изучения агрегатов, узлов и конструкций летательных аппаратов; улучшению восприятия материала и обеспечению контроля его усвоения; облегчению процесса подготовки к зачетам и экзаменам; повышению эффективности труда преподавателя; повышению образовательной культуры; позволит сформировать целостное представление о будущей профессиональной деятельности.

В настоящее время по полученным в вузах специальностям непосредственно работает в среднем только 10–15% молодых инженеров. Создание вузов по системе «завод - вуз», достаточно эффективной в прежнее время, позволит увеличить количество образовательных программ, совмещённых с практикой на предприятиях, и максимально приблизить содержание подготовки специалистов к реальным потребностям промышленного и аграрного производства[6].

Отечественная система подготовки кадров для аэрокосмической отрасли основана на интеграции образования, науки и производства, которая характеризуется следующими факторами. Большинство конструкторов, учёных и организаторов производства авиационной и ракетно-космической техники, которые внесли весомый вклад в становление и развитие аэрокосмических технологий и идей, сами были преподавателями и являлись организаторами

кафедр по новым специализациям и специальностям авиационной и ракетно-космической техники в вузах. Вследствие организации на базе предприятий филиалов профилирующих кафедр, отделений, базовых кафедр, а также в результате включения подразделений предприятий и их сотрудников в учебный процесс вуза и сами предприятия активно участвуют в научно-образовательной деятельности. Большинство преподавателей базовых кафедр по разработке новейших изделий отечественной авиационной и ракетно-космической техники имеют огромный опыт благодаря длительной работе на предприятиях, выполняющих ответственные работы по заданиям промышленности.

Тесная связь аэрокосмического образования с наукой и производством обеспечит высокую квалификацию специалистов аэрокосмического профиля. Сегодня, очевидно, что интеграция образования с наукоемким и высокотехнологичным производством – это самый эффективный способ вывести будущих специалистов на передовой рубеж научно-технического прогресса. При этом необходимо в процессе обучения использовать технологический, научный, кадровый и материально-технический потенциал предприятий.

Список литературы

1 Шимчук, С. Ф. России необходимо воспитание нового поколения производственных кадров / С. Ф. Шимчук // *Межотраслевой альманах*. – 2014. - № 46. – С. 48-51.

2 Свит, Т. Проблемы инженерно-технического образования / Т. Свит, Б. Сёмкин
URL: http://www.akvobr.ru/problemy_inzhenerno_tehnicheskogo_obrazovania.html
(дата обращения: 16.12.2016).

3 Нестерович, Т. Кадры для аэрокосмической отрасли: в контексте проблем и решений / Т. Нестерович // *Авиананорама*. – 2016. - № 1(115). – С. 43-47.

4 Мосалева, И. И. Теоретическая механика и современное образование / И. И. Мосалева // *Новая наука: современное состояние и пути развития: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (09 октября 2015 г., г. Стерлитамак)*. / в 2 ч. Ч. 2 – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. – С. 74-76. – ISSN 2412-9712.

5 Мосалева, И. И. Организация лекционных занятий по теоретической механике как один из путей повышения качества образования / И.И. Мосалева // *Проблемы управления качеством образования: сб. статей IX Всероссийской научно-практической конференции (ноябрь 2014 г., г. Пенза)*. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – С. 63-66. – ISBN 978-5-94338-707-4.

6 Гусев, Б. В. Не потерять качество подготовки технических специалистов России / Б. В. Гусев // *Межотраслевой альманах*. – 2014. - № 46. – С. 26-28.

7 Нурутдинова, А. Р. Основные направления интеграции науки, образования и производства / А. Р. Нурутдинова // *Современные наукоемкие*

технологии. – 2012. – № 4. – С. 24-27; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=30754> (дата обращения: 16.12.2016).

8 Сердюк, А. И. *Аэрокосмическое образование в Оренбуржье: проблемы, поиски, решения* / А. И. Сердюк, Н. А. Онищенко // *Высшее образование в России*. – 2009. - № 3. – С. 104-111.

9 Назаров, В. П. *Интегрированная система аэрокосмического образования* / В. П. Назаров, В. Ю. Журавлев // *Высшее образование в России*. – 2010. - № 1. – С. 39-48.

10. Белоусов, А. И. *Особенности современного аэрокосмического инженерного образования* / А. И. Белоусов, А. Г. Маслова // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета*. – 2012. – № 1 (36). – С. 339-348.

ОСОБЕННОСТИ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Мосалева И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На современном этапе развития общества наблюдаются как позитивные, так и негативные явления, происходящие в общей системе профессионального образования. Эти явления обусловлены радикальными изменениями в социально-культурной, научно-технической, социально-экономической ситуациях, а также коренными изменениями в государственной образовательной политике. Эти явления характерны и для аэрокосмического образования, которое является подсистемой общей системы профессионального образования, одним из факторов инновационного социально-экономического развития нашей страны.

В авиационной промышленности происходят всесторонние изменения, касающиеся всех этапов жизненного цикла ее продукции: разработки, производства, сертификации, послепродажной поддержки и утилизации. В большей степени эти изменения касаются сокращения сроков разработки образцов авиационной техники, повышения степени унификации оборудования и систем. В производстве изделий и при их разработке широко используется международная кооперация, вводятся единые стандарты качества, определяющие конкурентоспособность современной техники [1]. В тоже время значительно возрастают пассажирские и грузовые перевозки, что ведет к ужесточению требований к деятельности авиаперевозчиков, особенно в сфере охраны окружающей среды и безопасности полетов.

Тенденции развития мировой авиапромышленности сегодня определяются следующими её особенностями: широкой международной кооперацией и разделением труда; сокращением сроков разработки, подготовки производства и сертификации авиационной техники; широким внедрением информационных технологий на всех этапах жизненного цикла изделия; использованием единых технологий проектирования и производства; высокими требованиями по сертификации продукции.

Необходимо отметить, что надежность и конкурентоспособность авиакосмической техники обеспечивают квалифицированные специалисты на всех этапах жизненного цикла изделия [2]. Специалист формулирует техническое задание на разработку летательного аппарата, определяет необходимые требования, проверяет их выполнение при испытаниях, организует научные разработки и исследования в целях создания передовой авиационной техники. В аэрокосмической отрасли необходимы инженеры, умеющие подготовить эскизный и технический проект летательного аппарата, знающие технологии необходимых расчетов, экспертиз и оценок. На авиапредприятиях нужны специалисты, способные заниматься подготовкой аэрокосмической техники к полетам, способные оценить работоспособность

агрегатов, узлов, оборудования и систем для обеспечения надежности авиационной техники при ее эксплуатации.

В связи с этим появляется необходимость в корректировке форм и методов обучения, так как происходит падение престижа инженерных специальностей, особенно специалистов аэрокосмического профиля. В сфере аэрокосмического образования необходимо решать проблемы, которые связаны с разработкой новых моделей структур и современных стратегий профессиональной подготовки кадров для аэрокосмической отрасли [3].

Вследствие этого необходимо выделить особенности аэрокосмического образования.

К подготовке специалистов аэрокосмического профиля предъявляются особые требования в связи с жесткими условиями конкуренции на мировом рынке, высокими профессиональными требованиями к качеству работы на всех стадиях проектирования и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники, огромной ответственностью за качество выполнения требований заказчика в установленные сроки. В системе инженерного образования аэрокосмическое образование выделяется как особое явление. Оно содержит в себе блоки гуманитарных и технических знаний, умений, навыков и компетенций.

Чтобы выпускник инженерной специальности аэрокосмического вуза был конкурентоспособен, необходимо сформировать дополнительные требования к его инновационным знаниям, умениям и навыкам, а именно, такие качества как готовность создавать и осваивать новую технику, обеспечивать высокое качество управления на всех этапах жизненного цикла изделия, а также готовность воспринимать и разрабатывать новшества и инновации.

Отечественная система подготовки специалистов аэрокосмического профиля характеризуется рядом уникальных особенностей. В существующей системе аэрокосмического образования необходим переход на новый уровень связей, а также качественный скачок в поведении, мышлении, политике. Для выполнения этих задач подготовка специалиста аэрокосмической отрасли нового типа является необходимым условием.

Одна из основных особенностей современного аэрокосмического образования заключается в его ориентации на освоение мирового воздушного и космического пространств и его рациональное использование в интересах всего человечества, на решение всеобщих проблем современного мира. Современное инженерное образование – это инновационное инженерное образование, оно должно готовить специалистов, способных к инновационной инженерной деятельности. Инновационное инженерное образование предполагает целенаправленное формирование комплекса знаний, умений и навыков, и рассматривается как комплексная подготовка специалистов к инновационной инженерной деятельности в области техники и технологии.

Особенности проектирования, создания и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники определяют особенности аэрокосмического образования. Динамика развития этой отрасли, высокая сложность её объектов,

постоянное усложнение решаемых отраслью задач обуславливают следующую особенность аэрокосмического образования: необходимо освоить значительный объем дополнительной по отношению к рассматриваемому объекту информации, включая информацию по всем стадиям жизненного цикла изделия. Иначе говоря, необходимо готовить новое поколение организаторов производства, конструкторов, инженеров, технологов, которые будут системно создавать новую технику мирового уровня.

Еще одна особенность аэрокосмического образования связана с наличием оборонной составляющей в образовательных программах. Если раньше аэрокосмическое образование, в основном, ориентировалось на подготовку инженерных кадров для военно-промышленного комплекса, то в современных условиях его необходимо выстраивать, учитывая глобальные общемировые гуманистические запросы индивидов и общества, т.е., учитывать и оборонную и конверсионную составляющую в образовательных программах. Приоритетными направлениями подготовки специалистов для аэрокосмической отрасли должны стать направления в области стратегически важных базовых технологий военно-гражданского применения для каждой стадии жизненного цикла изделия [6].

Важной особенностью аэрокосмического образования является использование в учебном процессе оригинальных производственных наукоёмких технологий. Наукоёмкие технологии и отрасли вносят весомый вклад в промышленное производство и являются сегодня основной движущей силой развития экономики. Это технологии новых материалов, информационные, перспективных двигательных установок и летательных аппаратов, энергетики и энергосбережения, технологических процессов, конструирования и производства машин и механизмов, сертификации, контроля качества, экспериментальной отработки и испытаний уникальных изделий, эксплуатации и диагностики, экологической безопасности, оборонной, экономической, социальной, научной эффективности, жизнеобеспечения.

Из этого следует еще одна особенность аэрокосмического образования, которая заключается в слиянии образовательного процесса и процесса производства оригинальных технологий, изделий и систем авиационной и ракетно-космической техники. Одна из главных особенностей современного отечественного аэрокосмического образования – его организация на основе интеграции образования, науки и производства. Сегодня интеграция образования, науки и производства – это важнейшее условие подготовки высококвалифицированных специалистов, которые соответствуют потребностям рынка труда в условиях развития инновационной экономики.

Сегодня специалист с высшим профессиональным образованием должен быть готов к актуализации своих интеллектуальных способностей и возможности их реализации в процессе своей трудовой деятельности на основе использования полученных знаний, умений и навыков. На первый план в образовании выходит соответствие определенного комплекса знаний, умений и

навыков, полученных в процессе обучения, требованиям становления и профессионального развития личности.

Список литературы

1 Мосалева, И. И. Актуальные проблемы и задачи в системе аэрокосмического образования [Электронный ресурс] / Мосалева И. И. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. научн.-метод. конф., 3-5 февр. 2016 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург , 2016. – С. 162-166 –ISBN 978-5-7410-1385-4.

2 Мосалева, И. И. Роль и место дисциплины «Теоретическая механика» в системе подготовки специалистов аэрокосмического профиля [Электронный ресурс] / Мосалева И. И. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. научн.-метод. конф., 3-5 февр. 2016 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург , 2016. – С. 167-171 –ISBN 978-5-7410-1385-4.

3 Гаврилов, А. А. Опыт использования балльно-рейтинговой системы при подготовке бакалавров направления «Ракетные комплексы и космонавтика [Электронный ресурс] / Гаврилов А. А., Дырдина Е. В. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. научн.-метод. конф. (с междунар. участием), 30 янв.-1 февр. 2013 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург , 2013. – С. 125-128 –ISBN 978-5-4417-0161-7.

4 Кольга, В. В. Педагогическая система непрерывного аэрокосмического образования в техническом вузе / В. В. Кольга URL: <http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-08/dissertaciya-pedagogicheskaya-sistema-nepreryvnogo-aerokosmicheskogo-obrazovaniya-v-tehnicheskom-vuze> (дата обращения: 08.12.2016).

5 Геращенко, А. Н. Отечественное аэрокосмическое образование: традиции, тенденции и перспективы развития / А. Н. Геращенко // Высшее образование в России. – 2009. - № 7. – С. 101-113.

6 Белоусов, А. И. Особенности современного аэрокосмического инженерного образования / А. И. Белоусов, А. Г. Маслова // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2012. – № 5 (36). – С. 339-348.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ И ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РЕСУРС ПОДШИПНИКОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РЕДУКТОРАМ ВЕРТОЛЕТОВ)

Наджафов А.Ф.

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

На ресурс подшипника оказывают влияние многие факторы, самые важные из которых – это смазка и загрязнение. Лучше поняв механизмы сокращения ресурса подшипника, мы можем усовершенствовать конструкцию подшипников и улучшить их работу.

Применение подшипников качения даёт снижение потерь, вызванных трением, и увеличения производительности системы. Этого можно достичь, если риск разрушения металла вследствие усталости достаточно снижен. Однако в подшипниках качения в момент восприятия нагрузки, проявляется концентрированное воздействие всех явлений, возникающих в движущихся точках контакта (т.н. контакты Герца); это приводит к появлению сильных локальных напряжений и поэтому требует высокого качества смазки и обработки поверхностей, предотвращающих дальнейшее накопление напряжений.

Шероховатость поверхности, вмятины, образовавшиеся от частиц износа, и следы загрязнений, присутствующие на дорожках качения колец подшипника, могут вызывать накопление напряжений и рост усталости, развивающейся с поверхности. Смазывающая плёнка, образующаяся у вмятин, и взаимосвязанные локальные поверхностные напряжения также очень важны для механизмов возникновения трещин.

Для примера был рассмотрен авиационный редуктор ВР-8А, для которого характерным отказом является разрушения сателлитных подшипников 6-42408К4.

На поверхности беговой дорожки наружного кольца подшипника 6-42408К4 по всей длине имеется темная полоса по центру беговой дорожки шириной 6 мм (рисунок 1).



Рисунок 1.16 – Выкрашивание дорожки качения внутреннего кольца подшипника 6-42408K4

На поверхности образующих роликов подшипника 6-42408K4 имеется наклеп в виде рисок по центру (рисунок 2).



Рисунок 1.17 – Наклеп в виде рисок по центру образующей роликов и дорожки качения наружного кольца подшипника 6-42408K4

Методика ВНИПП и ЦИАМ

Способы снижения риска образования вмятин:

максимально возможная чистота смазочных материалов (фильтрация масла, своевременная замена смазки и поврежденных уплотнений);

строгое соблюдение правил монтажа подшипников (тепловая сборка, исключение передачи нагрузок при монтаже через тела качения и т.д.);

обеспечение надлежащей толщины УГД-пленки (повышенная вязкость за счет выбора масла, тепловой режим подшипника и т.д.). Достаточная пленка УГД – смазки может свести к минимуму повреждения поверхностей вокруг вмятины и увеличить ресурс поверхности.

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C_r}{P} \right)^\alpha,$$

где $C_r = C_{rк} \cdot K_{кач} \cdot K_\phi \cdot K_{дн} \cdot K_\mu$, C_r – базовая динамическая радиальная расчетная грузоподъемность подшипника для авиационных изделий; K_ϕ – коэффициент, учитывающий тонкость фильтрации; $K_{дн}, K_\mu$ – коэффициенты, гидродинамические процессы, развивающиеся в зоне контакта тел качения; $K_{кач}$ – коэффициент качества, выбирается в зависимости от точности изготовления подшипника, материала деталей подшипника и их конструкции.

Справочник ASME.

$$L_a = D \cdot E \cdot F \cdot G \cdot H \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C_r}{P_0} \right)^n,$$

где D, E, F, H – поправочные коэффициенты, учитывающие рабочие условия или конструкцию подшипника (определяется экспериментально); F, G, H – коэффициенты рабочих условий (учитывающие влияние смазки, скорости вращения и перекоса колец); D – коэффициент материалов; E – коэффициент технологии получения материалов.

Эффективный номинальный срок службы подшипников

Формула для расчёта срока службы подшипника качения выглядит следующим образом:

$$L_{10m} = a_{srf} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^P,$$

где C – динамическая грузоподъемность подшипника; P – эквивалентная нагрузка; a_{srf} – случайный фактор напряжения.

В уравнении корректировочный коэффициент зависимости между сроком службы и испытываемыми напряжениями, имеет следующий вид:

$$a_{srf} = \frac{1}{10} \left[1 - \left(\eta \frac{P_u}{P} \right)^\omega \right]^{-c/e},$$

где P_u – предельная нагрузка на усталость; ω, c, e – постоянные показатели степени; η – коэффициент на потери, определяемый в диапазоне $0 < \eta < 1$.

Коэффициент на потери определяет среднее значение к состоянию действительного напряжения, действующего на контакт качения, которое работает в дополнение к идеальному равномерному напряжению η и описывается как результат одновременно действующих величин: фактора смазки η_b и фактора загрязнения η_c .

При хорошей смазке и отсутствии частиц $\eta_b = 1$; $\eta_c = 1$ и никакие дополнительные потери при определении ресурса подшипника не учитываются.

При похожих условиях, но при наличии частиц в смазке принимается $\eta_b = 1$ и $\eta_c < 1$ чтобы учесть дополнительные локальные напряжения, возникающие на кольце подшипника при наличии загрязнения.

Сокращение срока службы в результате вмятин на кольце подшипника от загрязнения может быть выражено в количественной форме по отношению к теоретическому сроку службы подшипника в условиях гладкий и неровный. Это можно проверить следующим отношением:

$$\frac{L_{10.d}}{L_{10.s}} = \frac{a_{srf.d}}{a_{srf.s}},$$

где индекс s – (smooth) – гладкий; индекс d – (dened) – неровный.

В большинстве случаев показатель долговечности из формулы определяется для того, чтобы обозначить подшипники, обработанные смазкой с различным количеством инородных частиц, при этом используется методика микропенки упругой гидродинамической смазки. Для того, чтобы выполнить данные вычисления, необходимо вычислить количество вмятин, которые обнаружены на стандартном кольце подшипника, обработанного смазкой с различным уровнем инородных частиц.

Результаты проведенных испытаний показали, что долговечность увеличивается с улучшением фильтрации, и справедлива зависимость:

$$LF = 3,5(FR)^{-0.55}.$$

Измерение внутренней дорожки качения после испытаний показало, что при увеличении тонкости фильтрации масла до 8мкм наблюдается уменьшение овальности. Практически отсутствует овальность при фильтрации в 3 мкм. Частицы менее 3 мкм слишком малы, чтобы иметь какой-либо эффект на окружность и просто прошли через контакт роликов с дорожками.

Вывод: технологии для улучшения фильтрации масла являются коммерчески доступными. С помощью сведения к минимуму количества загрязняющих частиц, входящих в подшипник качения, фильтрация масла может существенно увеличить долговечность подшипника.

Список использованных источников

1. Клиффорд Метьюс *Справочник инженера – инженерная механика [Текст]: справочник/ Клиффорд Метьюс. – Издательство ассоциации строительных вузов, 2003. – 280 с.*
2. Чичинадзе, А.В. *Трение, смазка и износ в машинах [Текст]/ А.В.Чичинадзе, Э.Д.Браун, Н.А.Буше.-М.:Машиностроение,2001.-664с.*
3. *Редуктор ВР-8А [Текст]: руководство по ремонту.*
4. Моралес, Г.Е. *Контактные напряжения в подшипниках качения-скольжения [Текст]/ Г.Е.Моралес, А. Габели.-2000.-606с.*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДЕФЕКТОВ АЗОТИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Назин Е.В., Черноусова А.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Продукция любого производства должна соответствовать заданному качеству. Однако встречающиеся в процессе производства отклонения приводят к возникновению дефектов.

Для устранения данной проблемы применяют различные методы по управлению качеством продукции. В том числе, при исследовании современных автоматизированных систем управления часто применяются методы статистического анализа, которые базируются на сборе статистических данных, полученных в результате опыта или наблюдения. Обработка собранных данных с помощью этих методов позволяет не только представить информацию в доступном виде, но и использовать полученные результаты для оптимизации процесса.

В учебном плане подготовки бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств предусмотрена дисциплина «Управление качеством», в рамках которой обучающиеся приобретают навыки применения методов статистической оценки и анализа качества.

Объектом статистического анализа в данной работе выбраны дефекты азотированной продукции. Как и любой другой процесс, проведение азотирования зачастую сопровождается возникновением дефектов продукции, основные из которых описаны в работе [1]. Разнообразие дефектов часто приводит к проблемам поиска причин их возникновения и методов их устранения.

Сбор статистических данных проведен на одном из промышленных предприятий города Оренбурга за период одного месяца. Обработка собранной информации позволила представить данные о возникающих отклонениях по типам дефектов в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Данные по типам дефектов азотированной продукции

Типы дефектов	Количество о деталей с дефектами, дет.	Накопленная сумма дефектных деталей, дет.	Доля дефекта в общем количестве, %	Накопленный процент, %
Отклонение размеров	11	11	45,83	45,83
Пониженная твердость	8	19	33,3	79,13
Сниженная глубина слоя	3	22	12,5	91,63
Изменение формы	1	23	4,16	95,79

Шелушение поверхности	1	24	4,16	100
Трещины поверхности	0	24	0	100

Диаграмма Парето является графическим отображением правила Парето, согласно которому около 20 % причин приводят к возникновению 80 % проблем, другими словами, значительное число несоответствий и проблем возникает при действии небольшого числа причин. Целью построения диаграммы и является выявление этих причин для распределения усилий по их устранению.

На рисунке 1 представлена диаграмма Парето дефектов азотированной продукции, построенная на основе представленных в таблице 1 статистических данных.

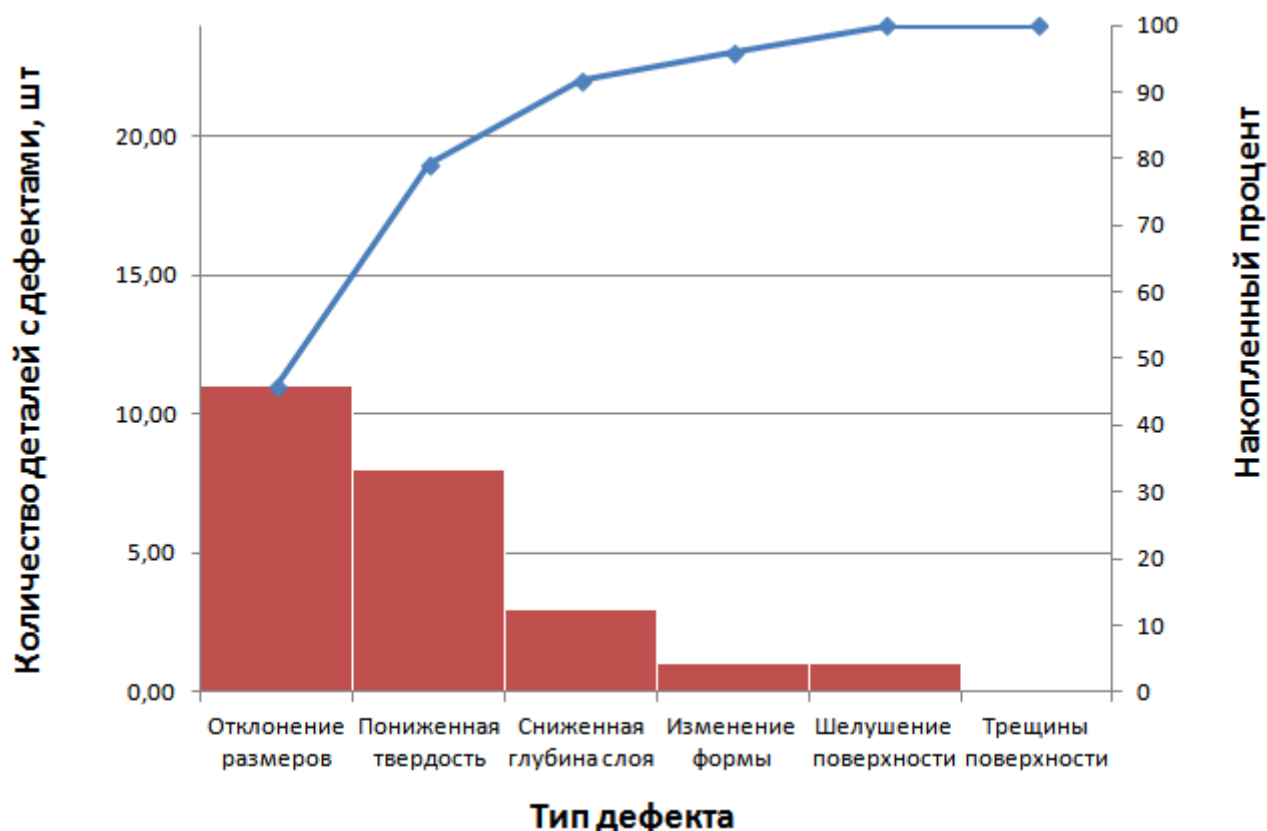


Рисунок 1 – Диаграмма Парето дефектов азотированной продукции

Как видим, наиболее значимым дефектом азотированной продукции является изменение размеров детали после химико-термической обработки. В результате исследования данного дефекта, выяснено, что основной причиной его возникновения является нарушение режимов обработки (отклонения от температуры, степени диссоциации аммиака, времени выдержки).

Другой метод анализа данных по дефектам продукции – построение контрольных карт Шухарта. Карта, представляющая собой линейчатый график,

позволяет показать динамику изменений отдельных показателей и за счёт этого контролировать технологический процесс. В таблице 2 представлены данные для построения контрольной карты по качественному признаку – дефектам азотированной продукции.

Таблица 2 – Результат регистрации данных по числу дефектов азотированной продукции

День	Объем выборки проверенных деталей, дет.	Число дефектных единиц, дет.
1	8	1
2	5	0
3	3	0
4	10	2
5	11	0
6	5	1
7	5	2
8	6	6
9	7	0
...		
20	4	0

На рисунке 2 представлена контрольная карта дефектных единиц продукции. Для построения этой карты необходимы данные определения средней линии, а также контрольных границ – нижней и верхней. Средняя линия представляет собой среднее количество возникающих в день дефектов за рассматриваемый период времени. Контрольные границы используют для определения пределов ожидания возникновения дефектов, и они находятся по формуле [2]:

$$C_{гр} = C_{cp} \pm 3 \cdot \sqrt{C_{cp}} .$$

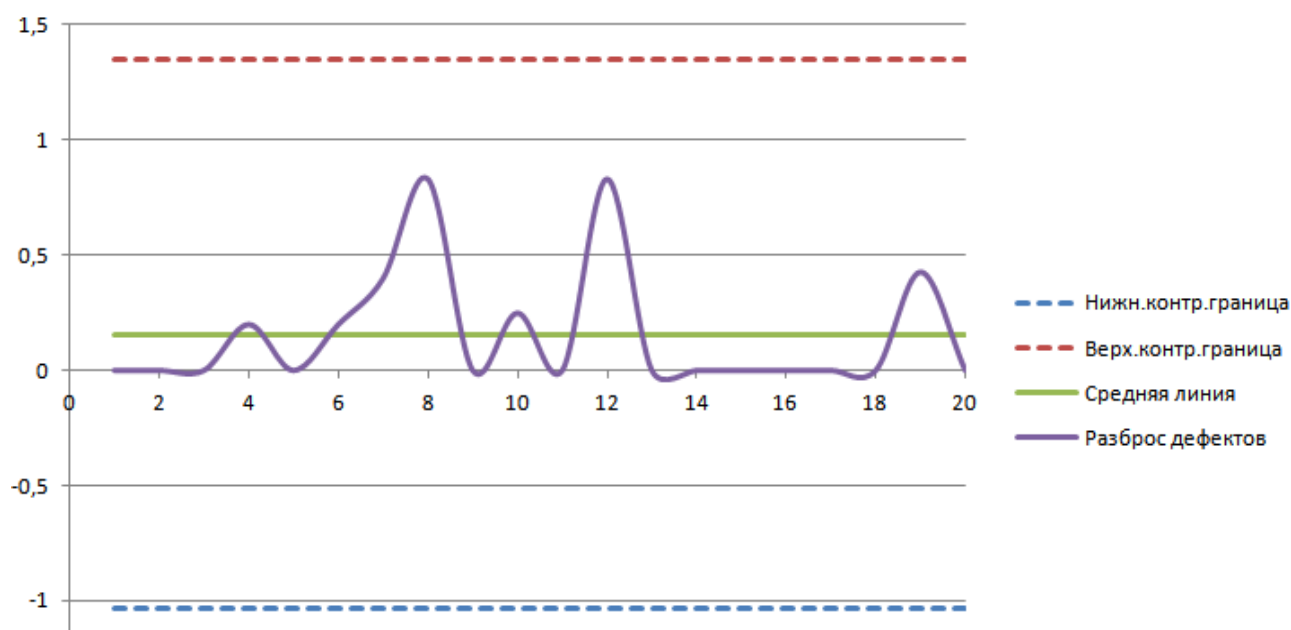


Рисунок 2 – Контрольная карта дефектов азотированной продукции

По построенной карте можно определить время изменения процесса и возникновения дефектов, проанализировать причины данного явления и предпринять действия по его устранению.

Таким образом, применение статистических методов анализа данных при исследовании дефектов продукции позволяет ускорить поиск причин возникновения и выявить действия по их устранению.

Список литературы

1 Назин, Е.В. К вопросу о качестве азотированной продукции / Е.В. Назин, А.М. Черноусова // Новые задачи технических наук и пути их решения : сб. статей Междунар. науч.-практ. конф., 10 декабря 2015 г., Челябинск. / в 2. ч. Ч. 2. – Уфа : АЭТЕРНА, 2015. – С. 6-8.

2 Шумилина, Н.А. Применение статистических методов в системе управления качеством : методические указания / Н.А. Шумилина, В.В. Тугов, Т.В. Гаибова. – Оренбург: ОГУ, 2009. – 78 с.

ЭТАПЫ АДАПТАЦИИ SPRUT-ТЕХНОЛОГИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ «АО «ПО «СТРЕЛА»

Нурмуханова А.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Перед промышленными предприятиями постоянно встает ряд актуальных вопросов. К ним относим насколько необходимо внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР); как определить экономическую эффективность приобретения системы и сформулировать критерии ее выбора; как решить кадровые вопросы, что дает автоматизация проектирования предприятию; как с наименьшими затратами и в кратчайшие сроки внедрить ту или иную САПР в производство.

При грамотном внедрении современные системы автоматизации способны решать проектно-конструкторские и расчетные задачи любого уровня – сложные и простые, рутинные и творческие. Понятно, что внедрение САПР – серьезное научно-практическое мероприятие, требующее немалых инвестиций. Цель его – максимально использовать возможности программного обеспечения при решении различных задач предприятия.

Цель нашей работы – установить основные этапы адаптации САПР в условиях машиностроительного производства на примере СПРУТ-Технология и разработать методические рекомендации по его адаптации.

Анализ внедрения САПР, представленный в литературе, выявил следующие этапы адаптации:

- Определения критериев выбора систем для предприятия;
- Обоснования выбора системы из систем-аналогов;
- Оценки границ использования нового продукта;
- Обучения и переподготовки сотрудников;
- Разработки пробных проектов автоматизации производства;
- Проведения работ по унификации и структуризации объектов и ресурсов производства
- Создание технических проектов и запуск в производств.

Этап I – Определения критериев выбора систем для предприятия.

Для анализа были выбраны следующие критерии, имеющие наибольшую значимость:

– комплексность процесса подготовки технической документации (возможность создания как конструкторской, так и технологической документации);

– возможность получения необходимых консультаций и технической поддержки от разработчика системы (в том числе непосредственно в г. Оренбурге);

– возможность обучения работе с программой в г. Оренбурге;

– наличие общетехнических справочников, встроенных в систему;

- открытость системы (возможность создания новых библиотек и редактирования уже существующих);
 - интеграция с другими программами (возможность конвертации файлов из одного приложения в другое или в другую программу);
 - наличие электронной структуры изделия (все данные по изделию доступны в электронном виде и имеется возможность исправлять файлы в процессе работы);
 - возможность адаптации системы под условия конкретной организации.
- Данные критерии дают нам шаг к следующему этапу адаптации САПР .
Этап II – Обоснование выбора системы

Нами проведен сравнительный анализ САПР ТП, имеющихся и используемых на предприятии «АО«ПО Стрела». Таких как – Спрут-ТП, Компас-Вертикаль, Технопро, Автопроект, Adem.

Комплектность процесса подготовки технической документации (возможность создания как конструкторской, так и технологической документации) обеспечивается всеми системами. Возможность получения необходимых консультаций и технической поддержки от разработчика системы реализовано в таких системах как Спрут и Компас Вертикаль. Возможность обучения работе с программой возможно только в системах Спрут и Компас Вертикаль. Наличие общетехнических справочников, встроенных в систему практически всюду, кроме Автопроект. Открытость системы (возможность создания новых библиотек и редактирования уже существующих) обеспечена в системах Спрут, Компас Вертикаль, Технопро. Интеграция с другими программами (возможность конвертации файлов из одного приложения в другое или в другую программу) возможна в большинстве систем, кроме Adem. Во всех системах имеются электронные структуры изделия (все данные по изделию доступны в электронном виде и имеется возможность исправлять файлы в процессе работы). В то же время возможность адаптации системы под условия конкретного предприятия имеется в таких системах как Спрут, Компас Вертикаль и Технопро.

Из сравнительного анализа можно сделать следующие выводы:

- все системы, кроме Автопроект, характеризуются наличием общетехнических справочников, встроенных в программу и электронной структурой изделия, а также возможностью получения технической поддержки от производителя;
- всем системам характерна комплексность процесса подготовки технической документации;
- системы Автопроект и Adem не интегрируются с другими программами и адаптируются под условия конкретного предприятия;
- система Спрут дополнительно характеризуется возможностью создания новых библиотек и редактирования уже существующих.

Разработчик системы Спрут имеет свое представительство в Оренбурге, в котором предоставляются услуги по обслуживанию системы и обучению работы с ней.

Правильный выбор базовой САПР-ТП является, с одной стороны, надежным условием эффективного проектирования технологических процессов, а с другой стороны – достаточно сложной задачей. Здесь следует опираться на опыт других организаций и на имеющиеся в распоряжении различные аналитические данные по рейтингам ведущих систем. Однако, несмотря на имеющуюся в распоряжении аналитическую информацию, процесс выбора конкретных базовых систем требует, как правило, проведения дополнительных самостоятельных проработок.

Этап III - Оценка границ использования нового продукта

Среди главных задач, которые стоят перед «АО «ПО «Стрела» - внедрение на предприятии автоматизированной системы проектирования и нормирования технологических процессов. Ожидается, что использование специализированного программного обеспечения позволит сократить трудоемкость разработки ТП, значительно сэкономить время создания ТП, повысить производительность труда технологов и, в конечном итоге, обеспечить выпуск более качественной продукции.

Выбор подсистемы СПРУТ-ТП (система автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов) обоснован тем, что она позволяет управлять процессом технологического проектирования, автоматизировать техническую документацию и нормирование технологических процессов, формировать техническую документацию и подготавливать данные для систем управления и планирования.

Этап IV - Обучение и переподготовка сотрудников

Обучение сотрудников предприятий грамотному использованию приобретенного программного продукта – важная составляющая эффективности применения программных средств автоматизации на предприятии. В современных условиях все возрастающей конкуренции, когда предприятия вынуждены тратить значительные средства на приобретение лицензионного программного обеспечения, экономия на обучении персонала практически сводит на нет усилия по созданию эффективной системы управления, предприятием и подготовкой производства. Если раньше самостоятельное обучение было способом дешевого решения проблемы, то современные системы стали намного сложнее, их интеграция в условиях предприятия требует серьезного обучения персонала.

Компания Спрут-Технология предлагает 3 уровня внедрения системы Спрут-ТП.

Первый уровень «Как есть» предполагает рекомендованные курсы обучения «Спрут-ТП Пользователь» — для технологов и «Спрут-ТП Администратор» — для администратора системы.

Второй уровень "Адаптация по бланкам техдокументации" реализуется при использовании собственных форм бланков технологической документации на предприятии отличной от ЕСТД производится быстрая их разработка и простое их подключение к системе. Для этого рекомендованные курсы обучения адресованы администрации и технологам. В этой связи есть два курса.

Курс «Спрут-ТП Администратор» предназначен для администратора системы. Он включает разработку и заполнение справочников, изменение и создание новых справочных таблиц, импорт справочников из заводских.

Рекомендованные курсы обучения для технолога «Спрут-ТП Пользователь» модуль «Менеджер ресурсов».

Третий уровень "Углубленная адаптация" предполагает изменение функций работы системы; добавление специфичных для предприятия функций работы в системе. Компания рекомендует курсы обучения «Спрут-ТП Разработчик» — для разработчика-программиста.

Представляется таблица отчет какие результаты были достигнуты в первый месяц.

Таблица 1 – Отчет результатов за первый месяц

№	Наименование работ	Дата	Задачи	Результат
1	2	3	4	5
1	Курс «Спрут - ТП Разработчик» (1 группа)/1 неделя	05.10 – 09.10.2015	Обучение созданию модулей импорта из заводских БД в БД Спрут -ТП Автоматизация процесса импорта(создание встроенных запросов (хранимых процедур)	Прошел обучение - 1 чел.
2	Курс «Спрут - ТП Администратор» (1 человек)/день	05.10 – 07.10.2015	Обучение администрированию системы Спрут -ТП (установка новых версий и обновлений ПО, резервное копирование БД, настройка прав пользователей, состояний документов)	Прошли обучение - 3 чел.

1	2	3	4	5
3	1-я группа обучения. Курс «Спрут -ТП Пользователь» (группа 10 человек)/1 неделя	05.10 – 09.10.2015	Обучение группы технологов, занимающихся разработкой технологических процессов (согласно списку)	Прошли курс обучения – 14 чел. Получили квалификацию по Спрут -ТП: Ур.Ш «Пользователь» - 4 чел. Ур.П «Уверенный пользователь» - 8 чел. Ур.П «Специалист» - 2 чел.
4	Развертывание системы СПРУТ-ТП	05.10 – 09.10.2015	Совещание в рабочей группе. Проведение анализа технологической документации, проверка настроек системы и переданных данных, консультации сотрудников предприятия по разграничению прав доступа к системе и настройке состояний документов, формирование плана работ на следующий этап	Предложения по формированию структуры технологических объектов, состояний документов, порядка разработки ТП, комплектности ТП Осуществлен импорт справочников НСИ

Обучение проводится на реальных примерах. Этот подход наиболее эффективен в части усвоения учебного материала. Занятия проводятся в форме лекций с параллельной демонстрацией работы программного продукта и с последующим выполнением пользователями практических заданий. Также на занятиях решаются конкретные производственные проблемы по тематике обучения, что дает неоценимый учебный эффект как в части усвоения материала, так и в части практического применения знаний на производстве.

По окончании обучения слушатели выполняют самостоятельную проверочную работу, по результатам выполнения которой слушатели получают «Сертификат об окончании обучения на курсах» по заявленной тематике.

Таким образом, в процессе адаптации САПР к условиям машиностроительного предприятия «АО «ПО «Стрела» были определены критерии отбора систем актуальных для данного предприятия; выбраны и установлены границы использования нового продукта; проведено обучение сотрудников и выполнены первые запуски программ, что позволило получить ТП пригодные для использования на «АО «ПО «Стрела».

Выявлены недостатки САПР «Спрут-ТП», которые составляют основные работы по ее адаптации. В этом направлении необходимо заполнить базы данных инструмента, приспособлений. Сложность состоит в отсутствии свободных сотрудников для заполнения базы, достаточного времени для освоения САПР ТП, свободных рабочих мест, сложности инструкции, необходимости соблюдения режима секретности. Таким образом, наша разработка кратких методических инструкций по адаптации САПР СПРУТ-ТП является существенной поддержкой во внедрении программы.

Список литературы

1. Схиртладзе А.Г. Автоматические системы планирования производственных процессов / А.В. Федотов, В.Г. Хомченко – М.: Абрис, 2012. –565 с.
2. СПРУТ-ТП - автоматизированное проектирование и нормирование технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sprut.ru/products-and-solutions/products/sprut-tp/?tab=122.html> (дата обращения: 05.12.2016).
3. СПРУТ-ТП - автоматизированное проектирование и нормирование технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sprut.ru/files/SprutTP/Tutorial/index.html> (дата обращения: 10.11.2015).
4. САПР и графика: ежемес. журн.- 13 (91) 2015.
5. САПР и графика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.saprt.ru/article/html> (дата обращения 02.09.16).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Онучин С.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В данной статье рассмотрен опыт отработки ремонтной технологии по восстановлению поверхностного слоя детали, зарезанного в процессе механической обработки. Требовалось восстановить слой толщиной 0,25мм без дефектов, с минимальными поводками, при этом твердость слоя должна была составлять 32,5–38HRC.

Отработка ремонтной технологии производилась тремя способами: аргодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой, механизированной сваркой плавящимся электродом и на установке для электроэрозионного нанесения металлических покрытий «Alier 55».

1. Наплавка аргодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Материал образца: 12Х2НВФА.

Марка присадочной проволоки: 18ХМА, Ø1,2 мм.

Защитная среда: аргон высший сорт ГОСТ 10157-79.

Толщина образца в месте наплавки – см. рисунок 1 (размеры в скобках – толщина после наплавки).

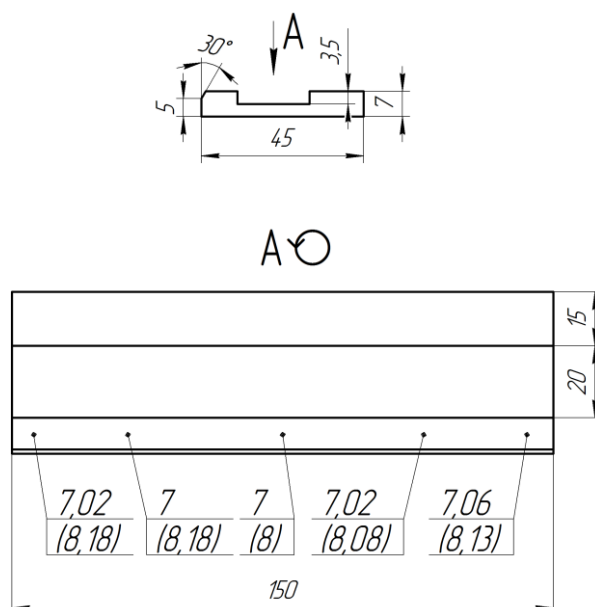


Рисунок 1 — Образец

Отработка режимов наплавки проводилась по следующей технологии:

– тщательно обезжирить место наплавки, присадочную проволоку и медную вставку чистыми х/б салфетками, смоченными ацетоном;

- установить медную вставку в паз (вставка изготовлена в размер 185x20x5 мм);
- прижать образец и медную вставку струбцинами к подкладке (толщина подкладки 15мм);
- провести предварительную настройку режимов наплавки на технологической пластине;
- настроить расход защитного газа, произвести предварительную продувку;
- произвести наплавку. По окончании наплавки продолжать подачу аргона в течение 10–15 секунд;
- произвести фрезерование наплавленного слоя в размер 7,3 мм;
- провести замер твердости образца в месте наплавки и металлографические исследования.

При этом были установлены режимы сварки:

Сварочный ток – см. рисунок 2 (цифры в скобках указывают последовательность наложения валиков; * – наплавка производилась без медной вставки);

Скорость сварки – 12 м/ч;

Длина дуги – 2-2,5 мм;

Диаметр вольфрамового электрода – 3 мм;

Расход аргона – 8-10 л/мин.

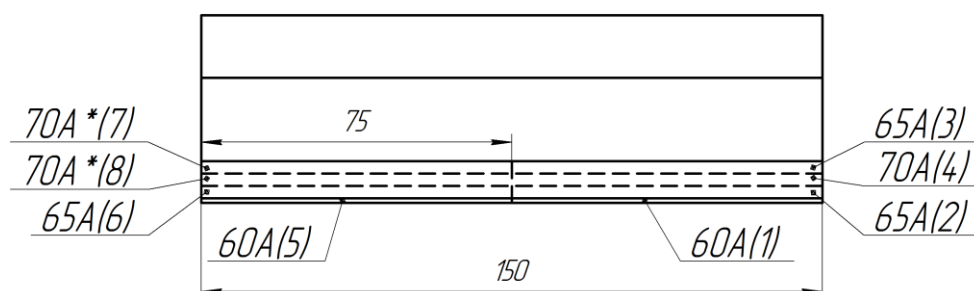


Рисунок 2 — Схема наплавки

После наплавки проведено фрезерование для выравнивания поверхности и выполнен замер твердости, который составил 37HRC. Металлографический анализ показал отсутствие дефектов.

2. Наплавка механизированной сваркой плавящимся электродом.

Материал образца: 12Х2НВФА.

Марка присадочной проволоки: 18ХМА, Ø1,2 мм.

Защитная среда: аргон высший сорт ГОСТ 10157-79.

Толщина образца в месте наплавки – см. рисунок 3 (размеры в скобках – толщина после наплавки).

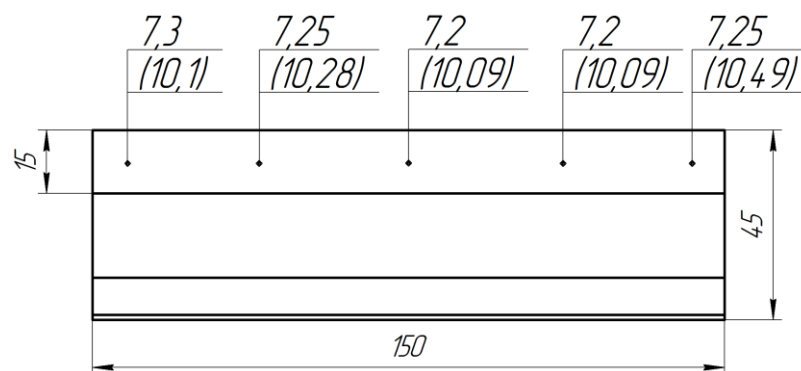


Рисунок 3 — Геометрические параметры образца.

Отработка режимов наплавки проводилась по следующей технологии:

- тщательно обезжирить место наплавки, сварочную проволоку и медную вставку чистыми х/б салфетками, смоченными ацетоном;
- установить медную вставку в паз;
- прижать образец и медную вставку струбцинами к столу;
- провести предварительную настройку режимов наплавки на технологической пластине;
- настроить расход защитного газа, произвести предварительную продувку;
- произвести наплавку в 5 проходов с перекрытием 1/4 ширины валика;
- произвести фрезерование наплавленного слоя в размер 7,3 мм;
- провести металлографию и замер твердости образца в месте наплавки.

При этом были установлены режимы сварки:

Сварочный ток – 95 ± 10 А;

Скорость подачи сварочной проволоки – 2,1 м/мин;

Длина дуги – 2-2,5 мм;

Диаметр сварочной проволоки – 1,2 мм;

Продувка перед сваркой – 1 сек.;

Продувка после сварки – 1,1 сек.;

Ток заварки кратера – 250 А.

После наплавки проведено фрезерование для выравнивания поверхности и выполнен металлографический анализ, который показал наличие дефектов в виде пор и раковин. Твердость наплавленного слоя составила 33HRC.

3. Восстановление слоя на установке для электроэрозионного нанесения металлических покрытий «Alier 55».

Электроискровое легирование (ЭИЛ) относится к технологиям упрочнения, основывающимся на взаимодействии материалов с высококонцентрированными потоками энергии и вещества. Образование упрочненного слоя происходит в результате сложных плазмохимических, теплофизических и механотермических процессов, реализуемых на микролокальных участках взаимодействия материала с единичным искровым разрядом.

Процесс ЭИЛ включает следующие этапы:

– Оплавление. При сближении на определенное расстояние электрода-инструмента с упрочняемой металлической поверхностью происходит импульсный электрический разряд длительностью 10^{-6} – 10^{-3} с. В результате на поверхностях анода (легирующий электрод) и катода (упрочняемая деталь) образуются локальные очаги электроэрозионного разрушения;

– Электрическая эрозия. Представляет собой комплексный процесс разрушения, включающий в себя оплавление, испарение, термолabile разрушение и другие механизмы. Эродированная масса легирующего электрода, имея избыточный положительный заряд и попадая в межэлектродное пространство, устремляется к поверхности катода-детали, ускоряясь и нагреваясь за счет электрического поля анода и катода;

– Физико-химическое взаимодействие. При движении анодная эродированная масса вступает в физико-химическое взаимодействие с межэлектродной средой и летучими продуктами эрозии катода-детали. К моменту осаждения фрагменты эродированной массы несут в себе электрическую, кинетическую и тепловую энергии, которые при взаимодействии с упрочняемой поверхностью выделяются в виде теплового импульса большой мощности.

Вслед за осаждением эродированной массы упрочняемая поверхность подвергается контактно-деформационному воздействию вибрационного характера. Энергетическое воздействие высокой концентрации стимулирует протекание сопутствующих ЭИЛ микрометаллургических конвекционно - диффузионных процессов энергомассопереноса.

Упрочненная поверхность представляет собой сложную композиционную структуру. Самый верхний слой состоит из тонкопленочных «островковых» или сплошных формирований, образованных из материала анода, и межэлектродной среды. Сплошность этого слоя зависит от режимов и условий упрочнения. Под верхним слоем располагается зона, представляющая собой смесь материалов анода и катода, образованную в результате конденсации ионно-плазменной и капельной фаз на упрочняемой поверхности. Далее следует слой, сформированный за счет диффузии элементов легирующего электрода в упрочняемой матрице катода-детали. Под ним располагается зона термического воздействия, представляющая собой трансформированную структуру исходного материала с измененной плотностью дефектов кристаллического строения по причине импульсного теплового воздействия. С перемещением вглубь структура зоны термического воздействия плавно переходит в структуру основного материала. В зависимости от режимов электроискрового легирования величина и степень упрочнения каждого слоя могут варьироваться в широком диапазоне, но наибольшую толщину всегда имеет зона термического воздействия, которая в большинстве случаев и определяет эксплуатационные свойства поверхности.

Были изготовлены образцы:

Материал образца: 12Х2НВФА 100х100х3мм.

Материал электрода: 12Х2НВФА, ø8мм.

Защитная среда: аргон ГОСТ 10157-79.

Подготовка под нанесение покрытия: шлифовка, обезжиривание.

В процессе отработки технологии были установлены режимы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

№ образца	№ режима	Кэфф. энергии	Давление аргона, МПа	Кол-во слоев	Толщина покрытия, мкм	Твердость
1	2	0,7	0,1	8	50÷80	HV=411 HRC=42
2	4	1,0	0,3	5	40÷120	HV=423 HRC=42
3	6	0,7	0,2	4	48÷96	HV=428 HRC=43
4	3	0,4	0,2	3	32÷40	HV=380 HRC=39
5	1	1,0	0,2	4	12÷16	HV=392 HRC=40
6	1; 2; 3	1,0; 0,7; 1,0	0,2	9	56÷160	HV=437 HRC=43

В процессе отработки ремонтной технологии на установке для электроэрозионного нанесения металлических покрытий «Alier 55» установлено, что покрытие наносится неравномерно, протяженные участки остаются без покрытия. При работе на режиме №2 и выше образуются «шишечки», на которые и наносится покрытие при дальнейшем нанесении слоев, а «пустоты» заполнить не удастся. На образце №6 была предпринята попытка выравнивания слоя на режиме №1, которая не дала положительного результата. Самое «чистое» покрытие получается при работе на режиме №1, но толщина его минимальна. Многократное воздействие искровых разрядов и соответственно циклов нагрев–охлаждение приводит к ограничению толщины наносимого покрытия. Свойства покрытия зависят от продолжительности его нанесения: с ее увеличением толщина слоя возрастает до определенного предела, а затем перестает расти. Твердость, полученная после нанесения слоев на любом из режимов, не соответствует твердости, которую требовалось получить. Требуемую толщину восстановить не представляется возможным. Поэтому было принято решение производить наплавку аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой, т.к. дефекты не были обнаружены и получена заданная твердость наплавленного слоя.

Список литературы

1. Кушнер, В. С. *Материаловедение: учеб. для студентов вузов* / В. С. Кушнер, А. С. Верецака, А. Г. Схиртладзе, Д. А. Негров, О. Ю. Бургонова; под ред. В. С. Кушнера. – Омск: ОмГТУ, 2008. – 224с.

2. Энциклопедия по машиностроению [Электронный ресурс]: <http://mash-xxl.info/info/632564/> Дата обращения: 25.12.2016

ТИПОВЫЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ В СОЗДАНИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Папп А.А.

Филиал АО «ВПК «НПО машиностроения» - Конструкторское бюро «Орион», г. Оренбург

В современных условиях несовершенство имеющейся нормативной базы по определению трудоемкости выполняемых работ является сдерживающим фактором в решении задач по повышению производительности труда, снижению себестоимости и определению плановых цен на выполнение работ.

Сборник типовых норм времени на разработку конструкторской документации при создании ракетно-космической техники представляет собой систематизированный перечень типовых работ тематических подразделений предприятия, выполняемых в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и опытного производства по основным направлениям деятельности.

Нормирование труда работников предприятия (в общем случае) проводится в соответствии с правовыми документами РФ в части организации нормирования и оплаты труда на промышленном предприятии на основании разработанного технологического процесса.

Основные этапы типовых работ. Документация, подтверждающая выполнение типовых этапов.

1. *Научно-исследовательские работы (НИР)* разрабатываются в соответствии с ГОСТ РВ 15.105-2001.

2. *Аванпроект (техническое предложение)* разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.118-73 и ГОСТ РВ 15.103-2004.

3. *Эскизный проект* разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.119-73 и ГОСТ РВ 15.203-2001.

4. *Разработка рабочей документации (РД) на опытные изделия комплекса и макеты* разрабатывается в соответствии с ГОСТ на каждый вид документации.

5. *Изготовление макетов и опытных изделий комплекса, автономные испытания (АИ) и корректировка РД* проводится в соответствии с Положением РК-11 (РК-98), государственными стандартами и нормативными документами на каждый вид работ этапа.

6. *Изготовление опытных изделий комплекса, комплексные испытания (КИ), межведомственные испытания (МВИ) и корректировка РД* проводится в соответствии с Положением РК-11 (РК-98), государственными стандартами и нормативными документами на каждый вид работ этапа.

7. *Лётные испытания* комплекса и его изделий проводятся в соответствии с Положением РК-11 (РК-98) и программой лётных испытаний.

8. *Подготовка документации на изделия серийного производства* проводится в соответствии с Положением РК-11 (РК-98), ГОСТ 2.106-96 и другими государственными стандартами и нормативными документами.

9. *Подготовка и освоение серийного производства, изготовление, испытания изделий и корректировка документации на изделия серийного производства* проводятся в соответствии с Положением РК-11 (РК-98), ГОСТ РВ 15.301-2003, ГОСТ РВ 15.307-2002.

10. *Ввод в эксплуатацию* проводится в соответствии с Положением РК-11 (РК-98), ГОСТ В 25964-83, ГОСТ РВ 0015-707-2010.

11. *Эксплуатация* проводится в соответствии с Положением РК-11 (РК-98), ГОСТ РО 1410-002-2010, ГОСТ Р 51508-99, ГОСТ РВ 15.1 709-92.

12. *Утилизация* осуществляется в соответствии с утверждёнными техническими регламентами.

Модель расчёта трудоёмкости выполняемых работ с использованием нормативов.

В сборнике «Типовые нормы времени на разработку конструкторской документации» представлены нормы времени на типовые работы в часах. На величину времени выполнения работ могут влиять различные факторы.

В данных нормативах трудоёмкость на выполнение НИОКР определяется набором типовых работ, её составляющих.

При расчёте трудоёмкости используются деления технического комплекса на следующие уровни:

- сборочные единицы изделия;
- агрегаты;
- системы;
- изделия в целом.

Сборочные единицы изделия, системы, агрегатов относятся к тем же категориям расчёта, к которым относится изделие, система, агрегат.

Расчёт трудоёмкости работ в целом по теме – $T_{\text{НИОКР}}$ – определяется суммой трудоёмкостей работ по этапам выполнения проектно-конструкторских работ по формуле:

$$T_{\text{НИОКР}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{Э}i}, \quad (1)$$

где $T_{\text{Э}i}$ - трудоёмкость выполнения i -го этапа;

i - этап НИОКР;

n - количество этапов НИОКР.

Расчёт трудоёмкости работ этапа НИОКР по данным нормам сборника проводится снизу вверх, начиная с подразделений-соисполнителей, участвующих на данном этапе работ, с последующим выходом на головное подразделение, ответственное за соответствующий этап календарного плана работ, а в целом по НИОКР – суммированием трудоёмкости соответствующих этапов НИОКР.

С учётом изложенного, модель норматива для расчёта трудоёмкости работ этапа ($T_{\text{Э}}$) представляется в виде:

$$T_{\text{Э}} = K_{\text{ж}} \times \sum_{i=1}^n T_i, \quad (2)$$

где T_i - трудоёмкость отдельной работы i ;

n - число типовых работ, подлежащих выполнению, в рассматриваемом этапе выполняемой НИОКР;

$K_{\text{ж}}$ - коэффициент жёсткости, учитывающий рост производительности труда при расчёте трудоёмкости работ по отдельным этапам.

В свою очередь, трудоёмкость отдельной работы (T) определяется по формуле:

$$T = T_B * N * K_{\text{ОБ}}, \quad (3)$$

где T_B - базовая норма трудоёмкости типовой работы в объёме одного листа ф. «А4» (документа в целом или в другом указанном объёме) определённого вида документации;

N - число повторений типовой работы или объём указанной документации в листах ф. «А4» (другого формата) или документа в целом; количество листов документа, чертежа, схемы и т. п. на стадии формирования плановых документов определяется экспертным путём либо по имеющимся аналогам руководителем работ, директором проекта и, при необходимости, согласовывается с Заказчиком;

$K_{\text{ОБ}}$ - обобщённый корректирующий коэффициент, учитывающий сложность, новизну и другие факторы выполняемой типовой работы (при их наличии).

Обобщённый корректирующий коэффициент определяется следующими правилами вычисления:

- при использовании нескольких повышающих коэффициентов ($K_{\text{ОБ}} > 1$) обобщённый (повышающий) коэффициент определяется путём суммирования их дробных частей и единицы;

- при использовании нескольких понижающих коэффициентов ($K_{\text{ОБ}} < 1$) обобщённый (понижающий) коэффициент определяется путём их перемножения;

- при одновременном использовании повышающих и понижающих коэффициентов обобщённый коэффициент определяется как произведение обобщённых понижающих и повышающих коэффициентов.

Для расчёта обобщающего коэффициента используются коэффициенты, характеризующие влияние на трудоёмкость различных факторов:

$K_{\text{сл}}$ - коэффициент сложности; применяется к работам по выпуску эскизного проекта (ЭП), разработке РД, программа и методика (ПМ) испытаний, проведению НИР, а также к работам по технологической

подготовке производства, изготовлению изделий и проведению наземной отработки комплекса (изделия);

$K_{нов}$ - коэффициент новизны; применяется к работам по выпуску аванпроекта, ЭП, разработке РД, ПМ испытаний, проведению НИР;

$K_{пр}$ - коэффициент типа производства; применяется к работам опытного завода машиностроения в зависимости от типа производства научно-технической продукции; в качестве базовых приняты значения коэффициентов на изготовление изделий в условиях единичного производства;

$K_{кор}$ - коэффициент корректировок документации; применяется для всех видов выпускаемой документации до начала этапа лётных испытаний.

Разработка и внедрение обоснованных норм труда в создании ракетно-космической техники является необходимым звеном в механизме использования экономических законов, в частности в экономии рабочего времени, планомерного развития предприятия, стоимости, распределения по труду.

Список литературы

1. Маркова, А. М. *Нормирование сегодня : учебно-познавательный курс / Анна Маркова. – Санкт-Петербург : «Реноме», 2016 – 252 с. : ил. – ISBN 978-5-91918-729-5.*

2. *Положение о порядке создания, производства и эксплуатации (применения) ракетных и космических комплексов (Положение РК-11), введённое в действие приказом Роскосмоса от 22.12.11 №232 ДСП.*

3. *Типовые нормы времени на разработку конструкторской документации : материалы Центрального бюро нормативов по труду государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам, издание 2-е, переработанное и дополненное / Москва : «Экономика», 1991.*

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ЦЕЛЕВОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ДЛЯ ОПК ПО НАПРАВЛЕНИЮ КОНСТРУКТОРСКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Поляков А.Н., Никитина И.П.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Предприятия оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России это высокотехнологичные производства, объединяющие традиционные, передовые и перспективные на сегодняшний день технологии, а также активно использующие современное оборудование и информационные технологии.

На предприятиях ОПК работают специалисты различных специальностей. Наряду со специалистами узкопрофильной подготовки на предприятиях ОПК оказываются востребованными специалистами традиционных не специализированных направлений подготовки. Еще в СССР на предприятиях ОПК востребованными были инженеры-механики по специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент». Востребованность инженеров этой специальности объяснялась достаточно широким профилем охвата смежных областей знаний техники. Выпускники этой специальности ориентировались практически в любой отрасли экономики. С переходом на многоуровневую систему образования в России правопреемником данной специальности подготовки стали два одноименных направления подготовки бакалавров и магистров с различающимися шифрами: 15.03.05 и 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Обучение бакалавров и магистров по этим направлениям подготовки в Оренбургском государственном университете реализуется на кафедре технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов.

За последние пять лет кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета существенно обновила материально-техническую базу.

Лаборатория станков с ЧПУ была доукомплектована двумя станками с ЧПУ фирмы HAAS: четырехкоординатным токарным с фрезерными функциями ST-10Y, оснащенным двенадцатипозиционной револьверной головкой и трехкоординатным фрезерным станком TM-1P с системой автоматической смены инструмента (АСИ). Токарный станок снабжен автоматическим устройством для настройки инструмента HPMA фирмы Renishaw. Установленная на станке револьверная головка может быть снабжена шестью приводными станциями, в которых могут быть установлены вращающиеся инструменты любого вида – сверла, фрезы, метчики, развертки. Станки HAAS укомплектованы стойкой ЧПУ HAAS-Fanuc, оснащенной системой визуализации обработки на мониторе стойки, что существенно

упрощает отладку управляющих программ. Совместно со станками были приобретены четыре симулятора стоек HAAS-Fanuc, полностью повторяющие пульт управления станком и позволяющие осуществлять параметрическое программирование.

Имеющийся на кафедре станок с ЧПУ с АСИ 400V был доукомплектован системой измерения детали на станке фирмы Blum Novotest, что позволило реализовать на станке новую OMV-технология [1].

Дополнительно для обучения студентов разработке управляющих программ для станков с ЧПУ был приобретен универсальный интерактивный класс для трех систем ЧПУ: Siemens, Fanuc, Heidenhain (изготовитель учебного класса фирма Emco, Австрия). Наличие в лаборатории станков с ЧПУ, оснащенных двумя разными системами ЧПУ существенно расширило возможности подготовки специалистов. Интерактивный класс ЧПУ был запущен в учебный процесс практически «с колес». Еще не имея собственного методического обеспечения, преподаватели кафедры, пройдя ускоренными темпами обучение и самообучение по использованию симуляторов стоек с ЧПУ, начали проводить практические и лабораторные занятия по подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ. Приобретение интерактивного класса ЧПУ позволило реорганизовать профильные курсы повышения квалификации преподавателей университета на новом уровне. Заинтересованность стали проявлять малые предприятия города.

Высокотехнологичные производства характеризуются жесткими допусками размеров изготавливаемых деталей. Поэтому для обучения студентов современным автоматизированным системам измерения размеров, а также формы и расположения поверхностей была приобретена координатно-измерительная машина Wenzel XOrbit 55 (производитель Wenzel, Германия). После выполненной калибровки координатно-измерительной машины допуск измеряемого размера в рабочем пространстве машины не превысил 3 мкм. Это позволило проводить не только студенческие лабораторные работы, но и исследования по научной тематике кафедры [2].

Изготовление сложной техники на предприятиях ОПК приводит к повышению актуальности опытно-конструкторских работ. Одним из неотъемлемых этапов современного производства является создание макета изделия, функционально максимально приближенным к оригиналу. Наиболее эффективным методом достижения этой цели является использование технологий быстрого прототипирования на базе аддитивных технологий [3]. Для формирования у студентов новых компетенций в области аддитивных технологий был приобретен 3D принтер Dimension Elite (производитель Stratasys, США).

3D принтер Dimension Elite спроектирован по FDM-технологии, позволяющей создавать модели методом послойного наплавления пластиковых нитей. Одна нить формирует слой поддержки. Вторая нить используется по прямому назначению принтера – печатает спроектированную модель изделия. Основным материалом принтера является промышленным пластиком – ABS-

пластик. Производимые из него изделия находят практическое применение не только в учебном процессе при создании сложных редукторов и концептуальных моделей различных машин, но и для мелких хозяйственных нужд университета.

Современное оборудование кафедры привело не только к необходимости совершенствования учебного плана обучения бакалавров и магистров по направлениям 15.03.05 и 15.04.05, но и к возможностям проведения дополнительного обучения студентов других направлений подготовки, реализуемых в университете. Это было реализовано в рамках проекта «по совершенствованию содержания и технологий целевого обучения студентов в интересах организаций оборонно-промышленного комплекса» («Новые кадры ОПК – 2016»). Студенты 17 направлений среднего профессионального образования, бакалавриата и магистратуры Оренбургского государственного университета в рамках соответствующих учебных дисциплин на материально-технической базе кафедры изучали: аддитивные технологии, технологии подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и технологии автоматизированных измерений.

Поскольку за последние пять лет развитие материально-технической базы университета было реализовано и на других кафедрах, то это позволило студентам направления подготовки 15.03.05 и 15.04.05 дополнительно в рамках гранта «Новые кадры ОПК – 2016» изучить соответствующие модули, включающие по четыре дополнительных учебных дисциплин, не предусмотренных действующими учебными планами.

Для магистров в рамках учебного модуля «технологии и оборудование для обеспечения высокотехнологичного производства на АО «ПО «Стрела» было предложено изучить учебные дисциплины:

- разработка современных методов упрочнения и импортозамещающих технологий в машиностроительной отрасли;
- разработка управляющих программ для многоосевых станков;
- компьютерное моделирование сложных технических систем;
- программирование контроллеров систем автоматизации.

Для бакалавров этот учебный модуль, включал дисциплины:

- инженерное творчество в робототехнике;
- технология и оборудование современных материаловедческих исследований;
- технологии и оборудование быстрого прототипирования изделий и аддитивные технологии;
- автоматизация динамического моделирования механизмов технологического оборудования.

Работа в рамках грантов по подготовке кадров для ОПК позволяет совершенствовать специализированную подготовку студентов для предприятий ОПК и экономики страны в целом; создает эффективные условия для свободного трудоустройства выпускников на предприятиях любой сложности производства.

Выполненный объем работ в рамках грантов по подготовке кадров для ОПК позволил сформулировать ряд направлений деятельности в подготовке специалистов высокого уровня для национальной экономики.

В области совершенствования материально-технической базы:

- а) приобретение оборудования, отвечающего двум принципиально различающимся направлениям: перспективное и действующее в регионе;
- б) периодическое обновление высокотехнологичного оборудования, с периодом обновления до пяти лет;
- в) непрерывное финансовое и материально-техническое сопровождение приобретенного оборудования в период его эксплуатации;
- г) доведение уровня оплаты труда специалистов, обслуживающих высокотехнологичное оборудование до высшего уровня оплаты аналогичных специалистов на предприятиях региона, с постоянной индексацией;

Решение обозначенных выше проблем в этой области позволит существенно сократить период освоения новой техники и приступить к решению новых задач, направленных на повышение производительности труда в экономике страны.

В области методического обеспечения:

- а) сочетание в методических пособиях практико-ориентированного материала с теоретическими разработками, причем переход от теории к практике должен быть четко прописан; это должно позволить открыть направление подготовки будущих специалистов-стратегов на производстве, исходя из сложившейся за последние двадцать лет практико-ориентированной методологии подготовки специалистов;
- б) пособия должны содержать четко установленную градацию уровня обучения специалистов;
- в) пособия должны обеспечивать полную самостоятельность их изучения.

В области организации учебного процесса:

- а) увеличение доли аудиторных занятий;
- б) исключение из учебного плана дисциплин, не обеспеченных соответствующим оборудованием;
- в) строгая регламентация в учебном плане времени получения навыков работы на высокотехнологичном оборудовании.

Список литературы

1. Поляков, А.Н. Автоматизированная система коррекции температурной погрешности станков с чпу/ А.Н. Поляков, А.Н. Гончаров // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2016. – № 2 (227). – С. 33-41.
2. Поляков, А. Н. Экспериментальные исследования концевого фрезерования на отделочных стадиях обработки / А.Н Поляков, С.В. Каменев // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – Т. 4. – С. 109–115.
3. Поляков, А.Н. Опыт реализации технологий быстрого прототипирования при подготовке инженерных кадров [Электронный ресурс]

/ Поляков А.Н., Романенко К.С., Никитина И.П. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссий. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2015. – С. 115-118.

ОБЗОР СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ФИРМЫ ZOLLER

Попова Е.Н., Марусич К.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

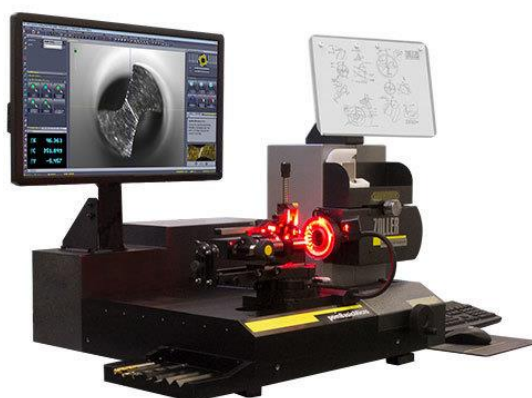
В настоящее время существует большое количество средств контроля режущего инструмента, предназначенных для получения точных значений различных геометрических величин в установленных диапазонах. В рамках данной статьи проведён небольшой обзор средств контроля фирмы ZOLLER Германия.

Продукция ZOLLER [1] охватывает все сферы применения, включая настройку, контроль и управление инструментом. В качестве примера на рисунке 1 представлена лишь часть ассортимента фирмы.



а)

б)



в)

г)

Рисунок 1 – Средства контроля режущего инструмента фирмы ZOLLER.

На рисунке 1а представлено универсальное устройство для автоматического измерения и контроля цилиндрических червячных фрез «hobCheck». Устройство позволяет в автоматическом режиме измерять червячные фрезы. С обработкой в проходящем свете, камерой отраженного света и измерительным щупом можно измерять более 15 параметров (профиль зуба, радиальное биение, шаг резьбы). Автоматический расчет и графическое протоколирование свыше 200 значений измерения, расчет классов точности. Кроме того, устройство предлагает для переточки удобный расчет износа на головке зуба.

На рисунке 1б представлен прибор «sawCheck» для полной проверки точности дисковых пил. Во время измерения в проходящем свете контролируются такие параметры, как форма режущего зуба, шаг, concentricity, осевое биение, а в отраженном свете (радиальный/осевой замер) такие параметры, как эффективный режущий угол, угол в проекции, ширина зуба, смещение или износ могут быть проверены бесконтактным способом быстро и точно.

На рисунке 1в представлена машина «aralon CNC» предназначена для автоматизированного измерения фрез с внутренним расположением зубьев. Электронный датчик с ЧПУ может автоматически поворачиваться на 180° и

позиционироваться индивидуально на всех режущих кромках, независимо от их выравнивания. Измерительная система определяет показатели биения и соосности и автоматически их компенсирует.

На рисунке 1г представлена компактная контрольно-измерительная машина «romBasicMicro», предназначенная для контроля и измерения микроинструментов. Изображения инструментов малых размеров регистрируются с помощью специального видеомикроскопа, оснащенного монохроматической камерой. Индивидуально настраиваемая система обработки изображений с интуитивно понятным принципом работы предлагает множество измерительных и оценочных алгоритмов, в первую очередь, для измерения углов, расстояний, уровня износа, качества режущих кромок и микрофрагментов. Компактная и универсальная система может применяться в метрологических лабораториях, на участках приема готовых изделий или непосредственно на производстве.

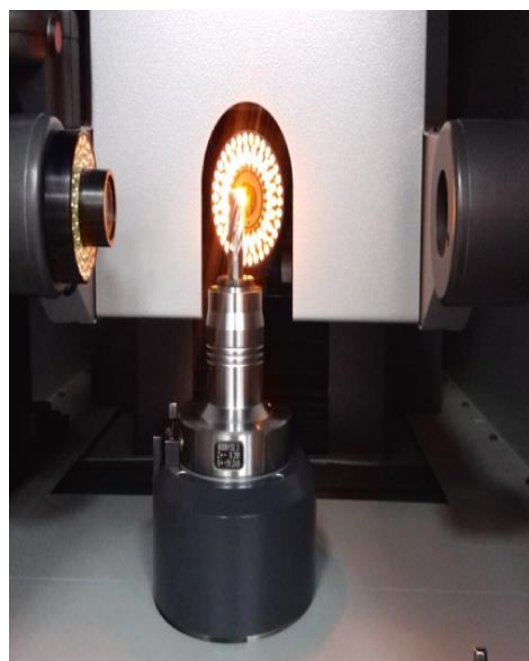
Более подробно рассмотрим универсальное измерительное устройство ZOLLER genius 3s (рисунок 3а), прибор для измерения режущего инструмента. На нем возможно измерение одного параметра отдельно и комплексно всех необходимых параметров инструмента. На выбор существует более 200 форм режущих кромок. Приглушаемая светодиодная подсветка позволяет отображать и диагностировать все режущие кромки. Возможно измерение в проходящем и отраженном свете. В дальнейшем результаты измерений переносятся в шлифовальный станок одним нажатием кнопки и все недоработки или не получившиеся параметры возможно исправить.

Измерители фирмы ZOLLER построены по модульному принципу. Модель ZOLLER genius 3s имеет пять осей. На основании измерителя находится узел оси X, оси Y, приспособление для крепления инструмента, которое установлено в подшипнике и может вращаться. По оси X перемещается стойка с держателем оптических устройств, которые в свою очередь могут перемещаться в вертикальном положении.

Для начала работы необходимо выбрать адаптер, в соответствии с хвостовиком инструмента, который следует установить. Затем произвести калибровку (данные сохраняются автоматически). После этого установить инструмент в шпиндель (рисунок 2б). Следующим этапом будет определение режущей кромки в позиции измерения. Устройство может выполнить измерение одного параметра или комплексный анализ всех интересующих параметров инструмента.



а)



б)

Рисунок 2 – Универсальный прибор для измерения режущего инструмента ZOLLER genius 3s.

С помощью программы измерения можно проконтролировать много геометрических параметров в проходящем и падающем свете. Такие как передний угол, ширину фаски, длину подточки, угол спирали, задний угол, высоту кромки, ширину зуба, угол перемычки, передний и задний угол торцевого сечения. При этом необходимо указать фокус и форму режущей кромки. Результаты измерения можно представить в виде документов и вывести на печать.

Дополнительно на устройстве есть программа для измерения диаметра фрез с четным и не четным количеством зубьев. При указании фокуса и режима измерения фреза будет прорисована полностью и на экране будет представлено её биение, если она не равномерно отшлифована или утратила свои рабочие характеристики (изношена).

Ещё одной не заменимой опцией устройства является программа lasso (анализ инструментов). Она необходима для сравнения заданных и фактических значений на измеряемом контуре режущих кромок. Лишь указав начальную и конечную точку исследуемого контура, после успешного измерения на экране отобразится заданный профиль. С помощью имеющихся функций измерений, указания размеров, возможно, формировать точку пересечения, измерение дистанций, указание горизонтальных и вертикальных, угловых и радиусных размеров нормально, связно и разделяя на сегменты.

Таким образом, с помощью такого универсального измерительного прибора возможно получение точных результатов в пределах 2 мкм. Большой спектр измеряемых параметров позволяет проводить контроль над разнообразным инструментом. Созданные программы для гостовского и

стандартного инструмента сохраняется и используется в дальнейшем при их изготовлении и проверки, что значительно сберегает время для контроля особенно при массовом изготовлении инструмента. Ещё одним из плюсов данного устройства является то, что все замеры происходят без участия человека и в полученных протоколах невозможно изменить полученных результатов.

В дальнейшем планируется в рамках магистерской диссертации по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств разработать методическое обеспечение для настройки инструмента на универсальном измерительном приборе ZOOLER genius 3s.

Список литературы

1. ZOLLER - Старт [Электронный ресурс]: Сайт фирмы ZOLLER. – Режим доступа: <http://zoller.info/ru/> (дата обращения: 2.12.2016 г.)

ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Проскурин В.Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Качество подготовки выпускника университета определяется комплексом компетенций, которые характеризуют способности решать определенные профессиональные задачи при осуществлении трудовой деятельности в той или иной сфере экономики. Знания и умения, необходимые для выполнения трудовых функций, определены в профессиональных стандартах, требования которых следует учитывать при разработке образовательных программ по соответствующим направлениям подготовки.

В проектах образовательных стандартов ФГОС 3++ определены три группы компетенций, формируемых в результате реализации программ бакалавриата: универсальные, общепрофессиональные и профессиональные. При этом формулировки универсальных и общепрофессиональных компетенций приведены в стандартах, а перечень профессиональных компетенций образовательная организация должна сформировать самостоятельно с учетом направления подготовки, профиля образовательной программы, и содержания обобщенных трудовых функций из соответствующих профессиональных стандартов. Таким образом, образовательной организации предоставляется некоторая свобода действий при разработке образовательной программы и учебного плана по направлению подготовки, но объем необходимых знаний и умений, которыми должен обладать выпускник, задан профессиональными стандартами, утвержденными на государственном уровне.

Комплекс знаний, умений и навыков выпускника формируется в процессе реализации образовательной программы. С внедрением ФГОС 3++ содержание образовательной программы, организация и качество образовательного процесса должны оцениваться по критериям, установленным профессиональными стандартами.

Образовательная программа по сути является проектом образовательного процесса, представленного в виде комплекта документов принятой форме. Разработка образовательной программы, а именно ее основной части – учебного плана, может выполняться на основе блочно-иерархического подхода с использованием типовых принципов проектирования технических объектов: декомпозиции, итерационности, применения типовых решений. Структура учебного плана представляется в виде иерархического дерева, где конечные вершины, расположенные на различных иерархических уровнях, соответствуют учебным дисциплинам, а ребра – соединениям учебных дисциплин в блоки и модули. Проектирование учебного плана может выполняться в восходящем или нисходящем направлении.

Восходящее проектирование учебного плана заключается в том, что он в большей части составляется из ранее читаемых учебных дисциплин,

унифицированных для различных направлений подготовки. Такие дисциплины составляют большинство в гуманитарных, естественнонаучных и общепрофессиональных блоках учебного плана. К числу положительных факторов восходящего проектирования относятся хорошая обеспеченность учебной литературой, подготовленность преподавателей, наличие учебно-лабораторного оборудования. Отрицательной стороной является возможное несоответствие содержания отдельных дисциплин задачам формирования компетенций для определенного направления подготовки.

Нисходящее проектирование учебного плана осуществляется в направлении от заданных компетенций к перечню дисциплин. В этом случае содержание учебных дисциплин разрабатывается на основе требований к знаниям и умениям, необходимым для выполнения трудовых функций, перечисленных в профессиональных стандартах. Нисходящее проектирование обеспечивает более рациональное и целенаправленное использование учебного времени, дефицит которого существует в настоящее время при реализации образовательной программы бакалавриата, когда за четыре года необходимо дать обучающимся практически такой же объем учебной информации, на который ранее отводилось пять лет и более.

Решение этой задачи особенно актуально при подготовке выпускников бакалавриата по направлениям, востребованным предприятиями оборонно-промышленного комплекса, производство которых базируется на наукоемких технологиях и развивается опережающими темпами.

Для примера рассмотрим проекты ФГОС 3++, разработанные федеральным учебно-методическим объединением по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 24.00.00 Авиационная и ракетно-космическая техника. В Оренбургском государственном университете осуществляется подготовка бакалавров по направлениям 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, профиль Ракетостроение и 24.03.04 Авиастроение, профиль Самолето- и вертолетостроение. Профили подготовки определены и утверждены университетом исходя из кадровых потребностей базовых предприятий и региональных работодателей. Основным видом профессиональной деятельности выпускников бакалавриата является конструкторско-технологическая подготовка и сопровождение производства летательных аппаратов и их агрегатов, а именно:

- проведение проектно-конструкторских и расчетных работ по разработке авиационной и ракетной техники;
- разработка чертежей, схем и электронных моделей летательных аппаратов;
- разработка материалов технического предложения, аванпроекта, эскизного проекта, макета, технического проекта летательного аппарата, проектной и рабочей конструкторской документации;
- разработка электронного макета летательного аппарата и его составных частей;

- проведение проектировочных расчетов характеристик летательного аппарата и его агрегатов;
- расчет и контроль массово-инерционных, центровочных характеристик летательного аппарата;
- разработка механических конструкций, систем и агрегатов летательного аппарата;
- внедрение в производство технологических процессов сборки и испытаний вновь запускаемых изделий;
- разработка технологических процессов сборки и испытаний агрегатов и систем с применением средств автоматизированного проектирования;
- осуществление контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах;
- разработка технического задания на проектирование стапельного оснащения и стендов для сборки и испытаний крупногабаритных агрегатов;
- разработка и оформление технологической и распорядительной документации.

Квалификационная характеристика конструкторов и технологов, выполняющих перечисленные трудовые функции, дана в соответствующих профессиональных стандартах. В них же приведен перечень необходимых знаний, на базе которого при разработке образовательной программы следует составлять список дисциплин учебного плана, формирующих заданные профессиональные компетенции.

Если ориентироваться на профессиональные стандарты, то составление учебного плана следует начинать с дисциплин, относящихся к профессиональному циклу. Специалист по проектированию и конструированию авиационной техники, имеющий высшее образование на уровне бакалавриата, в соответствии с профессиональным стандартом должен обладать знаниями в следующих областях:

- техническая механика;
- расчеты на прочность и жесткость;
- основы метрологии, стандартизации и сертификации;
- сведения о конструкционных материалах;
- технология конструкционных материалов;
- аэродинамика и газодинамика;
- динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата;
- оборудование летательных аппаратов;
- силовые установки летательных аппаратов;
- устройство летательных аппаратов;
- конструирование и проектирование летательных аппаратов;
- основы технологии производства летательных аппаратов;
- основы эксплуатации авиационной техники;
- требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности;
- технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия;

- основы систем автоматизированного проектирования;
- основы эргономики пилотских и пассажирских кабин;
- нормативно-техническая документация, включая единую систему конструкторской и технологической документации, нормы прочности летательных аппаратов, руководства для конструкторов, авиационные правила, перечни нормализованных элементов узлов и деталей, сортаменты, применяемые в авиационной промышленности.

Инженер-технолог по сборочному производству в ракетно-космической промышленности должен знать:

- конструкцию ракетной техники;
- директивные технологические процессы;
- типовые технологические процессы;
- систему допусков и посадок;
- современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий ракетной техники;
- средства и методы измерений и контроля, применяемые в технологических процессах.

Необходимые умения формулируются в профессиональных стандартах следующим образом:

- применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов;
- применять методики расчета летательного аппарата на прочность;
- применять методики расчета надежности агрегатов, узлов и систем летательных аппаратов;
- применять методики кинематических расчетов узлов;
- читать и понимать техническую документацию на английском языке;
- работать с программными средствами общего и специального назначения и др.

Рабочие программы учебных дисциплин составляются с учетом перечисленных требований к знаниям и умениям выпускников бакалавриата. Перечень учебных дисциплин должен охватывать всю совокупность необходимых компетенций бакалавра, которые формируются также на основе знаний и умений.

Профессиональные компетенции бакалавров по направлениям подготовки 24.03.01 и 24.03.04 могут быть сформулированы следующим образом:

- способен выполнять расчеты на прочность и жесткость детали конструкции летательных аппаратов;
- способен выбирать методы обеспечения точности и взаимозаменяемости деталей летательных аппаратов;
- способен рассчитывать летные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов;
- способен выполнять аналитический обзор устройства, конструкции и характеристик летательных аппаратов;

- способен пользоваться пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта;

- способен разрабатывать компоновки пилотских и пассажирских кабин с учетом требований эргономики и т. п.

Анализируя состав и содержание компетенций, знаний и умений, используя принципы нисходящего проектирования, можно представить следующую последовательность разработки учебного плана и образовательной программы в целом. В первую очередь на верхнем иерархическом уровне определяются блоки дисциплин, обеспечивающие получение знаний и умений в соответствии с видами профессиональной деятельности по выбранным профессиональным стандартам, и определяется состав этих блоков. К дисциплинам, необходимым для конструкторской деятельности, относятся проектирование самолетов и вертолетов, основы проектирования летательных аппаратов, конструкция узлов и агрегатов, проектирование авиационных конструкций и др. В блок технологических дисциплин, на которых базируется производственно-технологическая деятельность, входят основы технологии производства летательных аппаратов, технология ракетостроения, технология самолето- и вертолетостроения.

На следующем иерархическом уровне в учебный план включаются дисциплины, дополняющие содержание дисциплин верхнего уровня и обеспечивающие получение знаний и умений по отдельным наиболее важным проблемам и разделам. Примером таких дисциплин могут быть проектирование беспилотных летательных аппаратов, динамика полета, оборудование летательных аппаратов, технология испытательных работ, технология сборочно-сварочных работ, производство заготовок.

Далее составляется перечень дисциплин, обеспечивающих необходимые знания и умения для освоения учебного материала дисциплин конструкторского и технологического блоков, расположенных на верхних иерархических уровнях. К таким дисциплинам относятся техническая механика, аэродинамика, материаловедение, системы автоматизированного проектирования, введение в специальность, инженерная графика, надежность машин и др. Дисциплины этого уровня должны формировать как профессиональные знания и умения, так и общепрофессиональные компетенции, определенные в образовательных стандартах.

На следующем иерархическом уровне в учебный план включаются дисциплины для формирования универсальных компетенций. Например, дисциплина «Иностранный язык» обеспечивает получение компетенции УК-4 «Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном языке», дисциплина «Физическая культура» необходима для компетенции УК-7 «Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности».

Для формирования основной части универсальных компетенций образовательными стандартами предусмотрено изучение обязательных дисциплин: философия, история, иностранный язык, безопасность жизнедеятельности, физическая культура и спорт. Некоторые универсальные компетенции имеют воспитательный характер и могут быть получены в процессе межличностного общения в студенческом коллективе, в ходе прохождения производственной практики на предприятиях, при выполнении самостоятельной и научной работы, при организации экскурсий в учреждениях культуры.

При разработке образовательных программ по ФГОС 3++ представляется возможным увеличение объема профессиональных дисциплин за счет сокращения числа общеобразовательных дисциплин. Например, некоторые разделы химии включить в материаловедение, разделы физики изучать в дисциплинах динамика полета, аэродинамика, техническая механика, раздел «Соединения» из деталей машин включить в конструирование узлов и агрегатов летательных аппаратов. Такой подход устранил дублирование учебной информации, а сокращение числа дисциплин при увеличении их объема позволит уменьшить объем «бумажной» оформительской работы преподавателей и освободить время для научной и учебно-методической работы.

Основным результатом реализации такого подхода будет формирование образовательной программы, отвечающий современным требованиям к уровню и качеству подготовки выпускников.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЛА

Селянин Е.А., Сулейманов М.Р., Горбунов А.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В связи с развитием конструкций необходимо разрабатывать новые технологии сварки деталей любых толщин из разных материалов, поэтому постоянно распространяется набор используемых видов и способов сварки, таблица 1. На сегодняшний день сваривают детали толщиной от нескольких микрон до нескольких метров, сделанных из обычных сталей и специальных сплавов. За последние годы произошли важные изменения в источниках питания для сварки, которые используют наработки микропроцессорной техники и инверторных блоков, что позволило многократно расширить технологические возможности сварки.

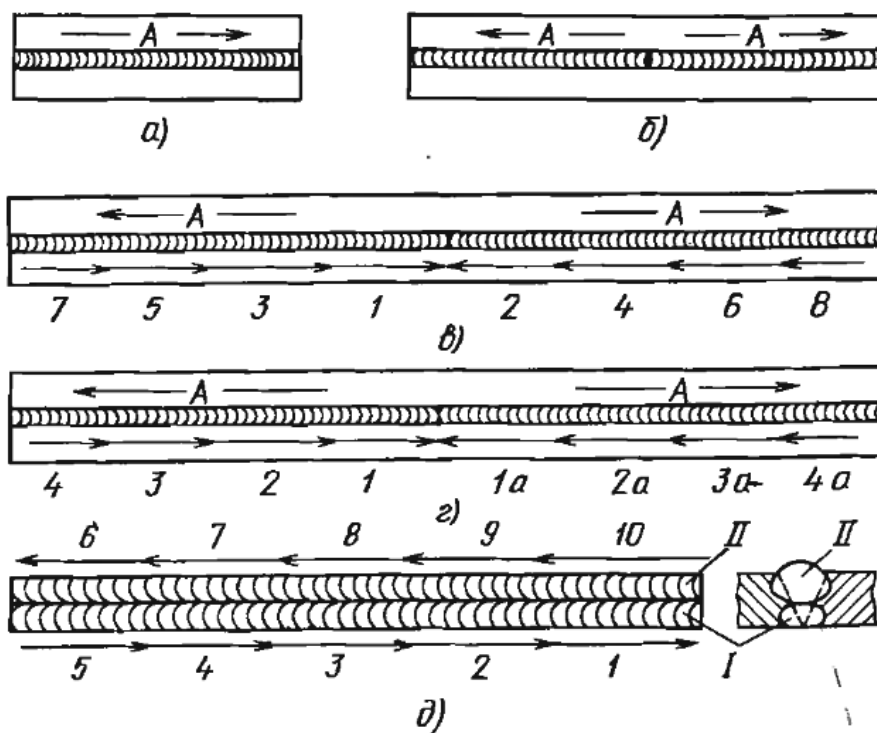
Таблица 1 – Классификация методов сварки металлов по физическим привязкам.

Сварка без давления плавлением	Сварка с давлением	
	Термомеханические процессы	Механические процессы
Газовая	Высокочастотная	Взрывом
Дуговая	Газопрессовая	Магнитно-импульсная
Лазерная	Диффузионная	Трением
Плазменная	Контактная	Ультразвуковая
Термитная	Кузнечная	Холодная
Электронно-лучевая	Печная	
Электрошлаковая		

Рассмотрим наиболее распространённые способы сварки для изготовления устройств транспортирования и хранения ЛА.

Дуговая сварка – получила широкое распространение в машиностроении и охватывает большой объем среди известных на данный момент способов сварки. Эта разновидность сварки позволяет выполнять как вертикальные так и потолочные швы, при необходимом качестве сварного шва. Сварка электрической дугой прямого действия находит наибольшее применение. Наилучшее качество сварного соединения достигается сваркой короткой дугой, длина которой обычно $\leq 0,5-1,1$ от диаметра электрода; при токе от 90 до 350 А и напряжений дуги от 18 до 30 В. При длинной дуге увеличивается окисление металла, увеличивается разбрызгивание, уменьшается глубина провара.

Основными преимуществами способа является универсальность, простота оборудования и возможность выполнять швы различной протяженностью, рисунок 1. Недостаток – невысокая производительность, но это компенсируется использованием средств механизации и роботов.



а,б – короткие и средние швы, в – длинные швы,
I и II – первый и второй слой

Рисунок 1 – Схемы сварки швов различной протяженности

Контактная сварка использует нагрев теплотой, появляющегося вследствие течения сварочного тока по сопротивлениям свариваемых элементов, этот принцип лежит в основе закона Джоуля-Ленца. Вследствие этого этот закон играет огромную роль в этом виде сварки. Контактная сварка подразделяется на точечную, шовную, рельефную и стыковую. При шовной сварке соединение деталей получается вращением электродов в виде дисков, которые передают на свариваемые детали ток, при этом используя силу сжатия. При шовной сварке также необходимо образование литого ядра в каждом месте сварки. При стыковой сварке используются специальные электроды, подводящие к свариваемым элементам ток и передающих силу сжатия в осевом направлении, при этом образуется сварное соединение по всей длине свариваемых деталей. Стыковая сварка подразделяется: сварку сопротивлением и сварку оплавлением. Сварка сопротивлением использует нагрев металла стыкуемых торцов поверхностей, зачастую до пластического состояния и в очень редких случаях до расплавления, а при сварке оплавлением – до обязательного образования слоя расплавленного металла на торцах обеих деталей.

Плазменная сварка – сварка плавлением, где нагрев ведется направленным потоком дуговой плазмы (плазменной струей). Плазменно-дуговая сварка

получила широкое распространение, как и сварка в среде защитных газов неплавящимся электродами. Поэтому этот способ сварки используется во многих отраслях машиностроения, народного хозяйства где получила широкое распространение аргонодуговая сварка.

При сварке давлением неразъемное соединение образуется в результате деформации или термомодеформационного воздействия на соединяемые материалы в зоне контакта.

В связи со сложной конструкцией подобных устройств многие способы сварки не позволяют выполнять вертикальные и потолочные швы, то использование дуговой сварки является наиболее рациональным.

Список литературы

1. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. *Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производств и проектирования сварных конструкций.* М.:Высш. шк., 1983. 344 с.

2. *Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. Т. 4 / Под ред. Ю.Н. Зорина.* М.: Машиностроение. 1979. 512 с.

3. Хаванов В.А., Седов Ю.С., Полосков С.И. *Реализация принципов унификации при разработке оборудования для дуговой сварки в монтажном производстве // Сварочное производство. 1993. №9.С. 26-28.*

4. Гельман А.С. *Технология и оборудование контактной электросварки: Учебник для вузов.* М. Машгиз, 1960. 367 с.

5. Кочергин К.А. *Контактная сварка.* Л.: Машиностроение. 1987.240 с.

6. Петров А.В. *Плазменная сварка: Итоги науки и техники / ВИНТИ. Сер. «Сварка».* 1980. Т. 12.С. 53-109.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ОГУ

Сердюк А.И., Проскурин Д.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Известно, что уровень подготовки абитуриентов, зачисляемых на первый курс, во многом предопределяется объемом и качеством профориентационной работы, проводимой со старшеклассниками.

Особенностью профориентационной работы, проводимой в Аэрокосмическом институте ОГУ (АКИ), является ее финансирование в рамках гранта «Кадры для ОПК». Оплата профориентационных мероприятий стимулирует сотрудников АКИ к организации многочисленных профориентационных мероприятий и их качественному проведению.

В настоящее время можно говорить о сложившейся системе профориентации старшеклассников, которая включает следующие составляющие контактной работы с абитуриентами [1, 2]:

- 1) профориентационные встречи в школах города и области;
- 2) экскурсии школьников в лаборатории кафедр АКИ;
- 3) экскурсии старшеклассников в музей и цеха АО «ПО «Стрела»;
- 4) занятия со школьниками в кружке по робототехнике.

Для информирования школ Оренбуржья о профориентационных мероприятиях АКИ подготовлено информационное письмо, адресованное директорам гимназий, лицеев и школ Оренбуржья, разосланное через аппарат управления образования администрации города Оренбурга (рисунок 1).

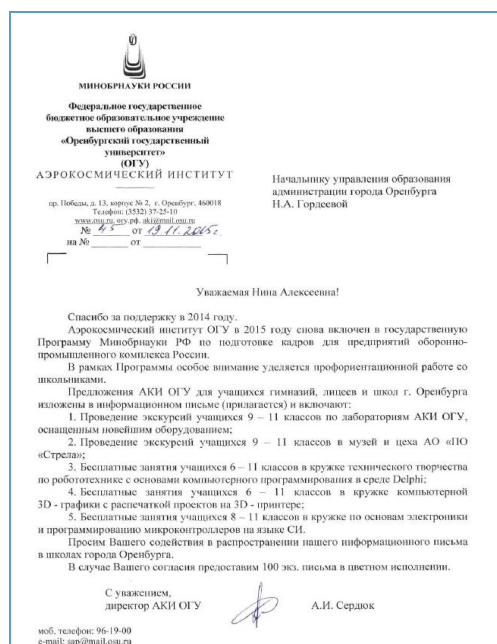


Рисунок 1 – Информационное письмо

Рассмотрим направления профориентационной работы более подробно.

Профориентационные встречи в школах города и области являются эффективным направлением деятельности и характеризуются наиболее массовым охватом школьников контактной профориентационной работой. На профориентационных встречах школьникам демонстрируется презентационный 10-минутный фильм об АКИ [3], раздаются лифлеты, проводятся беседы о направлениях подготовки, условиях поступления, особенностях обучения и возможностях последующего трудоустройства. Нередки случаи, когда на встречу с профориентатором АКИ собираются школьники из нескольких близлежащих сельских школ.

Только в сентябре – декабре 2016 года сотрудниками АКИ проведено 39 профориентационных встреч в школах Оренбурга и 139 – в школах области с общим охватом (по отчетным документам) 5255 школьников.

Экскурсии по лабораториям кафедр АКИ служат наглядным средством демонстрации имеющегося современного учебно-лабораторного оборудования по материаловедению, аддитивным технологиям и 3D – моделированию, микроконтроллерным системам управления, интерактивному обучению системам ЧПУ, а также многоцелевых станков с ЧПУ и координатно-измерительной машины [4] (рисунок 2).



Рисунок 2 – Экскурсия школьников в лабораторию кафедры ТММСК

Демонстрация работы лабораторного оборудования вызывает у школьников неподдельный интерес.

Экскурсии на АО «ПО «Стрела» организуются при поддержке учебно-производственного центра Объединения как для школьников, так и для студентов-первокурсников [5]. Ребятам демонстрируется работа современного оборудования для многокоординатной, лазерной и гидроабразивной обработки. Посещение действующих цехов оборонного предприятия позволяет будущим специалистам наглядно представить места производственных практик и последующего трудоустройства.

Работа школьников в кружке по робототехнике проводится под руководством к.т.н., ст. преподавателя кафедры САП С.Ю. Шамаева. В кружке занимаются 10 школьников 4 – 9 классов. О качестве подготовки ребят свидетельствует тот факт, что 12 мая 2016 года на региональном Турнире по робототехнике «Оренбот-2016» две команды школьников-кружковцев заняли 1 и 2 место в более старшей возрастной категории. Активная профориентационная работа коллектива АКИ привела к тому, что по среднему баллу ЕГЭ абитуриентов 2015 года, поступивших на направление «Авиационная и ракетно-космическая техника», ОГУ вышел на четвертое место в стране [6].

К перспективным направлениям профориентационной работы следует отнести направления, рекомендованные вторым общероссийским форумом «Новые кадры ОПК: молодые таланты России», состоявшемся 14 декабря 2016 года в Москве:

- участия вуза в школьном олимпиадном движении инженерных специальностей «Звезда», курируемом Союзом машиностроителей России в интересах оборонно-промышленного комплекса страны;
- участия команд школьников и студентов в общероссийском конкурсе по робототехнике «Роботлон»;
- участия студентов профессионального и среднего профессионального образования в конкурсах по международной программе Worldskills.

Это – задачи на перспективу. Накопленный методический и практический опыт профориентационной работы позволяет с оптимизмом смотреть в будущее.

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. Ковалевский, В.П. *Материальная база Аэрокосмического института ОГУ: на пути к технологиям нового уклада* / В.П. Ковалевский, А.И. Сердюк // *«Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры»*. Материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 307 – 311.
3. *Презентация Аэрокосмического института ОГУ*. - Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=frmexnjruuk>. – 19.12.2016.
4. *Аэрокосмический институт ОГУ представляет новые возможности в виде регионального ресурсного центра*.- Режим доступа: <http://osu-aki.ru/>. – 19.12.2016.
5. Сердюк, А.И. *Сотрудничество вуз - предприятие ОПК на примере аэрокосмического института ОГУ* / А.И. Сердюк, Е.В. Щавелев, А.Б. Савельев // *Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всеросс.. науч.- техн. конф. (с междунар. участием)*, 4 –

6 февраля 2015 г.; Оренбургский гос. ун-т.- Оренбург, 2015. С. 137-143.

6. Качество бюджетного приема в государственные вузы РФ 2015 по укрупненным группам направлений 2015. - Режим доступа: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/napravlenie_2015.htm. – 19.12.2016.

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФЮЗЕЛЯЖА МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Соколов А.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Число авиационных пассажирских перевозок постоянно растет, что обуславливает потребность создания новых самолетов. Растет и сложность изделий авиационной техники, что приводит к повышению объема информации, которая используется в процессах проектирования, изготовления, обслуживания и эксплуатации этой техники. Обработка этого большого объема информации невозможна без применения систем автоматизированного проектирования, которые позволили бы сократить время и оптимизировать процесс проектирования по заданным параметрам.

Перед проектировщиком воздушного судна стоят наукоемкие задачи, решение которых требует более скорого внедрения новых информационных технологий на стадии проектирования.

При проектировании существует противоречие между рассмотрением большого количества вариантов схемных решений и временными рамками проектирования. Для разрешения этого противоречия необходимо создать систему автоматизированного проектирования, которая позволила бы синтезировать облик воздушного судна по заданным параметрам.

Чтобы достигнуть существенных результатов, нужны методы, которые позволяют решить поставленную задачу при помощи ЭВМ. Важными будут те, которые связаны с компоновкой самолета, потому как на этапе компоновки происходит принятие основных проектных решений.

Метод проектирования фюзеляжа на основе внутренней компоновки, учитывающий авиационные стандарты и нормы, позволяет конструктору рационально скомпоновать внутренние объемы фюзеляжа и добиться наименьших размеров обводов.

Структура метода состоит из трех этапов.

Первый этап – проектирование поперечного сечения фюзеляжа (поперечная компоновка):

- 1) Определение количества кресел в поперечном ряду.
- 2) Потребная из компоновочных соображений ширина пассажирской кабины на уровне подлокотников.
- 3) Высота пассажирской кабины в районе продольного прохода.
- 4) Зона безопасности для головы пассажира, сидящего у борта фюзеляжа.
- 5) Толщина пола.
- 6) Потребный объем багажно-грузовых помещений.

В соответствии с этими контрольными границами, используя дуги окружности, вычерчивают поперечное сечение фюзеляжа наименьшего периметра в соответствии с принятой концепцией его формы.

Второй этап – определение длины пассажирской кабины (продольная компоновка).

Длина пассажирской кабины зависит от таких факторов: число кресел в ряду; класс и шаг установки кресел; размещение бытовых помещений и грузовых отсеков; компоновка и размеры входных дверей и аварийных выходов.

Важнейшим принципом компоновки пассажирских кабин современных самолетов является принцип «гибкости компоновки». Гибкость компоновки, как показывает практика, обеспечивает оптимальное сочетание противоречивых требований экономичности и комфортабельности авиаперевозок.

После компоновки и получения необходимых размеров формируются контрольные границы. По результатам формирования контрольных границ производится построение обводов фюзеляжа проектируемого магистрального пассажирского ВС.

Третий этап (оптимизация) выполняется, если первые прикидки не дают желаемого результата, или когда необходимо проанализировать несколько вариантов компоновки фюзеляжа. Тогда процедура проектирования фюзеляжа повторяется с первого этапа.

На результат компоновки влияет большое число факторов. Эти факторы различны и часто обуславливают ограничения, противоречащие друг другу, потому при формализации алгоритма компоновки учитываются ограничения, которые влияют на формирование внешнего облика самолета.

Требования, предъявляемые к компоновке магистрального самолета можно ввести в алгоритм проектирования в качестве ограничений на применение компоновочных вариантов, или на геометрические характеристики и взаимное расположение объектов компоновки. Также в данном случае основным критерием должен быть тот, который характеризует требования аэродинамики самолета, а именно уменьшение размеров проектируемого самолета.

Уменьшение размеров самолета сводится к снижению площади омываемой поверхности. Одновременно с этим необходимо обеспечить заданный уровень комфорта, характеризующийся высотой салона, шириной проходов между сиденьями, удлинением салона, и необходимым объемом пассажирской кабины. Основной оптимизационной задачей, которая решается на этапе компоновки, является получение минимальных размеров фюзеляжа на основе заданных характеристик

Создание программного средства для автоматизированного проектирования фюзеляжа магистрального пассажирского ВС на основе данного метода позволит упростить работу конструктора. Задачи конструктора, работающего с программным средством, сведутся к формированию входных данных, управлению процессом компоновки, принятию решений на этапах работы программы. В то же время конструктор на каждом этапе работы с программой должен иметь возможность уточнять различные параметры для эффективного проектирования.

Исходя из вышесказанного, программное средство для автоматизации процесса проектирования фюзеляжа магистрального пассажирского ВС должна иметь следующую структуру:

- ввода исходных данных для проектирования;
- программная проверка допустимости и/или правильности введенных данных;
- компоновка фюзеляжа – на этом этапе конструктор имеет доступ к базе данных, которая содержит данные по существующим моделям оборудования, конструктивно-компоновочным решениям, нормам и авиационным правилам и т.д.;
- программный расчет и построение обводов фюзеляжа на основе предыдущих этапов;
- вывод полученных данных и формирование на их основе 3D-модели.

Структура программного средства представлена на рисунке 2.

При создании магистрального пассажирского ВС необходимо сформировать облик фюзеляжа будущего ВС с учетом предъявляемых требований и решаемых задач, и выбрать рациональные варианты его внутренней компоновки. Большое число существующих схем и вариантов компоновки ВС не дает возможность полностью исследовать всю область существующих решений не машинным способом. Это определяет актуальность создания программного средства с использованием данного метода для электронно-вычислительной машины, автоматизирующую процесс проектирования фюзеляжа магистрального пассажирского ВС.

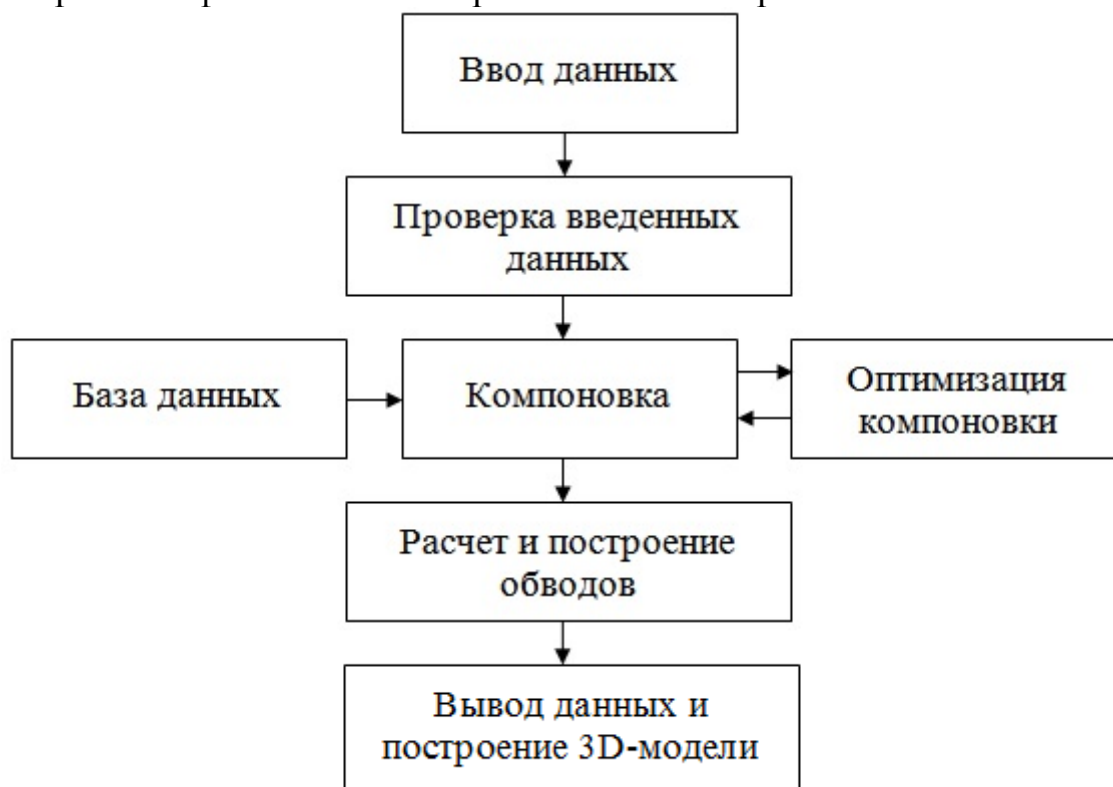


Рисунок 1 — Структура программного средства для автоматизации процесса проектирования фюзеляжа

Список использованных источников

1. Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. Под ред. С.М. Егера. – 4-е изд. – М.: Логос, 2005. – 648с.
2. Егер С.М. и др. Основы автоматизированного проектирования самолетов: Учеб.пособие для студентов авиационных специальностей вузов./С.М.Егер, Н.К.Лисейцев, О.С.Самойлович. - М.: Машиностроение, 1986. - 232 стр., ил.
3. Арепьев А.Н. Основы проектирования фюзеляжа магистрального пассажирского самолета: Учебное пособие. - М.: Издательство МАИ, 2003.
4. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб.для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА СБОРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

Солдатов К.Е.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В представленной статье рассматривается технология изготовления и монтажа сборочной оснастки. В качестве источника данных используется электронная модель конструкции сборочной оснастки. Для контроля координат и обеспечения заданной точности монтажа используется лазерный трекер.

Один из наиболее длительных и ответственных этапов подготовки производства на авиастроительных предприятиях – технологическая подготовка сборочного производства. Она включает изготовление, монтаж и обслуживание сборочной оснастки, которая обеспечивает заданную точность сборки изделия [1].

Процесс изготовления сборочной оснастки подразделяется на два основных этапа:

- изготовление элементов сборочной оснастки, сборка ее отдельных узлов, изготовление рам;
- монтаж сборочной оснастки, включающий установку, обеспечение взаимного расположения в пространстве и закрепление элементов сборочной оснастки в единое целое согласно КТД.

Изготовление элементов технологической оснастки реализуется независимым методом, заключающемся в аналитическом расчете ее геометрических параметров и последующем, независимом от других источников, воспроизведении на оборудовании, обеспечивающем выбранную точность изготовления и увязки.

В настоящее время элементы технологической оснастки, определяющие теоретический контур планера (рубильники, ложементы, рисунок 1, макетные нервюры, макетные шпангоуты и др.), изготавливаются на трех- и пятикоординатных фрезерных станках с ЧПУ. Разделка БО в элементах технологической оснастки производится на координатно-расточных станках с позиционным программным управлением.

УП для оборудования с ЧПУ разрабатываются по ЭМ оснастки или, в случае отсутствия ЭМ оснастки, непосредственно по ТЭМД.

Базирование заготовок для изготовления обводообразующих элементов сборочной оснастки на оборудовании с ЧПУ осуществляется по БО. Окончательное закрепление заготовки в станочном приспособлении или на столе станка выполняется после обработки УП на холостом ходу станка. Несущие, установочные, зажимные и вспомогательные элементы сборочной оснастки (колонны, балки, вилки, фиксаторы, прижимы, зажимы и т.д.) изготавливают, как правило, на универсальном оборудовании.

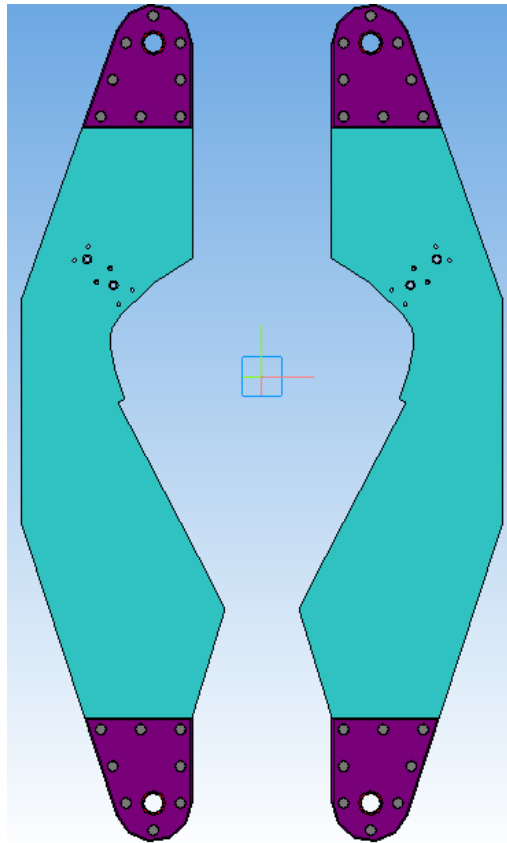


Рисунок 1 — Рубильники с обводообразующими контурами

В сборочной оснастке достигаемая точность зависит от примененного метода обеспечения взаимозаменяемости и монтажа. Для каждого из них погрешность определяется и нормируется отраслевыми нормативными документами. При таких высоких требованиях к точности монтажа базовых элементов особое внимание в производстве приспособлений следует уделять эффективности методов монтажа этих элементов.

В современных условиях на российских предприятиях авиационной промышленности применяется технология безэталонного монтажа сборочной оснастки. Данная технология предполагает позиционирование элементов конструкции сборочной оснастки по координатам на основе данных электронной модели. Для её реализации необходимо наличие трёх компонентов:

- электронной модели конструкции сборочной оснастки – источника данных для выполнения позиционирования элементов сборочной оснастки по координатам их базовых точек;
- средства измерения координат – для определения фактических координат базовых точек монтируемых элементов конструкции и сравнения их с номинальными значениями, заданными в электронной координатной модели;
- средства позиционирования – для выполнения перемещения и ориентации в пространстве монтируемого элемента конструкции по заданным координатам.

В существующем варианте технологии безэталонного монтажа источником данных является объёмная электронная модель сборочной оснастки, выполненная в САД системе. На её основе создается цифровая модель сборочной оснастки в виде совокупности базовых точек конструктивных элементов в такой координатной системе, которую можно воспроизвести в цеховом пространстве с помощью системы координатных измерений. Автоматизированное измерение пространственных координат монтируемых элементов сборочной оснастки выполняется, например, с помощью лазерного трекера. При этом на многих предприятиях авиационной промышленности позиционирование выполняется вручную с помощью домкратных винтов, калиброванных прокладок и т.п. Кроме того, на российских предприятиях авиационной промышленности продолжает использоваться сборочная оснастка, монтируемая по эталонам. Процесс планово-проверочного ремонта сборочной оснастки с использованием эталонов более трудоёмкий по сравнению с безэталонным монтажом. Необходимы дополнительные затраты на обслуживание эталонов и площади для их хранения. Всё это существенно повышает трудоёмкость и затраты на выполнение технологической подготовки сборочного производства.

Наибольшее распространение получили теодолитные измерительные системы «Ахуз».

Монтаж сборочной оснастки с использованием измерительных систем типа «Ахуз» осуществляется в следующей последовательности:

- 1) измерительные приборы располагаются в сборочном цехе в месте, удобном для проведения наблюдения элемента сборочной оснастки;
- 2) в ПО измерительной системы «Ахуз» вводится файл с координатами реперных точек; в качестве реперных точек используются центры БО;
- 3) производится замер реперных точек;
- 4) стандартным ПО измерительной системы «Ахуз» автоматически определяются параметры преобразования системы координат прибора в систему координат сборочной оснастки (дальнейшие измерения производятся в системе координат сборочной оснастки);
- 5) на основании данных координатной системы БО определяется теоретическое положение контрольных точек элементов сборочной оснастки;
- 6) в специальном режиме работы измерительных систем (вынос точки в натуру) приборы с помощью лазерных лучей материализуют эти точки в пространстве;
- 7) с помощью котировочных устройств контрольная точка совмещается с ее визуализацией (отметкой лазерного луча);
- 8) выполняется контрольное измерение.

Из перечисленных положительных качеств можно проанализировать, что авиационная промышленность набирает темпы по внедрению новых технологий и применению их в производстве, также накладывает свой отпечаток на реорганизацию более старых и несовершенных технологий, что

позволяет набирать силы и становится на более продвинутую ступень в этой отрасли.

Список использованных источников

1. Ахатов, Р.Х. *Современные методы и средства монтажа сборочной оснастки: учебно-методическое пособие* / Р.Х. Ахатов, А.С. Говорков. – Иркутск: Изд-во НИ ИрГТУ, 2011. 76 с.
2. *Технология самолётостроения: Учебник для авиационных вузов* /А. Л. Абибов, Н. М. Бирюков, В. В. Бойцов и др.. Под ред. А. Л. Абибова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1982. — 551 с.
3. *Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов* / Пекари А.И., Тарасов Ю.М., Кривов Г.А. [и др.] -М.: Аграф-пресс, 2006. - 304 с.
4. Вагнер Е.Т. *Лазерные и оптические методы контроля в самолётостроении* / Е.Т. Вагнер, А.А. Митрофанов, В.Н. Барков; Под ред. Е.Т. Вагнера. - М.: Машиностроение, 1977. - 176 с.

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЁТОВ КРЫЛЬЕВ НА ПРОЧНОСТЬ

Соловьёв К.Н., Герасимова Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В конструкции летательных аппаратов широко используется тонкостенные подкрепления оболочки. Это конструкции типа крыла и фюзеляжа. Преимущество этих конструкций в их высокой прочности и жёсткости при относительно небольшой массе. Для расчёта таких оболочек в местах, удалённых от стеснения (т.е., например, удалённых от заделки или от мест приложения сосредоточенных нагрузок), используется расчётная модель, часто называемая балочной. Балочная теория основана на ряде гипотез, позволяющих значительно упростить расчёт сложных пространственных конструкций. Расчёт ведётся для наиболее нагруженного сечения конструкции. Контур поперечного сечения может быть любой формы открытого, замкнутого или многозамкнутого типа.[1.2]

Расчётная схема, или модель тонкостенной балки может описывать работу отдельных элементов конструкций и целых её агрегатов, например крыла или фюзеляжа, элерона конструкцию киля или закрылка. Балка может быть нагружена распределёнными или сосредоточенными нагрузками, которые создают в данном сечении изгибающий момент и перерезывающую силу. Величины изгибающего момента и перерезывающей силы определяются из соответствующих эпюр, построенных для балки. Балочная теория позволяет вести расчёт одного сечения по известным нагрузкам. Изгибающий момент создаёт нормальные напряжения в элементах сечения, а перерезывающая сила – касательные напряжения в обшивке и стенках. Следует обратить внимание, что изгибающий момент и перерезывающая силы связаны между собой (являются следствием Внешних нагрузок, приложенных к конструкции) и поэтому, несмотря на кажущееся различие в создании нормальных и касательных напряжений, они представляют собой общую совокупность напряжений.[1.2]

Алгоритм расчёта сводится к вычислению трёх основных показателей:

1) Определение нормальных напряжений;

В принятой системе координат нормальные напряжения для произвольного сечения определяются по формуле

$$\sigma_z = K\varphi \frac{M_x}{J_{x_0}} \bar{y},$$

где обобщения координат

$$\bar{y} = y - y_0 - (x - x_0) \frac{J_{x_0 y_0}}{J_{y_0}},$$

коэффициент симметричности сечения

$$K = \frac{1}{1 - \frac{J_{x_0 y_0}^2}{J_{x_0} J_{y_0}}}$$

φ – редуцированный коэффициент;

$J_{x_0}, J_{y_0}, J_{x_0 y_0}$ – моменты инерции сечения относительно центральных осей;

x_0, y_0 – координаты центра тяжести сечения.

2) Определение потока касательных напряжений;

В тонкостенных конструкциях можно считать, что касательные напряжения по толщине стенки постоянны. Поэтому поток касательных напряжений определяют соотношением

$$q = \tau \delta.$$

Поток принимается действующим по касательной к средней линии контура в данной точке сечения, направление потока зависит от действия внешней нагрузки.

Если в сечении действует перерезывающая сила Q_y , то согласно балочной теории тонких подкреплённых оболочек, поток касательных напряжений q определяется формулой

$$q = q_{Q_y} + \sum_i q_{oi}.$$

Поток q_{Q_y} , возникающий в открытом контуре от действия нагрузки Q_y .

$$q_{Q_y} = K \frac{Q_y S_{x_0}^{omc}}{J_{x_0}}.$$

3) Определение положения центра изгиба по оси ОХ.

Центром изгиба сечения называется точка, обладающая следующим свойством: если внешняя сила проходит через центр изгиба, угол закручивания сечения оказывается равным нулю.[1,2].

Расчёт по балочной теории объёмный и трудоёмкий, но является удобным для программирования и автоматизации. На основании этого расчёт был реализован в программе MathCAD.[3]

Автоматизация расчёта по балочной теории позволила в несколько раз сократить затрачиваемое время. От оператора требуется лишь ввести входные данные такие как: геометрические характеристики сечения, материал,

действующие нагрузки. Написанная программа соответствует одному из основных типов сечения крыла, в дальнейшем подобные программы будут написаны для всех основных типов сечений крыльев.

Список источников литературы

- 1. Чунарева Н.Н. Конструкция и прочность летательных аппаратов: методические указания – Москва:- Университет, 1994.- 41с.*
- 2. Страхов Г.И., Чунарева Н.Н. Методическая разработка к решению задач по строительной механике. М.: МИГА,1979, 49 с.*
- 3. Кирьянов Д. В. Самоучитель Mathcad II. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 560 с: ил. ISBN 5-94157-348.0*

ЗАВИСИМОСТЬ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛЬЕВ ПРОСТОЙ ФОРМЫ В ПЛАНЕ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Спиридонов А.Н., Мельников А.А., Тимаков Е.В.,
Миназова А.А., Ковалева Я.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Рассмотрение физической картины обтекания крыльев простой формы в плане перед рассмотрением крыльев сложной формы позволяет глубже понять основные закономерности, приводящие к изменению аэродинамических характеристик, и во многом дает представление о физической картине обтекания крыльев сложной формы, так как последние довольно часто выполняют путем сочленения двух крыльев простой формы.

Проанализировав влияние удлинения на коэффициент подъемной силы на примере простых прямоугольных крыльев, например с $\lambda = 2$ и $\lambda = 5$ (рисунок 1), стоящих под одинаковыми углами атаки по отношению к набегающему потоку газа.

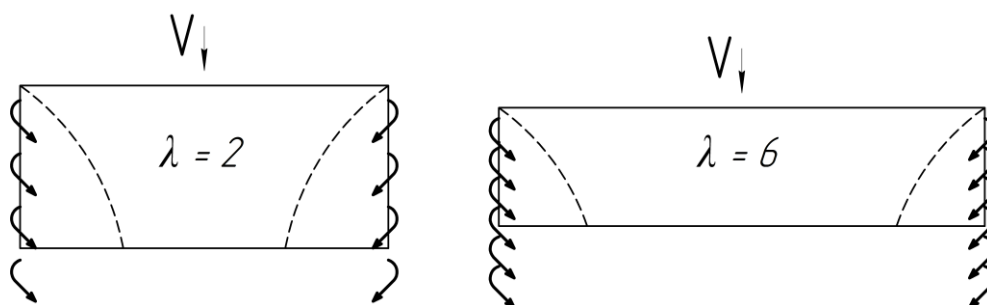


Рисунок 1 – обтекание потоком газа прямоугольных крыльев

Вследствие разности давлений над и под крылом через боковые кромки крыльев поток будет перетекать с нижней поверхности крыла на верхнюю и одновременно будет происходить выравнивание давления у этих кромок. Давление снизу крыла будет понижаться, а сверху – повышаться, что приведет к уменьшению нагрузки на его концах [1].

На обоих крыльях штриховыми линиями указаны приблизительные зоны, на которые оказывает существенное влияние выравнивание давления. При этом на крыле малого удлинения эти зоны охватывают значительную часть крыла, а на крыле большого удлинения – небольшую его часть. Следовательно, коэффициент C_y на данном угле атаки у крыла меньшего удлинения будет меньше, чем у крыла большего удлинения.

Зависимость коэффициента C_y от угла атаки α для двух рассмотренных крыльев показана на рисунке 2. На угле атаки α_1 $C_{y1} > C_{y2}$.

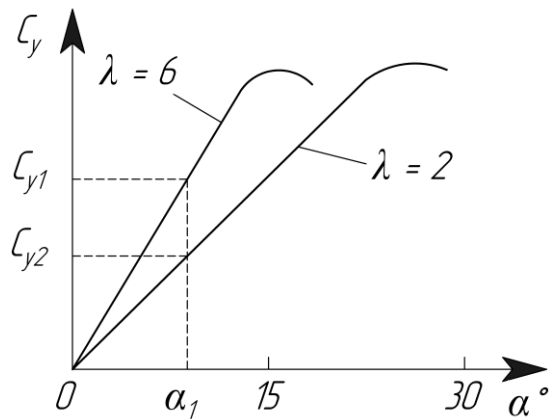


Рисунок 2 – Влияние удлинения на зависимость $C_y(\alpha)$

Проанализируем влияние стреловидности на коэффициент подъемной силы. Для этого сравним прямоугольное крыло $\lambda = 6$ со стреловидным крылом, имеющим $\lambda = 6$, $\chi = 45^\circ$, $\eta = 1$ равной площади (рисунок 3).

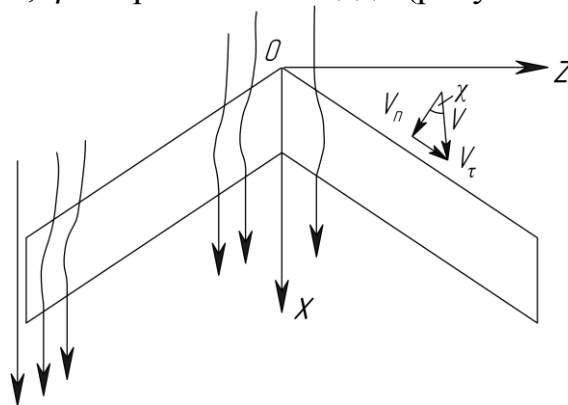


Рисунок 3 – Обтекание потоком газа стреловидного крыла

Разложим скорость V набегающего на стреловидное крыло потока на две составляющие – V_n и V_τ , где скорость V_n перпендикулярна передней кромке крыла, а V_τ касательна. Заметим, что вдоль направления скорости V_τ крыло практически не искривлено, в то время как в направлении скорости V_n крыло профилировано, поэтому струйки газа в направлении скорости V_τ не деформируются. Учитывая, что профили прямоугольного крыла обтекаются потоком газа со скоростью $V > V_n$, делаем вывод, что коэффициент C_y стреловидного крыла меньше коэффициента C_y прямоугольного крыла ($C_{y\chi} < C_{y\chi=0}$).

Из рисунка 3 видно, что

$$V_n = V \cos \chi \quad (1)$$

Зависимости коэффициентов C_y от угла атаки α для обоих рассматриваемых крыльев приведены на рисунке 4. На угле атаки α_1 $C_{y1} > C_{y2}$.

Сужение на коэффициент C_y оказывает небольшое влияние и в основном действует на перераспределение нагрузки вдоль размаха крыла.

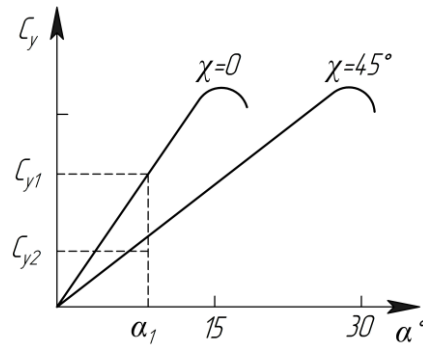


Рисунок 4 – Влияние стреловидности на зависимость $C_y(\alpha)$

Уменьшение производной C_y^α с уменьшением удлинения крыла и с увеличением его стреловидности влечет за собой увеличение коэффициента А.

Удлинение крыла и его стреловидность влияют и на положение фокуса крыла. Так, с уменьшением удлинения фокус смещается вперед. Объяснить это можно с помощью рисунка 1, из которого видно, что зоны, на которые главным образом распространяется выравнивание давления между нижней и верхней поверхностями крыла, охватывают в большей степени его задние части, чем передние. Теоретически при $\lambda \rightarrow 0$ фокус стремится к передней кромке крыла. С уменьшением стреловидности крыла при неизменном положении его корневой хорды и его удлинения фокус смещается вперед, что объясняется смещением вперед несущих поверхностей крыла.

На положение фокуса стреловидного крыла существенное влияние может оказать упругость. Известно, что изгиб стреловидного крыла вверх приводит к уменьшению углов атаки. Это видно из рисунка 5, где изображены закрепленное с одной стороны стреловидное крыло и его ось жесткости. Ось жесткости при отклонении крыла вверх будет подвержена «чистому» изгибу. Сечение $a - a$ крыла, очевидно, будет отклонено менее, чем сечение $b - b$. Точка 2 будет выше точки 1. Крыло закрутится на уменьшение угла атаки. Нагрузка на концах крыла упадет, фокус сместится вперед.

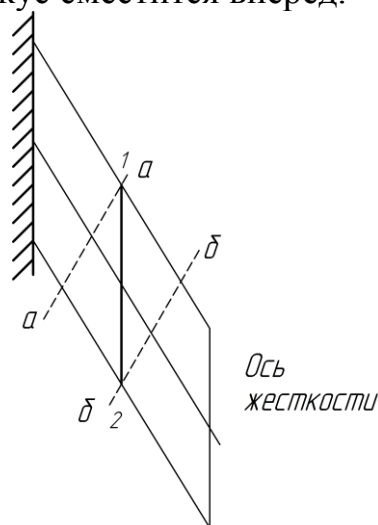


Рисунок 5 – Влияние кручения и изгиба крыла на местные углы атаки

Введем в рассмотрение коэффициент C'_y сечения крыла [2]:

$$C'_y = \frac{Y_{\text{сеч}}}{\frac{\rho V^2}{2} b'} \quad (1)$$

где $Y_{\text{сеч}}$ – подъемная сила сеч(а) крыла, взятого по направлению скорости набегающего потока газа; b' – хорда крыла в данном сечении.

Проанализируем, как меняется C'_y вдоль полуразмаха у ряда крыльев: прямоугольного ($\lambda = 6; \chi = 0$), стреловидного ($\chi = 45^\circ; \eta = 1; \lambda = 6$) и треугольного ($\chi = 45^\circ; \eta = \infty$).

У прямоугольного крыла выравнивание давления на боковых кромках приводит к падению в этих местах подъемной силы $Y_{\text{сеч}}$, а следовательно, и C'_y . По мере приближения к корневым частям крыла коэффициенты C'_y растут (рисунок 6, $\chi = 0$).

У стреловидного крыла (рисунок 3) дополнительно к концевым перетеканиям воздуха с нижней поверхности на верхнюю добавляются перетекания по всей передней кромке, поэтому разгружаются не только концевые части крыла, но и все крыло в целом. Кроме того, струйки, обтекающие стреловидное крыло, искривляются так, как показано на рисунке 3. Если взять две точки 1 и 2, расположенные на линии, параллельной оси OZ, точка 1 будет ближе к передней кромке, чем точка 2, и давление в точке 1 будет больше, чем давление в точке 2, поэтому струйка при подходе к крылу смещается в сторону конца крыла. Это приводит к расширению струй на верхней поверхности в срединных сечениях крыла (срединный эффект) и к сужению в концевых сечениях крыла (концевой эффект). В срединных сечениях крыла повышается давление, а в концевых понижается. Все перечисленные обстоятельства и приводят к тому, что коэффициенты C'_y в корневых сечениях стреловидного крыла уменьшаются, а в районе концевых сечений растут (рисунок 6, $\chi = 45^\circ, \eta = 1$). Такое распределение нагрузки на упругом стреловидном крыле способствует увеличению деформации изгиба.

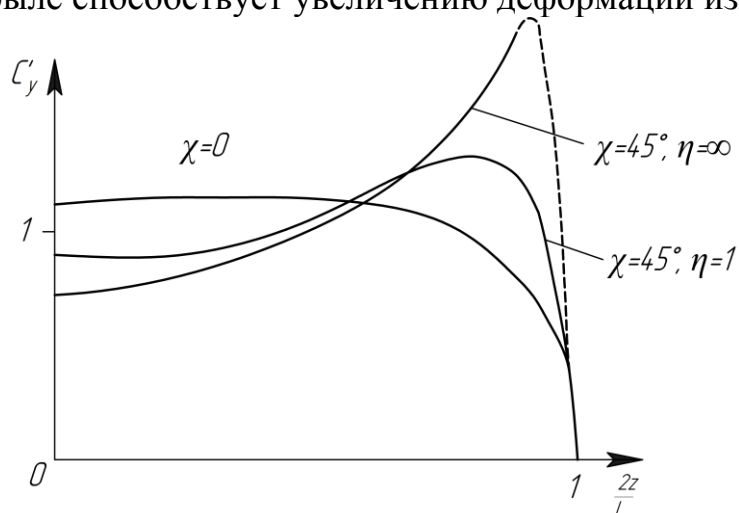


Рисунок 6 – Характеристики сечений крыльев различной формы в плане

По физической картине обтекания треугольное крыло мало отличается от стреловидного крыла. Однако здесь на коэффициент C'_y влияет уменьшающаяся к концу крыла хорда b' . Поэтому коэффициент C'_y в концевых сечениях крыла

значительно больше, чем у обычного стреловидного крыла (рисунок 6, $\chi = 45^\circ$, $\eta = \infty$).

Список литературы

1. Колесников, Г.А. *Аэродинамика летательных аппаратов: Учебник для вузов по специальности «Самолетостроение»* / Г.А. Колесников, В.К. Марков, А.А. Михайлюк и др.; Под ред. Г.А. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1993. – 544 с.; ил.

2. Аржаников, Н.С. *Аэродинамика летательных аппаратов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов* / Н.С. Аржаников, Г.С. Садекова. – М.: Высш. шк., 1983, 359 с., ил.

СБОРКА РУЛЕЙ РАКЕТЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Сулейманов М.Р., Осипов Е.В., Селянин Е.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Технология по которой изготавливают ЛА и его конструкция полностью взаимосвязаны. В типичных случаях в первую очередь происходит изменения конструкции ЛА, а потом, технологии производства. Работы по уменьшению массы аппарата, увеличение ресурса работы и надёжности привели к:

- воздержанию от спец разъемов по главным частям аппарата;
- возрастанию линейных размеров панелей, балок, лонжеронов, шпангоутов, изготовленных из монолитных заготовок;
- использованию полиамидной бумаги и стеклопластиков, применение сварных панелей с сотовыми заполнителями из титановых и стальных сплавов, применению угле- и боропластиков;
- применение комбинированных монолитно сборных панелей, состоящих из толстолистовых заготовок, подкреплённых мощным стрингерным набором или панелей из склеенных тонколистовых заготовок.

Существуют следующие типы сборок:

- механизмов;
- корпусных агрегатов и узлов;
- несущих аэродинамических поверхностей.

Сборка изделия включает:

- установку собираемых изделий в требуемое положение относительно друг друга;
- соединение установленных деталей соединительными элементами;
- проверку собранного изделия в соответствии с чертежами, техническими условиями (ТУ), техническими требованиями (ТТ).

В зависимости от сборки выбирается какое значение и тип механизации и автоматизации будет выбран в технологическом процессе. Наиболее часто встречаемы два способа сборки сложных узлов – по сборочным отверстиям (СО) и в сборочном приспособлении (СП). Суть метода СО в том, что ориентирование деталей относительно друг друга происходит путем совмещения специально предусмотренными в них технологическими отверстиями, а метода СП – в том, что ориентирование деталей относительно базовых поверхностей выполняется по элементам фиксации СП.

Важнейшей частью технологического процесса изготовления ЛА является процесс обеспечения рациональных аэродинамических форм его агрегатов.

К рулям предъявляются следующие функциональные требования:

- эффективность на всех режимах полета;
- минимальная масса конструкции;
- минимальное аэродинамическое сопротивление;
- достаточная жесткость и прочность;

– надежность и технологичность конструкции.

К рулям предъявляются следующие производственно-технологические требования:

– материалы, используемые при изготовлении стабилизатора, должны сохранять свои свойства на всех режимах полета;

– обеспечение взаимозаменяемости деталей руля.

Конструктивно – технологическая характеристика руля.

Руль по внешним формам [1] и конструкции аналогичен крылу и имеет те же силовые элементы, которые участвуют в приеме, распределении и передаче нагрузок. Руль предназначен для обеспечения устойчивости и управляемости изделием в полете. Конструктивно он состоит из каркаса в виде панели (1), кромки (2), установленной на винты, крышек (3), которые припаиваются к панели и скобы (4) на винтовом соединении с гайкой (рисунок 1). Руль изготавливается из материала ВТ20.

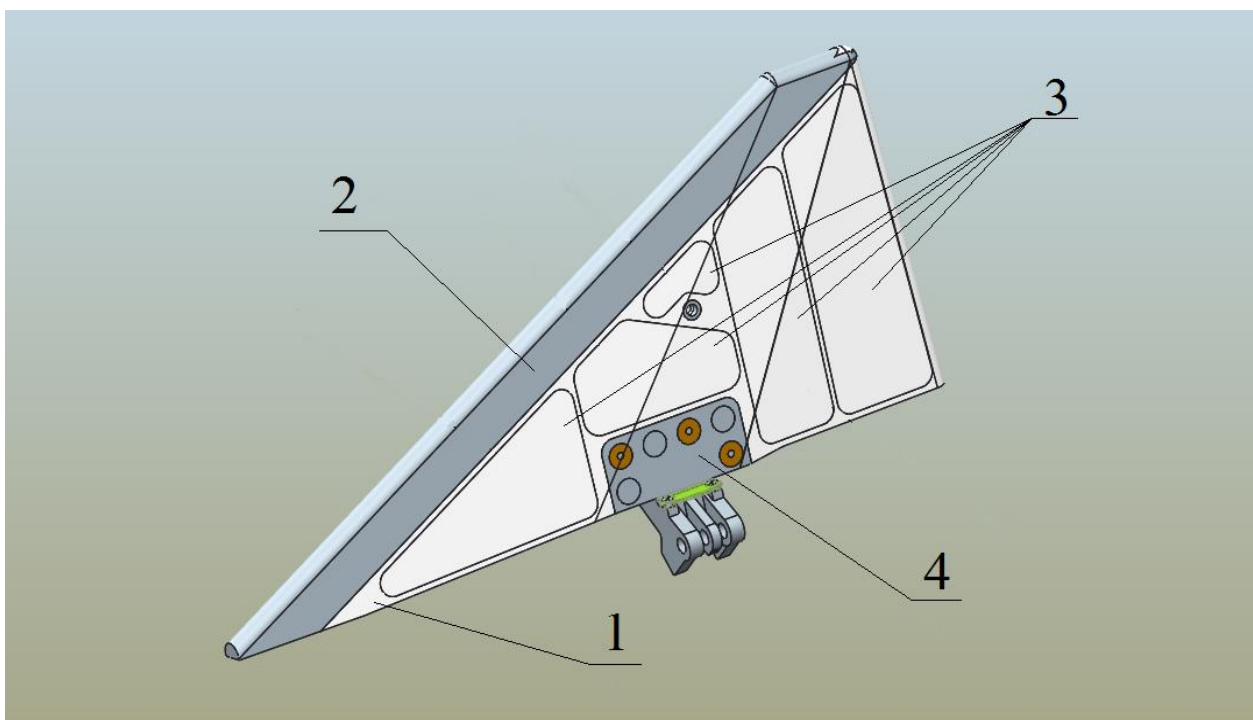


Рисунок 1 – Аэродинамический руль ЛА
1 – панель, 2 – кромка, 3 – крышки, 4 – скоба.

Технологический маршрут сборки руля содержит перечень операций с указанием их наименования и краткое содержание используемого на каждой операции оборудования, нормы времени, количество специализаций и разряд рабочих для выполнения каждой операции, номер цеха, где она производится. Маршрутный технологический процесс служит для организации, планирования и оценки работы; он определяет маршрут и последовательность прохождения

сборочной единицы по цехам и участкам, потребное оборудование, количество и квалификацию рабочих, а также нормы и расценки на выполнение операций.

Сборочные работы [2] можно условно разделить на следующие виды:

- входной контроль деталей и узлов;
- установка деталей в заданное чертежом положение и их закрепление;
- подготовка к соединению (сверление и обработка отверстий под клепку, зачистка швов под сварку, подготовка к оклеиванию, пайке и т.п.);
- операции скрепления деталей (клепка, сварка, пайка и т.п.);
- выемка объекта из приспособления;
- заключительные работы;
- контроль точности обводов и качества соединений.

Маршрут изготовления руля сводится к следующим операциям:

- изготовление панели;
- установка кромки;
- пайка крышек;
- установка скобы;
- контроль пайки (ультразвуком или акустико-топографический метод);
- контроль выступания кромки, крышек и скобы (запиливание выступающих частей заподлицо с наружной поверхностью);
- контроль массы.

Для каждой операции (перехода) указывают базовые поверхности деталей и приспособления, средства фиксации деталей, применяемый инструмент и оборудование. Технологический процесс является руководством для исполнителя. Он регламентирует способ выполнения работ, требования к оснастке, инструменту и режимам работы.

Список использованных источников

1. Новиков, В.Н. Основы устройства и конструирования летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1991. – 516с.
2. Косилов, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1987. – 647 с.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Султанов Н.З.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Еще в самом начале XXI века новое руководство Российской Федерации сформулировало концепцию перехода от "экономики трубы" на инновационный путь развития. Данное политическое решение – принципиально для нашей страны, находящейся в экстремальных и геоэкономических условиях. Эти обстоятельства формируют достаточно агрессивную внешнюю среду по отношению к функционирующим промышленным предприятиям. Энергопотребление на единицу производимой промышленной продукции в 1,4 раза выше, стоимость промышленных зданий и сооружений, которые вливаются в себестоимость продукции, в 2,5 раза выше. Наконец, себестоимость добываемых энергоносителей (углеводородов) в 3,5 раза выше, чем в других странах с менее жесткими климатическими, географическими и геоэкономическими условиями.

Поэтому, можно утвердить, что альтернативы "инновационной экономике" просто не существует. Целостная схема воспроизводства инноваций в России только начинает складываться, но мы уже прошли перепутье уровня концептуального проектирования стратегии промышленного развития.

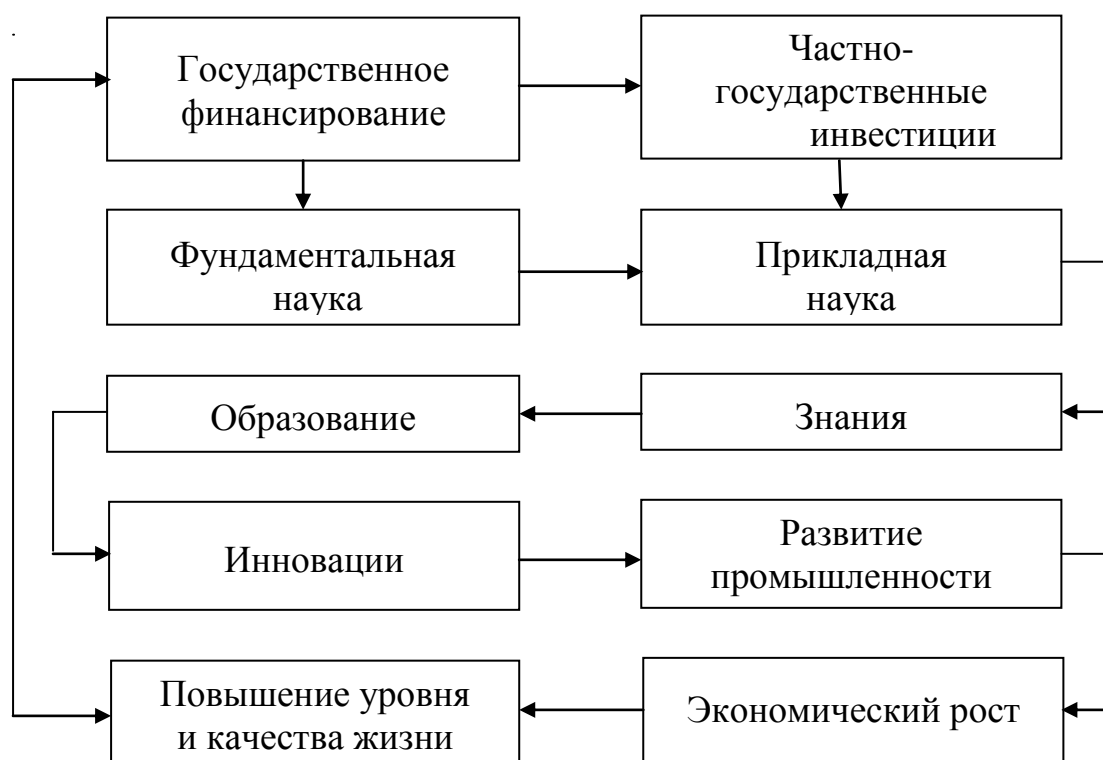


Рисунок 1 – Замкнутый цикл воспроизводства инноваций

Для приоритетного развития сферы высоких и наукоемких технологий необходимо многократно пройти по раскрученному циклу воспроизводства инновации (замкнутый цикл воспроизводства инноваций представлен на рисунке 1).

Выбрав инновационный путь в экономике, основанной на знаниях, столкнулись с требованиями радикального изменения системы образования, особенно в инженерной сфере. Почему? Общеизвестно, что основной генерирующей силой в промышленном развитии является определенная прослойка инженерно-технических работников – творческая инженерная элита с качественным техническим образованием, владеющая компетенциями трансформации знаний в инновационные проекты с их последующей коммерциализацией, в том числе и навыками организации инновационной деятельности.

Аналогичные задачи в системе высшего образования решались и ранее, на рубеже веков. Разным вариантам решения задач трансформации знаний в инновации в свое время посвящены были работы автора [1, 2, 3, 4]. Доказано было временем, что вузовская наука имеет гораздо большую эффективность по сравнению с академической. Основной причиной является "спиральный" цикл воспроизводства инноваций. Данное обстоятельство было отмечено в ряде публикаций автора [5, 6, 7].

В наше время, возможности страны позволяют осуществить решение многих из поставленных задач. Взять хотя бы поддержку программ развития системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в образовательных организациях высшего образования, подведомственных Министерству образования и науки Российской Федерации. Данный проект, в котором участвует и Аэрокосмический институт (АКИ) Оренбургского государственного университета (ОГУ), осуществляется в рамках реализации Комплекса мер по совершенствованию системы профессионального образования, повышению уровня жизни и решению жилищных проблем работников организаций оборонно-промышленного комплекса, утвержденного протоколом Военно-промышленной Комиссии при Правительстве Российской Федерации от 24 октября 2013 г. № 9.

По условиям реализации проекта за два учебных года АКИ ОГУ должен подготовить по целевому обучению 185 человек – бакалавров и магистров, а также обучающихся нескольких направлений Университетского колледжа ОГУ. Учебные планы разработаны совместно с главным партнером – АО «ПО «Стрела».

Цель: повышение качества подготовки кадров с высшим и средним профессиональным образованием в интересах предприятий ОПК Оренбуржья и соседнего Башкортостана.

В рамках выполнения программы разработана учебная рабочая программа дисциплины «Реинжиниринг производственных процессов» для направления подготовки 15.02.07 – Автоматизация производственных процессов и производств.

Цель освоения дисциплины: уяснение содержания и сущности реинжиниринга производственных процессов, а также планирования и управления ими на промышленном предприятии на основе интеграции науки и производства.

Задачи:

- формулировка представления об основных понятиях реинжиниринга производственных процессов на предприятиях ОПК, их месте в организации производства и организации инновационной деятельности;

- чёткое выделение производственных проблем на основе моделирования типовых производственных ситуаций, обоснование программы реинжиниринга, используя альтернативы и оценку эффективности;

- создание у обучающихся индивидуального имиджа инновационного деятеля, который он воплотит в своей профессиональной деятельности на предприятиях ОПК.

Дисциплина относится к обязательным вариативной части программы целевой подготовки в рамках гранта «Кадры для ОПК - 2015».

Пререквизиты дисциплины: «Инженерное творчество в робототехнике».

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины:

- готовность к саморазвитию, самореализации, использование творческого потенциала.

Требования к результатам обучения по дисциплине приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><u>Знать:</u> Специфику формирования и реализации инновационных проектов на промышленном предприятии при реинжиниринге производственных процессов.</p> <p><u>Уметь:</u> Выделять производственные проблемы на основе моделирования производственных ситуаций с выбором соответствующей программы реинжиниринга.</p> <p><u>Владеть:</u> Технологией экспертизы инновационных проектов при реинжиниринге производственных процессов.</p>	Способность принимать участие на этапах внедрения и совершенствования системы управления созданием, освоением и качеством инновационных продуктов на всех стадиях их жизненного цикла.

Таким образом, наконец, реализуются концепции подготовки инженерных кадров, связанных с современными наукоемкими технологиями, формирования необходимых компетенций для воспроизводства инноваций.

Инновация (по трактовке профессора Султанова Н.З.) – целенаправленное изменение в продукте деятельности, процессе или системе для получения новых функциональных свойств и последующей коммерциализации.

Список литературы

1 Султанов, Н.З. *Инновационные процессы в высшем образовании: концепции и перспективы: тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Инновационные процессы в образовании, науке и экономике России на пороге XXI века», часть I.* /Н.З. Султанов Н.З. – Оренбург : Оренбургский гос. университет, 1998. - 236с., с.88...82. - ISBN 5-7410-0346-х.

2 Султанов, Н.З. *Интегрирующие инновации при подготовке специалистов по управлению проектам : материалы межвузовской научно-метод. конф. «Проф.-педагог. культура как основополагающий фактор технол. обучения»/ Н.З. Султанов. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 1999. - 308с., с. 108...110. - ISBN 5-7410-0410-5.*

3 Султанов, Н.З. *Технология целевой подготовки выпускников института инноваций Оренбургского государственного университета с целью адаптации к профессиональной деятельности / Н.З. Султанов, Р.Т. Абдрашитов, Н.А. Зинюхина // Тезисы докладов Всероссийской научно-метод. конф., 1999. – Орск : Издательство Орского гуманитарно-технологического института, 1999.*

4 Султанов, Н.З. *Новый совместный образовательный проект в Оренбургском государственном университете / Н.З. Султанов // Проблемы менеджмента и рынка : сб. науч. трудов IV Международной научн. конф. – Оренбург. – Москва : Полиграфбанксервис, 1999.*

5 Султанов, Н.З. *Проблемы взаимодействия бизнеса и образования в инновационном образовательном проекте Оренбургского университета / Н.З. Султанов, Р.Т. Абдрашитов // Развитие внешнеэкономических связей Татарстана и регионов Поволжья и проблемы подготовки экономистов междунар. профиля: Материалы Международной конференции. – Казань : Новое знание, 2000. - 304с.*

6 Султанов, Н.З. *Особенности восприятия зарубежных управленческих инноваций отечественными руководителями промышленности / Н.З. Султанов, А.В. Хаюстов, В.Р. Штраммель // Социокультурная динамика региона. Наука. Культура. Образование. Часть 6: материалы Всероссийской научно-практ. конференции. – Оренбург : ИПК ОГУ, 2000., С 49...55.*

7 Султанов, Н.З. *Подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации : диссертационные советы и паспорта научных специальностей в Оренбургском государственном университете: справочное пособие / Н.З. Султанов, В.А. Бондаренко, В.Ф. Гребенюк, Л.В. Проскурова. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. - 160с.*

МЕМБРАННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА ИЗ ВОЗДУХА

Султанов Н.З., Сергеев А.И., Уханов А.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Мембранные способы разделения газов за последние годы находят все большее применение в различных отраслях промышленности. Мембранные установки для получения азота также нашли применение в сфере авиатопливообеспечения. Систему наддува надтопливного пространства резервуаров азотом целесообразно применить в совокупности с системой улавливания и конденсации паров нефтепродукта. В угольной промышленности мембранные методы применяют для получения кондиционного метана при дегазации шахт. Улавливание метана с помощью мембран позволяет утилизировать его в качестве экологически более чистого по сравнению с углем топлива [1].

Устройство современных мембранных газоразделительных и воздуходелительных установок исключительно надежно. В первую очередь это обеспечивается тем, что в них нет никаких подвижных элементов, поэтому механические поломки почти исключены. Наименьшей ячейкой мембранного массообменного устройства является мембранный элемент, состоящий из напорного и дренажного каналов, разделенных селективно-проницаемой перегородкой. Тип элемента определяется геометрией разделяющей поверхности (плоские, рулонные, трубчатые, волоконные) и организацией движения потоков газа (прямо- и противоточные, с перекрестным током, с рециклом разделяемой смеси и т.д.). Современная газоразделительная мембрана, это основной элемент установки, который представляет собой уже не плоскую мембрану или пленку, а полое волокно. Половолоконная мембрана (рисунок 1) состоит из пористого полимерного волокна с нанесенным на его внешнюю поверхность газоразделительным слоем [2].

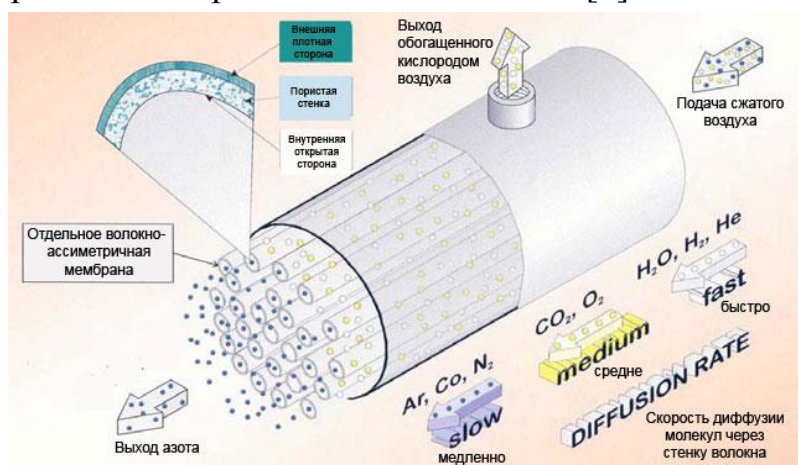


Рисунок 1 - Устройство мембранного модуля и скорость диффузии газов через стенки-мембраны волокон

Суть работы мембранной установки заключается в селективной проницаемости материала мембраны различными компонентами газа. Разделение воздуха с использованием селективных мембран основано на том, что молекулы компонентов воздуха имеют разную проницаемость через полимерные мембраны. Воздух фильтруется, сжимается до желаемого давления, осушается и затем подается через мембранный модуль. Более «быстрые» молекулы кислорода и аргона проходят через мембрану и удаляются наружу. Чем большее количество модулей проходит воздух, тем больше становится концентрация азота N_2 . Наиболее эффективно по затратам получать азот с содержанием основного вещества 93-99,5%.

Мембраны, свободно проницаемые только для одного компонента, принято называть полупроницаемыми, а остальные – селективно-проницаемыми или просто проницаемыми. При разделении газовых смесей обычно имеют дело с селективно-проницаемыми мембранами, поэтому из напорного канала через стенки разделительного элемента проникают все компоненты смеси, но с различной скоростью [4].

Скорость диффузии разных компонентов через мембрану зависит от общего давления, температуры, состава смесей, коэффициентов проницаемости и фактора разделения мембраны, меняющихся в процессе разделения по длине элемента. Мембранный генератор азота построен вокруг одного или (чаще) нескольких мембранных модулей, соединенных соответствующим образом вместе, и оборудованных распределительными и регулирующими клапанами и прочими устройствами. В свою очередь, мембранный модуль представляет собой емкость, обычно цилиндрической формы, в которой параллельно оси размещены полые внутри волокна из специальных материалов со стенками, представляющими собой ассиметричные мембраны. Скорость проникновения через поры стенок-мембран молекул газов, в том числе и кислорода с азотом, различна: из обычно содержащихся в воздухе веществ, быстрее всего через стенку волокон проникают вода H_2O , водород H_2 и гелий He . Молекулы углекислого газа CO_2 и кислорода O_2 имеют среднюю скорость диффузии. Наконец, труднее, медленнее всего через мембрану диффузируют молекулы аргона Ar , угарного газа CO и требуемого нам азота N_2 .

Аппараты с мембранами в виде полых волокон или капилляров занимают особое место, так как имеют очень высокую плотность укладки полупроницаемых мембран, равную $20000-30000 \text{ м}^2/\text{м}^3$ [2]. Это достигается использованием мембран в виде полых волокон малого диаметра (45-200 мкм) с толщиной стенки 10-50 мкм. Полые волокна-мембраны способны выдержать рабочее давление, равное десяткам мПа, поэтому аппараты с такими мембранами не требуют дренажных и поддерживающих устройств, что значительно снижает капитальные затраты, упрощает их сборку и эксплуатацию. В аппаратах с мембранами в виде полых волокон предусматривается подача исходного раствора с наружной поверхности волокон или внутрь капилляра полого волокна. Следовательно, фильтрат в данных аппаратах отводится по капилляру полого волокна или собирается с

наружной поверхности волокон. Аппараты с мембранами в виде полых волокон компактны и высокопроизводительны. Следует сказать, что энергоэффективность, надежность, срок службы и другие параметры мембранных модулей сильно зависят от качества материалов и изготовления [3].

Из общих преимуществ мембранной технологии выделения азота можно отметить:

- низкий уровень шума при работе (низкий уровень создаваемого звукового давления является общим преимуществом мембранной технологии выделения азота);

- отсутствие потребности в техническом обслуживании (мембранные модули не содержат компонентов, нуждающихся в обслуживании и в целом несколько проще по конструкции, чем адсорбционные).

Выпускаемые промышленные мембранные модули включают ряд типоразмеров и обычно установки мембранного разделения состоят из нескольких модулей. Поэтому выбор оптимальной схемы соединения модулей является важной задачей при проектировании. Способ соединения модулей зависит от требований к конечному продукту, характеристик исходного потока смеси, ее давления и других факторов. Снова затрагивая преимущества мембранного метода, отметим, что в данном случае отсутствуют фазовые превращения и связанные с ними дополнительные затраты энергии. По этой причине способ, основанный на использовании мембран, является перспективным вне зависимости от текущего уровня проработки мембранного метода разделения воздуха.

Способ мембранного разделения газов включает:

- подачу исходной газовой смеси под давлением в первую ступень мембранной очистки;

- отделение проникшего потока и подачу задержанного потока на вторую ступень мембранной очистки;

- отделение проникшего потока, его сжатие и подачу совместно с исходной газовой смесью в первую ступень мембранной очистки;

- подачу задержанного во второй ступени потока в третью ступень очистки, отделение проникшего потока, его сжатие и подачу совместно с задержанным в первой ступени потоком во вторую ступень очистки;

- отвод потока высокочистого задержанного компонента, при этом задержанные в первой и второй ступенях потоки подают соответственно во вторую и третью ступени мембранной очистки под давлением подачи исходного газа [3].

Используют мембраны с коэффициентом разделения равным от 2 до 12. Для высоких коэффициентов разделения площади поверхности мембран в трех ступенях очистки распределяются так:

- концентрация более проникающего компонента в проникшем потоке третьей ступени очистки меньше, чем в задержанном потоке первой ступени;

- концентрация более проникающего компонента в проникшем потоке второй ступени очистки меньше, чем его концентрация на входе в первую ступень.

Системы и способ разделения воздуха и производства азота с применением проницаемых мембран все чаще находят свое применение в технике. В таких системах поток воздуха омывает поверхность мембраны, при этом, кислород проницаемого компонента воздуха проходит сквозь мембрану, азот же, менее проницаемый газ, не способный преодолеть мембрану, выводится из системы с потоком воздуха [4].

Одноступенчатые системы и способы производства обогащенного азота из воздуха с использованием фибровых мембран трехмерной конфигурации получили распространение в последнее время благодаря низким капитальным затратам на изготовление, установку и обвязку мембран системой трубопроводов. Однако по мере повышения требований к чистоте азота его выход уменьшается, а требования к поверхности мембран и мощности систем возрастают, что делает применение одноступенчатых систем по ряду причин менее желательным [5].

Для получения азота со степенью чистоты 94 % и выше предпочтительными по отношению к одноступенчатым становятся двухступенчатые системы. В двухступенчатых системах разделения воздуха, в которых кислород является более проникающим по сравнению с азотом, появляется возможность циклического последовательного обогащения газа во второй ступени. В таких двухступенчатых мембранных системах не требуется наращивание механического оборудования, поскольку имеющий низкое давление продукт от второй ступени подается вновь во всасывающий патрубок того же газового компрессора [5].

Двухступенчатые мембранные системы применяются для получения азота со степенью чистоты от 97 до 99,9 % причем обычно содержание азота для такого мембранного способа составляет 98% в конечном продукте. Однако для получения азота со степенью чистоты более 99% в конечном продукте двухступенчатые мембранные системы становятся достаточно дорогими. В этом случае для достижения заданного уровня чистоты продукта при данных перепадах давления на мембране требуется как увеличение мощности, так и увеличение площади поверхности мембраны. С другой стороны, при неизменной площади поверхности мембраны для получения азота такой высокой степени чистоты необходимы увеличение мощности и перепада давления на мембране. Хотя для получения продукта с содержанием азота более 99,99% возможно применение как двухступенчатой, так и одноступенчатой системы, однако технически и экономически это становится практически недостижимым [5].

Для получения конечного продукта с высокой концентрацией азота, например, выше 99,5 % с использованием прогрессивного мембранного способа двухступенчатые системы с мембраной применялись в сочетании с устройствами деоксигенизации, в которых остаточный кислород в потоке азота

после разделения воздуха реагирует с водородом или горячим газом, например метаном. Такие комплексные мембранно-деоксигенизационные системы (патент США N 4931070) могут быть использованы для получения продукта с содержанием азота 99,95% и даже выше (вплоть до 99,999%) [5].

Такие комплексные двухступенчатые мембранно-деоксигенизационные системы позволяют получить продукт с весьма высокой концентрацией азота, которой не удастся достигнуть с использованием существующих двухступенчатых мембранных систем. Но необходима дальнейшая работа в этой области, чтобы обеспечить требования по чистоте продукта при более высоких экономических показателях и без применения водорода или других горючих газов.

Список литературы

- 1. Цыркунов, Е.С. Применение мембранных установок получения азота в сфере авиатопливообеспечения: жур. научный вестник МГТУ., Москва: Ассоциация «Открытая наука», 2010. – 160 с.*
- 2. Усюкин, И.П. Установки, машины и аппараты криогенной техники, часть 1: учебное пособие для вузов. М.: Пищепром, 1996. - 344 с.*
- 3. Епифанова, В.И. Разделение воздуха методом глубокого охлаждения/Епифанова, В.И., Аксельрод Л.С.; под ред. Епифановой, В.И., Аксельрода. Л.С., - М.: Машигиз, 1993. - 257 с.*
- 4. Руководство по эксплуатации установки воздуходелительной Аж - 0,6 - 3. - 198 с.*
- 5. Инструкция по эксплуатации блока разделения воздуха установки Аж-0,6-3. - 26 с.*
- 6. Лапаев, И.И. Автоматизация технологических процессов металлургических предприятий: учебно-метод. пособие / Лапаев, И.И., Буралков, А.А., - Красноярск: «ГАЦМиЗ», 1998. - 136 с.*

УПРОЧНЕНИЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ НАГРЕВА

Тавтилов И.Ш., Румянцев С.А.
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
г. Оренбург

На рабочие органы землеройных и дорожных машин наплавку износостойких твердых сплавов осуществляют электродуговым и газопламенным способами. В связи со спецификой наплавки высоколегированных сплавов эти способы слабо поддаются механизации и автоматизации, что не позволяет получить достаточно тонкий и равномерный слой наплавленного металла. Это послужило основанием поиска более совершенных методов упрочнения рабочих поверхностей и одним из таких методов считается метод наплавки, энергия которой генерируется токами высокой частоты.

К достоинствам способа индукционной наплавки относят:

- высокая износостойкость наплавленного слоя;
- отсутствие остаточных напряжений и деформаций ввиду малого проплавления основного материала;
- регулирование химического состава и свойств наплавляемого материала.

Нагрев поверхности детали, помещенной в переменное магнитное поле, имеет существенные преимущества перед другими видами нагрева т.к. индукционный ток по сечению детали распределяется неравномерно. Максимального значения его плотность достигает у поверхности, и при переходе в глубь детали, резко падает, что позволяет теплу концентрироваться в тех точках поверхности, в которых необходимо осуществить высокотемпературный нагрев металла и наплавку порошка.

Шихта, используемая при наплавке, состоит из наплавляемого металлического порошка твердого сплава и флюсов, которые слоем определенной толщины наносят на наплавляемую поверхность.

Чтобы получить наплавленный слой высокого качества необходимо, чтобы температура плавления шихты была на 150-200 °С ниже температуры плавления ее основного компонента, при этом главные компоненты шихты должны иметь небольшую разность температур плавления и хорошо растворяться друг в друге. В противном случае металлургический процесс завершиться не успеет. Это достигается введением в состав шихты порошка готового сплава с определенной магнитной проницаемостью, причем последняя должна быть минимальной, так как при определенных частотах (ниже 100000 Гц) под действием магнитного поля индуктора может произойти осыпание шихты с наплавляемой поверхности. [1]

Входящие в состав шихты флюсы расплавляется главным образом за счет теплоты нагреваемой поверхности основного компонента.

Состав флюса (в процентах):

- 1 Бура (ГОСТ 8429-69) - 60;
- 2 Борная кислота (ГОСТ 2629-44) - 30;
- 3 Фтористый кальций (ГОСТ 7167-68) - 10.

Роль флюса, добавляемого в порошковую шихту, в основном заключается в раскислении наплавляемого металла, а также в выполнении защитных функций. Расплавленный флюс покрывает поверхность жидкого металла сплошным слоем и предотвращает взаимодействие его с атмосферой, а также препятствует теплоотдаче расплавленного металла в окружающую среду, т.е. выполняет роль своеобразного теплоизолятора.

В лаборатории кафедры материаловедения и технологии материалов была проведена работа по исследованию наплавки на установке ТВЧ самофлюсующихся твердых сплавов образцов из низкоуглеродистых сталей.

Для экспериментов были использованы прямоугольные образцы с параметрами (а×b×с) 18×18×10 мм из стали марки Ст3 (рисунок 1). На их поверхностях проводили индукционную наплавку с применением ТВЧ на установке ВЧГ2-100/0,066 самофлюсующимися твердыми сплавами.



Рисунок 1 – Внешний вид образцов, наплавленных самофлюсующимися твердыми сплавами

Перед наплавкой осуществляют нагрев образцов с насыпанной наплавляемой смесью до ее плавления, выдержке при данной температуре и последующей кристаллизацией расплава.

Для обеспечения прочного сцепления покрытия с основным металлом детали и для получения равномерной толщины покрытия требуется специальная подготовка поверхностей детали под напыление включающая обеспечение требуемой шероховатости и ее создают механической обработкой – точением или фрезерованием с нарезанием «рваной» резьбы.

Далее проводили наплавку порошка из сплава ПГ-10Н-01 на предварительно зачищенную поверхность образцов из стали Ст3. Для повышения сцепляемости наплавленного слоя поверхность покрывали различными веществами, обладающими высокой поверхностной активностью. Результаты данного этапа исследования приведены в таблице 1.

Подготовленные поверхности быстро теряют требуемые свойства (из-за окисления и адсорбции газов) и поэтому перерыв между операциями подготовки поверхности и ее наплавлением должен быть по возможности минимальным.

Таблица 1 – Подготовка образцов к наплавке сплавом ПГ-10Н-01

Время наплавки, с	Условия подготовки поверхности к наплавке	Характеристика процесса наплавки и полученного слоя	Твердость наплавленного слоя, HRC
28	Смазывание индустриальным маслом И20	Растекаемость хорошая. Наплавленный слой плотный, без видимых пор. На поверхности зеленоватый налет	55-60
27	Смачивание водой	Растекаемость хорошая	55-60
23	Смачивание 10 % раствором жидкого стекла	Растекаемость плохая. При нагревании образовалась капля порошка в центре образца	55-60
30	Пропитка силикатным клеем	Растекаемость плохая. Порошок при нагреве кипит, вспучивается. Поверхность наплавки шероховатая.	51-55

Наилучший внешний вид наблюдался на образцах протертых индустриальным маслом И20.

Состав наплавляемых порошков приведен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Состав исходных порошков для наплавки ТВЧ

Марка порошка	Химический состав по основным элементам, %						
	В	С	Si	Cr	Fe	Ni	Mn
ПГ-10Н-01	2,8-3,4	0,6-1,00	4,0	14,0-20,0	4,0-4,5	основа	-
ПС-12НВК-01	Композиция: 65 % ПГ-10Н-01 + 35 % WC						
ПГ-С27 (У40Х28Н2С2ВМ)	-	3,3-4,0	1,5	25,0-28,0	основа	1,5-2,0	1,1
ПГ-СР-2 (ПГ-ХН80СР2)	1,5-2,5	0,3-0,6	2,5	12,0-15,0	5,0	основа	-

Таблица 3 – Зависимость твердости покрытия и температуры наплавки от различных марок покрытия

Марка порошка	Температура плавления, °С	Твердость покрытия, HRC
ПГ-10Н-01	1050	55-62
ПС-12НВК-01	1050	57-64
ПГ-С27 (У40Х28Н2С2ВМ)	1300	50-56
ПГ-СР-2(ПГ-ХН80СР2)	1050	35-40

Наплавку выполняли в следующей последовательности:

- подготовка порошковых материалов;
- подготовка наплавляемой поверхности;
- подготовка оборудования;
- установка образца с насыпанным на него порошком в индуктор;
- индукционная наплавка, температура наплавки составила 1050-1100 °С;
- выдержка во включенном индукторе 6-15 секунд до плавления порошка.

Образцы с наплавленным покрытием очищали от флюсов и окалины. Затем проводили измерение твердости (рисунок 2), испытание на абразивный износ (истирание) (рисунок 3) и подвергали микроструктурному анализу.

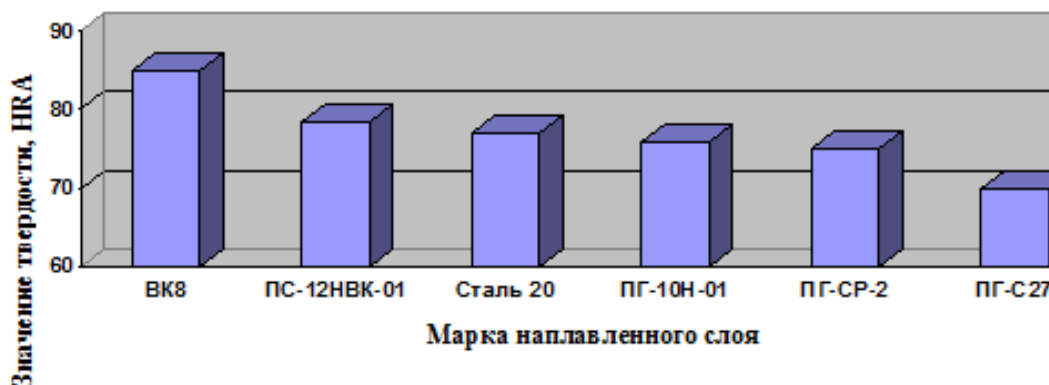


Рисунок 2 – Твёрдость наплавленных образцов в зависимости от марки наплавленного слоя

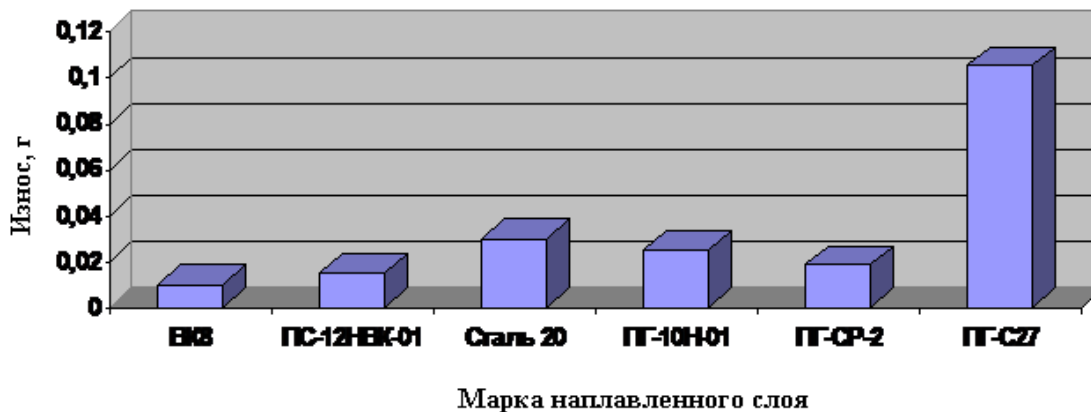
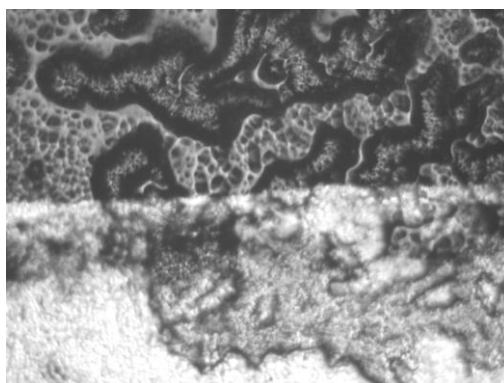


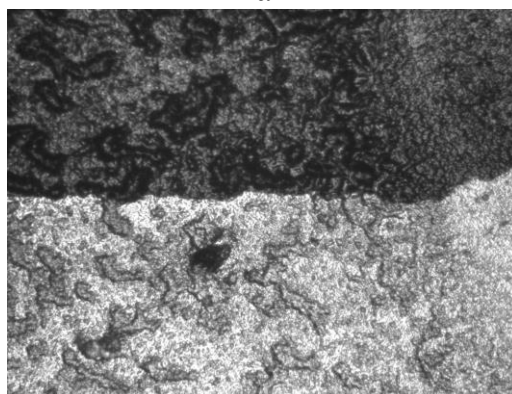
Рисунок 3 – Износ наплавленных образцов в зависимости от марки наплавленного слоя

Структура наплавленных образцов при наплавке порошка ПГ-10Н-01 показана на рисунке 4 (верх – наплавленный слой, низ – основной металл). Для травления самофлюсующихся сплавов применяли 3-5 % раствор азотной кислоты в этиловом спирте, а для выявления карбидов – растворы азотной и плавиковой кислот, время травления – 1 мин. [2]

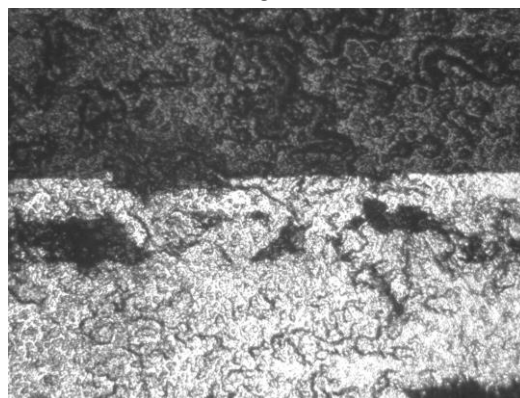
Изучение микроструктуры наплавленных образцов проводили на металлографическом микроскопе АЛТАМУ МЕТ 3. Из анализа следует, что термообработка наплавленных образцов позволяет повысить твердость (58 против 52 HRC), а также изменить структуру и при нагреве под закалку 950 °С, и закалке в воде (температура отпуска 500 °С, 1 час) структура имеет более мелкое зерно.



а



б



в

а – марка материала -ПГ-10Н-0,1 после наплавки. Твердость 52 HRC.
Структура – ледебуритная эвтектика и вторичные карбиды Cr, крупное зерно.

б – марка материала ПГ-10Н-0,1 после закалки. Твердость 58 HRC.
Нагрев под закалку 950 °С, закалка в воду, температура отпуска 500 °С, 1 час.
Структура имеет более мелкое зерно.

в – марка материала ПГ-10Н-0,1 после закалки. Нагрев под закалку 950 °С, закалка в воду, температура отпуска 200 °С, 1 час. Структура более равновесная.

Рисунок 4 – Микроструктура наплавленного слоя (увеличение 640).

Выводы:

1 Проведенные исследования показали, что для некоторых материалов наплавка на поверхность самофлюсующихся твердых сплавов приводит к повышению ее твердости и износостойкости.

2 Наиболее эффективна наплавка порошков ПГ-10Н-01 + 10 % буры, в результате которой твердость наплавленного слоя составила 55-59 HRC, и ПГ-С27 + 50 % ВК8 (твердость до 70 HRC).

3 Интенсивность износа спеченного твердого сплава в 1,5 раза меньше, чем наплавленного.

Список литературы

1 Богодухов, С.И. Упрочнение поверхности низкоуглеродистой стали самофлюсующимися твердыми сплавами / С.И. Богодухов, Е.С. Козик, Е.В. Солосина, Д.И. Чурносков // *Машиностроение*. – 2014. №3. – С. 19-26.

2 Богодухов, С.И. Технологические процессы машиностроительного и ремонтного производства: учебник / Богодухов С.И., Схиртладзе А.Г., Проскурин А.Д., Килов А.С., Шейнин Б.М. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 464 с.

МЕТОДЫ АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Тамеев Д.О

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

Специфичность борьбы с коррозией в авиации заключается в том, что в самолете, двигателе и других агрегатах важно не только максимальное увеличение срока службы конструкции и уменьшение её износа, но и абсолютное предохранение металлов от коррозии, так как коррозионные поражения могут оказаться катастрофическими для авиационных конструкций, работающих при ударных и знакопеременных нагрузках.[1]

Наиболее часто для защиты от коррозии в авиации применяется нанесение лакокрасочных покрытий, которые представляют собой жидкие составы, способные после нанесения их тонким слоем на различные поверхности высыхать с образованием покрытий, сцепленных с покрываемой поверхностью. В зависимости от состава лакокрасочные материалы подразделяются на грунтовки, краски, эмали, лаки и шпатлевки.[2]

Для защиты различных элементов воздушных судов применяются различные системы лакокрасочных покрытий и методы их нанесения.

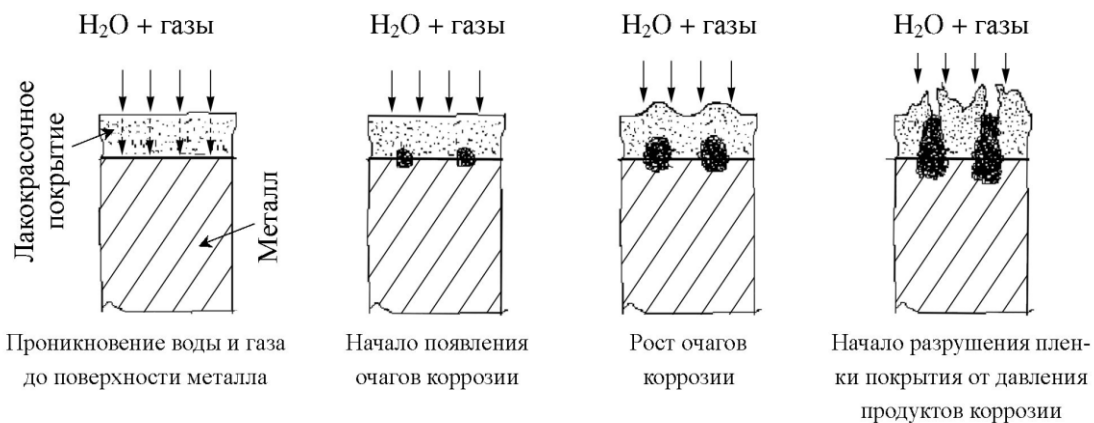


Рис 1 – Схема разрушения лакокрасочного покрытия

Детали кия, центроплана, стабилизатора и внутренних поверхностей крыла, не контактирующие с топливом до сборки, загрунтованы одним слоем эпоксидной или фенольно-масляной грунтовки. В процессе сборки этих агрегатов могут появиться участки, на которых грунтовка была разрушена.

Для защиты этих агрегатов наносится второй слой грунтовки. Для этого применяется акриловая грунтовка с введением алюминиевой пудры, при этом перекрывают замыкающие головки заклепок и участки с разрушенной грунтовкой. Заклепочные швы, запилки и другие участки поверхности,

которые после сборки агрегатов становятся недоступными для грунтования, грунтуют в процессе сборки.

Если в воздушном судне в качестве топливных емкостей применяются крылья, киль и кессоны стабилизатора, то их защищают эпоксидным лаком и фенольно-каучуковой грунтовкой и сушат при повышенной температуре.

Поверхности пассажирских кабин над полом подвержены возникновению коррозии в меньшей степени, чем под полом. Поэтому, если отсутствует необходимость в декоративной отделке, наносят два слоя грунтовки – один из них наносят на детали, а другой – после сборки.

Внутренние поверхности обшивки и детали пассажирских кабин и отсеков, расположенных под багажными полами наиболее подвержены коррозии. Длительно действующая влага, загрязненная различными агрессивными продуктами является основной причиной возникновения коррозии на этих поверхностях. Для защиты от коррозии на загрунтованные поверхности наносится система покрытий, состоящая из химически стойкой перхлорвиниловой эмали и лака на такой же основе. Лаковый слой, наносимый на перхлорвиниловые покрытия, способствует повышению водонепроницаемости.

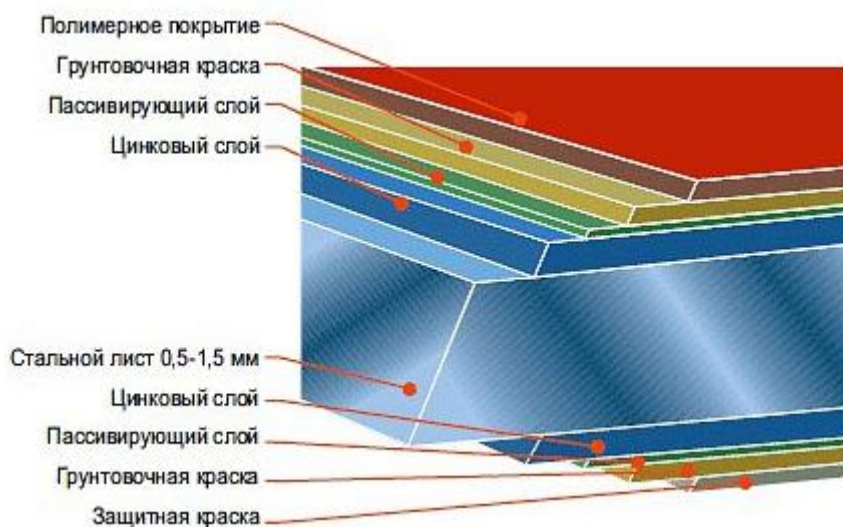


Рис 2 – Схема многослойного лакокрасочного покрытия

Внутреннюю поверхность гондол двигателей защищают грунтованием. В зависимости от температуры нагрева гондолы двигателя в эксплуатации определяется марка применяемой грунтовки. Если температура не превышает 180-190 °С, то до сборки детали гондол двигателей грунтуют одним слоем фенольно-масляной, а после сборки — акриловой грунтовкой. Для более высоких температур применяется только фенольно-масляная грунтовка горячей сушки с добавкой алюминиевой пудры, которая вводится для повышения термостойкости грунтовки. При нагреве до 400 °С применяется кремнийорганическая эмаль. Если поверхности не анодируют или химически

не оксидируют, то перед нанесением основной грунтовки наносят фосфатирующую для повышения защитных свойств и увеличения адгезии. Её применяют при нагреве до 200 °С.

Коррозийные повреждения аккумуляторных батарей возникают, когда в процессе работы возникает выброс раствора щелочи или кислоты, в результате чего на внутренних поверхностях стенок ниши возникает коррозия. Для защиты этих поверхностей используют химически стойкие покрытия на основе эпоксидных или перхлорвиниловых эмалей.

Внутренние поверхности отсеков шасси и створок, помимо коррозионных факторов подвержены воздействию песка и пыли, особенно при взлете и посадке. Для защиты на эти поверхности наносят систему покрытий, состоящую из эпоксидной эмали и грунтовки горячей сушки. Данная система обладает повышенной абразивостойкостью.

Внутренние поверхности, подвергающиеся обработке гидрожидкостью и синтетическими маслами также подвержены коррозии, поскольку эти масла и жидкости разрушают защитные покрытия. Для предотвращения этих разрушений наиболее часто применяют полиуретановую или эпоксидную систему покрытий. Горячая сушка значительно улучшает стойкость покрытий к указанным продуктам, поэтому во всех случаях, когда это технологически возможно, покрытия следует сушить при повышенной температуре.[3]

Список литературы

1. В.О. Крениг, Р.С. Амбарцумян *Коррозия металлов в авиации М.: Изд. Оборонной промышленности, 1941, 176 с.*
2. *Студенческий научный форум 2015:[Электронный ресурс]. URL: <http://www.scienceforum.ru/2015/1127/13865>*
3. *helpiks.org :[Электронный ресурс]. URL: <http://helpiks.org/6-88165.html>*

РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «РЕИНЖИНИРИНГ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ» В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Тугов В.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Современное производство требует от специалиста умения самостоятельно ставить и решать различные вопросы, связанные с производством, что невозможно без формирования у обучающихся познавательной деятельности [1]. Для этого обучающийся должен не только получить глубокие и всесторонние знания по специальности, но и овладеть дополнительными компетенциями, обеспечивающими способность участвовать во внедрении и использовании современных и перспективных технологий и средств технологического оснащения в обеспечения высокотехнологичного производства. С этой целью для обучающихся по специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов, в рамках реализации проектов по развитию системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса («Новые кадры ОПК-2015»), включена дисциплина «Реинжиниринг производственных процессов».

Целью дисциплины является освоение студентами знаний, практических умений, навыков и компетенций в области совершенствования бизнес-процессов при реинжиниринге производственных процессов авиапредприятия при создании летательных аппаратов.

Задачи:

1. Научиться определять цели реинжиниринга объектов профессиональной деятельности, критерии эффективности проектных решений, ограничения.
2. Изучить инновационную деятельность на предприятиях оборонно-промышленного комплекса методом наукоемкого инжиниринга.
3. Знать методологию и принципы реинжиниринга производственных процессов.
5. Владеть правилами, методами и средствами подготовки технической документации.
6. Уметь выявлять проблемы управления бизнес-процессами на предприятии.
7. Уметь проводить экспертизу инновационных проектов.
8. Получить практические навыки работы с современными программными средствами.

Развитие авиационной промышленности, создание новых непрерывных процессов и технологий, предопределили необходимость проведения реинжиниринга производственных процессов при создании летательных аппаратов. Реинжиниринг способствует эффективному использованию ресурсов производства, улучшает качество выпускаемых изделий, сокращает расходные

материалы и энергию, значительно повышает надежность производства [2,3,4].

Производство летательных аппаратов призвано удовлетворить потребности авиапредприятий. Технологические потоки производств нельзя рассматривать как сумму отдельных процессов. Каждая рабочая машина в составе технологической линии влияет как непосредственно, так и косвенно на работу других агрегатов и комплексов. Вследствие этого для совершенствования управления технологическим потоком необходима оценка наиболее существенных свойств его функционирования.

Перед тем как осуществить реинжиниринг производственных процессов предприятия необходимо провести анализ использования производственных мощностей, а также оценить состояние основных производственных фондов предприятия.

Степень загрузки производственных мощностей анализируют по видам деятельности предприятия и типам мощностей, при этом выделяют универсальные и специализированные мощности. К универсальным относят мощности которые пригодны для производства различных видов продукции. К специализированным относят мощности которые предназначены для выпуска продукции только определенного назначения.

Универсальные мощности, в условиях динамичной внешней среды, являются более эффективными, так как они достаточно легко и быстро перенастраиваются на выпуск такой продукции, которая в данный момент востребована рынком и потребителями. Специализированные так перестраиваться не могут и, при отсутствии заказов их можно лишь ликвидировать.

В зависимости от специфики технологических процессов принято, что оптимальная загрузка производственных мощностей составляет 80 – 95 %. При этом резервную часть производственных мощностей, как правило, используют для опытного производства и освоения новых видов изделий, выполнения научно-исследовательских, проектно-технологических и конструкторских разработок.

Чтобы оценить степень прогрессивности применяемых авиапредприятием технологий производят анализ тенденций отраслевого научно-технического прогресса и сравнивают значения показателей отраслевого уровня механизации и автоматизации машин, оборудования и труда с аналогичными показателями анализируемого предприятия.

В современных условиях внешняя среда достаточно динамично себя ведет, возрастает конкуренция, поэтому повышается значение такого свойства бизнес-процессов, как гибкость. С ростом гибкости бизнес-процессов расширяется набор альтернативных вариантов адаптации предприятия к изменениям внешней среды.

Возможность используемой на авиапредприятии технологии производства выпускать изделия с различными характеристиками может быть оценена посредством исчисления в бизнес-процессах и ведущих структурных

подразделениях удельного веса машин и оборудования, способного быстро адаптироваться на выпуск других изделий, хотя бы в определенных номенклатурных и ассортиментных пределах.

Оценивать гибкость технологий производства можно также с учетом дополнительных критериев: степени универсальности машин и механизмов; времени переналадки на выпуск новой продукции; наличии и доступности запасных частей и оснастки для переналадки; степени профессиональной подготовки персонала.

При изучении курса студенты выполняют практические задания, направленные на приобретение навыков использования различных методов для проведения реинжиниринга производственных процессов. Тематика заданий следующая:

1. Анализ использования производственных мощностей бизнес-процессов.
2. Анализ технико-технологического уровня средств производства бизнес-процессов.
3. Проектирование системы целей и показателей перепроектированных бизнес-процессов.
4. Разработка модели бизнес-процесса.
5. Планирование организационной структуры.
6. Имитационное моделирование сбалансированной системы показателей.

Таким образом, изучение дисциплины «Реинжиниринг производственных процессов» формирует у обучающихся познавательную деятельность, которая способствует развитию умений ориентироваться в быстро меняющемся потоке информации, самостоятельно приобретать знания, критически их осмысливать и применять на практике.

Список литературы

1 Тугов, В.В. НИР как фактор повышения развития познавательной способности студентов / В.В. Тугов, А.М. Пищухин // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: материалы XIV Международной научно-методической конференции Том 1.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-а, 2007. – с. 242-243.

2 Яблочников, Е.И. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства: учебное пособие / Е.И. Яблочников, В.И. Молочник, Ю.Н. Фомина. – СПб:СПбГУИТМО, 2008. – 152 с.

3 Абдикеев, Н. М. Управление знаниями корпорации и реинжиниринг бизнеса: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Н. М. Абдикеев, А. Д. Киселев; под науч. ред. Н. М. Абдикеева. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 382 с. ISBN 978-5-5-16-004300-5.

4. Управление знаниями корпорации и реинжиниринг бизнеса: Учебник / Н.М. Абдикеев, А.Д. Киселев, Н.М. Абдикеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 382 с.: 60x90 1/16. - (Учебники для программы МВА) (Обложка) ISBN 978-5-16-010562-8 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=493569>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QFD-АНАЛИЗА

Фролова Е.В.

**Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
г. Бузулук**

В условиях современной российской действительности, в том числе в аэрокосмической отрасли, на сегодняшний момент широкое распространение получила передача части процессов на аутсорсинг сторонним организациям. При этом современные реалии рынка не позволяют аутсорсинговым компаниям непосредственно взаимодействовать с конечным потребителем, что делает невозможным грамотно формировать технические требования к продукции аутсорсера. Существующие методы проектирования продукции исходят из того, что требования потребителя однозначно определены. Тем не менее, аутсорсер, работая в условиях неопределенности по техническим требованиям к ним, не может адекватно выстроить свою работу для максимального удовлетворения потребителя и производителя. Существующий метод QFD-анализа в этой ситуации малоэффективен, так как он исходит из того, что потребитель всегда доступен для диалога. Ситуация, когда требования потребителя неизвестны, не рассматривалась. Поэтому метод QFD применительно в аутсорсингу нуждается в доработке.

Анализ работ Барвинка В.А., Бойцова Б.В., Бойцова В.В., Васильева В.А., Глудкина О.Г., Минса Г., Монзака Р. М., Слоуна А. П., Хейвуда Дж. Б., Щипанова В.В., посвященных оценке качества продукции, показал, что в настоящее время оценивание качества решается преимущественно на основе аддитивной модели оценки качества продукции. Проверка управляемости процессов, переданных на аутсорсинг, определяется частью требований конечного потребителя и дополнительными требованиями, предъявляемыми производителем к продукции аутсорсинговых организаций. В этой ситуации необходимо четко определить, как следует работать с информацией в этих условиях. Эти обстоятельства определяют актуальность темы исследования.

Таким образом, в модели управления качеством аутсорсинговых работ должны быть отражены характеристики, обеспечивающие качество показателей продукции, принадлежащих различным уровням. При этом она должна позволять оценивать взаимосвязь и характер их возникновения в контексте различных комбинаций, что зачастую необходимо при выполнении единичных заказов в машиностроении.

Качество готовой продукции можно представить как совокупность качеств элементов, в нее входящих (1):

$$Q = F(q_1, q_2 \dots q_n) , \quad (1)$$

где Q – качество продукции, поставляемой потребителю,
 $q_1, q_2 \dots q_n$ – качество составных частей конечного продукта.
 $q_2 \dots q_n$ – качество составных частей конечного продукта.

С учетом наличия аутсорсера формулу (1) можно представить в следующем виде:

$$Q = F(q_{1a}, q_2 \dots q_n) , \quad (2)$$

где Q – качество продукции, поставляемой потребителю,
 q_{1a} – качество, формируемое аутсорсером, с точки зрения потребителя
(удовлетворенность потребителя продукцией, переданной на аутсорсинг);

На рисунке 1 изображена модель формирования требования к продукции, передаваемой на аутсорсинг с учетом наличия уровней формирования показателей. Используя условные обозначения QFD-анализа, можно графически отобразить схему формирования показателей качества продукции, переданной на аутсорсинг, что в дальнейшем позволит определить направления совершенствования QFD-анализа с учетом наличия предприятий-аутсорсеров.

Для того, чтобы непосредственно передать требования потребителя аутсорсеру, предлагается использовать авторский программный продукт, позволяющий разложить требования конечного продукта на составляющие характеристики, обеспечивающие удовлетворенность как потребителя, так и изготовителя, передающего продукцию на аутсорсинг. Данная разработка позволяет отследить наличие связей между показателями продукции, переданной на аутсорсинг и влияния характера этих взаимосвязей на конечную удовлетворенность потребителя. При этом абсолютный вес показателей качества и соответствующих корреляции параметра с требованиями потребителей и производителей дает весомость каждого отдельного показателя относительно реализации требований потребителей.

Реакция потребителя на изменение показателей качества на уровнях изготовителя и аутсорсера может быть нейтральной, в том случае, если потребителя не интересует изменение показателя, оно не имеет для него значения; положительной, если изменение свойства повышает удовлетворенность потребителя продуктом и отрицательной, когда изменение свойства влечет отрицательную реакцию потребителя. QFD-анализ позволяет в этом случае получить наглядную картину, показывающую, каким образом показатели качества связаны между собой. Ограничением в этом случае будет являться характер взаимосвязи показателей между собой, который определяется путем построения «крыши» Дома качества.

В случае наличия прямой связи (увеличение одного показателя приводит к увеличению коррелированного с ним) доля влияния качества продукции, переданной на аутсорсинг определяется путем сложения весомостей отдельных

показателей относительно требований потребителя и весомостей показателей, полученных путем умножения абсолютного веса показателя и степени его влияния на реализацию связанных с ним показателей.

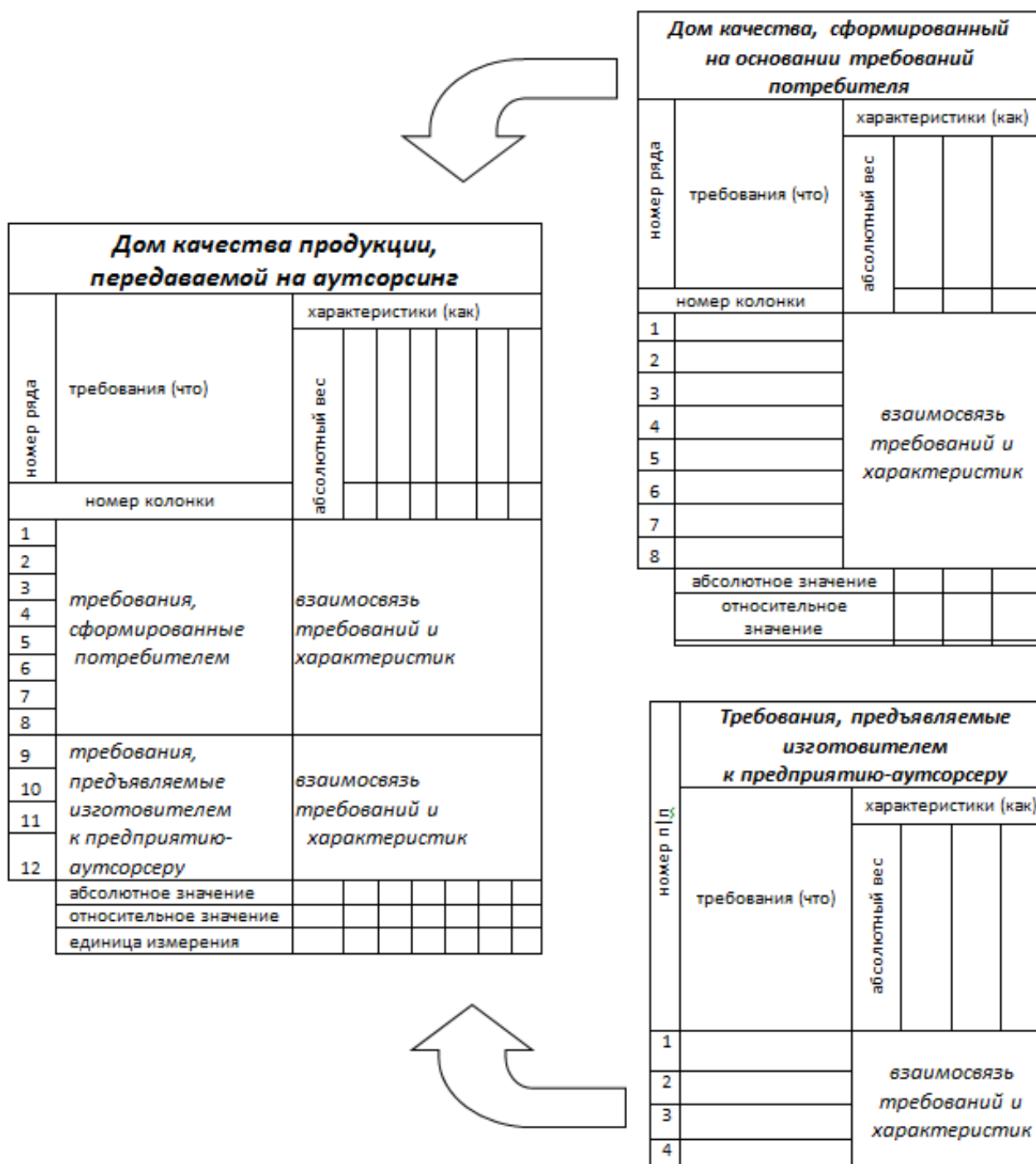


Рисунок 1 – Модель формирования требований к продукции, передаваемой на аутсорсинг

Рассмотрим формирование влияния продукции предприятия-аутсорсера на конечную удовлетворенность потребителя. На рисунке 2 показан условный

фрагмент Дома Качества продукции, при этом характеристика 1 принадлежит продукции, переданной на аутсорсинг.

В этом случае ее весомость относительно требований потребителя (абсолютное значение) будет складываться из суммы произведений «веса» связи между показателями и абсолютного веса каждой характеристики, установленными экспертным путем:

$$B'_{x1} = \sum_{j=1}^3 B'_{xj}(x_j)$$

$$B_{x1} = 7.2 \cdot 1 + 9.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 9 = 106.2$$

номер ряда	требования (что)	характеристики (что)			
		абсолютный вес	Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3
			1	2	3
1	Показатель 1	7,2	▲		
2	Показатель 2	9,0	○		●
3	Показатель 3	8,0		○	
4	Показатель 4	8,0	●	▲	
абсолютное значение		106,2	32,0	81,0	

«Вес» связи: ● - «9»; ○ - «3»; ▲ - «1»

Рисунок 2 – Фрагмент Дома Качества

Аналогично:

$$B_{x2} = 8.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 1 = 320$$

$$B_{x3} = 9.0 \cdot 9 = 810$$

Кроме того, необходимо учитывать влияние характеристик 1 на реализацию характеристики 2 и характеристики 3, которое определяется путем построения «крыши» Дома качества. На рисунке 3 показан тот же фрагмент Дома качества, но уже с учетом взаимного влияния характеристик.


В этом случае влияние характеристики 1 на реализацию характеристик 2 будет складываться из произведения «веса» коррелированных с этими характеристиками требований потребителя (в данном случае – это показатели 3, 4) относительно этих характеристик.

Доля прямого влияния качества продукции аутсорсера на удовлетворенность потребителя будет определяться как отношение весомости характеристики, им обеспечиваемой, к сумме абсолютных значений «веса» характеристик относительно обеспечения запросов потребителей (показателей, сформированных потребителем):

$$\text{Прямое влияние}_{x1} = \frac{B_{x1}}{B_{x1} + B_{x2} + B_{x3}}$$

В предлагаемом примере:

$$\text{Прямое влияние} = \frac{7.2 \cdot 1 + 9.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 9}{7.2 \cdot 1 + 9.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 9 + 8.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 1 + 9.0 \cdot 9} = \frac{106.2}{219.2} = 0.48$$



номер ряда	требования (что)	характеристики (что)			
		абсолютный вес	Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3
			1	2	3
1	Показатель 1	7,2	▲		
2	Показатель 2	9,0	○		●
3	Показатель 3	8,0		○	
4	Показатель 4	8,0	●	▲	
абсолютное значение			106,2	32,0	81,0

«Вес» связи: ● - «9»; ○ - «3»; ▲ - «1»

Рисунок 3 – Фрагмент Дома Качества с учетом взаимного влияния характеристик друг на друга

Доля косвенного влияния (при отсутствии прямой связи между показателями и характеристиками) будет определяться с учетом наличия связи между характеристиками из «крыши» не напрямую, а через их влияние на характеристики, коррелированные с рассматриваемыми. Например, из рисунка 3 характеристика 1 и характеристика 3 не влияют напрямую друг на друга, но при этом они обе взаимосвязаны с характеристикой 2, а, следовательно, также косвенно влияют друг на друга. С учетом этого косвенное влияние может быть определено по формуле:

$$\text{Косвенное влияние}_{x1} = \frac{B_{x1} \cdot K_1 + B_{x3} \cdot K_2}{B_{x1} + B_{x2} + B_{x3}}$$

$$\text{Косвенное влияние} = \frac{(8.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 1) \cdot K1 + (9.0 \cdot 9) \cdot K2}{7.2 \cdot 1 + 9.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 9 + 8.0 \cdot 3 + 8.0 \cdot 1 + 9.0 \cdot 9}$$

Здесь K1 и K2 – коэффициенты весомости данных показателей, определяемых экспертным путем. При назначении коэффициентов весомости основным условием является возможность выполнить контрольную операцию, которая позволила бы экспертам повторно, с несколько иной точки зрения, назначить оценки тех же объектов. Для этого предлагается использовать

процедуру частных парных сравнений, которые позволят сопоставить показатели между собой, а затем несколькими путями рассчитать оценки весомости, что и обеспечивает выполнение контрольной суммы.

Апробация предлагаемого механизма совершенствования QFD-анализа была проведена на предприятиях Оренбургской области при производстве червячного редуктора. Расчет годового экономического эффекта от внедрения предлагаемых мероприятий показал, что при внедрении предлагаемой схемы составил шестьсот двадцать три тысячи рублей. Разработанный метод обеспечения качества продукции аутсорсера за счет совершенствования взаимодействия «потребитель – изготовитель – аутсорсер», позволяет снизить потери производителя по вине аутсорсера на 40%.

Список литературы

1 Аникин Б.А., Рудая И.Л. Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента: Учебное пособие. – М.: Издательство ИНФРА-М, 2006. – 288 с.

2 Антология русского качества / Сост.: Б.В. Бойцов, Ю.В. Крянев, М.А. Кузнецов; под ред. Б.В. Бойцова, Ю.В. Крянева. 3-е изд. доп. М.: РИИ "Стандарты и качество", 2000. - 432 с.

3 Барвинок В.А., Буравлева Е.В., Барвинок А.В. Выбор механизма управления устойчивостью системы «потребитель - изготовитель - аутсорсер». // Вектор науки Тольяттинского ГУ. – 2010.

4 Klochkov, Y. Developing a procedure for technical status control of a turbine compressor package blades / Y. Klochkov, L. Papic, I. Vasileva, A. Gazizulina // *Applied Mechanics and Materials*. – 2015. – Vol. 756. – pp. 652 – 658 (0,25)

5 Klochkov, Y. Assessment of organization development speed based on the analysis of standards efficiency / Y. Klochkov, A. Gazizulina, N. Golovin // *Proceedings – 2nd International Symposium on Stochastic Models in Reliability Engineering, Life Science, and Operations Management, SMRLO 2016*. – 2016. – pp. 530-532 (0,25).

6 Klochkov, Y. Classifiers of Nonconformities in Norms and Requirements / Y. Klochkov, A. Gazizulina, M. Ostapenko, E. Eskina, N. Vlasova // *5th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions), ICRITO'2016*. – 2016. – pp. 111 – 114 (0,25).

7 Klochkov, Y. Application of the method of performance evaluation of the production process design using associative design. / Y. Klochkov, A. Gazizulina // *Key Engineering Materials*. – 2016. – Vol. 684. – pp. 448 – 452 (0,5).

8 Klochkov, Y. Improvement of methodology of evaluation of efficiency of the metallurgical complex processes development / Y. Klochkov, A. Gazizulina // *Key Engineering Materials*. – 2016. – Vol. 684. – pp. 453 – 460 (0,5).

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ

Хаеров К.П.

Университетский колледж ОГУ, г. Оренбург

Повышение производительности работы на станках с ЧПУ фрезерной группы требует внедрение эффективных систем программирования, и подготовки операторов, владеющих разнообразными системами программирования обработки на станках с ЧПУ. Потребности в таких операторах на производствах Оренбурга и Оренбургской области высоки, в связи с этим в Университетском колледже ОГУ ведется подготовка таких специалистов, а также обучения в рамках World Skills Russia.

Цель статьи заключается в анализе наиболее востребованных систем и методов программирования станков с ЧПУ фрезерной группы.

Станки фрезерной группы находят широкое применение в технологических процессах механообработки. Для подготовки операторов станков с ЧПУ в условиях учебных центров компетенции, техникумов и колледжей часто используется фрезерный станок с ЧПУ Омега Ф3Ф-BF20 рисунок 1.

Для управления станком Омега Ф3Ф-BF20 предназначена система ЧПУ «CNC Омега». На станке установлен универсальный пульт оператора со сменным интерфейсом, позволяющим обеспечить освоение навыков работы с различными системами ЧПУ отечественных и зарубежных производителей рисунок 2. К таким системам относятся Балт-Ситем NC-201M, Siemens 802S, Fanuc Oi, CNC Омега, Hidenhain TNC 320, Haas Fanuc.

Критерием выбора систем являются следующие позиции [1]:

- Возможностью выбора устройств ЧПУ для различного оборудования;
- Открытой аппаратной и программной архитектурой;
- Возможностью аналогового и цифрового управления приводами;
- Возможностью подключения различных типов датчиков типа: энкодер, резольвер, индуктосин;
- Возможностью многоканального управления;
- Наличием большого объёма памяти под технологические программы;
- Наличием расширенного диалога с оператором;
- Наличием постпроцессоров в наиболее распространенных системах CAM;
- Разветвленной сервисной сетью.

Поскольку сложно прогнозировать условия работы будущего оператора, то обучение ведется на всех этих системах при наличии соответствующего методического обеспечения. Целесообразно глубже изучить систему Simeins и Fanuc, так как они обладают теми же возможностями, что и другие системы, но к ним имеются разработанное методическое обеспечение. Кроме того, они

апробированы в отечественном производстве, достаточно быстро осваиваются операторами, чаще устанавливаются на основных выпускаемых станках фрезерной группы отечественными и зарубежными производителями.

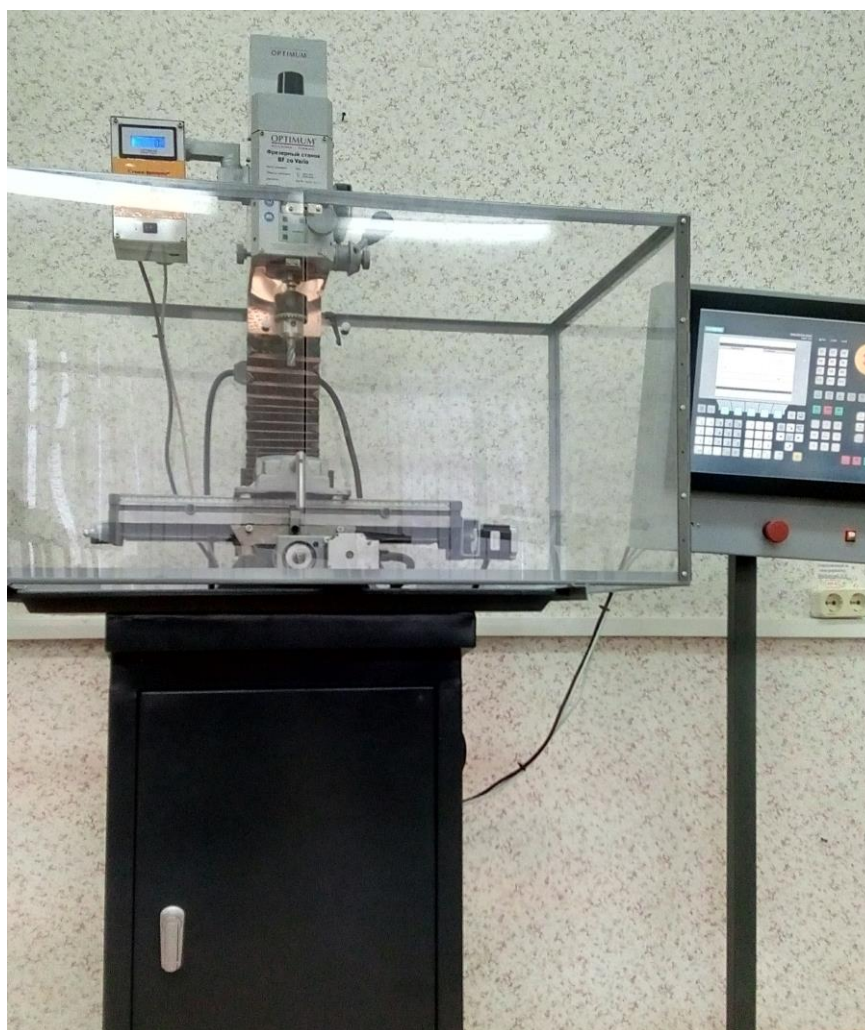


Рисунок 1 – Фрезерный станок с ЧПУ Омега Ф3Ф-ВФ20



Рисунок 2 – Универсальный пульт оператора со сменным интерфейсом

Поскольку сложно прогнозировать условия работы будущего оператора, то обучение ведется на всех этих системах при наличии соответствующего методического обеспечения. Целесообразно глубже изучить систему Simeins и Fanuc, так как они обладают теми же возможностями, что и другие системы, но к ним имеются разработанные методические обеспечения. Кроме того, они апробированы в отечественном производстве, достаточно быстро осваиваются операторами, чаще устанавливаются на основных выпускаемых станках фрезерной группы отечественными и зарубежными производителями.

Целью разработки методического обеспечения является освоение оператором ручного и автоматизированного (с использованием САМ-систем) методов программирования.

Существуют три основных способа разработки управляющих программ: ручное программирование, программирование на стойке ЧПУ и программирование при помощи САМ-систем.

Ручное программирование является трудоемким процессом. Однако все программисты-технологи обязаны иметь хорошее понимание способа ручного программирования независимо от того действительно ли они ее используют. Его используют для подготовки управляющих программ для простых деталей, а также для коррекции кадров управляющей программы созданной при помощи САМ-систем.

В последние годы стал весьма популярен способ программирование на стойке системы ЧПУ. При таком способе программирования программы создаются и вводятся непосредственно на стойке системы ЧПУ. После ввода программы, оператор может верифицировать управляющую программу, а также внести в нее коррекцию. Некоторые системы ЧПУ предлагают диалоговый язык программирования, который делает «общение» с ЧПУ удобным для оператора и значительно упрощает процесс создания управляющей программы.

Программирование при помощи САМ-систем позволяет упростить создание управляющих программ для станков с ЧПУ. Что в свою очередь избавляет технолога-программиста от необходимости проводить математические вычисления. Позволяет выводить созданную программу в САМ-системе управляющую программу для различного оборудования с ЧПУ, а также обеспечивает технолога типовыми функциями, автоматизирующими ту или иную обработку.

Для создания программы САМ-системе, программист использует персональный компьютер или рабочую станцию. После создания траектории обработки и выбора УЧПУ САМ-система автоматически генерирует управляющую программу в G-кодах. Затем управляющая программа передается тем или иным способом в память стойки станка с ЧПУ.

Методическое обеспечения программирования обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы для обучения операторов включает следующие разделы. Общие положения включают основные сведения о станке назначение и общую схему оборудования. Далее приводятся краткие сведения о современных системах ЧПУ и системах программирования. Следующим разделом являются практические задания с примерами программ обработки для различных поверхностей. Контрольные вопросы ориентируют оператора на основные моменты изучаемого раздела. Приложения дополняют основные сведения о системах и содержат пример программы средней сложности. Такие методические указания позволяют в течении года освоить основные приемы программирования, а также умения в рамках World Skills Russia. Для обучения используется учебно-лабораторный комплекс CAD/CAM-технологии для моделирования узлов и деталей с локальной сетью из пяти АРМ. Одно занятие длится 90 минут, для пяти обучающихся.

Представленные методические материалы могут быть использованы в условиях профессионального образования и переподготовки, а также организации учебных центров World Skills Russia.

Список литературы

- 1. Рекомендации при выборе устройств ЧПУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://stanki-katalog.ru/st_6.htm. — 11.12.2016 .*
- 2. Вилкина, М.В. Система ЧПУ. Как выбрать? / М.В.Вилкина, С.В.Терехов, Л.Ю.Лебедев // РИТМ машиностроения. 2016. - № 9. - С.32-34. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.ritm-magazine.ru> — 11.12.2016*

НОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ РАКЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Химич А.В.

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

В начале развития ракетной техники конструирование опиралось на опыт, накопленный в авиации. Однако специфика условий нагружения ракетных конструкций давала о себе знать, и первые ракеты довольно часто отказывали, в том числе и по причине недостаточной прочности. Не хватало проверенных методов расчета и испытаний, не было достаточных сведений о внешних нагрузках.

По мере накопления опыта отработки прочности ракет, были выработаны технические требования, которым должны удовлетворять расчеты и испытания на прочность, с тем, чтобы исключить или свести до минимума прочностные отказы в условиях эксплуатации. Со временем эти требования стали правилом (нормой) при создании новых ракетных конструкций и, по аналогии с авиацией, указанные требования называли кормами прочности.

Каждому классу ракет соответствуют свои нормы прочности, а для ракет уникального характера могут разрабатываться специальные нормы прочности, отражающие специфику этих ракет.

В нормах прочности формулируются расчетные случаи, соответствующие им расчетные условия нагружения (или условия реализации расчетных случаев), основные методические положения по методам расчетов нагрузок и прочности, приводятся коэффициенты безопасности и основные требования к испытаниям на прочность. Таким образом, нормы прочности представляют собой стандарт, регламентирующий основные положения по расчетам и испытаниям на прочность.

Значение норм прочности для практики конструирования весьма велико, поскольку от норм прочности во многом зависят масса и надежность конструкции.

И если на первых порах развития ракетной техники нормы прочности составлялись преимущественно на основе эмпирических данных, то в настоящее время имеется возможность формулировать нормы прочности на основе научного обобщения накопленного опыта. Теоретической базой для такого обобщения служит теория надежности.

Центральное место в нормах прочности отводится формулировке расчетных случаев и заданию коэффициентов безопасности. В настоящей главе дано понятие о расчетных случаях и коэффициентах безопасности. Изложение ведется на основе элементарных сведений из теории надежности.

Прочность ракетной конструкции оценивается путем анализа прочности ее составных частей – элементов. Деление конструкции на элементы осуществляется в соответствии с расчетными схемами строительной механики,

т.е. выделяются такие части конструкции, которые представляют собой балку, пластину, оболочку, кольцо и т.п.

Отдельно рассматриваются различного рода соединения: сварные, заклепочные, болтовые, клеевые и т.д. В свою очередь, каждый элемент может быть также расчленен на составные части. Например, в болтовом соединении можно выделить болт, гайку, а в болте и гайке – резьбу. Таким образом, деление конструкции на элементы имеет условный характер.

Однако это деление не может быть полностью произвольным, поскольку тесно связано с возможностями расчетов и экспериментов.

Элементом конструкции ракеты назовем такую ее часть, для которой применимы расчетные схемы строительной механики и разрушение которой означает отказ конструкции в целом.

На языке теории надежности указанное определение предполагает, что конструкция ракеты расчленяется на элементы, соединенные последовательно, благодаря чему отказ элемента совпадает с отказом системы в целом, причем для элементов имеется хорошо разработанный аппарат оценки характеристик прочности (строительная механика ракет). Части конструкции, соединенные параллельно, объединяются таким образом, в один элемент.

В свою очередь, испытания конструкции на прочность проводятся либо поэлементно, либо для группы элементов, понимаемых в указанном выше смысле, благодаря чему по данным испытаний можно проверять правильность выбора расчетных схем, взятых из строительной механики, и достаточно просто составлять заключения о прочности (не связывая прочность испытанной части конструкции с прочностью других частей). Изложенная трактовка понятия «элемент» позволяет также упростить решение задачи о прочностной надежности корпуса в целом.

Важнейшей характеристикой отдельного элемента является его несущая способность, под которой понимается совокупность нагрузок, приводящая элемент к разрушению (как внешних, так и внутренних, действующих со стороны смежных элементов). Математически несущая способность выражается в виде граничной поверхности (или кривой) в пространстве нагрузок, отделяющей область работоспособных состояний от области отказов. Условием прочности является невыход траектории нагружения за пределы области прочного состояния. На рисунке 1 приведен пример граничной кривой, характеризующей несущую способность сжатой цилиндрической оболочки.

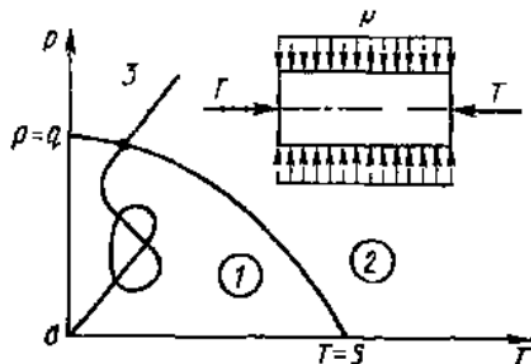


Рисунок 1 - Граничная кривая статической устойчивости цилиндрической оболочки.

Условие прочности имеет форму неравенства:

$$\left(\frac{p}{q}\right)^2 + \frac{T}{S} \leq 1$$

Уравнение граничной кривой

$$\left(\frac{p}{q}\right)^2 + \frac{T}{S} = 1$$

В случае нагружения элемента одной нагрузкой граничная кривая вырождается в точку. Для примера, показанного на рисунке 1, при $T=0$ имеем граничную точку на оси ординат ($p=q$) и условие прочности $p \leq q$. Несущая способность при $T=0$ представляет собой давление потери устойчивости равновесия.

Другой пример – шаровой баллон высокого давления, его разрушение происходит при таком внутреннем давлении, когда напряжение в стенке баллона достигает предела прочности материала на разрыв. Граничная точка и условие прочности здесь имеют такой же смысл, как и в приведенном выше примере при нагружении одной нагрузкой. Отличие состоит в знаках действующих напряжений и в характере разрушения.

Список литературы

1. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учеб. пособие для студентов вузов – 3-е изд., перераб. и доп. / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин – М.: Машиностроение, 1994. – 384 с.: ил. ISBN 5-217-02379-1.

2. Моссаковский, В. И. Прочность ракетных конструкций: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренко, П. И. Никитин и др.; Под ред. В. И. Моссаковского. – М.: Высш. шк., 1990. – 359 с.: ил. ISBN 5-06-000487-2.

3. Режим доступа:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/> - 15.12.2016.

РАЗРАБОТКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ С ЗАДАНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Хопренинов В.А., Елагин В.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Проблемам по защите пневмосистем от избыточного давления уделяется особое внимание в системе мероприятий по обеспечению надежности технического оснащения и безопасности рабочего персонала.

Угроза излишнего давления способна возникать из-за воздействия посторонних условий — выхода из строя оснащения, низкая квалификация рабочих кадров, в результате внутренних физических процессов и т.д.

Для предотвращения избыточного давления служат предохранительные клапаны (ПК). ПК используются повсюду, где возможно это случится, то есть фактически на любом оборудовании, но в основном они значимы в области эксплуатации бытовых и промышленных емкостей, функционирующих под давлением. Они применяются в различных отраслях таких, как: оборонно-промышленная, энергетическая, нефтяная, газовая, нефтехимическая и др. отраслях промышленности. По сравнению с другими типами предохранительной арматуры устройство ПК, в достаточной мере, элементарное.

ПК классифицируются по целому ряду показателей и конструктивным особенностям, и имеют свои достоинства и недостатки, которые описываются в [1-3].

В процессе изготовления и эксплуатации изделий машиностроения есть необходимость применение переносных малогабаритных пультов для проверки герметичности различными давлениями, в которых также используется ПК. Для изготовления таких пультов необходимо разработать пружинные ПК, которые принципиально просты, легки в наладке, многообразны по типам, габаритам и различным конструкциям. Проанализировав конструкции и технические характеристики имеющихся пружинных ПК [4] отечественного и зарубежного производства, было выявлено, что они не в полной мере отвечают требованиям технических характеристик имеющегося пульта. Многие недостатки в работе ПК можно объяснить выбором клапанов без учета их конструктивных особенностей и характеристик. Недостатки заключаются в следующем:

- при высоких рабочих диапазонах давлений ПК имеют относительно большие габариты и массу;
- низкий ресурс срабатывания, отсюда следует малый гарантийный срок эксплуатации;
- низкое качество используемых материалов в конструкции ПК, что также приводит к уменьшению срока службы;
- неоправданно завышенная стоимость ПК;

С учётом вышесказанного, является актуальной задача разработки оптимальных конструкций пружинных предохранительных клапанов для

различных рабочих давлений, отвечающих заданным техническим требованиям и условиям эксплуатации. Решение данной задачи позволит использование разработанных предохранительных клапанов в системах, работающих под давлением в малогабаритных установках, для различных отраслей промышленности.

Особенностью конструирования ПК является упрощение конструкции и применение качественных материалов, что является главными условиями для разработки малогабаритных ПК, отвечающих требованиям установленной долговечности, согласно техническим условиям, нормативно-технической документации и характеристикам эксплуатации пульта.

При разработке пружинных ПК также необходимо уделить внимание к критичным элементам клапанов, таким как резиновые уплотнения и пружины, т.к. они выполняют основные функции. Материал и конструкция резиновых уплотнений и пружин многообразен. В связи с этим подбор материала и конструкций резиновых уплотнений лучше всего производить из имеющихся и защищенных ОСТом [5], а подбор материала и конструкций пружин производить расчетным путем [1–3], с целью обеспечения требуемых характеристик ПК.

Исходя из выше сказанного, были разработаны упрощённые конструкции пружинных ПК (обозначение ПК: КПП – (3-10), КПП – (50-180) см. рис. 1, 2), для использования их в переносном малогабаритном пульте, со следующими основными техническими данными:

- рабочее тело - сжатый воздух или азот с точкой росы не выше минус 55°C I категории по ОСТ 92-1577-78, аргон по ГОСТ 10157-79, и гелий газообразный по ТУ 0271-135-31323949-2005;

- рабочие давления 0,29-0,95 МПа и 4,9 МПа -17,7 МПа;

- условный проходной диаметр – $D_y=6$ мм;

- рабочее положение – любое;

- ресурс – 1000 срабатываний;

- ПК работоспособны при: от – 50⁰С до +50⁰С; относительной влажности окружающего воздуха до 98% при температуре 35⁰С; воздействии инея, росы и пыли;

- габаритные размеры (не более) – 130x78x48 для КПП – (50-180) и 157x75x75 для КПП – (3-10)

- масса, кг – 0,7 для КПП – (50-180) и 1,2 для КПП – (3-10).

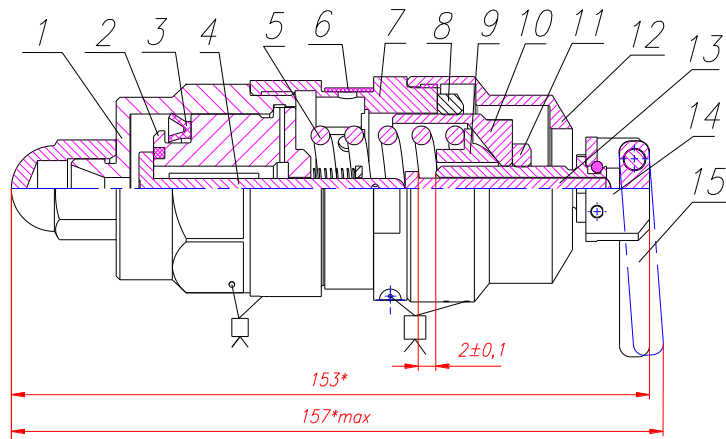


Рисунок 1 – Предохранительный клапан КПП – (3-10): 1 - штуцер, 2 - седло, 3 - манжета, 4 - клапан, 5 - пружина, 6 - кольцо, 7 - корпус, 8 - контргайка крышки, 9 - опора, 10 - крышка, 11 - контргайка упора, 12 - колпак, 13 - толкатель, 14 - упор, 15 - рычаг.

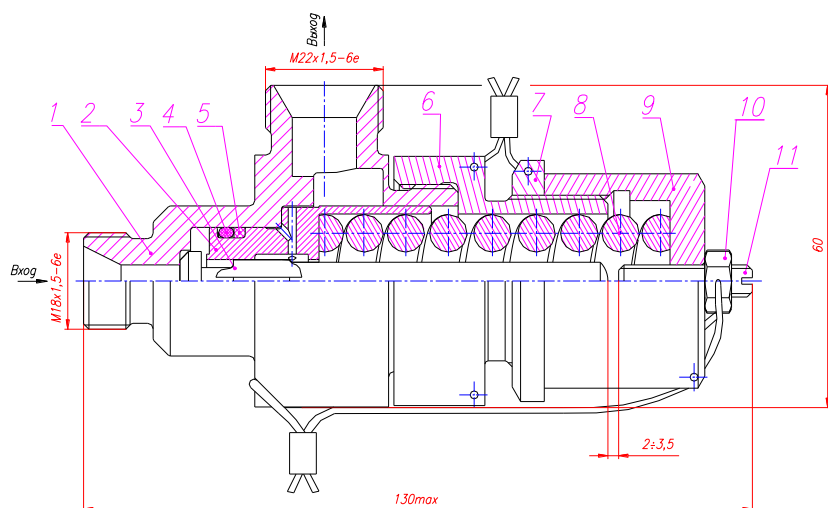


Рисунок 2 – Предохранительный клапан КПП – (50-180): 1-корпус, 2-седло, 3-клапан, 4-кольцо, 5-кольцо, 6-крышка, 7-гайка, 8-пружина, 9-крышка, 10-гайка, 11-винт.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

- разработать конструкцию для обеспечения требуемых характеристик ПК;
- разработать полный комплект конструкторской документации (КД) и 3D-модель ПК;
- разработать технологию изготовления ПК;
- провести испытания ПК согласно техническим требованиям.

Таким образом, для разработки оптимальной конструкции ПК необходимо произвести подборку и анализ материалов входящих деталей, после чего необходимо провести размерный анализ конструкции с целью получения приемлемого устройства ПК. На следующем этапе следует

разработать 3D-модель и полный комплект конструкторской документации, отвечающей требованиям ЕСКД, с использованием программ Creo и MS Word. В дальнейшем, согласно КД, разработать технологию изготовления деталей и сборки ПК в программе СПРУТ-ТП, отвечающую требованиям ЕСТД. На основании выше указанной разработанной документации на базе АО «ПО Стрела» будут изготовлены ПК: КПП – (3-10), КПП – (50-180), после чего будут проведены соответствующие испытания, согласно, разработанным техническим условиям. После чего, на основании положительных результатов провести внедрение этих клапанов в производство на АО «ПО Стрела».

Список использованных источников

- 1. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура: справочное пособие / Д.Ф. Гуревич. – М.: ЛКИ, 2008. – 368 с.*
- 2. С.И. Косых. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением: справочник / под общ. ред. С.И. Косых. – Л.: Машиностроение, 1982.*
- 3. Арматура трубопроводная. Термины и определения. ГОСТ Р 52720–007. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Проверено 10 июня 2010.*
- 4. Гошко А.И. Арматура промышленная общего и специального назначения: справочник / А.И. Гошко. – М.: Мелго, 2007.*
- 5. ОСТ В 38.052-80 – Кольца резиновые кругло сечения для изделий специального назначения.*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ, ТИТАНОВЫХ И ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

Черняков В.Н., Поляков А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В современной ракетной и авиационной технике широкое применение находят 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 настоящее время, благодаря разработке технологий лазерного аддитивного производства металлических изделий, все большее место в высокотехнологичном производстве начинают занимать технологии селективного лазерного спекания и плавления. Вместе с этим, аддитивные технологии, по мнению современных экспертов, только в отдельных случаях могут выступать в качестве альтернативных технологий традиционным. На сегодняшний день аддитивные технологии, решающие многие конструкторские и технологические проблемы, не решают все проблемы обеспечения необходимой прочности и размерной точности конструкции. Они имеют чрезвычайно высокую себестоимость производства, а также для них пока нерешена проблема изготовления крупногабаритных изделий.

В качестве альтернативной традиционной технологии для аддитивных технологий изготовления металлических конструкций можно рассматривать технологию сварки. Как это ни парадоксально, но при сварке алюминиевых и титановых сплавов, а также коррозионно-стойких сталей возникают многие проблемы, разрешение которых позволит существенно совершенствовать новые аддитивные технологии.

Современный уровень развития сварочной техники позволяет получать надежные, прочные и герметичные соединения, обеспечивающие работоспособность конструкций в заданных условиях эксплуатации при обеспечении необходимого ресурса. Высокая экономичность сварных соединений обуславливает повышение объема их применения в производстве авиаконструкций, особенно при изготовлении узлов из нержавеющей сталей, титановых и цветных сплавов.

Согласно ГОСТ Р ИСО 4063-2010 [1] все процессы сварки классифицируют на *основные группы, группы и подгруппы*. Выделяют восемь основных групп сварки: дуговая, контактная, газовая, лучевая, давлением, резка и строжка (в этом случае резка металла осуществляется на часть толщины разрезаемого металла), пайка, прочие процессы сварки. В соответствии с другим принципом классификации, все сварочные процессы подразделяют

только на две группы процессов, различающихся по методу формирования микроструктуры металла: процессы плавлением и давлением.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [2] все дефекты при сварке плавлением подразделяют на шесть основных групп: трещины, полости, твердые включения, несплавление и непровар, отклонение формы и размера, прочие дефекты.

Под трещиной в данном случае понимают нарушение сплошности, вызванное локальным разрывом в результате охлаждения или действия нагрузок.

К трещинам относят: микротрещины; продольные, радиальные, поперечные, кратерные, разрозненные и разветвленные трещины.

Для полости в этом стандарте отсутствует строгое определение, что позволяет использовать традиционное, принятое в технике представление о полости – свободное пространство, ограниченное свариваемым металлом. В этом случае выделяют следующие дефекты сплошности металла: газовые полости, газовые поры, равномерные и линейные пористости, скопление пор, свищи, вытянутые полости, усадочные раковины, микроусадка и другие дефекты.

Под твердыми включениями при сварочных процессах понимают твердые инородные вещества в металле шва. Различают шлаковые, флюсовые, оксидные и металлические включения.

Под непроваром понимают различие между фактической и номинальной глубиной проплавления. Под несплавлением понимают отсутствие соединения между основным и наплавленным металлом или между отдельными слоями.

При сварке для отклонений формы и размера вводят такие понятия, как подрез, превышение выпуклости, превышение проплава, неправильный профиль сварного шва, натек, протек, прожог, коробление и другие.

К прочим дефектам относят все дефекты, которые нельзя отнести к первым пяти. В качестве примера можно назвать следующие: брызги металла, поверхностные задиры, риски, забоины (местное повреждение, вызванное использованием режущего или вспомогательного инструмента), цвета побежалости, изменение цвета (особенно при сварке титана), окисленная поверхность.

Для сварки давлением также регламентируются дефекты геометрии и сплошности в металлических материалах (ГОСТ Р ИСО 6520-2-2009 [3]). Терминологически они во многом корреспондируются с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012.

Все выше перечисленные дефекты практически инварианты к свариваемым материалам и зависят от следующих факторов:

- подготовка шва свариваемых деталей;
- пространственное расположение свариваемых деталей;
- химический состав свариваемого материала;
- микроструктура свариваемых материалов в месте сварки;
- технологические режимы сварки;

– основные характеристики сварочного оборудования (мощность, продолжительность включения, физический принцип действия).

Титановые сплавы. Титановые сплавы очень эффективны в авиа- и ракетостроении, благодаря физико-механическим свойствам титана: малая плотность, высокая удельная прочность, высокая коррозионная стойкость, немагнитность, хладостойкость. Относительно невысокая температура плавления титана компенсируется его высокой химической активностью, что приводит к существенному усложнению технологии сварки. При сварке методом плавления титана и его сплавов используют разные виды дуговой сварки в среде защитных (инертных) газов вольфрамовым электродом. При необходимости конструкции из этих металлов могут быть сварены контактной сваркой.

Коррозионно-стойкие стали. Согласно действующему стандарту ГОСТ 5632-72 [4] это стали, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии, включая атмосферную, почвенную, щелочную, кислотную и солевую. Для достижения таких свойств стали легируют большим количеством хрома. При этом по процентному содержанию хрома нельзя определить принадлежность стали к классу коррозионно-стойких, жаростойких или жаропрочных. Например, сталь 20X13 с большим содержанием хрома относят к жаростойкой, а сталь 40X9C2 с меньшим содержанием хрома является не только жаростойкой, но и коррозионно-стойкой. В качестве одного из основных методов сварки высоколегированных сталей являются различные виды сварки под флюсом. В отдельных случаях сварку аустенитных сталей проводят в среде инертных газов неплавящимся (вольфрамовым) или плавящимся электродом.

Цветные сплавы и металлы обладают повышенной химической активностью при контакте с кислородом, поэтому для проведения качественного сварочного процесса необходимо учитывать образование оксидной пленкой. Положительное свойство оксидной пленки – высокая коррозионная стойкость. Эта же оксидная пленка приводит к усложнению процесса сварки. Алюминиевые сплавы, несмотря на низкую температуру плавления алюминия, относят к группе трудносвариваемых металлов. Если температура плавления алюминия равна 660°C , то его оксидная пленка – 2044°C . В авиастроении алюминий применяется преимущественно в виде сплавов с медью и магнием. Для их сплавов производится обязательная термическая обработка.

Технология сварки непосредственно привязана к химическому составу и физико-механическим свойствам свариваемых сплавов. Особая роль в оценке качества сварных конструкций отводится легирующим элементам свариваемых сплавов. Трудоемкость и цикл изготовления сварных конструкций зависят не только от технологии их изготовления, но и от конструкторских решений, принятых при проектировании. Таким образом, только совокупность конструкторских и технологических решений принимаемых на всех этапах

жизненного цикла изделия может гарантировать его высокую работоспособность и конкурентоспособность.

Обобщенной особенностью достижения конкурентоспособности производства является решение технологических проблем на конкретном предприятии, несмотря на существование решений аналогичных задач в мире. Это связано с тем, что каждое конкретное производство привносит свою специфику в, казалось, уже решенную типовую задачу. Поэтому были сформулированы задачи исследования:

- систематизация основных физико-технических характеристик и эксплуатационных свойств исследуемых сплавов;
- исследование особенностей теплофизики сварки исследуемых сплавов;
- исследование влияния электрической дуги на качество сварочного процесса;
- выявление факторов, влияющих на свариваемость исследуемых сплавов;
- оценка технологических особенностей процесса сварки исследуемых сплавов;
- исследование влияния технологичности сварной конструкции на качество сварки;
- установление взаимосвязей между технологическими режимами работы сварочного оборудования и эксплуатационными параметрами исследуемых сплавов.

Результатом решения поставленных задач будет методика обеспечения эффективности дуговой сварки трех групп трудносвариваемых сплавов, применяемых в авиа- и ракетостроении, направленная на повышение конкурентоспособности производства.

Список источников литературы

1 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.

2 ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением. – Введ. 2014-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2014. – 36 с.

3 ГОСТ Р ИСО 6520-2-2009. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка давлением. – Введ. 2011-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. – 20 с.

4 ГОСТ 5632-2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. – Введ. 2015-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2015. – 54 с.

ОБЗОР ПРЕИМУЩЕСТВ ТВЁРДОСПЛАВНЫХ ФИЛЬЕР ДЛЯ ПРОВОЛОЧНЫХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ

Шабает М.М., Марусич К.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Повышение эффективности изготовления проволоки на волочильных станах требует повышения износостойкости фильер (волоков). Это может достигаться путем применения более твердых материалов и методов улучшения их поверхности [1]. В рамках направления подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (магистратура) проводится работа на тему «Восстановление и повышение износостойкости твёрдосплавных фильер для проволочных волочильных станов».

Производство сварочных электродов сопровождается деформацией и изменением первоначального материала (Св-08 ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная») под необходимый диаметр. Деформацию проводят с помощью специального оборудования - волочильного стана. На рисунке 1 представлен волочильный стан швейцарской фирмы «Mansasodagesa».



Рисунок 1 – Волочильный стан «Mansasodagesa»

Основные этапы работы проволочного волочильного стана:

I этап: проволока из бухты очищается от ржавчины с помощью щёток;

II этап: проволока проходит через специальный резервуар, где покрывается смазывающим материалом;

III этап: проволока протягивается через волоки.

Проволока на волочильном стане протягивается с помощью приводного барабана, на который наматывается. Она протягивается через волоку,

предварительно пройдя смазывание. После прохождения шести стадий обработки проволока скручивается в бухту и транспортируется к экструзионному прессу, где её нарезают нужной длины. Оголённые электроды пропускают через проволочную втулку для окончательного выравнивания поверхности. Затем под давлением 20 МПа они проходят обмазку, проходя через обмазочную втулку. Материал волокни, проволочной и обмазочной втулки должен иметь высокую износостойкость. Особенно это относится к обмазочной втулке, так как здесь трение происходит в абразивной среде.

На рисунке 2 представлена конструкция волокни. Конус волочения и цилиндрическая направляющая нагружаются непосредственно при волочении и изнашиваются вследствие трения и давления. Входной и выходной конусы не подвергаются давлению волочения и, следовательно, как правило, не изнашиваются и не претерпевают изменений.

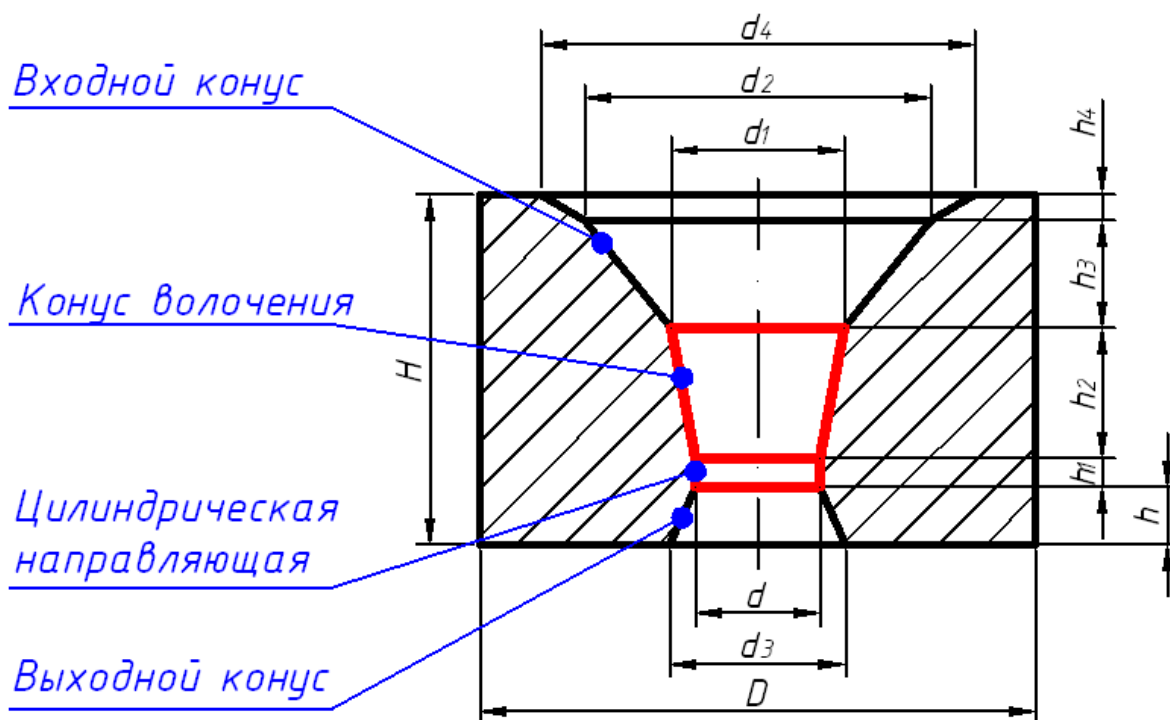


Рисунок 2 – Конструкция волокни

При условиях подбора требуемого метода повышения износостойкости важную роль играет материал самих волок [2-4]. В зависимости от протягиваемого материала, способа протяжки и условий волочения твердосплавные волокни могут дать в 30 - 200 раз большую производительность, чем обычные волокни. На рисунке 3 представлен типовой процесс изготовления твердосплавных волок.

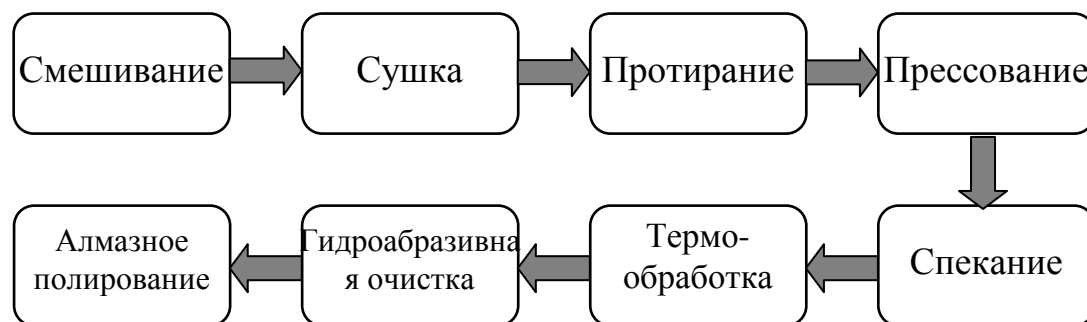


Рисунок 3 – Процесс изготовления твёрдосплавных волок

Идеальным материалом для изготовления волок по твердости является алмаз. Однако в силу значительных экономических затрат на данный материал выгодным решением являются альтернативные варианты. Такими являются литые, металлокерамические и твердые сплавы. При условии прокатки труб диаметром свыше 10 мм главными конкурентами твёрдосплавных волок выступают стальные волокна и обоймы.

Существенным преимуществом твёрдосплавных волок перед волокнами из других материалов является большая стабильность их размеров, обусловленная высокой износостойкостью. Отсюда и другие практические преимущества:

- большая стойкость при волочении проволоки без заметного увеличения диаметра отверстия;
- возможность большей скорости волочения;
- возможность более сильного обжатия;
- более точное соблюдение размеров тянутой проволоки;
- более длительное использование волокна без повторного контроля;
- соответствующая экономия времени на замену волочильного инструмента;
- более блестящая и гладкая поверхность проволоки;
- увеличение массы бухты.

Указанные достоинства твёрдосплавных волок компенсируют более высокую стоимость их изготовления.

В дальнейшем в рамках магистерской диссертации планируется провести анализ существующих методов термообработки и механического воздействия, а также постараться выявить дополнительные способы восстановления фильер.

Список литературы

1. Бондаренко, В. А. Обеспечение качества и улучшения характеристик режущих инструментов: учебник / В. А. Бондаренко, С. И. Богодухов. – М.: Машиностроение, 2000. – 144 с. – ISBN 5-217-02953-6.
2. Киффер, Р. Твёрдые сплавы: пер. с нем / Р. Киффер, Ф. Бенезовский; под ред. В. И. Третьякова. – М.: Металлургия, 1971. – 392 с.

3. Лошак, М. Г. Упрочнение твёрдых сплавов / М. Г. Лошак, Л. И. Александрова. – Киев: Наукова думка, 1977. – 148 с.

4. Джонс, В. Д. Свойства и применение порошковых материалов. – М.: Мир, 1965. – 367 с.

ВЛИЯНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ТВЕРДОГО СПЛАВА Т14К8

Шамсутдинов Р.Ф., Свиденко Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Придя на смену инструментальным и быстрорежущим сталям, твердые сплавы оказали и оказывают огромное влияние на развитие всех отраслей промышленности. Практически нет ни одной ведущей отрасли, которая в той или иной мере не применяла твердые сплавы.

Твердые сплавы по своим эксплуатационным свойствам в десятки раз превосходят быстрорежущую сталь, притом затраты при эксплуатации твердосплавных резцов в 4-6 раз ниже, чем при работе с резцами из быстрорежущей стали. Применение твердосплавного инструмента для обработки металлов давлением обеспечивает увеличение стойкости по сравнению со стойкостью стального инструмента в 20-50 раз.

Для увеличения срока службы инструменты из твердого сплава применяются различные способы упрочнения. Одним из новейших способов упрочнения поверхности твердых сплавов является лазерное воздействие [1-14].

В работе твердосплавные квадратные пластины Т14К8 подвергались непрерывному воздействию лазером по различным режимам на лазерном станке ЛК 3015 лс 07 по контуру впадины режущей кромки.

Результаты исследования микротвердости приведены в таблице 1.

Таблица 1– Изменение микротвердости твердосплавных квадратных пластин Т14К8, в зависимости от режимов лазерного воздействия

Образец	Режим лазерного воздействия	Микротвердость, H_{μ} , Н/мм ²
1	2	3
Исходный	-	1547
1	100 Вт, 20 мм/с	1632
2	100 Вт, 40 мм/с	1822
3	200 Вт, 20 мм/с	1819
4	200 Вт, 40 мм/с	1706
5	200 Вт, 60 мм/с	1659
6	200 Вт, 80 мм/с	1568
7	300 Вт, 20 мм/с	2421
8	300 Вт, 40 мм/с	1880

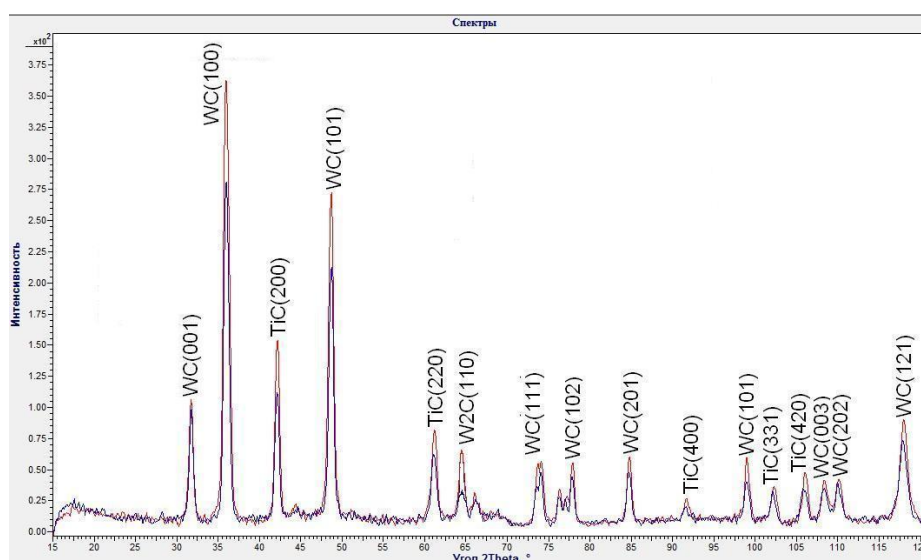
Продолжение таблицы 1

1	2	3
9	300 Вт, 60 мм/с	1744
10	300 Вт, 100 мм/с	1656
11	400 Вт, 40 мм/с	2754
12	400 Вт, 60 мм/с	2413
13	400 Вт, 100 мм/с	2657
14	400 Вт, 140 мм/с	1945

Анализ данных таблицы 1 показывает повышение микротвердости у опытных образцов после лазерного воздействия по сравнению с исходным состоянием. Так, у исходного образца микротвердость составляет 1547Н/мм², у образцов после лазерного воздействия - среднестатистически 1976 Н/мм². Увеличение твердости составляет ≈ 20 - 30 %.

Для оценки локальных искажений кристаллической решетки после лазерного воздействия провели расчет изменения параметров решетки (a и c , Å) и степени тетрагональности (c/a). Следует отметить, что на различных режимах лазерного воздействия параметры решетки и степень тетрагональности менялись незначительно в пределах ≈ 0,05–0,1 %.

На рисунке 1 представлена рентгенограмма с наложением пиков интенсивности исходного образца и после лазерного воздействия. На рентгенограмме наблюдается вытягивание карбидных пиков, а также образование в поверхностном слое карбидной фазы типа W_2C .



■ - исходный образец; ■ - образец после лазерной обработки

Рисунок 1– Совмещенная рентгенограмма твердого сплава Т14К8

Твердосплавные квадратные пластины Т14К8 испытывались на износ резанием на токарно-винторезном станке 16К20 при поперечном точении заготовки из стали пять при частоте вращения шпинделя 400мин^{-1} , подаче 0,1 мм/об и глубине резания 1 мм. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Изменение износа при резании твердосплавных квадратных пластин в зависимости от режимов лазерного воздействия

Образец	Режим лазерного воздействия	Износ при резании, мм	
		По передней поверхности	По задней поверхности
Исходный	-	0,18	0,14
1	100 Вт, 20 мм/с	0,04	0,06
2	100 Вт, 40 мм/с	0,14	0,1
3	200 Вт, 20 мм/с	0,04	0,08
4	200 Вт, 40 мм/с	скол	скол
5	200 Вт, 60 мм/с	0,1	0,1
6	200 Вт, 80 мм/с	0,15	0,1
7	300 Вт, 20 мм/с	0,08	0,1
8	300 Вт, 40 мм/с	0,08	0,06
9	300 Вт, 60 мм/с	0,1	0,08
10	300 Вт, 100 мм/с	0,06	0,08
11	400 Вт, 40 мм/с	0,06	0,14
12	400 Вт, 60 мм/с	0,08	0,12
13	400 Вт, 100 мм/с	0,08	0,08
14	400 Вт, 140 мм/с	0,08	0,12

Анализ данных таблицы 2 показывает уменьшение износа у опытных образцов после лазерного воздействия по сравнению с исходным состоянием. Так, у исходного образца износ составляет: по задней поверхности - 0,14мм, по передней - 0,18 мм. У образцов после лазерного воздействия – средне статистически: по задней поверхности - 0,094мм, по передней - 0,084мм. Уменьшение износа составило: по задней поверхности $\approx 32,8\%$, по передней $\approx 53\%$.

Для оценки изменения размеров зерен карбидов твердого сплава Т14К8 после различных режимов непрерывного лазерного воздействия проводили микроструктурные исследования на электронном растровом микроскопе JEOL JSM-6000 Neoscope II. Фото структуры представлено на рисунке 2.

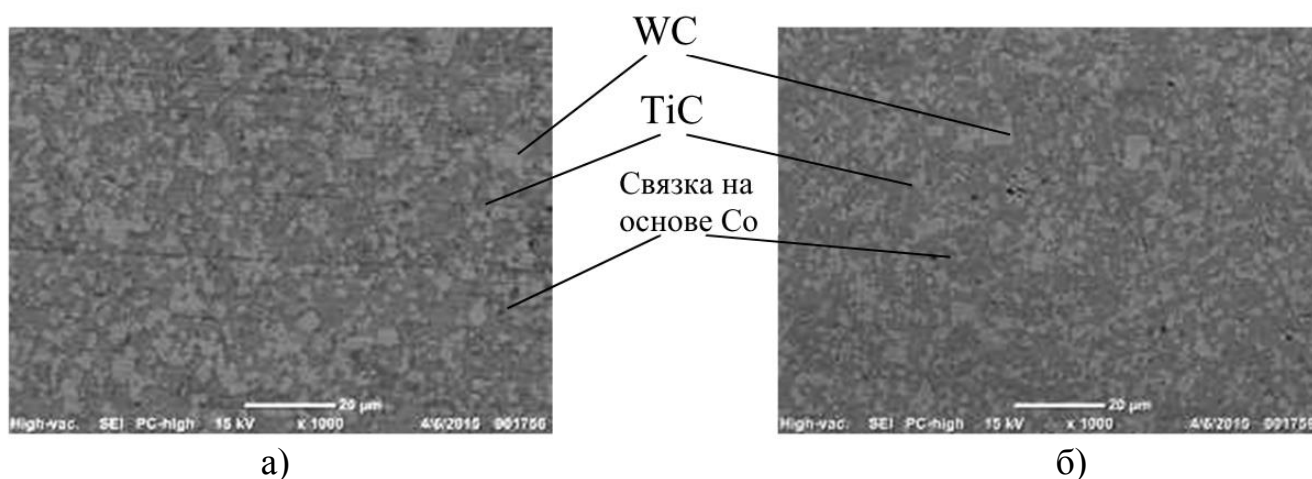


Рисунок 2 – Структура твёрдого сплава Т14К8, $\times 1000$: а) – исходный образец; б) – образец после непрерывного лазерного воздействия

Размеры зерен карбида WC и класс зернистости представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Размер зерен и класс зернистости

Образец	Размер зерна WC, мкм	Класс зернистости
100 Вт, 20 мм/с	5,7	6
200 Вт, 20 мм/с	4,6	5
400 Вт, 100 мм/с	3,4	4

На основании проведенных исследований выявлено повышение микротвердости поверхностного слоя твердого сплава Т14К8 после непрерывного лазерного воздействия. Тенденция упрочнения связана со структурными и фазовыми превращениями на этапе лазерного воздействия: с образованием карбида W_2C , с насыщением кобальтовой связки вольфрамом. Упрочняющим фактором является высокая скорость нагрева и охлаждения, приводящая к образованию высокодисперсионной структуры, обладающей высокой твердостью.

Список использованных источников

1. Ординарцев, И. А. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
2. Ярьсько, С.И. Моделирование процесса лазерного упрочнения режущего инструмента / С.И. Ярьсько, Д.С. Горяинов // Известия СамНЦ РАН. – 2011. – Т.13, №4. – С. 921- 926
3. Обработка металлов резанием [Текст]: справочник технолога / под ред. А. А. Панова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.

4. Яресько, С.И. Формирование температурного поля в режущем клине инструмента при импульсной упрочняющей лазерной обработке / С.И Яресько, Д.С. Горяинов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2012. - №7. – С.30-36
5. Зубарев, Ю. М. Современные инструментальные материалы [Текст]: учебник для студентов машиностроительных вузов / Ю. М. Зубарев. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 304 с.
6. Киффер, Р. Твердые сплавы / Р. Киффер, П. Шварцкопф. – М.: Металлургиздат, 1957. – 664 с.
7. Третьяков, В. И. Основы металловедения и технологии производства спеченых твердых сплавов [Текст] / В. И. Третьяков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1976. – 527 с.
8. Креймер, Г. С. Прочность твердых сплавов / Г. С. Креймер. – М.: «Металлургия», 1971. – 247 с.
9. Киффер, Р. Твердые сплавы / Р. Киффер, Ф. Бенезовский. – М.: «Металлургия», 1971. – 392 с.
10. Раковский, В. С. Основы производства твердых сплавов / В. С. Раковский, Г. В. Самсонов, И. И. Ольхов. – М.: «Металлургиздат», 1960. – 232 с.
11. Третьяков, В. И. Твердые сплавы, тугоплавкие металлы, сверхтвердые материалы / В. И. Третьяков, Л. И. Клячко. – М.: ГУП Издательство Руда и металлы, 1999. – 264 с.
12. Панов, В. С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. С. Панов, А. М. Чувилин. – М.: МИСИС, 2001. – 428 с.
13. Чапорова, И. Н. Структура спеченных твердых сплавов / И. Н. Чапорова, К. С. Чернявский. – М.: Металлургия, 1975. – 248 с.
14. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: учебник для вузов / В. Н. Анциферов [и др.]. – Металлургия, 1987. – 792 с.

ВЫБОР ВАРИАНТА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ВНУТРИ ОТСЕКА

Шевченко В.В., Осипов Е.В., Денисов П.П., Михайлов А.Ю.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Современному летательному аппарату необходимо иметь бортовую аппаратуру различных типов, которая отвечает за навигацию, управление механизацией и др. функциями в зависимости от назначения. Для нормальной работы бортовой аппаратуры внутри корпуса необходимо создать комплекс различных условий для поддержания её работоспособности во время всего жизненного цикла изделия. В большинстве случаев защита установленного оборудования не зависит от назначения. Для приборов важна постоянная нормальная среда функционирования.

Зачастую, оборудование, устанавливаемое в приборный отсек, подбирается исходя из условия функционирования, что в свою очередь влияет на требования, предъявляемые непосредственно к отсеку, а именно:

- 1 Герметичность;
- 2 Поддержание тепловых режимов бортовой аппаратуры во время эксплуатации и хранения ЛА;
- 3 Металлизация;
- 4 Заземление во время хранения и транспортирования.

Чтобы требования к отсеку сделать более гибкими, необходим подбор бортового оборудования более приспособленного к экстремальным условиям в условиях эксплуатации.

Если разобрать все условия работы бортовой аппаратуры то можно выделить требования к оборудованию, обеспечивающему режимы хранения эксплуатации и непосредственно к конструкции ЛА. Конструкция отсеков, как правило, обеспечивает тепловые режимы и изоляцию приборов от внешней среды. Режимы работы обеспечивают внутренние системы.

В данной статье рассмотрим конструкцию приборного отсека ЛА и корпусов приборов, а также варианты защиты оборудования и обеспечение условий её работы.

Приборы защищаются от воздействия внешней среды герметичным корпусом ЛА. Тепловые режимы работы приборов, обеспечиваются теплоизоляцией и внутренними системами охлаждения (нагрева) ЛА. На некоторых летательных аппаратах приборный отсек заполняют инертным газом, на других во время работы систем внутрь корпуса подается хладагент в виде газа, а на некоторых - приборы охлаждают жидкостью. Реализовать несколько систем охлаждения, а тем более, несколько тепловых режимов внутри отсека - сложнейшая техническая задача. В качестве решения, предлагается каждый прибор установить в герметичном корпусе с

теплоизоляцией и системой поддержания условий работы в рамках этой закрытой системы, которая установлена внутри отсека. Таким образом, приборный отсек делится на, так называемые, самостоятельные ячейки, в которых поддерживаются необходимые условия и среда работы приборов, установленных внутри него.

В качестве примера рассмотрим две закрытые системы, имеющие различные требования к среде. Зададим исходные данные. Для прибора А необходимо постоянно поддерживать оптимальную температуру в узких пределах (20-25°C), что, в свою очередь, требует наличия системы контроля температуры и некоторый объем теплоизоляции. Прибор Б способен функционировать в более агрессивных условиях и для него достаточно герметичного корпуса, заполненного инертным газом.

Рассмотрим варианты размещения приборов внутри корпуса:
– приборы возможно установить в теплоизолированном отсеке, заполненном инертным газом (см. рис.1), имея на них стандартные кожухи;
– установка каждого прибора в отдельном корпусе, размещенном внутри отсека (см. рис.2).

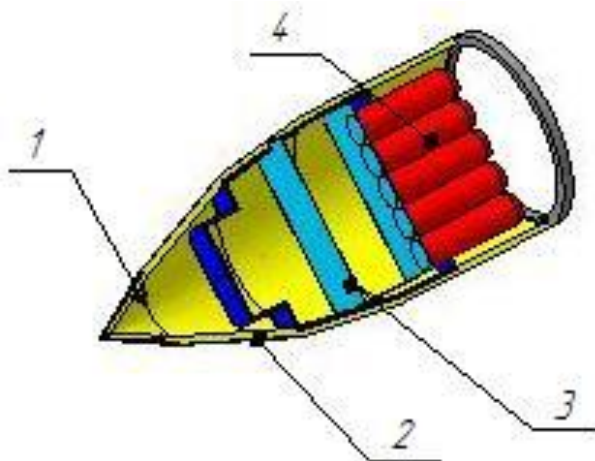


Рисунок 1 – Приборный отсек
где, 1 – корпус отсека,
2 – зона установки прибора Б,
3 – зона установки прибора А
4 – Баллоны с сжатым газом

Недостатки конструкции, показанной на рисунке 1:

- Большая площадь внутренней теплоизоляции;
- Необходимость поддержания режима работы приборов в большом объеме. Заполнение большого объема инертным газом (приборы А и Б находятся в общем объеме), большой расход охлаждающих веществ.
- Большая масса по сравнению с конструкцией рис.2

На рисунке 2 показан приборный отсек с установленным оборудованием, размещенным в отдельных корпусах внутри отсека.

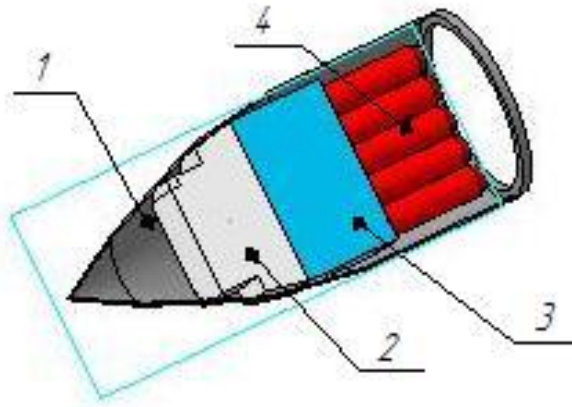


Рисунок 2 – Приборный отсек с оборудованием

где 1– корпус отсека,
 2– прибор Б,
 3 – прибор А,
 4 – Баллоны с сжатым газом.

Преимущества конструкции показанной на рисунке 2:

- Отсутствие теплоизоляции в корпусе отсека (теплоизолируется прибор);
- Снижение норм герметичности отсека (важна степень герметичности прибора);
- Снижение расхода охлаждающих веществ (за счет снижения объема вокруг прибора);
- Возможность комбинирования различных систем обеспечения работы приборов;
- Меньшая масса за счет отсутствия приборной рамы и уменьшения объема теплоизоляции;
- Широкие возможности модернизации (возможность замены приборов с аналогичными функциями, но имеющими различные условия поддержания работоспособности).

К недостаткам конструкции рис.2 можно отнести сложную установку и герметизацию приборов, а так же необходимость разветвленной системы «жизнеобеспечения» каждого прибора в отдельности.

Приведенные в данном материале конструкции имеют достоинства и недостатки, каждая имеет свои узкие места, но размещение приборов внутри отдельных корпусов имеет большую технологичность за счет упрощенной конструкции отсека, ремонтпригодности и большей возможности модернизации. Герметичный отсек является более надежной, но более сложной конструкцией имеющей большую массу, любые работы внутри отсека влекут за собой длинную цепочку мероприятий связанных с обеспечением среды функционирования оборудования что характеризует данную конструкцию как более сложную с точки зрения изготовления и эксплуатации.

Список литературы

1 Шулепов, А. И. Основы устройства ракет [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / А. И. Шулепов, М. А. Петровичев, А. А. Панков;

Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (49,6 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск(CD-ROM).

2 Никольский, Б. А. Бортовые радиоэлектронные системы [Электронный ресурс] : [электрон. учебник] / Б. А. Никольский; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (3,612 Мбайт). - Самара, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА НА ОРСКОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ

Щеголев А.В.

АО «Орский механический завод», г. Орск

АО «Механический завод» - одно из ключевых предприятий машиностроительной отрасли Оренбуржья. Исторически АО «Механический завод» является номерным заводом № 257, осенью 1941 г. эвакуированным из-под Тулы.

Выпускаемая продукция – снарядные гильзы, включая гильзы для реактивных систем залпового огня (РСЗО). В годы Великой Отечественной войны заводу 20 раз вручалось Переходящее Красное Знамя ЦК ВКП(б) за наивысшие показатели. Поэтому 25 мая 1946 года совместным решением ВЦСПС и Министерства, Переходящее красное Знамя ЦК ВКП(б) было передано заводу на вечное хранение.

В послевоенные годы завод специализировался на выпуске новых видов военной техники, в частности, РСЗО «Ураган» (рисунок 1). В качестве товаров народного потребления освоен выпуск холодильников марок «Орск-2», «Орск-3», «Орск-4», «Орск-7». Всего было выпущено свыше 10 млн. холодильников.

Вместе с тем конверсионная составляющая не ограничивала основное назначение завода. В 2004 году у проходной завода появился мемориальный памятник - грозная военная установка "Ураган". Эта система и сейчас находится на вооружении Российской армии. В 2016 году на государственном уровне принято решение – к 2018 году в 7 раз увеличить выпуск продукции оборонного назначения: первая партия корпусов «Град» в количестве 200 штук отгружена потребителю в мае месяце, в начале второй декады июня месяца произведена отгрузка 432 штук изделий и готовы к отгрузке еще 432 штуки изделий (рисунок 1).

В настоящее время АО «Механический завод» входит в число крупных предприятий Оренбургской области и является лидером российских производителей артиллерийских гильз средних и больших размеров. Располагает новым высокопроизводительным оборудованием для производства и контроля качества продукции, отвечающей требованиям самых жестких мировых стандартов. Предприятие выпускает более 200 типоразмеров военной продукции, а так же продукции для нефтепромысловой отрасли, которая пользуется спросом на внутреннем и международном рынках.



Рисунок 1 – Реактивная система залпового огня

Уникальность производственных технологий предприятия состоит в широком использовании процессов глубокой вытяжки материалов, при которых готовое изделие получается, начиная с вырезки кружка из листового материала и заканчивается готовым изделием в виде оружейной гильзы требуемого типоразмера. АО «Механический завод» - единственное в стране предприятие, реализующее в полном объеме процессы глубокой вытяжки заготовок.

Указанные процессы отличаются уникальностью, спецификой разработки и реализации технологических операций и практически не изучаются в высших учебных заведениях. Отсюда вытекают особые требования к компетенциям молодых специалистов, трудоустраиваемых на предприятии. Рассмотрим их более подробно.

1. Способность разрабатывать технологические процессы глубокой вытяжки для изделий различной формы и габаритных размеров.

Процессы глубокой вытяжки предполагают учет изменения свойств материалов в зависимости от геометрии применяемого штампового инструмента, формы и глубины вытяжки.

Исторически сложилось, что разработка новых конструкционных материалов и технологических процессов глубокой вытяжки осуществлялась специализированными научно-производственными организациями, в частности – АО «НПО «Сплав» (г. Тула). На промышленные предприятия передавалась готовая конструкторско-технологическая документация на изготавливаемые изделия, согласно которой предприятие должно освоить производство и приступить к их серийному выпуску.

К сожалению, с 90-х годов XX века данная практика утрачена: теперь предприятие самостоятельно формирует портфель заказов, разрабатывает рабочие чертежи и технологию изготовления новых изделий. Данные процессы сопровождаются большими затратами на испытания и доводку, связанными с отладкой разрабатываемых технологических процессов, проектированием и

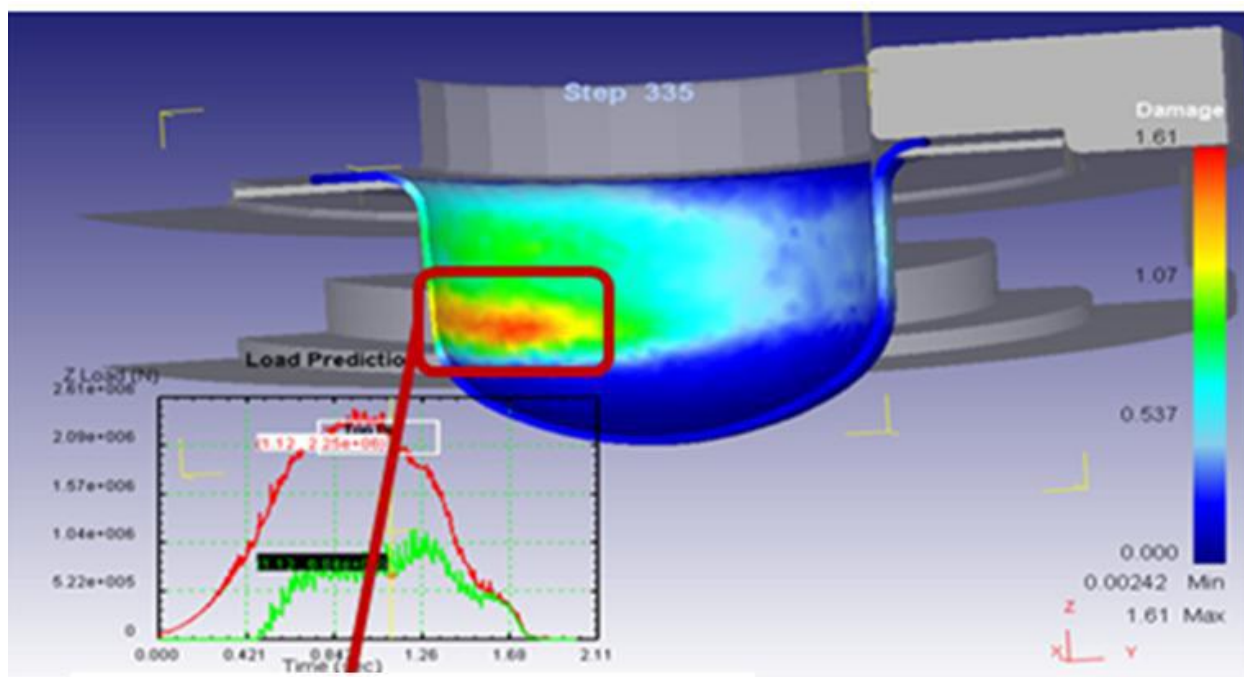
изготовлением штампового инструмента различных геометрических форм, разработкой управляющих программ для систем ЧПУ.

Учет множества конструктивно-технологических параметров, характеризующих качество изготавливаемых изделий, приводит к огромным затратам предприятия на процесс отладки и внедрения новых технологий. Данные затраты могут окупиться, лишь при выпуске изделий крупными сериями.

Расчет количества вытяжных операций и формы применяемых пуансонов для изготовления изделий представляет собой сложную инженерную задачу, от качества решения которой зависит объем затрат предприятия на опытные испытания и доводку технологических процессов. Сложившийся в последние десятилетия подход к проектированию технологических процессов глубокой вытяжки, основанный на производственном опыте и интуиции технологов, приходит к своему завершению: естественное старение кадров, большие затраты на опытные испытания и доводку, использование устаревших технологий механической обработки при изготовлении штампового инструмента, отсутствие поддержки профильных научно-исследовательских институтов – все это приводит к необходимости разработки системы автоматизированного проектирования технологических процессов глубокой вытяжки.

В последние годы предприятием совместно с Аэрокосмическим институтом Оренбургского государственного университета проводятся научно-исследовательские работы, связанные с разработкой подобной САПР ТП.

Уже разработан опытно-производственный программный комплекс, позволяющий технологу на основе компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния полуфабрикатов в процессе глубокой вытяжки в диалоговом режиме синтезировать необходимую последовательность и количество вытяжных операций (рисунок 2). При этом автоматически генерируются 3D- модели штампового инструмента, исключая появление производственных дефектов изделий, а также управляющие программы для различных систем ЧПУ, позволяющие с высокой точностью изготавливать штамповый инструмент.



Зона максимальной деформации

Рисунок 2 – Модель расположения штампового инструмента и заготовки в среде в DEFORM-3D

Экономия оборотных средств обеспечивает и разработанный метод автоматизированной оптимизация раскроя дорогостоящего материала в заготовительном производстве. Полученные результаты показали возможность резкого сокращения затрат на разработку технологических процессов глубокой вытяжки за счет выбора оптимального количества вытяжных операций и изготовления вытяжных инструментов требуемой конфигурации на станках с ЧПУ.

Внедрение новых компьютерных технологий в процессы подготовки и производства изделий глубокой вытяжкой привело к формированию новых компетенций молодых специалистов, трудоустраиваемых на предприятии.

Это способности использовать современные и перспективные компьютерные средства в областях материаловедения, динамики и прочности машин, разработки и эксплуатации систем автоматизированного проектирования, средств автоматизации и управления производством.

В условиях предприятия современного ОПК, проходящего процесс интенсивного технического и технологического перевооружения, старые кадры оказываются не готовы к использованию современных компьютерных технологий и высокоавтоматизированного оборудования. Подготовка квалифицированных инженерно-технических работников нового поколения основывается на глубоком освоении специализированных компьютерных систем автоматизированного проектирования, инженерного анализа, планирования и управления производством.

Судя по отзывам руководителей смежных предприятий, подобными компетенциями в необходимом объеме обладают выпускники Аэрокосмического института ОГУ.

Особый интерес представляет созданный в АКИ ОГУ региональный ресурсный центр, включающий лаборатории материаловедческих исследований, быстрого прототипирования, теории управления и автоматизации производства, программирования современных систем ЧПУ, механической обработки на станках с ЧПУ, комплексных измерений сложных изделий, робототехники и технического творчества.

2. Способность проектировать технологические процессы изготовления тонкостенных цилиндрических оболочек методом ротационной раскатки.

Процессы ротационной раскатки до настоящего времени слабо формализованы и основываются, как правило, на эмпирических экспериментальных результатах, получаемых для каждого конкретного материала заготовки. Сокращение количества натуральных экспериментов позволит предприятию существенно сократить затраты на освоение и подготовку производства новых изделий.

Для решения проблемы необходимо математическое описание процессов ротационной раскатки, основанное на формализованном представлении эмпирических результатов, с последующей разработкой алгоритмов автоматизированного проектирования технологических процессов раскатки и обжима.

Предполагается, что разработка САПР технологических процессов раскатки и обжима позволит проектировать технологические процессы изготовления тонкостенных прецизионных оболочек с учетом влияния механических характеристик используемых сплавов и энергосиловых параметров процесса раскатки на поперечную устойчивость раскатываемых тонкостенных изделий.

3. Способность проектировать технологические процессы и их системы автоматического управления для гальванического цинкования в щелочных и сернокислых электролитах.

Процессы гальванического цинкования стальных изделий, используемые при изготовлении изделий оборонного назначения, характеризуются множеством параметров, среди которых содержание и продолжительность цинкования, состав электролитов, применяемое оборудование, геометрия изделий и прочее.

Необходима разработка систем компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования технологических процессов гальванического цинкования, которая позволила бы проектировать продолжительность и режимы процесса, а так же прогнозировать качество получаемых покрытий.

4. Интерактивное формирование электронного паспорта изделия.

Современным требованием к изготовлению изделий оборонного назначения является формирование для каждого из них индивидуального

электронного паспорта, содержащего полную информацию о технических требованиях конструкторской документации, плановых и фактических технологических операциях и режимах, регламентируемых сроках и содержании планово-предупредительного ремонта и обслуживания.

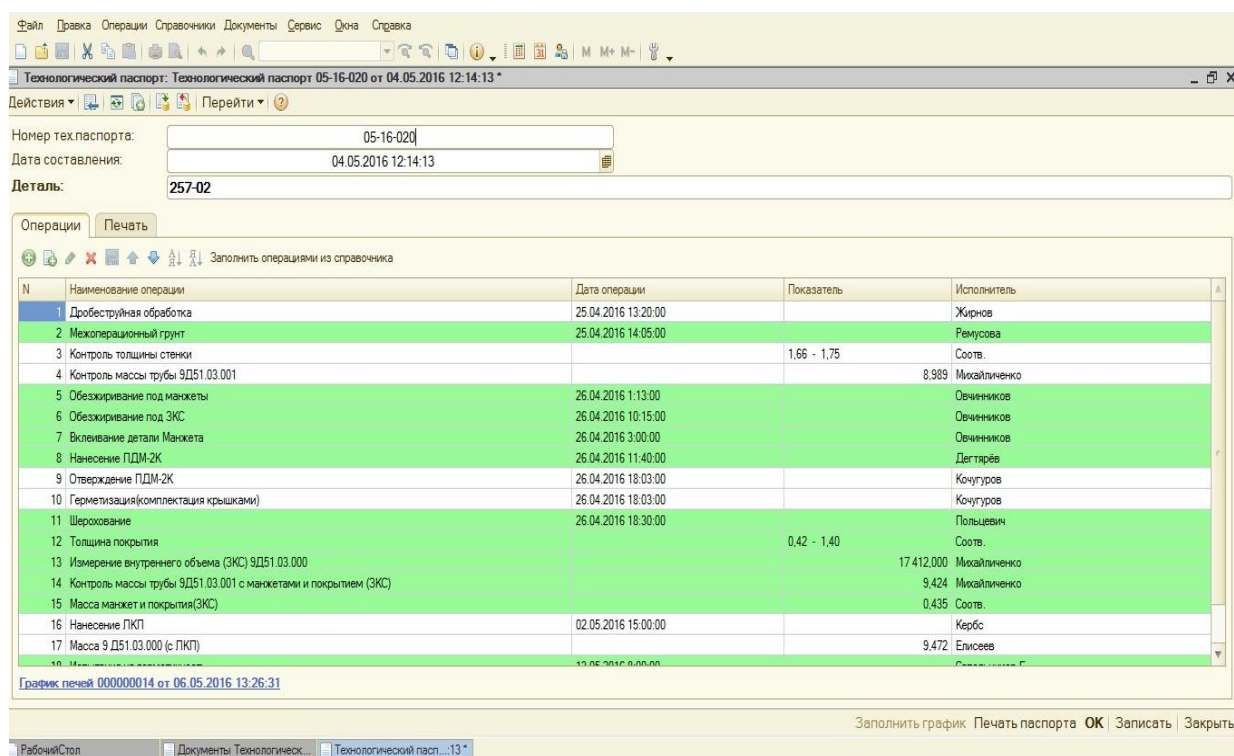


Рисунок 3 – Фрагмент электронного паспорта изделия

Тем самым осуществляется практически переход к реализации современного уровня автоматизации – к созданию системы информационной поддержке изделий, или – к CALS-технологиям.

В АО «Механический завод» наличие электронного паспорта на каждое изделие является обязательным требованием представителей заказчика – минобороны РФ.

Содержание электронного паспорта должно позволять компетентным представителям заказчика определить:

- соответствие технических требований, установленных к изделию требованиями договора и прописанных в технической документации на изготовление;
- очередность, сроки, продолжительность и исполнителей технологических операций;
- рекомендуемые сроки и содержание выполнения планово-профилактических работ.

Формирование электронного паспорта производится в режиме «on-line», когда текущая технологическая информация записывается паспорт непосредственно с технологического оборудования.

Можно сделать выводы о том, что:

1) АО «Механический завод», являясь предприятием оборонно-промышленного комплекса, активно внедряет современные технологии и оборудование в целях технического перевооружения в рамках формирования новейшего уклада экономики;

2) первостепенной проблемой для предприятия становится подготовка инженерно - технических кадров, обладающих необходимыми компетенциями для обслуживания и использования современного технологического оборудования, а также для реализации современных производственных технологий.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Юршев В.И., Жукова Е.С., Курганов А.В., Левин Е.А., Юршева Н.В.
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», Оренбург**

Важнейший элемент, определяющий эксплуатационную надежность и экономичность в производстве работ нефтегазовой промышленности, является запорная арматура. Одним из широко используемых видов запорной арматуры являются задвижки, конструкционно-технологическое разнообразие которых имеет весьма большой диапазон.

Данный вид запорной арматуры обладает рядом преимуществ перед другими запирающими устройствами (краны шаровые фланцевые, краны шаровые муфтовые, вентили, заслонки), к которым относятся: простота конструкции, небольшие габаритные размеры, выгодная стоимостная характеристика и возможность эксплуатации в самых разнообразных условиях. Однако, наряду с достоинствами, также стоят и недостатки, которые, главным образом, проявляются в процессе эксплуатации запирающего элемента. Наиболее часто встречаются следующие неисправности:

1) Потеря герметичности запорного органа в связи с пропуском среды между уплотнительными поверхностями затвора и седла.

2) Потеря герметичности в связи с пропуском среды между седлом и корпусом.

3) Потеря герметичности сальникового уплотнения штока (шпинделя) и соединения крышки с корпусом.

4) Пропуск среды через фланцевое соединение крышки с корпусом.

5) Образование задиров и язвенной коррозии на поверхностях штока (шпинделя), контактирующих с сальниковой набивкой.

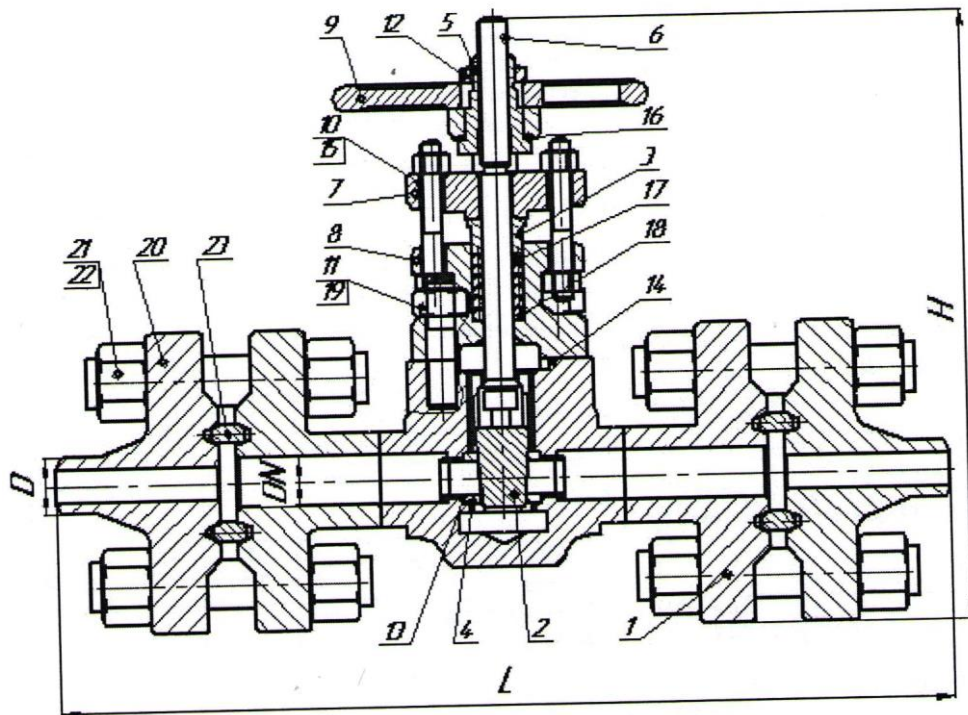
6) Износ ходовой резьбы шпинделя и резьбовой втулки.

7) Повреждения резьбы крепежных деталей.

8) Недопустимо большой нерегулируемый расход среды в регулирующей арматуре.

9) Неисправности привода и поломка маховиков ручного управления.

Конкретизируя вид запорной арматуры, в данной статье речь пойдет о задвижке клиновой по неисправностям 5,6.



- 1- корпус; 2 – затвор; 3 – втулка сальника; 4 – седло; 5 – втулка ходовая;
 6 – шпindelь; 7, 20 – фланцы; 8 – крышка; 9 – ручка; 10, 11, 21 – шпилька;
 12, 15, 19, 22 – гайка; 13, 14, 16 – прокладки уплотнительные;
 17, 18 – кольцо; 23 – кольцо уплотнительное

Рисунок 1 – Задвижка клиновья фланцевая

Клиновые задвижки широко применимы в нефтегазовой промышленности для перекрытия потока рабочей среды. Ее конструкция предназначена для перекрытия потока рабочей среды в трубопроводе. Клиновая задвижка имеет затвор, который при выполнении действий, направленных на ее открытие или закрытие, располагается перпендикулярно по отношению к потоку рабочей среды, имея только два основных положения: открыто и закрыто.

В конструкции задвижки резьбовой шпindelь жёстко закреплён на штурвале, а гайка (втулка) ходовая неподвижно зафиксирована на корпусе задвижки. Вращение штурвала и шпинделя через втулку ходовую преобразуется в поступательное перемещение затвора. В крайнем нижнем положении затвор полностью перекрывает поток, а в крайнем верхнем перемещается в камеру расположенную за периферией потока, шпindelь же при этом перемещается внутрь затвора.

Одной из причин выхода из строя и вывода из эксплуатации задвижки является износ ходовой резьбы шпинделя и резьбовой втулки. Данная проблема возникает вследствие того, что шпindelь работает в условиях постоянного трения при высоких механических нагрузках, подвергается различного рода напряжениям сжатия, изгиба, кручения, находится в контакте с резьбовой

втулкой ходового узла. Шпиндель и ходовая втулка арматуры снабжаются трапецидальной резьбой, которая несет значительную нагрузку. Для изготовления шпинделей должна применяться сталь, имеющая стабильные механические свойства, высокую коррозионную стойкость и износостойкость. Как правило, на машиностроительных предприятиях с вышеперечисленными характеристиками используют сталь 12Х18Н10Т. Для изготовления втулки ходовой применяется сталь марки 20Х13. Данная деталь после механической обработки резанием подвергается термической обработке (закалка 1000⁰С масло + отпуск 600⁰С воздух). В результате термообработки в окислительной среде образуются оксидные плёнки (окалина), как на поверхности детали, так и на резьбе. Образовавшаяся окалина ухудшает скручиваемость шпинделя и втулки ходовой. Учитываем, что сталь 12Х18Н10Т, склонна к схватыванию при контактных нагрузках, окалина способствует появлению задиров в контакте со шпинделем и последующим ускоренным износом.

Ходовой узел является ответственным элементом конструкции арматуры, так как обеспечивает возможность перемещения затвора относительно седла. Надежность и долговечность работы ходовой пары - важные параметры эксплуатационных свойств. Для повышения уровня износостойкости пары трения шпиндель - втулка ходовая, а как следствие и задвижки клиновой в целом, в работе исследуются варианты замены материала втулки ходовой.

На основе анализа литературных источников целесообразно вместо стали 20Х13 для изготовления втулки ходовой применять бронзу, предпочтительно марки БрАЖМц10-3-1,5 или БрАЖ9-4 [1]. При использовании данного материала исчезает потребность в термообработке.

Ведущим предприятием в области проектирования и производства трубопроводной арматуры, а также разработки стандартов и технической экспертизы ЗАО «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения (ЗАО НПФ ЦКБА) был разработан, утвержден и введен в действие «Стандарт ЦКБА Арматура трубопроводная. Коэффициенты трения в узлах арматуры» [2]. Содержание данного стандарта рекомендует в аналогичных парах трения для шпинделя использовать нержавеющие марки сталей, а для втулки ходовой - латунь марки ЛС 59-1, а также бронзу БрАЖН10-4-4.

Для окончательного выбора материалов для изготовления пары трения, необходимо обратиться к механическим характеристикам материалов. Необходимо сопоставление свойств и характеристик металлов для решения технологических задач в применении и эксплуатации запорной арматуры. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения основных механических характеристик металлов в узле «шпиндель – втулка резьбовая»

Сочетание марок материалов								Допустимое контактное давление, МПа (кгс/см ²)
Шпиндель				Втулка ходовая				
Марка материала	HB HRC HV	σ_B , МПа (кгс/см ²)	σ_T , МПа (кгс/см ²)	Марка материала	HB HRC HV	σ_B , МПа (кгс/см ²)	σ_T , МПа (кгс/см ²)	
БрАЖ Мц10-3-1,5	HB 170-200	540-590	-	ЛЖМц 59-1-1	HB 80-90	430	-	10 (100)
12X18 Н9Т	HB 121-179	540	196	12X18 Н9Т	HB 121-179	540	196	20 (200)
10X17 Н13М2 Т	HB 135-180	510	215	БрАЖ Мц10-3-1,5	HB 170-200	540-590	-	
06XH2 8МДТ	HB 135-185	490	195	ЛС 59-1	HB 75-95	330	-	
08X18 Н10Т	HB 121-179	470	196					
35	HB ≤187	530	275					
35XM	HB 320-370	1200	1080	ЛС 59-1	HB 75-95	330	-	30 (300)
38X2М ЮА	HB 229-269	735	590					
20X13	HRC 27-34	1020	920					
30X13	HRC 27-35	735	588					

На основе анализа литературных источников [1, 2] и данных таблицы 1, целесообразно изготавливать исследуемую пару трения из стали 20Х13 (шпиндель) и БрАЖМц10-3-1,5 (втулка ходовая).

Целесообразность замены материала состоит в том, что твердость поверхности шпинделя должна быть несколько выше (на 35-40%; 14-20 НВ) твердости поверхности втулки, и таким образом повышение твердости направлено на то, чтобы затруднить пластическую деформацию и исключить микрорезание поверхностей трения [5].

Предлагаемая замена материалов влечет за собой увеличение прочностных характеристик ($\sigma_b = 1020 \text{ кгс/см}^2$) и, следовательно, эксплуатационную износостойкость, надежность и долговечность. Рекомендуется в процессе эксплуатации в качестве сезонного обслуживания осуществлять периодическую смазку составных частей узла трения консистентной смазкой типа Литол 24.

Список литературы

1. Плотников, П.Н. Запорная задвижка с приводной головкой. Расчет и конструирование: учебно-методическое пособие / П. Н. Плотников, Т. А. Недошивина. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2015.— 136 с. – ISBN 978-5-7996-1392-1.
2. СТ. ЦКБА 057-2008 «Арматура трубопроводная. Коэффициенты трения в узлах арматуры».
3. Гаркунов, Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
4. Конструкционные материалы: Справочник/Б.Н Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; под общ.ред. Б.Н Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с. – ISBN 5-217-01112-2.
5. Арзамасов, Б. Н. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др.; под общ.ред. Б. Н. Арзамасова.—2-е изд., испр. и доп.— М.: Машиностроение, 1986.— 384 с.
6. Лахтин, Ю. М. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева — 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1990. —528с: ил. ISBN5-217-00858-X