

МОЛОДЁЖЬ XXI ВЕК

**Х-я научно-практическая конференция
г. Арсеньев, 15-16 апреля 2021 г.
Научное издание**

**Под общей редакцией
Ю.П. Денисенко, А.П. Семёнов**



Министерство образования и науки Российской Федерации
АО ААК «ПРОГРЕСС»
Приморское региональное отделение «Союза машиностроителей России»
Дальневосточный федеральный университет

МОЛОДЁЖЬ XXI ВЕК

Х-я научно-практическая конференция

г. Арсеньев, 15-16 апреля 2021 г.

Научное издание

Под общей редакцией
Ю.П. Денисенко, А.П. Семёнова

Владивосток
Издательство Дальневосточного университета
2021

© АО ААК «ПРОГРЕСС», 2021
© Приморское региональное отделение
«Союза машиностроителей России», 2021
© Дальневосточный федеральный университет, 2021
© Издательство Дальневосточного университета, 2021

ISBN 978-5-6047060-3-9

УДК 94.3
ББК 082
М75

Молодёжь XXI век : X-я научно-практич. конф., г. Арсеньев, 15-16 апреля 2021 г. : научное издание / под общ. ред. Ю.П. Денисенко, А.П. Семёнова. — Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2021. — 1 CD-ROM ; [190 с.]. — Загл. с титул. экр. — ISBN 978-5-6047060-3-9. — Текст : электронный.

Сборник материалов научно-практической конференции подготовлен сотрудниками АО ААК «ПРОГРЕСС» и преподавателями филиала ДВФУ в г. Арсеньеве. В сборник вошли лучшие научно-практические работы молодых специалистов, студентов и школьников, представленные в рамках проведения конференции.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:
процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 Мб,
свободное место на винчестере 335 МБ; Windows (XP; Vista; 7 и т.п.)

Программное обеспечение:
Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог

Издательство Дальневосточного университета
690091, г. Владивосток, ул. Фонтанная, 47

Изготовитель CD-ROM:
Дальневосточный федеральный университет,
690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10
(типография Издательства ДВФУ, 690091, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10)

Подписано к использованию 20.12.2021

Объем 32,9 Мб. Тираж 50 экз.

© АО ААК «ПРОГРЕСС», 2021
© Приморское региональное отделение «Союза машиностроителей России», 2021
© Дальневосточный федеральный университет, 2021
© Издательство Дальневосточного университета, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ 1-ГО ЭТАПА X-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК»	5
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ <i>Е.О. Брусянина, О.А. Лян, В.В. Глушко</i>	6
РАЗРАБОТКА НОВОЙ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ КРОНШТЕЙНА <i>И.А. Буторина, Е.О. Брусянина, И.А. Бондаренко, А.С. Пономарёв</i>	9
КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ ТЕЧЕИСКАТЕЛЕМ <i>А.С. Володин, С.В. Волкова</i>	11
ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ С КОЛЬЦЕВЫМ КРЫЛОМ <i>И.А. Гаврин, А.Г. Савчук</i>	14
LEDNEWS <i>Е.М. Гнетнёва, К.П. Резяпов, Е.А. Иванова, А.Ю. Серёжкина</i>	15
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕВЕРСИВНОГО ИНЖИНИРИНГА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ <i>Е.А. Диденко, Н.С. Петров, А.А. Юрин</i>	21
МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЁМНОГО МЕХАНИЗМА НА БОЕВОМ ВОЕННО-РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОМ ВЕРТОЛЁТЕ КА-52 <i>А.А. Кошеленко, В.В. Сергеев, И.А. Костин, А.П. Тарасов, И.И. Кумченко</i>	25
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВТУЛКИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА КА-62 <i>И.О. Блиндер, Н.А. Кутузов, И.И. Кумченко, А.П. Тарасов</i>	28
ИСКУССТВО МАСТЕРСТВА <i>М.К. Лемешев, А.С. Корчевский, Д.А. Лаптев</i>	34
АЭРОТАКСИ БУДУЩЕГО <i>А.И. Юшков, И.С. Радчиков, А.Г. Свирин, А.П. Тарасов, И.И. Кумченко</i>	39
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ КА-62 <i>Л.О. Левит, С.А. Растворов, С.А. Чигрин</i>	44
КОБОТ (КОЛЛАБОРАТИВНЫЙ РОБОТ) НА ПРЕДПРИЯТИИ <i>С.О. Столетний, Н.В. Рябова, Д.А. Лаптев</i>	47
МЕТОДЫ БОРЬБЫ СО ШЛАКОМ <i>Э.О. Дерябина, В.А. Мезенцев, К.А. Сименаха, А.С. Пономарёв</i>	52
ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ <i>Д.М. Языков, Я.А. Калашикова, Е.А. Круппа, А.С. Власов, А.Ю. Серёжкина</i>	57
Раздел II. РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ 2-ГО ЭТАПА X-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК»	61
АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООБРАБОТКИ <i>Н.Ю. Александрова, П.А. Журавкова, И.П. Петровская</i>	62
ЦИФРОВЫЕ СПОСОБЫ РАДИОСКОПИИ, КАК АЛЬТЕРНАТИВА ПЛЕНОЧНОЙ РАДИОГРАФИИ, ЦЕЛЬЮ КОТОРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО ПОЛУЧЕНИЯ НАДЕЖНЫХ ВОСПРОИЗВОДИМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ <i>Ю.В. Бобровникова, Ю.Ю. Макарова, А.А. Герман</i>	67
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКОВ <i>В.Е. Сылка, А.П. Зильберт, А.Е. Немчинова, К.В. Семёнов Е.С. Бронникова, Ю.Ф. Огнев</i>	74

ТЕХНОПАРКИ РОССИИ. ИССЛЕДОВАНИЕ В ИНТЕРЕСАХ

АО ААК «ПРОГРЕСС»

Е.Ф. Клюкман, С.С. Зув 83

ЦЕНТР АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Е.Ф. Клюкман, А.С. Пономарёв, Д.В. Штрак, А.С. Лунев 91

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНВЕРТОПЛАНА

В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ

А.Н. Критинко, М.П. Микова, Е.Г. Бородушкина, С.И. Боровкова 96

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ

ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПАНЕЛЕЙ ПЛАНЕРА

ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ АО «АРСЕНЬЕВСКАЯ

АВИАЦИОННАЯ КОМПАНИЯ «ПРОГРЕСС» ИМ. Н.И. САЗЫКИНА»

Е.Е. Оноприенко, К.А. Лопатин, А.С. Лунев, Т.А. Грищенко 108

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПЕРЕНОСНОГО ГИДРОСТЕНДА

ДЛЯ ОПРОБОВАНИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ ВЕРТОЛЕТА ТИПА КА-52

М.О. Маркевич, Р.А. Биляс, А.С. Борисенко 113

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КУКА

ДЛЯ ОБРЕЗКИ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Д.В. Пименов, Н.А. Дроздова 118

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБХОДА

ПРЕПЯТСТВИЙ ДЛЯ 6-ОСЕВЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

А.Н. Солопов, Б.С. Ноткин 139

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СВЕРЛ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВЫХ

КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Е. Сылка, И.В. Вишневский, А.В. Зенченко 144

ПОВЫШЕНИЕ ЛЁТНОГО РЕСУРСА И КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА

ВЕРТОЛЁТНОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЁТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ

ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Д.Н. Дугаева, А.В. Сычева, С.И. Боровкова, Е.Г. Бородушкина 150

ПРЕДАНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ОБЛИКА

ЭЛЕМЕНТАМ ВНЕШНЕГО ВИДА ВЕРТОЛЕТА КА-62

Д.А. Таран, А.В. Слабожанин, А.С. Борисенко 160

НАНЕСЕНИЕ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ

КАТОДНЫМ МЕТОДОМ

Е.Н. Тарасова, М.Е. Меженный, М.Н. Урбанович 165

Раздел III. РАБОТЫ, ПРИНИМАВШИЕ ЗАОЧНОЕ УЧАСТИЕ В X-ОЙ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК» 169

ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ ДВУХЧАСТОТНОГО МЕТОДА

ДЛЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

И.И. Коваль, И.М. Купряков, А.Ш. Курбанов, В.В. Гасельник 170

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ-СИМУЛЯТОРА ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА

В.И. Кирнос, И.А. Шипитько 175

МЕТОДИКА ВЫБОРА ВХОДНОГО КАНАЛА ВОЗДУХОЗАБОРНИКА

ВОЗДУШНОГО СУДНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВИХРЕОБРАЗОВАНИЯ

П.А. Колбеева, С.В. Пахомов 177

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.С. Макашев, И.А. Шипитько 183

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ИСО 9000

ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Е. Христенко, С.В. Чикризов 185

Раздел I

РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ 1-ГО ЭТАПА X-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК»

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Е.О. Брусянина

Научные руководители: О.А. Лян, В.В. Глушко

Аннотация

Автоматизированная система представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационных процессов в различных сферах деятельности или их сочетаниях. В данном проекте в качестве автоматизированной системы рассматривается устройство для выведения домашней птицы (кур, гусей, уток).

Ключевые слова: Arduino, инкубатор, автоматизация.

Annotation

An automated system is an organizational and technical system containing a system for making decisions based on information processes in various fields of activity or their combinations. In this project, in an automated system, a device for breeding poultry (chickens, geese, ducks).

Key words: Arduino, incubator, automation.

Автоматизированная система представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационных процессов в различных сферах деятельности или их сочетаниях.

Автоматизация — одно из основных направлений научно-технического прогресса. Механизация и автоматизация сельского хозяйства повышают производительность труда, способствуют увеличению выпуска сельскохозяйственной продукции, росту ее качества. Эти процессы тесно связаны с применением индустриальной технологии производства в сельском хозяйстве, совершенствованием планирования и управления. Машины, механизмы, автоматические системы облегчают труд людей, улучшают условия труда.

В данном проекте в качестве автоматизированной системы рассматривается устройство для выведения домашней птицы (кур, гусей, уток). Инкубатор способен автоматически проследить за температурой, влажностью и другими показателями в период всего срока инкубации и при необходимости выводит информацию на экран.

Вместительность лотков для яиц 12 штук, относительная влажность не превышает 80%, вес всей конструкции 5,5 кг.

Управление инкубатором осуществляется микропроцессором Arduino.

Arduino — удобная платформа разработки электронных устройств. Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов. Arduino позволяет компьютеру выйти за

рамки виртуального мира в физический и взаимодействовать с ним. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также могут управлять различными исполнительными устройствами. Опираясь на знания работы платы Arduino была составлена принципиальная Блок-схема. После сборки макета и механической составляющей инкубатора был написан код программы для автоматической работы компонентов и вывода числовых данных на экран. Благодаря ей механический лоток совершает поворот на 60 градусов в одну и в другую стороны, а на экран выводятся значения датчиков температуры и влажности.

Инкубатор состоит из следующих элементов:

- Лампочка
- 3 вентилятора
- Датчик влажности
- Датчик температуры
- Лоток для яиц
- Сервопривод
- Корпус и его теплоизоляция

Для создания механической части инкубатора из ламинированного ДСП был выпилен и собран лоток для яиц. В проекте использовались также полипропиленовые трубы. В качестве основы для инкубатора использовался корпус системного блока от старого компьютера, термоизоляцией служит пенопласт.

Апробация инкубатора началась с проведения тестовых испытаний.

Самыми основными регулируемыми параметрами являются температура и влажность. Были проверены следующие функции инкубатора:

- Измерение температуры и влажности и вывод данных на экран;
- Точное регулирование физических величин;
- Управление автоматическим поворотом лотков через определённый промежуток времени;
- Управление вентиляторами.

В процессе испытаний были выявлены ошибки конструкции. В дальнейшем была переделана механическая и электронная части инкубатора.

Были изменены следующие элементы:

При помощи 3d печати созданы облегченные лотки для яиц, позволяющие повысить вместимость закладки (до 48 штук), а также изменить тип яиц (куриные, гусиные, перепелиные и т.д.), корпус для контроллера, а также элементы для средств управления (сервоприводы, шторка для вентиляции и многое другое);

Изменена система вентиляции яиц;

Уменьшено энергопотребление за счет изменения системы питания;

Полностью переделана система управления инкубатором:

- а) Изменен тип регулирования параметрами (температура, влажность), добавлен ПИД (пропорционально интегрально дифференциальный) регулятор (высокоточное регулирование по 3-м составляющим);

- б) Управление теперь производится при помощи энкодера на передней панели (энкодер вращения – это электромеханическое устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта в электрический сигнал (цифровой или аналоговый));

Кардинально изменена программа контроллера:

- А. Настройки теперь сохраняются в энергонезависимую память, что позволяет продолжить работу инкубатора после отключения электроэнергии, а также сохранять все настройки при выключении;
- Б. Добавлена система самодиагностики;
- В. Добавлено расписание для режима регулятора (ПИД) на каждый день;
- Г. Добавлена возможность добавления до семи различных датчиков, 2х сервоприводов, линейного привода, 5 реле (или силовых транзисторов);
- Д. Добавлена возможность подключения высокоточных датчиков температуры;

Технические изменения:

- А. Установлен экран для более комфортного управления параметрами, а также получения более подробной информации;
- Б. Добавлен сервопривод для открывания шторки для проветривания;
- В. Датчики температуры и влажности были заменены на один высокоточный климатический датчик (температура, влажность, атмосферное давление);
- Г. Добавлено питание на 24 В для подключения автоматического увлажнителя.

Все эти изменения позволяют использовать систему управления не только инкубатором, но и террариумом, аквариумом, а также для управления теплицей, домом, гаражом, мастерской и т.д.

Проделанная работа по проектированию и программированию объекта позволила изучить работу устройств под управлением микроконтроллера Arduino и найти применение этим устройствам в автоматизированных системах в сельском хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware> (дата обращения 24.04.19).
2. Курс «Arduino для начинающих» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://edurobots.ru/kurs-arduino-dlya-nachinayushhix> (дата обращения 05.11.2020).
3. Момот М. В. Мобильные роботы на базе Arduino [Текст] / М. В. Момот. — СПб.: БХВ-Петербург, 2017. — 288 с.: ил.
4. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino [Текст] / В. А. Петин. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 464 с.: ил.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino / Freeduino [Текст] / У. Соммер. — СПб.: БХВ — Петербург, 2012. — 256 с. ил.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ КРОНШТЕЙНА

И.А. Буторина, Е.О. Брусянина, И.А. Бондаренко
Научный руководитель: А.С. Пономарёв

Аннотация

В работе описана проблема заливки металлом массивных частей отливок и образования дефектов в готовой конструкции. В качестве решения задачи предложено провести каналы питания по внешнему контуру конструкции и увеличить количество питателей. Данное решение позволит более экономно использовать металл в литейном производстве, снизить риски образования дефектов в готовой отливке, например, рыхлот.

Ключевые слова: литниковая система, рыхлота, питатели

Annotation

The paper describes the problem of metal casting of massive parts of castings and the formation of defects in the finished structure. As a solution to the problem, it was proposed to lead a feed channel at the outer wall of the structure and to increase the number of feeders. This solution will allow more economical use of metal in foundry, reduce the risk of defects in the finished casting, for example, looseness

Key words: gating system, looseness, feeders

Существующая литниковая система имеет такие недостатки, как отсутствие питания металлом массивных частей отливки, в частности, бобышек, что приводит к возникновению рыхлоты. Также проблемой является то, что питание идет по внутренней части отливки (Рисунок 1), что приводит к трудностям в работе – при термообработке ее коробит. Отливку, полученную в результате использования имеющейся литниковой системы, исследовали в программе Magma и обнаружили множество дефектов (Рисунок 2).

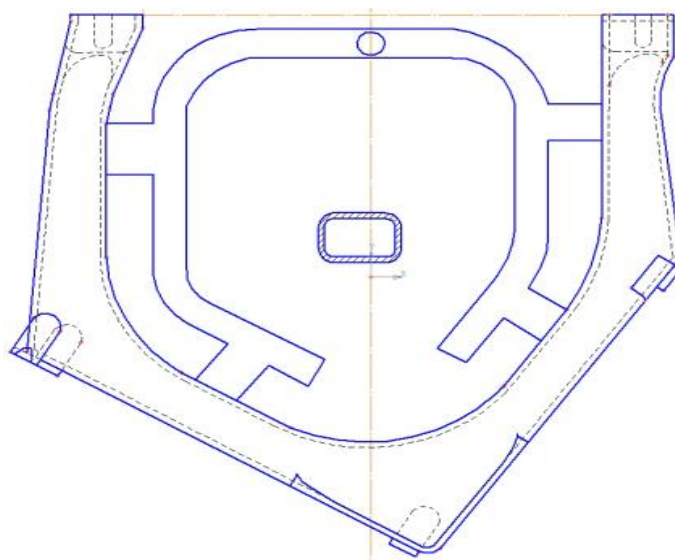


Рис. 1. Схема питания

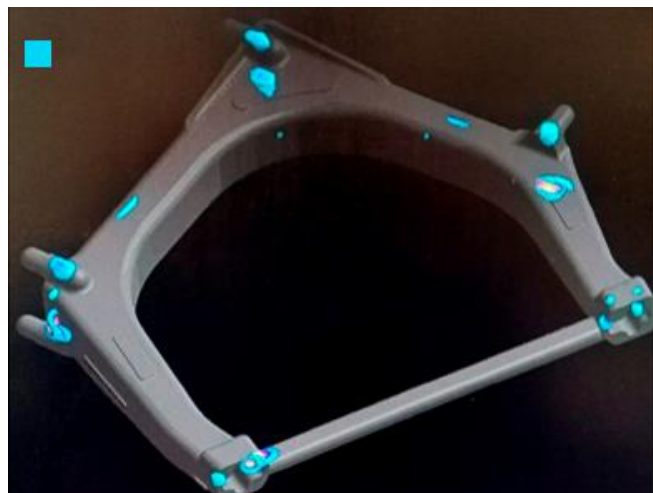


Рис. 2. Исследование дефектов

Для выполнения данной цели было принято решение смоделировать несколько новых вариантов литниковой системы, питание которых было проведено снаружи конструкции. Также необходимо ознакомиться с основными понятиями, такими как литниковая система, питатели.

Литниковой системой называют систему, обеспечивающую непрерывное заполнение литейной формы с определенной скоростью, задержку шлака и других неметаллических включений, а также выход газов из полости формы.

Питатели – это каналы, по которым осуществляется заливка металлом формы детали.

В первом варианте новую смоделированную литниковую систему (Рисунок 3) с каналами, расположенными по наружной стенке отливки, проанализировали в программе Magma (Рисунок 4). Вывод: результаты стали намного лучше, но дефекты всё равно есть.

В результате был смоделирован третий вариант (Рисунок 5) с добавлением дополнительных питателей. Итоги заливки новой литниковой системы также проанализировали в программе Magma.

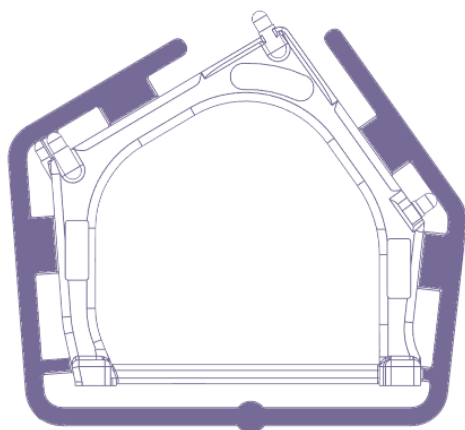


Рис. 3. Литниковая система



Рис. 4. Исследование дефектов

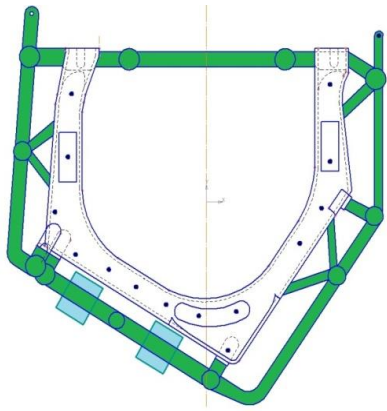


Рис. 5. Литниковая система (третий вариант)

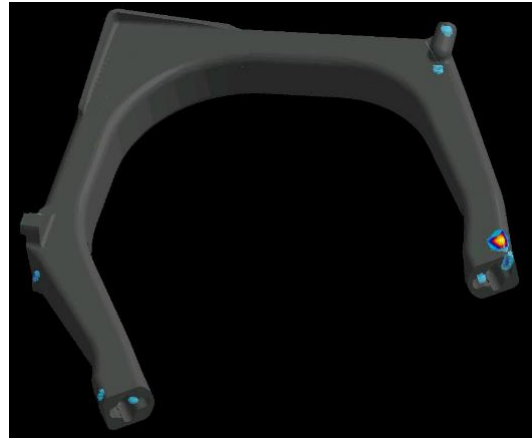


Рис. 6. Исследование дефектов

Проанализировав результат (рисунок 6), был сделан следующий вывод: дефекты, которые могут образоваться в готовой отливке ничтожно малы и имеют малый шанс возникновения.

В ходе работы был изменён имеющийся вид литниковой системы и проведён анализ их эффективности в программе Magma.

Данная доработка позволит уменьшить количество рыхлот в отливке, затраты на материалы посредством изготовления годной продукции, что исключит повторное создание форм, изготовление стержней к ним. Также это уменьшит затраты времени на одну отливку.

Новая конструкция готова к внедрению в литейное производство.

КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ ТЕЧЕИСКАТЕЛЕМ

А.С. Володин

Научный руководитель: С.В. Волкова

Актуальность темы научно-практической работы заключается в том, что неразрушающий контроль занимается изучением взаимодействия с материалами для обнаружения и оценки нарушения структуры с целью выявления дефектов и их устранения.

Целью научно-практической работы является совершенствование организации и проведения испытаний на герметичность способом гелиевого обдува в условиях ПАО «Аскольд».

Модернизированный гелиевый масс-спектрометрический течеискатель (на основе течеискателя ПТИ-10) - предназначен для испытаний на герметичность различных систем и объектов, допускающих откачку внутренней

полости, а также заполненных гелием или смесью, содержащей гелий, и обнаружения мест нарушения герметичности (течи) изделий.

Течеискатель ПТИ-10 является универсальным прибором, рассчитанным на все виды контроля герметичности с применением гелия-1 в качестве пробного газа.

Методы испытаний изделий на непроницаемость позволяют решать следующие задачи:

- определять качество герметизации объектов;
- выявлять негерметичные узлы и элементы изделий;
- определять местонахождение течей с целью их устранения или установления причин появления.

В процессе испытаний изделий на герметичность используют пробные, индикаторные и балластные вещества. Пробным называют вещество, проникновение которого через течь обнаруживается при течеискании.

Модернизация течеискателя ПТИ-10М применяемая в качестве промышленной аппаратуры на ПАО«Аскольд» заключается в замене паромасляного насоса на турбомолекулярный насос марки ВВ-150.

Характеристики двух насосов вынесены с технических паспортов, из которых видно, что насос марки ВВ-150 превосходит свой аналог.

К достоинствам насоса марки ВВ - 150 относится:

- безмасляная откачка;
- простота эксплуатации и комфортность в работе;
- низкий уровень шума и вибраций;
- компактные размеры и вес;
- есть исполнения для откачки агрессивных сред

Недостатки данного насоса ВВ-150 незначительны.

Вакуумная схема применяемая при течеискании, обеспечивает максимальный отбор газа в течеискатель, малую постоянную времени, и тем самым, наибольшую реальную чувствительность поиска течи.

Система состоит из масспектрометрической камеры с постоянным магнитом, замененным ранее турбомолекулярным насосом, вакуумного насоса, семи клапанов, калиброванной гелиевой течи, азотной ловушкой, вакуумного датчика и термопарного манометрического преобразователя.

Этапы проведения контроля герметичности включают в себя:

- включение течеискателя;
- запуск вакуумного насоса;
- открытие клапанов «Дросселирование откачки», «Откачка камеры», «Входной клапан»;
- закрытие клапанов «Дросселирование откачки», «Откачка камеры», «Входной клапан»;
- заливка азота в азотную ловушку;
- открытие клапана «Дросселирование откачки»;

- тумблер «Форвакуум – высокий вакуум» установить в положение «Высокий вакуум»;
- открыть клапан «Входной клапан» и «Гелиевая течь»;
- открыть клапан «Откачка камеры»;
- включение тумблера «Установка нуля»;
- нажать кнопку «Деблакировка»;
- подать накал на катод ионного источника масс – спектрометрической камеры.

Течеискатель представляет собой высокочувствительный магнитный масс-спектрометр, настроенный на регистрацию гелия. Негерметичность изделий, помещенных в чехол, устанавливается по повышению парциального давления гелия в чехле, газ из которого отбирается в течеискатель с помощью шупа.

Для поверки и калибровки течеискателя применяется прибор гелиевой течи «Гелит – 1», который предназначен для применения в качестве мер потока пробного газа при контроле герметичности с помощью гелиевых течеискателей, диффузии гелия сквозь проницаемый элемент.

В процессе работы происходит диффузия гелия через стенки колбы проницаемого элемента.

Принцип течеискания сводится к следующему:

1. Приступить к поиску течей постепенно обдувая испытуемый объект гелием в направлении «сверху - вниз», приближаясь от дальней точки испытуемого объекта к течеискателю.
2. Оценить величину натекания (размер течи) сравнивая сигнал от найденной течи в испытуемом объекте с калиброванной гелиевой течью.

Величина натекания оценивается по формуле (1):

$$Q = S_q \cdot (\alpha_{\Gamma} - \alpha_{\Phi}) \quad (1)$$

где S_q - цена деления наиболее чувствительной шкалы выходного прибора блока измерения ионного тока, мбар*л/с*мВ;

α_{Γ} - сигнал по стрелочному прибору блока измерения ионного тока, обусловленный натеканием гелия из испытуемого объекта, мВ;

α_{Φ} - фоновый сигнал течеискателя по стрелочному прибору блока измерения ионного тока, мВ.

3. Повторить оценку величины течи не менее трех раз.
4. Записать полученные значения величины течи, минимального потока гелия, регистрируемого течеискателем в режиме измерения и цены деления выходного прибора в режиме измерения.
5. Результаты представить в виде таблицы.
6. Сравнить полученные значения минимального потока гелия, регистрируемого течеискателем в режиме измерения и цены деления выходного прибора в режиме измерения с параметрами, полученными ранее при выполнении испытания.

Основным методом испытания сборочного изделия «Клапан», является метод обдува сварных швов гелием. Обдув сварных швов производится снаружи с использованием капиллярной иглы. Испытание производится под откачкой с подачей пробного вещества на противоположную поверхность изделия.

В процессе испытаний на герметичность - было проконтролировано 12 изделий «Клапан». Все 12 изделий прошли успешный контроль на герметичность, что было зафиксировано в протоколе испытаний и отправлены потребителю на атомные электростанции.

Таким образом - особую группу неразрушающих методов контроля составляют методы, предназначенные для выявления сквозных дефектов, нарушающих герметичность изделий, поскольку обычные методы радиационного, ультразвукового, магнитного и капиллярного метода контроля не позволяют выявлять такие сквозные дефекты как течь.

ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ С КОЛЬЦЕВЫМ КРЫЛОМ

И.А. Гаврин

Научный руководитель: А.Г. Савчук

Актуальность темы научно-практической конференции состоит в том, что в применение беспилотной авиации становится все шире и шире в различных отраслях народного хозяйства и ведомств, осуществляющих различные виды работ, связанные с мониторингом, поиском, спасением. Однако, в большинстве своем, современные БПЛА не могут отвечать требованиям по дальности, продолжительности полета, а также грузоподъемности.

Целью научно-практической работы является эскизный проект БПЛА для выполнения широкого спектра задач, например, таких как:

- мониторинг местности и авиаразведка;
- поисково-спасательные работы;
- доставка грузов.

Конструктивно БПЛА выполнен по самолетной схеме с толкающим винтом. Длина фюзеляжа около 4,5 метров, размах крыла около 5,5 метров, диаметр несущих и толкающего винта 1 метр, высота шасси 0,5 метра. Консоли крыла предполагаются съемными или складывающимися, для удобства транспортировки.

Планируемые летно-технические характеристики:

Максимальное время полета – 2,5 ч;

Диапазон рабочих высот - 50-1000м;

Диапазон скоростей полета - 50 км/ч;

Максимальная высота полета -1500 м;

Масса пустого – до 50кг;
Максимальная взлетная масса -100 кг;
Максимальная масса полезной нагрузки – до 50кг;
Метод взлета/посадки- вертикальный;
Габариты площадки для взлета/посадки-от 8х8м.

Силовая установка электрическая, состоящая из трех двигателей мощностью 25 КВт и тягой 60 кг каждый. Для обеспечения качественного управления и передачи сигнала БПЛА оснащен 6-ти канальным приемником, сервомашинками и регуляторами оборотов.

Взлет и посадка выполняется вертикальным способом за счет параллельно расположенных на концах консолей несущих винтов. Толкающий винт способен изменять свое положение относительно продольной оси на 180°, что так же, позволяет ему участвовать в создании подъемной силы во время взлета и посадки.

Управление по курсу и тангажу осуществляется при помощи цельноповоротного вертикального и горизонтального оперения. Управление же по крену за счет параллельно расположенных несущих винтов на концах консолей.

Шасси выполнено по классической лыжной схеме.

В конструкции силового набора и обшивки планера предполагается максимально использовать композиционные материалы и пластик, которые по сравнению с металлом легче в обработке и массе.

На внешней подвеске расположенной между шасси располагается герметичный контейнер для размещения полезной нагрузки. Полезная нагрузка формируется в зависимости от выполняемых задач.

Управление БПЛА производится через передвижной мобильный пункт на базе микроавтобуса, оснащенного двумя рабочими местами для операторов.

LEDNEWS

Е.М. Гнетнёва, К.П. Резяпов, Е.А. Иванова
Научный руководитель: А.Ю. Серёжкина

Поиск альтернативных источников освещения, более безопасных и менее затратных, стал главной причиной создания светодиодных ламп. Светодиодные технологии – это не только наше настоящее, но и будущее.

Светодиод (с англ. LED – lightemittingdiode) представляет собой полупроводниковый прибор, вырабатывающий оптическое (видимое для человеческого глаза) излучение.

Строение светодиода

На самом деле, существует масса различных конструкций светодиодов, но самая распространенная из них – традиционный корпус размером 5 мм. Его строение изображено на слайде.

Как видим, светодиод оснащен 2-мя выводами – анодом и катодом. Особенность катода здесь в том, что на нем установлен алюминиевый параболический отражатель, или рефлектор. Внешне он напоминает небольшое углубление, своеобразную воронку, на дне которой расположен светоизлучающий кристалл.

В качестве активного элемента выступает полупроводниковый монокристалл; в современных светодиодах он имеет квадратную форму (похож на чип размером 0,3*0,3*0,25 мм). Он содержит омические контакты и гетеропереход (р-п типа).

Своеобразная перемычка из золота служит для соединения кристалла с анодом. Прозрачный полимерный корпус выполняет функцию фокусирующей линзы с рефлектором, определяет направленность излучения светодиода.

Для справки: первые светодиоды существенно отличались от нынешних. Основной составляющей в процессе их производства был арсенид галлия, который излучал лишь инфракрасный и красный свет. Сегодня развитие полупроводниковых технологий достигло небывалых высот, что позволяет генерировать видимый свет различных цветов.

В данной работе мы поставили перед собой следующие задачи рассмотреть, из чего состоит светодиод, и по какому принципу он работает, где применяют светодиоды

Изложение вывода на основе полученных результатов исследования.

Теоретически светодиод может работать без перерыва от 10 до 100 тыс.ч. Если учесть, что включаться он будет только в вечернее да изредка в ночное время, можно считать, что светить ему предстоит 40-50 лет. Но это теоретически. На практике следует принять во внимание, что в конструкции используется не только собственно светодиод, но и множество вспомогательных элементов, имеющих собственные слабые места: микросхемы с некачественной пайкой и окисляющимися дорожками, корпуса, в которые просачивается вода, и т.д. Так же зависит от фирмы изготовителя. У каждой фирмы секрет свой, и разглашают они его с большой неохотой. Например, одна из нидерландских компаний проводит так называемый отжиг светодиодов: их выдерживают в печи при температуре 60°C примерно трое суток. После этого диод более стабилен в работе и обеспечивает устойчивый спектр свечения. Правда, линейка таких приборов стоит €85.

Теперь о том, что случится по окончании гарантийного срока. Нет-нет, диод не "умрет", как обычная лампа накаливания. За это время уровень его яркости упадет не более чем на 50% (произойдет так называемая деградация кристалла), но он будет продолжать работать. В зависимости от качества изготовления кристаллы деградируют по-разному: одни постепенно теряют в год 3-5% яркости, другие делают это резко, едва приблизится назначенный срок. Заметим, что на скорость деградации огромное влияние оказывают температурные условия эксплуатации (нормативы указаны в паспорте прибора и обычно находятся в пределах от -40 до +40°C). Чем ниже температура,

тем дольше живет светодиод. Например, где-нибудь на севере (при $-20...-40^{\circ}\text{C}$) он сможет работать почти вечно (при такой температуре кристалл практически не деградирует). А вот если установить его на печной трубе, где температура постоянно высока ($60-80^{\circ}\text{C}$), то проживет он примерно год. В сауне же, где температура доходит до 120°C , его хватит всего на несколько суток. И жаловаться на некачественный товар бесполезно - производитель по состоянию кристалла легко определит, что условия эксплуатации нарушены.

Внешний вид и основные параметры:

У светодиодов есть несколько основных параметров:

1. Тип корпуса
2. Типовой (рабочий) ток
3. Падение (рабочее) напряжения
4. Цвет свечения (длина волны, нм)
5. Угол рассеивания

В основном, под типом корпуса понимают диаметр и цвет колбы (линзы). Как известно, светодиод - полупроводниковый прибор, который необходимо запитать током. При этом на светодиоде падает определенное напряжение. Важнейшими элементами, используемыми в светодиодах, являются: Алюминий (Al), Галлий (Ga), Индий (In), Фосфор (P), вызывающие свечение в диапазоне от красного до жёлтого цвета. Индий (In), Галлий (Ga), Азот (N) используют для получения голубого и зелёного свечения. Кроме того, если к кристаллу, вызывающему голубое (синее) свечение, добавить люминофор, то получим белый цвет светодиода. Угол излучения также определяется производственными характеристиками материалов, а также колбой (линзой) светодиода.

В настоящее время светодиоды нашли применение в самых различных областях: светодиодные фонари, автомобильная светотехника, рекламные вывески, светодиодные панели и индикаторы, бегущие строки и светофоры и дежурного или ночного освещения;

- светового и цветового зонирования пространства;
- мебельной подсветки, позволяющей придать привычным предметам интерьера новые яркие образы;
- подсветки коллекции, хранящейся на стеллажах.

Для подсветки коллекций светодиоды вообще незаменимы. Во-первых, они позволяют создать индивидуальный вариант освещения для каждого предмета (а сами почти не видны). Во-вторых, не нагревают освещаемый "раритет", как бы близко от него ни располагались.

- в подсветке водоема и сада. При погружении в воду светодиоды насыщенных цветов позволят добиться просто фантастических эффектов, обеспечив при этом абсолютную электробезопасность (IP68). Ярким примером является музыкальный фонтан который находится в центре города он радует горожан и гостей города а в ночное время он сказочно красив.

Достоинства:

1. Светодиоды не имеют никаких стеклянных колб и нитей накаливания, что обеспечивает высокую механическую прочность и надежность (ударная и вибрационная устойчивость)
2. Отсутствие разогрева и высоких напряжений гарантирует высокий уровень электро- и пожаробезопасности
3. Безынерционность делает светодиоды незаменимыми, когда требуется высокое быстродействие
4. Миниатюрность
5. Долгий срок службы (долговечность)
6. Высокий КПД,
7. Относительно низкие напряжения питания и потребляемые токи, низкое энергопотребление
8. Большое количество различных цветов свечения, направленность излучения
9. Регулируемая интенсивность

Недостатки:

1. Относительно высокая стоимость. Отношение деньги/люмен для обычной лампы накаливания по сравнению со светодиодами составляет примерно 100 раз
2. Малый световой поток от одного элемента
3. Деградация параметров светодиодов со временем
4. Повышенные требования к питающему источнику

Устройство светодиодов.

Основные современные материалы, используемые в кристаллах светодиодов:

InGaN – синие, зеленые и ультрафиолетовые светодиоды высокой яркости;
AlGaInP - желтые, оранжевые и красные светодиоды высокой яркости;
AlGaAs - красные и инфракрасные светодиоды;
GaP – желтые и зеленые светодиоды.

Устройство 5мм.- светодиодов и мощных (от 1W) светодиодов

Кроме светодиодов лампового типа (3,5,10мм, их форма действительно напоминает миниатюрную лампочку с двумя выводами), в последнее время все большее распространение получают SMD - светодиоды. Они совершенно иной конструкции, отвечающей требованиям технологии автоматического монтажа на поверхность печатной платы (surfacemounted devices – SMD).

А сверхяркие светодиоды такого типа называются эмиттерами (emitter, англ. "излучатель").

SMD светодиоды имеют более компактные размеры, допускают автоматическую расстановку и пайку на поверхность платы без ручной сборки. Некоторые производители светодиодов выпускают специальные SMD-диоды, содержащие в одном корпусе три кристалла, излучающие свет трех основных цветов – красный, синий и зеленый. Это позволяет получить при смешении

их излучения всю цветовую гамму, включая белый цвет, при ультракомпактных размерах.

Яркость светодиода характеризуется световым потоком (Люмены) и осевой силой света (канделлы), а также диаграммой направленности. Существующие светодиоды разных конструкций излучают в телесном угле от 4 до 140 градусов.

Широкий диапазон оптических характеристик, миниатюрные размеры и гибкие возможности по дискретному управлению обеспечили применение светодиодов для создания самых различных световых приборов и изделий. Светодиод излучает в узкой части спектра, на определенной длине волны его цвет чист, что особенно ценят дизайнеры.

Современное разнообразие светодиодов и так называемых светодиодных сборок делает часто нетривиальной задачу выбора подходящих комплектующих для реализации тех или иных светотехнических приложений. Основные параметры светодиодов – цветность, сила света и угол обзора по половинной мощности излучения. Но для профессионального выбора, оценки качества и эффективности изделий необходим учет многих других характеристик светодиодов.

Узнав много нового и интересного, а светодиодах мы решили проверить несколько опытов и выяснить миф или это реальность

Опыт № 1. Проверка подлинности банкнот. Понадобится: любая российская банкнота

Синий светодиод. Мы взяли банкноты и увидели, что в бумажную массу вкраплены цветные волоски. Затем, в темноте, мы посветили на эти волоски синим светодиодом. Волоски слегка светятся розовым светом.

На самом деле волоски содержат флуоресцентный краситель, который лучше всего виден при ультрафиолетовом свете. Эти волоски специально вводят в бумажную массу как один из признаков подлинности банкноты.

Наши банкноты подлинная!

Опыт № 2. Разноцветные тени. Для опыта понадобилось: синий, красный и зелёный диоды, белый экран, чёрная ложка.

Мы направили свет всех 3х диодов в одну область. Опять отрегулировали так, чтобы в центре появилось белое пятно. Теперь между диодами и экраном внесли ложку. Появились многочисленные разноцветные тени. Среди них есть красные, синие и зелёные, то есть соответствующие цвету диода.

Дело в том, что если светодиоды находятся далеко друг от друга, тени от них пересекаются только частично. Там, где пересеклись все три тени, есть там, куда свет вообще не попал вообще, тень будет чёрной. Там, где пересеклись две тени (попал свет одного диода), цвет пятна будет таким же, как и цвет диода. А там, куда попал свет от двух диодов, происходит сложение цветов. При этом образуется цвет, дополнительный к тому, который находится в тени: *Красный + зелёный = жёлтый* *Красный + синий = пурпурный* *Зелёный + синий = голубой*

Опыт № 3. Луч падения равен углу отражения. Для опыта понадобилось: красный диод, зеркало, транспортёр

Угол, под которым отразится луч от зеркала, можно легко предсказать. Мы направим свет диода через щель из двух кусков чёрного картона так, что бы образовался один луч. Мы увидим, что угол между этой линией и отражённым лучом равны. Как бы мы не вращали зеркало, равенство будет сохраняться. Таким образом, угол падения луча всегда равен углу его отражения.

Для того что б провести опыт нам потребовались светодиоды, резистор шнур от USB.

Так как светодиод является полупроводниковым прибором, то при включении в цепь необходимо соблюдать полярность. Светодиод имеет два вывода, один из которых катод ("минус"), а другой - анод ("плюс").

Светодиод будет "гореть" только при прямом включении, как показано на рисунке.

При обратном включении светодиод "гореть" не будет. Более того, возможен выход из строя светодиода при малых допустимых значениях обратного напряжения.

Имеется один светодиод, как его подключить правильно в самом простом случае?

Чтобы правильно подключить светодиод в самом простом случае, необходимо подключить его через токоограничивающий резистор.

Пример 1. Имеется светодиод с рабочим напряжением 3 вольт и рабочим током 20 мА. Необходимо подключить его к источнику с напряжением 5 вольт.

Рассчитаем сопротивление токоограничивающего резистора

$$R = U_{\text{гасящее}} / I_{\text{светодиода}}$$

$$U_{\text{гасящее}} = U_{\text{питания}} - U_{\text{светодиода}}$$

$$U_{\text{питания}} = 5V$$

$$U_{\text{светодиода}} = 3V$$

$$I_{\text{светодиода}} = 20\text{мА} = 0.02A$$

$$R = (5-3)/0.02 = 100\text{ Ом} = 0.1\text{ кОм}$$

То есть, надо взять резистор сопротивлением 100 Ом

P.S. Вы можете воспользоваться on-line калькулятором [расчета резистора для светодиода](#)

во втором опыте Несколько светодиодов подключали последовательно или параллельно, рассчитывая необходимые сопротивления.

Пример 2. Имеются светодиоды с рабочим напряжением 3 вольт и рабочим током 20 мА. Надо подключить 3 светодиода к источнику 15 вольт.

Производим расчет: 3 светодиода на 3 вольт = 9 вольт, то есть 15 вольт-ового источника достаточно для последовательного включения светодиодов.

Расчет аналогичен предыдущему примеру.

Когда мы провели опыты у нас остались заготовки и мы не стали их убирать в ящик, а решили ответить на другой вопрос который мы ставили в начале своей работы Можем ли мы создать что-то что принесло нам пользу и

радовало глаз. И мы изготовили из подручных материалов ночники и представляем их вашему вниманию...

Проведения исследований работы в области использования светодиодов является довольно значимыми, так как в результате подтверждения теоретических данных, указывающих на тот факт, что данный вид освещения является наиболее рациональным и перспективным, появится необходимость модернизации осветительной системы, направленной на получение качественного и безвредного для человека и экологии освещения.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕВЕРСИВНОГО ИНЖИНИРИНГА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.А. Диденко, Н.С. Петров
Научный руководитель: А.А. Юрин

В последнее время мы часто можем слышать словосочетание «реверсивный инжиниринг». Разберемся, что это такое.

Если обратиться к Википедии, то можно найти следующее определение этого понятия:

Реверсивный инжиниринг (он же «Обратная разработ́ка»), обратное проектирование, обратный инжиниринг, реверс-инжиниринг; англ. reverse engineering) — исследование некоторого готового устройства или программы, а также документации на него с целью понять принцип его работы; например, чтобы обнаружить недокументированные возможности (в том числе программные закладки), сделать изменение или воспроизвести устройство, программу или иной объект с аналогичными функциями, но без прямого копирования.

Применяется обычно в том случае, если создатель оригинального объекта не предоставил информации о структуре и способе создания (производства) объекта. Правообладатели таких объектов могут заявить, что проведение обратной разработки или использование её результатов нарушает их исключительное право по закону об авторском праве и патентному законодательству.

Так сложилось, что реверсивный инжиниринг в той или иной области промышленности применялся еще с 20-х годов прошлого столетия в различных странах различными фирмами. Основной целью было воссоздать какую-либо удачную конструкцию, прибор или программное обеспечение с целью выпуска аналогичной продукции, но под собственным брендом.

В нашей работе мы преследуем несколько другую цель – мы пытаемся изучить свои собственные возможности в области ремонта поврежденных либо разрушившихся деталей или агрегатов с целью восстановления их работоспособности.

В нашем распоряжении имеются:

1. Стационарный 3D-сканер с наклонно-поворотным столом Solutionix C500 (рисунок 1), с собственным программным обеспечением ezScan 2017.
2. Ручной 3D-сканер Creaform Academia 50 (рисунок 2), с собственным программным обеспечением VXinspect.
3. Фрезерный станок с ЧПУ DMU 50 ecoline.



Рис. 1. Стационарный 3D-сканер с наклонно-поворотным столом Solutionix C500



Рис. 2. Ручной 3D-сканер Creaform Academia 50

Исходя из того, что мы имеем возможность изготовить деталь из металла на станке, было принято решение подобрать именно металлическое поврежденное изделие и попытаться его восстановить. Наш выбор пал на кронштейн, снятый с универсального фрезерного станка 6Н12 из станочного парка филиала. Данный кронштейн является опорной деталью ходового вала стола в цепи поперечной подачи. В процессе эксплуатации станка произошло разрушение кронштейна (см. рисунки 3, 4, 5).



Рис. 3. Общий вид кронштейна



Рис. 4. Состояние после разрушения



Рис. 5. Характер разрушения

Изучив визуально разрушение детали, мы пришли к выводу, что причиной появления катастрофического разрушения стала трещина, которая появилась вследствие литейного брака при получении чугуновой отливки (см. рисунок 6).



Рис. 6. Вероятная причина появления трещины – литейная раковина (выделена красным кругом)

Такой литейный брак мог изначально быть незаметен во время изготовления станка (хотя все равно остается вопрос – как БТК пропустило данную деталь?), но в процессе эксплуатации станка вибрационные нагрузки привели к его проявлению и развитию в трещину.

Далее производится полная оцифровка обеих частей кронштейна, а также посадочного места на станке. После этого необходимо создать модель детали, проанализировать ее на возможность изменения конструкции с целью снижения материалоемкости и сохранения прочности конструкции.

На заключительном этапе будет создана управляющая программа для станка и изготовлена новая деталь.

На сегодняшний день, часть из этих работ уже выполнена (фото и видеоматериал находится в обработке), а над второй частью идет работа. К 12 апреля мы планируем получить готовую деталь и представить на научно-практической конференции наглядную демонстрацию проделанной работы с полученными выводами.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЁМНОГО МЕХАНИЗМА НА БОЕВОМ ВОЕННО-РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОМ ВЕРТОЛЁТЕ КА-52

А.А. Кошеленко, В.В. Сергеев, И.А. Костин
Научные руководители: А.П. Тарасов, И.И. Кумченко

Аннотация

Проект «Модернизация грузоподъемного механизма на боевом военно-разведывательном вертолёте Ка-52» предлагает усовершенствованный подъёмный механизм, позволяющий предотвратить падение грузов при неправильной эксплуатации подъёмного механизма и наматывание троса в противоположную от требуемой сторону.

Ключевые слова: Храповой механизм (храповик), фиксатор, система подъёма, трос.

Annotation

The project "Modernization of the lifting mechanism on the combat military reconnaissance helicopter Ka-52" offers an improved lifting mechanism to prevent the fall of loads due to improper operation of the lifting mechanism and winding the cable in the opposite direction from the required direction.

Key words: ratchet mechanism (ratchet), retainer, lifting system, cable.

Цель проекта: предотвратить возможный срыв груза с подъёмника вследствие неправильной эксплуатации лебёдки.

Задачи проекта:

- предотвратить наматывание троса в противоположную сторону от требуемой

- предотвратить возможный выход заделки троса из канавки и неправильную его укладку на барабан.
- разработать механизм, осуществляющий полную остановку работы храповика грузоподъёмного механизма при неправильной эксплуатации.

Действующий грузоподъёмный механизм вертолётa Ка-52

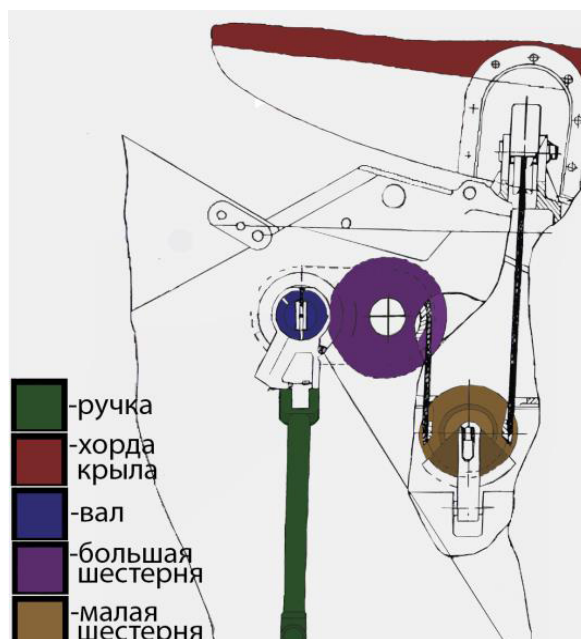


Рис. 1. Система подъёма
на вертолётe Ка-52

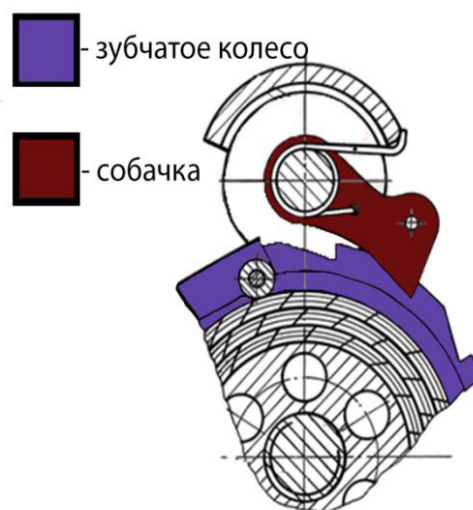


Рис. 2. Храповой механизм
(храповик)

Механизм подъёма собран в корпусе, состоящем из двух разъёмных половин. В корпусе механизма установлены малый (приводной) и большой валы. Момент вращения от малого вала к большому передаётся через малую шестерню малого вала и большую шестерню большого вала (Рисунок 1).

На большом валу закреплены барабан и храповик. Действующий храповой механизм представляет собой совокупность зубчатого колеса и фиксатора (собачки) (Рисунок 2). Трос шариковым наконечником закрепляется в пазу барабана и наматывается на барабан.

Ограничение обратного хода большой шестерни производится фиксатором, закреплённым на малом валу и поджатым пружиной. Фиксатор при повороте большого вала взаимодействует с храповиком, обеспечивая односторонний ход (на наматывание троса на барабан).

Для сматывания троса с барабана без нагрузки, фиксатор отжимается и выводится из зацепления с храповиком, что обеспечивает свободное обратное перемещение барабана.

При подъёме грузов барабан через храповик с антифрикционными накладками прижимается к большой шестерне. В этом случае барабан вращается вместе с большой шестернёй и на него наматывается трос.

При опускании груза ручка-трещотка устанавливается в положение, соответствующее опусканию груза и при её обратном повороте фиксатор останавливает храповик. В этом случае за счёт трения антифрикционных накладок храповика о барабан под действием веса груза происходит замедленное вращение барабана на разматывание троса и опускание груза.

Проблема:

В процессе эксплуатации грузоподъемного механизма возникает ситуация, когда при опускании груза продолжают вращать ручку, трос наматывается в противоположную сторону, что приводит к следующим последствиям:

- заделка троса выходит из канавки;
- трос неправильно укладывается на барабан. Это связано с тем, что на барабане выполнены канавки, которые предусмотрены для укладки троса в одном направлении;
- перетирается корпус подъемного механизма.

Решение:

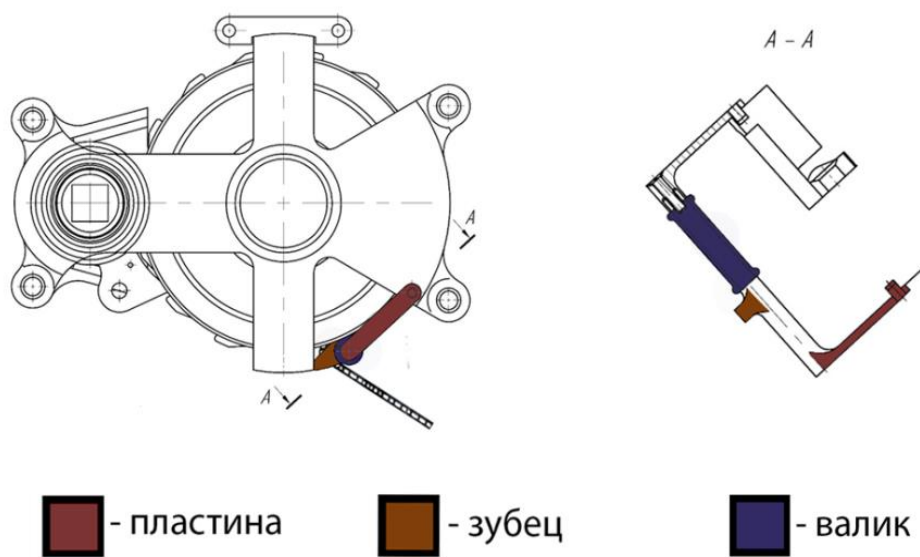


Рис. 3. Разработанный дополнительный фиксатор

Предлагаем ввести в систему подъёма дополнительный фиксатор, который предотвращал бы наматывание троса в обратную сторону от требуемой.

Фиксатор представляет собой совокупность валика, осуществляющего движение по тросу, зубца, входящего в паз между зубьями храповика и пластины (Рисунок 3). Фиксатор необходимо устанавливать исключительно на колесо храповика, чтобы предотвратить намотку троса на колесо.

На Рисунке 3 фиксатор находится в сомкнутом положении. В обычном положении он будет находиться на расстоянии от храпового механизма. При попытке закрутить трос в обратном направлении, фиксатор будет приходить в сомкнутое положение, а его зуб прочно войдёт между зубьев храпового колеса, не давая тем самым ему проворачиваться. Так как фиксатор будет предотвращать попадание троса на зубья, закрутить трос в противоположную от требуемой сторону не получится.

Разработанный механизм предотвращает возможный выход заделки троса из канавки и неправильную его укладку на барабан, перетирание корпуса подъёмного механизма, является механическим и действует по принципу автоматики (нет затрат электроэнергии).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВТУЛКИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА КА-62

И.О. Блиндер, Н.А. Кутузов

Научные руководители: И.И. Кумченко, А.П. Тарасов

Аннотация

Полимерно-композитные материалы – это многокомпонентные материалы, состоящие, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями. Эти материалы обладают многими плюсами, такими как: низкий удельный вес, жёсткость, упругость, теплостойкость, радиопрозрачность, устойчивость к химическим воздействиям, вибростойкость, электроизоляционность, демпфирующие способности, отсутствие чувствительности к магнитному полю, привлекательный внешний вид, высокая несущая способность. По прочностным характеристикам композиты не уступают другим конструкционным материалам. А благодаря их низкой плотности изделия из ПКМ получаются гораздо легче, чем из каких-либо сплавов. Следовательно, при их использовании в авиастроении снижается масса, и, значит, уменьшается расход топлива и увеличивается дальность полёта.

Ключевые слова: полимерные композитные материалы, масса, расход топлива, дальность полёта.

Annotation

Polymer-composite materials are multicomponent materials consisting, as a rule, of a plastic base (matrix) reinforced with fillers. These materials have many advantages, such as: low specific gravity, rigidity, elasticity, heat resistance, radio transparency, resistance to chemical influences, vibration resistance, electrical insulation, damping ability, lack of sensitivity to the magnetic field, attractive appearance, high load-bearing capacity. In terms of strength characteristics, compo-

sites are not inferior to other structural materials. And due to their low density, PCM products are made much easier than from any alloys. Consequently, when they are used in the aircraft industry, the weight is reduced, and, therefore, the fuel consumption is reduced and the flight range is increased.

Keywords: polymer composite materials, weight, fuel consumption, flight range.

Углепластики

Видов ПКМ существует много, но один из самых оптимальных для авиастроения - это углепластики. Их использование в данной отрасли обосновано тем, что они имеют самый высокий модуль упругости и прочность среди



Рис. 1. Углепластики

Одним из примеров использования ПКМ служит вертолёт Ка-62, который благодаря передовым технологиям состоит почти на 60% из ПКМ. У вертолёта имеются серьёзные конкуренты, в первую очередь британо-итальянский Agusta Westland AW139. Поэтому, чтобы сохранить продукт конкурентоспособным, его необходимо постоянно совершенствовать.

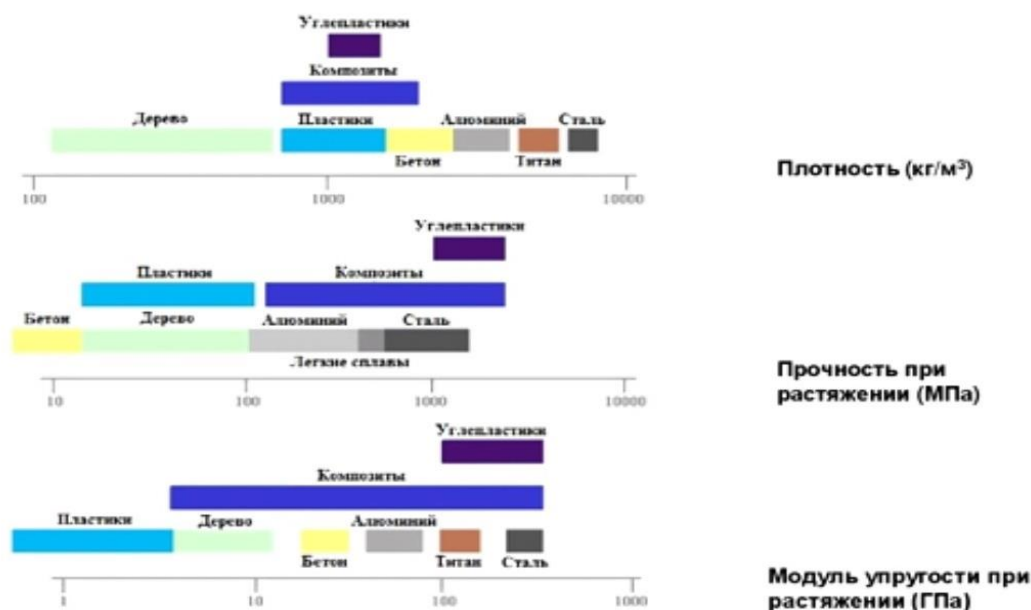


Рис. 2. Сравнение материалов

Титановый сплав

Многие детали в Ка-62 изготовлены из металлов. Одной из таких деталей является втулка несущего винта - конструкция, предназначенная для крепления лопастей, которая состоит из титанового сплава.

Обработка титана - невероятно трудоёмкий процесс. То же можно сказать и про его добычу, так что изделия из титана получаются дорогостоящие. Ввиду особых физико-механических свойств титан плохо поддаётся обработке резанием. Сплав обладает высоким соотношением предела текучести к временному сопротивлению разрыва (0,85-0,95 против 0,65-0,75 для обычных сталей). В итоге при обработке возникает большое удельное усилие, приводящее к высокой температуре в зоне резания. Из-за сильной адгезии частицы титана налипают на инструмент, что вызывает значительное трение. Накопление металла на контактируемых поверхностях приводит к дальнейшему повышению температуры и усилий обработки. Как результат, отклонение геометрических параметров резания от номинальных и преждевременный износ инструмента.

Трудоёмкость обработки титановых сплавов в 3–4 раза выше, чем углеродистых сталей, и в 5–7 раз больше, чем алюминиевых сплавов. Чтобы минимизировать возникающие сложности используют следующие технологические приёмы:

- снижение скорости резания и обильная подача охлаждающей жидкости;
- легирование титановых сплавов водородом (снижает температуру в зоне резания, повышает стойкость твердосплавного инструмента);
- азотирование и оксидирование (изделие покрывается тончайшей плёнкой, защищая заготовку от задираания);
- реализация многооперационного принципа обработки.

Наше предложение – сделать втулку несущего винта из ПКМ, которая на сегодняшний день активно используется в авиации передовыми производителями. Например, компанией «Eurocopter».



Рис. 3. Втулка винта

Сравнительная характеристика материалов

Мы предлагаем использовать ПКМ отечественной марки ВКУ-28 на основе импортного среднемодульного наполнителя марки Torayca T800SC-24K, являющийся одним из самых эффективных российских углепластиков для изготовления авиационных деталей. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика вышеупомянутого материала с титаном марки ВТ6, используемым в настоящий момент для создания втулки вертолёта Ка-62. Отсюда видно, что углепластик по большинству параметров превосходит титановый сплав. Поэтому мы считаем, что втулка из углепластика идеально подходит для Ка-62, исходя из преимуществ композитов.

Параметр	УГЛЕПЛАСТИК МАРКИ ВКУ-28/T800SC24K	Титан марки ВТ6
Толщина монослоя, мм	0,18-0,20	-
Пористость, %	1,5	-
Предел прочности при растяжении, МПа	2750	835-1050
Предел прочности при сжатии, МПа	1390	
Модуль упругости при растяжении, МПа	165	115
Модуль упругости при сжатии, МПа	145	
Предел прочности при межслойном сдвиге, МПа	90	-
Предел прочности при сдвиге в плоскости листа (при укладке в 45 град.), МПа	81	-
Модуль упругости при сдвиге в плоскости листа (при укладке в 45 град.), МПа	4,3	-
Рабочий диапазон температур, С	-60 - +120	-253 - +450
Плотность, кг/м ³	1550-1580	4430
Массовая доля связующего, %	34±3	-

Рис. 4. Характеристика материалов

Для изготовления втулки мы предлагаем применять гидравлический пресс для горячего прессования марки *Centorr/Vacuum Industries*.



Рис. 5. Гидравлический пресс

Это гидравлическая машина, предназначенная для создания значительных сжимающих усилий, способствующих формованию ПКМ под высокими температурами и давлением. Суть метода заключается в следующем: предварительно изготовленный препрег раскраивается под параметры формируемого изделия, выкладывается в формирующую оснастку и исполнительный механизм метода прессования (пуансон) воздействует на материал, расположенный в оснастке, в результате чего происходит формование. После придания формы изделия необходимо отвердить. Для этого используется формирующая оснастка с обогревом. К технологическим параметрам процесса можно отнести температуру формования, давление прессования и продолжительность выдержки под давлением.

Технология создания изделия из ПКМ способом горячего прессования

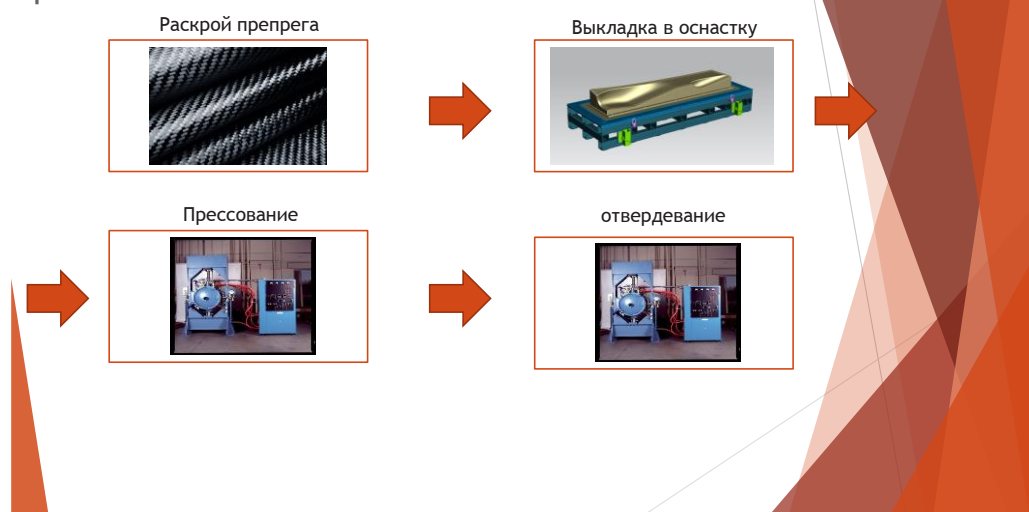


Рис. 6. Технология создания изделия из ПКМ

Ниже представлены две схемы: правая описывает процесс получения титанового КМ и дальнейшего прессования, правая - материалы, для которых метод горячего прессования подходит.

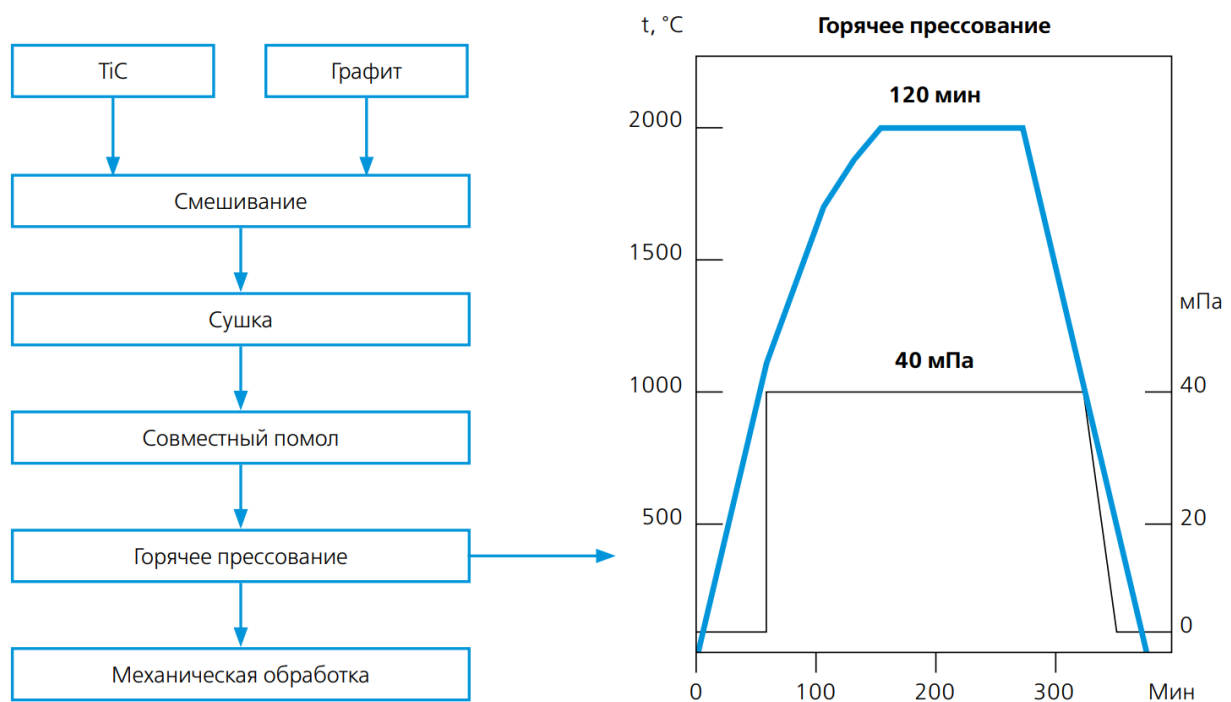


Рис. 7. Схемы прессования

Из данных графиков видно, что технология подходит для любого из представленных материалов и что она относительно проста в плане контроля.

Материалы:

Армирующие материалы: препрег.

Вспомогательные материалы: жертвенная ткань (разделительный слой между изделием и вспомогательными материалами), вакуумная пленка высокотемпературная, жгут герметизирующий, коннекторы;

Заполнители: При выкладке сэндвичей могут применяться любые заполнители, но они должны выдерживать высокие температуры, которые достигаются при отверждении.

Преимущества:

- Отлично подходит для мелкосерийного производства;
- Позволяет создавать изделия из ПКМ сложной формы и больших размеров;
- Позволяет получать детали, близкие по размерам к конечным изделиям и с гладкими поверхностями;
- Минимальные затраты при проведении конечной механической обработки;
- Относительная простота техпроцесса;

- Небольшое количество инструмента и расходных элементов;
- Невысокая стоимость оборудования относительно конкурирующих технологий;
- Используется для всех типов полимеров.

Недостатки:

- Низкая производительность процесса;
- Ограничения по ассортименту изготавливаемых деталей в связи со сложностью формования узлов и агрегатов с многопрофильной поверхностью.

Опираясь на все вышесказанное, мы можем сделать вывод, что замена втулки несущего винта из титанового сплава на втулку из ПКМ увеличит прочность изделия в 2-3 раза, зависимо от разновидности углепластика, уменьшит общую массу втулки примерно в 1,5 раз и его стоимость обслуживания.

ИСКУССТВО МАСТЕРСТВА

М.К. Лемешев, А.С. Корчевский
Научный руководитель: Д.А. Лаптев

Аннотация

Мы каждый день пользуемся продуктами труда станочников, но, как правило, их не замечаем. Вы включили свой компьютер, на работе удобно устроились на вращающемся стуле за своим столом или взяли за ручку двери. Казалось бы, никакой связи с профессией станочника, но на самом деле, связь есть, и она заключается в тех деталях, из которых сделаны эти вещи. А кто делает все эти детали? Правильно, станочник!

Можно смело сказать, что труд станочника не просто нужен, действительно незаменим. При этом работа такого специалиста скрыта завесой тайны. Так как детали, он вытачивает в цеху, куда доступ имеют только узкий круг людей.

Цель - Изготовить странные изделия «Платоновы тела» на универсальном оборудовании. Искусство и мастерство работ.

Ключевые слова: мастерство, чертежи, маршрут, Платоновы тела.

Annotation

We use the products of machine operators' labor every day, but, as a rule, we do not notice them. You turn on your computer, sit comfortably on a swivel chair at your desk with comfort, or grab the doorknob. It seems that there is no connection with the profession of a machine operator, but in fact, there is such a connection, and it lies in the parts which these things are made from. Who makes all these parts? That's right, a machine operator!

We can safely say that the work of a machine operator is not just needed, but it is really indispensable. At the same time, the work of such a specialist is hidden

by a veil of secrecy. As he grinds the parts in the factory floor, where only a narrow circle of people have access.

Гоае - To make strange items "Platonic Solids" on a universal machine. Art and skills.

Key words: skills, drawings, route, Platonic solids.

Труд станочника - специалиста скрыт завесой тайны, он работает на станке в цеху и не каждый может увидеть его работу. Кто же такой станочник, и кто может им быть и каким владеет мастерством?

Станочник – специалист, который с помощью специальных станков изготавливает детали для различных механизмов из самых разных материалов (чаще всего, дерева или металла). Так как работа этого специалиста объединяет в себе деятельность других профессий (например, фрезеровщика, токаря, шлифовщика, зуборезчика и т.д.), он умеет работать на самых разных станках (фрезерном, шлифовальном, токарном и т.д.). Работа станочника предполагает изготовление деталей по чертежам и стандартам. Поэтому специалист должен обладать такими личностными качествами, как: внимательность; развитое чувство пространства; точный глазомер; ответственность; аккуратность; развитая моторика рук; наглядно-образное мышление; отличная реакция; организованность.

Правильные многогранники известны с древнейших времён. Они характерны для философии Платона, в честь которого и получили название «платоновы тела».

В одном из важнейших трактатов "Тимей" идёт сопоставление фигур с четырьмя стихиями

Итак перейдём к сути как изготовить нестандартную деталь стандартными методами. Изделия типа «Сфера в сфере» привлекают к себе внимание загадочностью изготовления. Особенно сложны шары с многогранниками, шариками и другими фигурками внутри. Выпасть из отверстий шара фигурки не могут, так как их размеры больше диаметров отверстий и каждая фигурка изготавливалась там, где она находится

Деталь изготавливается из материала Д16Т и используется как сувенирное загадочное изделие, изделие для итоговой практической работы станочника – ученика технического класса предприятия АО ААК «ПРОГРЕСС».

Изделие типа «Платоновы тела» состоит из сферы и шестигранника с резьбовым отверстием.

Чертеж детали в целом был спроектирован с использованием программы 3Д моделирования АСКОН КОМПАС 3Д в соответствии с требованиями ГОСТ. С точки зрения удобства чтения чертежа размеры сгруппированы верно.

Проектируемый чертеж содержит все необходимые сведения, дающие полное представление о пространственной композиции.

Есть все необходимые разрезы, сечения и технические требования. Особые участки формы выделены отдельно.

Недостатком чертежа является то, что почти все размеры не принадлежат стандартному ряду чисел, так как зависят от величин, полученных при расчете конструкции.

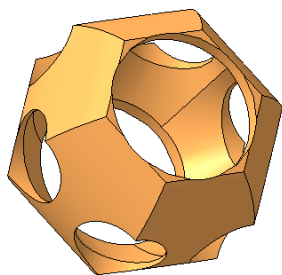


Рис. 1. Правильный сферичный многогранник

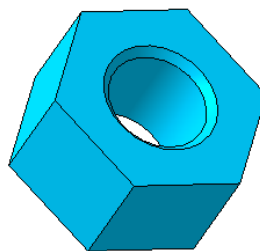


Рис. 2. Гайка с резьбовым отверстием

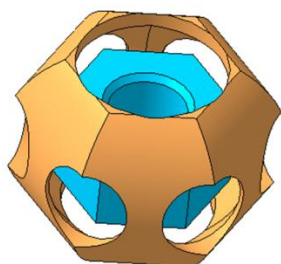


Рис. 3. Конструкция в сборе

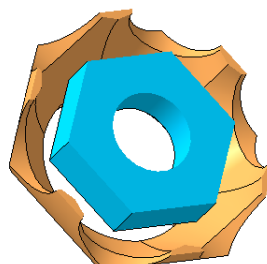


Рис. 4. Конструкция в разрезе

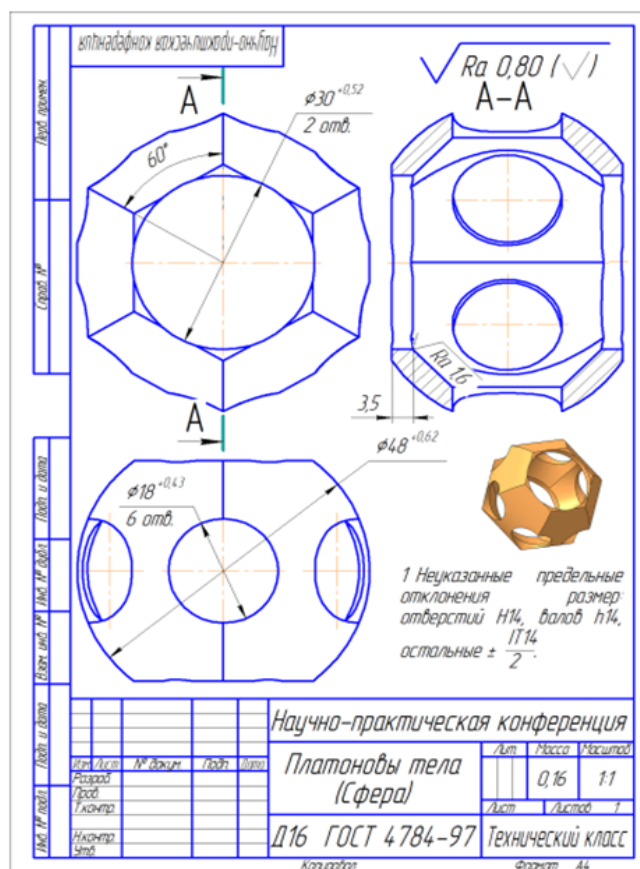


Рис. 5. Чертеж детали «Сфера»

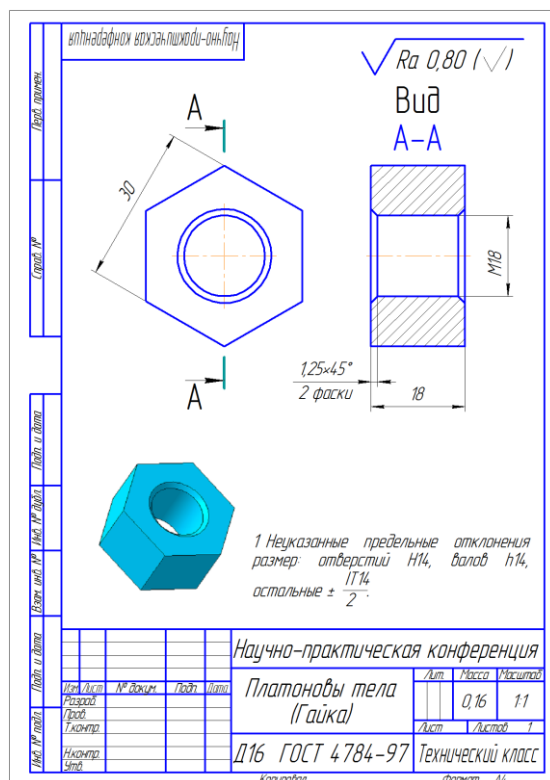


Рис. 6. Чертеж детали «Гайка»

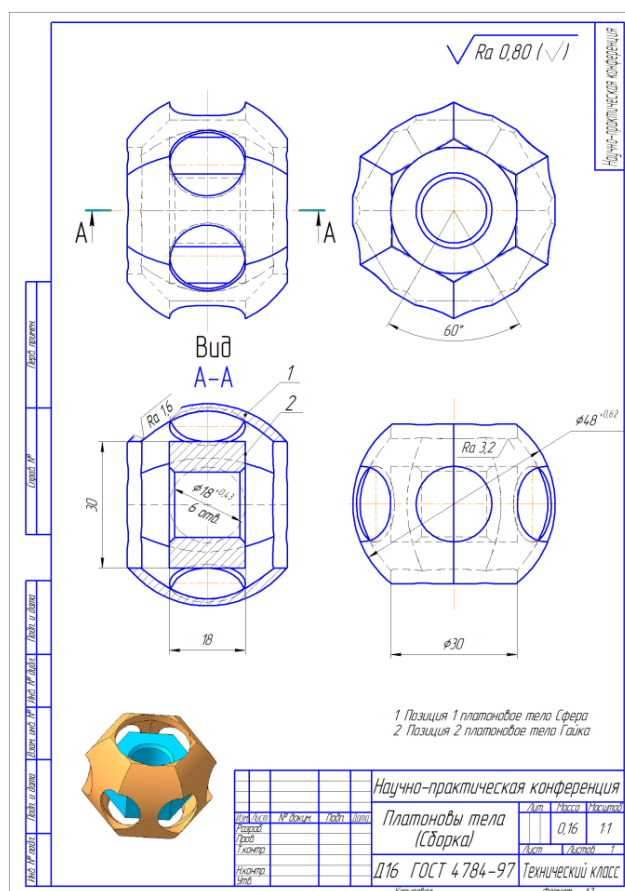


Рис. 7. Сборочный чертеж композиции

Анализ разрабатываемого процесса изготовления детали был проведен с точки зрения разумного – традиционного (не традиционного) выбора методов, видов и способов обработки, рационального использования технологического оборудования и станочных приспособлений. Маршрут изготовления изделия состоит из следующих операций:



Рис. 8. Виды фигур



Рис. 9. Сувенирная продукция

В современном мире производство различных деталей постоянно усложняется, поэтому специалисты по их изготовлению не просто востребованы, а жизненно необходимы. И это является основным преимуществом профессии станочника.

Заметим что на нашем предприятии ситуация со станочниками идёт к принятию катастрофического положения: старое поколение, с большим опытом работы, уходит на пенсию, а новое – мало того что не обладает достаточными практическими навыками, так еще и малочисленно.

Результатом сложившейся ситуации стало то, что в борьбе за высококвалифицированных специалистов работодатели повысили уровень зарплаты и при наличии соответствующей квалификации, работники могут рассчитывать на оплату своего труда в пределах 40-60 тысяч рублей.

Ну и самое главное. Профессия станочника является яркой и креативной. Она накладывает на человека неизгладимый отпечаток. Именно поэтому опытные станочники убеждены, что эта работа превратит любого стеснительного молодого человека в сильного и уверенного в себе мужчину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Маликов Ф.П. Секреты токарного мастерства. [Djv- 3.1M] Производственное издание. (Москва: Издательство «Машиностроение», 1990)

Справочник токаря: Учеб. пособие для нач. проф. образования / Людмила Ивановна Вереина. — М.: Издательский центр. «Академия», 2004. — 448 с.

Токарные станки и работа на них (1990) Т.И. Тишенина

АЭРОТАКСИ БУДУЩЕГО

А.И. Юшков, И.С. Радчиков, А.Г. Свирин

Научные руководители: А.П. Тарасов, И.И. Кумченко

Аннотация

Проект «Аэротакси будущего» предлагает внедрить в производственную линейку летательный аппарат для перемещения пассажиров по воздуху в условиях мегаполиса.

Ключевые слова: фюзеляж, система безопасности, система управления, электроэнергетика.

Annotation

The project «Air taxi of the future» proposes include in product line apparatus for moving passengers by air in metropolis.

Key words: fuselage, security system, control system, electric power.

Цель проекта: предложить свой миниатюрный дрон, предназначенный для перемещения пассажиров по воздуху в условиях мегаполиса с перегруженными автомагистралями.

Задачи:

- Подобрать наилучшую форму фюзеляжа
- Изучить существующие материалы и подобрать самый оптимальный
- Подобрать электродвигатель оптимальной мощности
- Рассчитать примерную массу пассажирского дрона

Строение пассажирского дрона

Конструкция пассажирского дрона состоит из 4 основных частей: Фюзеляж, система безопасности, система управления и электроэнергетика.

Основными требованиями к конструктивно-силовым схемам являются надежность конструкции в период эксплуатации летательного аппарата, обеспечение заданного уровня комфорта в салоне, высокая эксплуатационная эффективность, обеспечение безопасности пассажиров при аварийной ситуации.

Форма фюзеляжа

Наивыгоднейшей формой фюзеляжа является осесимметричное с плавным сужением в носовой и хвостовой частях летающее крыло (Рисунок 1). Такая форма обеспечивает минимальную при заданных габаритах площадь поверхности, а значит минимальное сопротивление трения фюзеляжа.

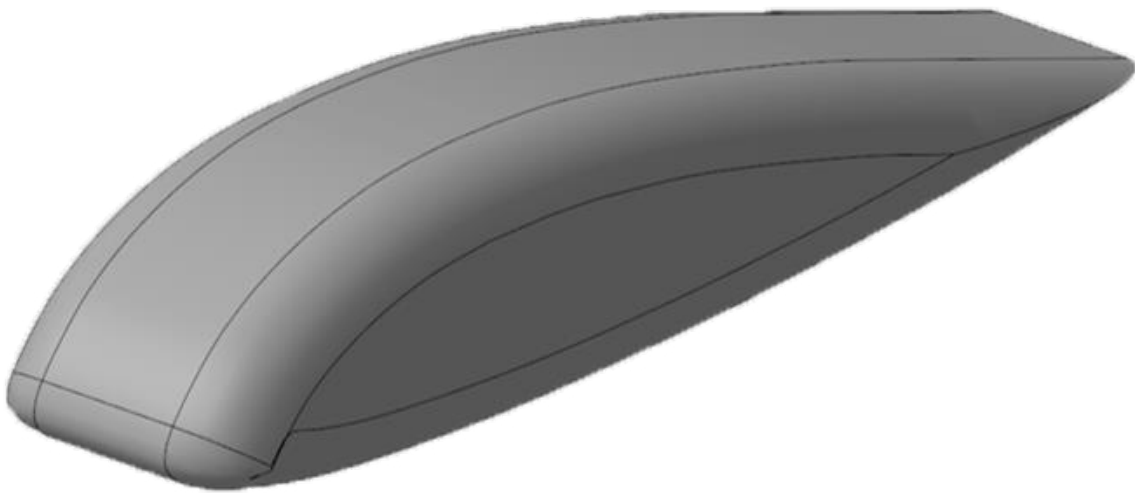


Рис. 1. Форма фюзеляжа

Профиль А-21 более эффективный, чем другие виды профилей (Рисунок 2). Даже при отрицательном угле атаки наш аппарат имеет положительную подъемную силу, что позволяет экономить энергию и лететь на большее расстояние.

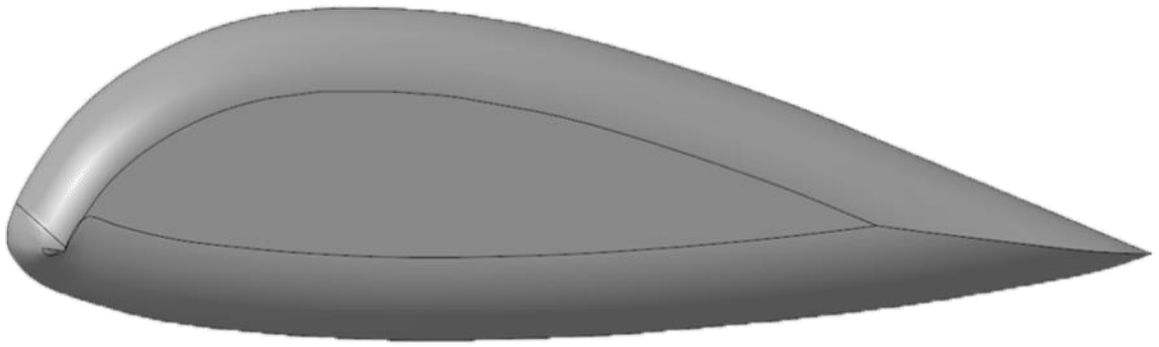


Рис. 2. Профиль А-21

Каркас

В ходе исследования выяснилось - оптимальным материалом для каркаса является карбон. Карбон — полимерный композиционный материал из переплетённых нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных смол (Рисунок 3). Материалы отличаются высокой прочностью, жёсткостью и малой массой, часто прочнее стали, но гораздо легче.

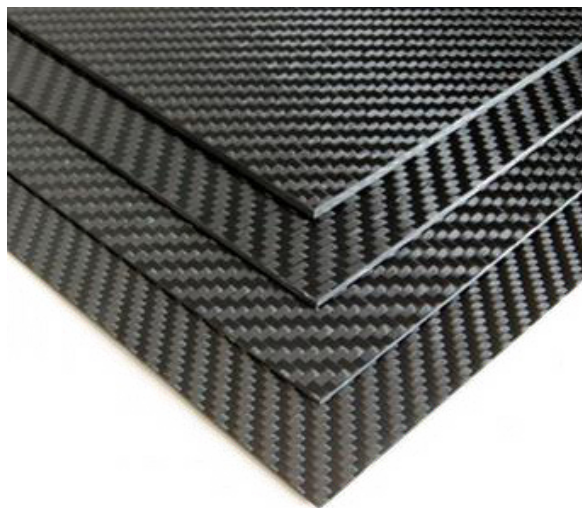


Рис. 3. Карбон

Преимущество карбона перед другими материалами связано с его уникальными свойствами. В первую очередь это малый вес и вместе с тем высокая прочность, так же высокая стабильность и отличная сопротивляемость усталости. Сочетание всех этих достоинств в одном материале и делает его универсальными и незаменимым во многих отраслях. Недостатками данного материала являются высокая цена, сложность производства и чувствительность к точечным ударам.

Обшивка

В качестве обшивки каркаса будет использоваться сплав алюминия В95 - это высокопрочный термоупрочняемый сплав алюминия с цинком, магнием и медью. Это самый прочный из наиболее известных сплавов алюминия (Рис. 4).



Рис. 4. Алюминий В95

Алюминиевые сплавы имеют множество преимуществ такие как прочность и не высокая цена закупки данных сплавов, а также легкость. Благодаря этому, дрон будет иметь небольшую массу. Главный недостаток заключается в том, что алюминиевые сплавы имеют довольно низкое сопротивление коррозии. Склонность этих сплавов к коррозионному растрескиванию под напряжением может контролироваться должной термической обработкой и добавками некоторых материалов, таких как хром.

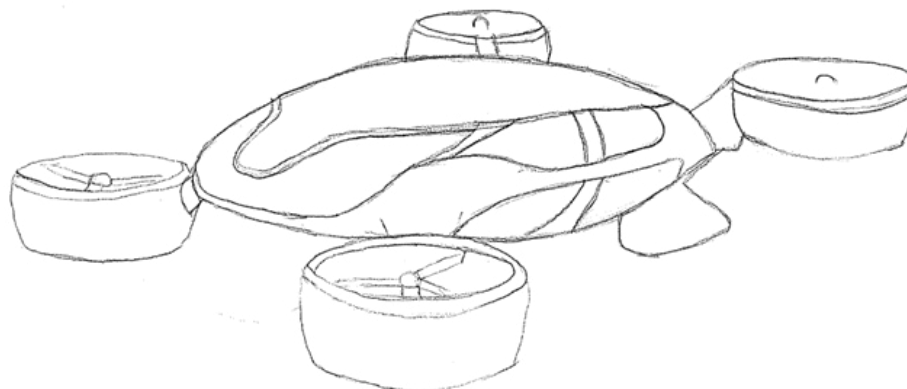


Рис. 5. Модель дрона

Электрическая трансмиссия

Для преодоления больших расстояний и увеличения полезной нагрузки в нашем летательном аппарате будет использоваться электротрансмиссия. В электрической трансмиссии механическая энергия двигателя преобразуется в генераторе в электрическую энергию, и затем снова преобразуется в механическую в тяговых электродвигателях (Схема 1).

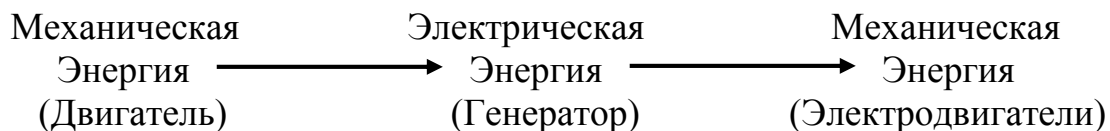


Схема 1. Превращение энергии

Определив примерную массу, равную 450 кг и полезную нагрузку примерно 300 кг, мы смогли подобрать электродвигатель благодаря которому дрон сможет подняться на высоту. Данный электродвигатель имеет массу 22 кг и выдает 60 кВт мощности.

Характеристика пассажирского дрона

- Масса конструкции 450 кг
- Масса силовой установки 122 кг
- Дальность полета примерно 200 км
- Максимальная взлетная высота 500-2000 м
- Время подготовки к вылету 10-15 мин
- Количество двигателей 9

Принцип работы

Как же работает наш дрон? Дроном управляют пассажиры, все что нужно сделать это нажать одну кнопку и задать пункт назначения. Компьютер дрона анализирует информацию и приступает к выполнению данной команды.

Заключение

Пассажирские дроны применяются во многих сферах деятельности: аэротакси, археология, аэрофотосъемка, экстренная доставка, безопасность, картография, медицина и многие другие. В целях выполнения задачи, стоящей перед предприятиями оборонно-промышленного комплекса (ОПК), до 2030 года увеличить долю гражданской продукции до 50%, предлагаем рассмотреть для разработки пассажирский дрон.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ КА-62

Л.О. Левит, С.А. Растворов
Научный руководитель: С.А. Чигрин

Аннотация

Проект «Импортозамещение системы навигации Ка-62» предлагает заменить систему навигации вертолёта Ка-62, так как актуально что бы отечественный вертолёт летал по суверенной системе навигации.

Ключевые слова: курсовертикаль, крен, тангаж, курс, связанная система координат, горизонтальная система координат.

Annotation

Project "Import substitution of the Ka-62 navigation system" proposes to replace the navigation system of the Ka-62 helicopter, so it is so important that the domestic helicopter would fly on a sovereign navigation system.

Key words: course vertical, roll, pitch, course, associated coordinate system, horizontal coordinate system.

Цель проекта: заменить систему навигации вертолёта Ка-62.

Задачи проекта:

- Рассмотреть обе системы навигации
- Показать как происходит перевод из инерциональной системы в связанную систему координат

Навигационные системы БИНС-501 и LCR-100

На данный момент системой навигации на вертолёте широкого класса Ка-62 применяется немецкая курсовертикаль LCR-100.

Курсовертикаль LCR-100 – это инерциальная система отсчета курса, которая предоставляет данные о высоте, курсе и динамике полета ЛА. Эти датчики используются для отображения на табло управления полетом и табло пилота. Курсовертикаль представляет собой бесплатформенную инерциальную систему измерений на основе оптоволоконных датчиков угловой скорости и микромеханических измерителей ускорений, которые жестко закреплены на главных осях ЛА. Цифровой компьютер математическими средствами объединяет данные угловой скорости и ускорения и получает значения курса, тангажа и крена.

Предлагаем рассмотреть бесплатформенную инерциальную малогабаритную навигационную систему БИНС-501. Она предназначена для широкого класса подвижных объектов различного назначения. В настоящее время в системах инерциальной навигации начинают широко применяться БИНС на основе волоконно-оптических гироскопов с замкнутым контуром обратной связи. БИНС- это разработка компании «Оптолинк». На данный момент на боевом ударно-разведывательном вертолете Ка-52 стоит БИНС. Система БИНС применяется для работы при низкой температуре.

Сравнение навигационных систем

Из таблицы сравнения характеристик LCR-100 и БИНС-501 видно, что отечественная система обладает меньшей мощностью, также у БИНС гораздо меньше погрешность определения крена, тангажа и курса. БИНС обладает большими габаритами и большей массой, чем импортная.

Характеристики	LCR-100	БИНС-501
Размеры	278x102x128мм	286x163x124мм
Вес	2,7кг	4,8кг
Среднее время бесконтактной работы	Более 15000ч	Около 10000ч
Время выравнивания	От 3 до 10 минут	От 5 до 10 минут
Мощность	28Вт	22Вт
Погрешность определения крена и тангажа	01-02 град.	0,05 град.
Погрешность определения курса	1-2 град.	0,1 град.
Диапазон температур	-40 до +50	40 до +60
Диапазон ускорения	+/- 10g	до 10g
Погрешность определения скорости	0,1 м/с	0,1 м/с

Рис. 1. Характеристики систем

Замена систем навигации

После сравнения характеристик LCR-100 и БИНС-501 видно, что отечественная система обладает меньшей мощностью, также у БИНС гораздо меньше погрешность определения крена, тангажа и курса. БИНС обладает большими габаритами и большей массой, чем импортная, однако это не создаст трудности при замене иностранной системы на БИНС.

На данный момент навигационная система LCR-100 на Ка-62 установлена в носовой части вертолета, возле шпангоута 4а, но так как БИНС несколько больше в размерах, он не помещается на место LCR. БИНС можно поставить за 10 шпангоут, под полом грузового отсека. Единственное, нужно сделать перепрошивку системы, которая вполне легко должна реализоваться программистами предприятия.



Рис. 2. Техническая замена систем навигации

Принцип перевода углов ориентации в системе БИНС-501

Первым делом берутся начальные значения курса, тангажа, крена и времени в инерциальной системе. Затем из этих показателей, используя формулу упрощенного алгоритма БИНС, получается матрицу направляющих косинусов 3x3 в связанной системе координат, элементы которой выражены осями координат через синусы и косинусы углов крена, тангажа и курса.

$$C_{i+1} = C_i + [C_i \times w_i] \Delta t$$

		Связанная система координат		
		OX	OY	OZ
Нормальная	OX_g	$\cos \psi \cos \vartheta$	$\sin \psi \sin \gamma - \cos \psi \sin \vartheta \cos \gamma$	$\sin \psi \cos \gamma + \cos \psi \sin \vartheta \sin \gamma$
	OY_g	$\sin \vartheta$	$\cos \vartheta \cos \gamma$	$-\cos \vartheta \sin \gamma$
	OZ_g	$-\sin \psi \cos \vartheta$	$\cos \psi \sin \gamma + \sin \psi \sin \vartheta \cos \gamma$	$\cos \psi \cos \gamma - \sin \psi \sin \vartheta \sin \gamma$

Углы курс, тангаж, крен
в связанной системе координат
при помощи элементов матрицы $C_{-}(i+1)$

$$\begin{aligned}\psi &= \arctg\left(-\frac{c_{31}}{c_{11}}\right); \\ \vartheta &= \arctg c_{21}; \\ \gamma &= \arctg\left(-\frac{c_{23}}{c_{22}}\right).\end{aligned}$$

Рис. 3. Формула упрощенного алгоритма БИНС

Затем в программе Matlab рассчитывается схема углов ориентации

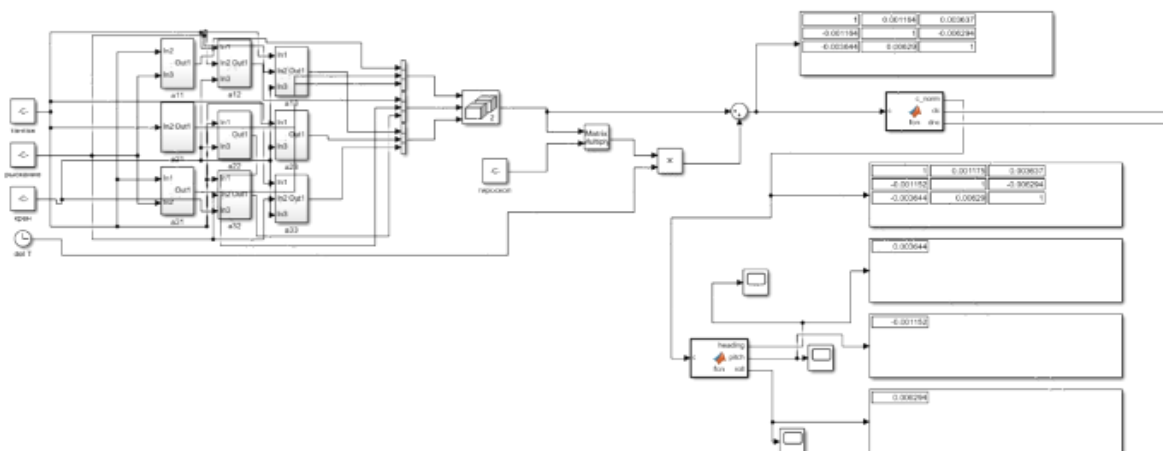


Рис. 4. Схема алгоритма углов ориентации

В результате проделанной работы мы пришли к выводу, что БИНС-501 лучше LCR-100. Российская система навигации БИНС отлично работает при низкой температуре и при повышенном радиальном фоне. Считаем, что замена этих систем не составит особых трудностей. А самое главное, наш Российский вертолёт Ка-62 будет летать по суверенной системе навигации.

КОБОТ (КОЛЛАБОРАТИВНЫЙ РОБОТ) НА ПРЕДПРИЯТИИ

С.О. Столетний, Рябова Н.В.
Научный руководитель: Д.А. Лаптев

Аннотация

Описание предмета исследований и современных разработок, нацеленный на укрепление понимания и осознания важности внедрения автоматизации на производстве, а также радикальное повышение эффективности труда. В связи с ускорением научно-технического прогресса продукция стала значительно сложнее. Рассмотреть возможность внедрения на предприятии интеллектуальных систем управления и ресурсами, с радикальным повышением эффективности труда за счет внедрения на участки (рабочие места) коботов, которые совместно с людьми будут выполнять производственные задачи. Работа 24/7 – коботов.

Ключевые слова: Кобот, программирования, эффективность труда.

Annotation

Describe a subject of research and development aimed at increasing understanding and awareness of the importance of introducing automation in manufacturing, as well as radically increasing labor efficiency. Due to the acceleration of scientific and technological progress, the products have become much more complex. Consider the possibility of introducing intelligent management systems and resources at the enterprise, with a radical increase in labor efficiency through the introduction of cobots on the sites (workplaces) that, together with people, will perform production tasks. Work 24/7 - cobots.

Key words: Cobot, programming, labor efficiency.

В связи с ускорением научно-технического прогресса продукция стала значительно сложнее, техника, от простых машин, перешла к более продвинутым: модернизированные вертолёты, и подводные лодки, и самолёты и многое другое.

Существуют разные виды производств: Первый вид — это высокоавтоматизированное и высоко-эффективное производство. Такое производство не обладает «гибкостью».

Второй вид — это неавтоматизированное серийное и индивидуальное производство. Такое производство, обладает высокой «гибкостью» однако малопродуктивно.

Повышение качества выпускаемой продукции, увеличении производительности, а также сокращении затрат и возможности гибко и оперативно реагировать на постоянные изменения рынка – это одни из главных преимуществ, которые должны всегда присутствовать на предприятии АО ААК «ПРОГРЕСС», и которые должны добиваться автоматизацией.

Робототехника — прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой развития производства. История российской робототехники имеет тесную связь с развитием ЭВМ(электронно-вычислительных машин). В 1936 году советским школьником по имени Вадим Мацкевич за 2 года был создан первый настоящий робот, которым сразу же заинтересовались российские ученые. Несмотря на это к разработке первого робота в России приступили лишь спустя 33 года. Этот робот назывался «Универсал-50». Именно он стал толчком для активного внедрения роботов в советскую промышленность.

Новая категория робототехники была впервые представлена в 2008 г. Эсбе ном Остергаардом, соучредителем Universal Robots, который разработал маленьких, удобных, гибких и экономичных роботов, с которыми человек мог безопасно работать в непосредственной близости.

Международная Федерация Робототехники (IFR) рассматривает коботов как один из важнейших технологических трендов, которые будут формировать рынок в будущем.

Коботы — направление в развитии промышленной робототехники, "совместные роботы", которые предназначены для взаимодействия с людьми и совместного использования рабочего пространства, небольшие, легкие, простые в программировании и использовании роботы, имеющие много встроенных функций безопасности, за счет которых они могут работать бок о бок с людьми в открытом пространстве. Они выступают в качестве помощников для людей, которые могут находиться с ним рядом.



Рис. 1. Кобот

Промышленный робот — автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и подсистемы управления. Промышленные роботы обычно представляют собой крупные, тяжелые и сложные устройства, которые размещаются за защитным ограждением, куда сотрудники не могут проходить во время работы машины. Промышленные роботы способны заменить человека там, где требуется тяжелый физический труд, в условиях с повышенными температурой и влажностью, вибрацией, шумом, загрязненным воздухом, взрывоопасностью и радиоактивностью.

Коботы, в отличие от промышленных роботов, очень просты в программировании. Им можно дать рабочие инструкции без кодирования, используя графический интерфейс пользователя. Коботы могут быть запрограммированы на задачи любой сложности. Программирование займет у специалистов не более пары часов.

Промышленные роботы запрограммированы на выполнение определенных операций и не способны реагировать на то, что рядом с ними могут работать люди (поэтому на производстве они могут угрожать жизни и здоровью человека).

Можно сказать, что промышленные роботы способны нарушать первый закон робототехники Кэмпбелла - Азимова.

В робототехнике существуют 3 основных закона:

1. Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.
2. Робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат первому закону.
3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит первому и второму законам.

Важными свойствами коботов является способность к обучению и адаптации. Например:

Вначале работник может переместить манипулятор руками по желаемой траектории в необходимую позицию. В дальнейшем кобот будет повторять это движение самостоятельно. Таким образом, сотрудники могут легко перепрограммировать коботов и использовать их для решения самых разных задач. В связи с увеличением коботов возникает закономерный вопрос: заменят ли они людей? С одной стороны, коботы берут на себя работу, прежде выполнявшуюся людьми.

С другой стороны, коботы берут на себя менее интеллектуальную и более грязную, а иногда и опасную работу. Кроме того, для работников-людей появляются новые сферы занятости, такие как: координация деятельности коботов и наблюдение за выполнением поставленных перед ними задач, проверка и ремонт роботов.

Пока люди на заводах все еще боятся роботов, и из-за этого их применение заторможено. Однако коботы могут существенно повысить эффективность предприятия и качество выпускаемой продукции. Более того наблюдается нехватка кадров во многих областях:

Например, не хватает сварщиков: их сложно найти, но ведь эту работу могут выполнять роботы. Роботы должны выполнять простые задачи.

На данный момент стоит большая задача – переориентировать профессиональные учреждения и видоизменить профессии, на которые учатся люди, требующим высокой квалификации.

Важным при этом является подготовка персонала, способного обеспечивать работу роботов на производстве.

Покупка Хорошего станка с ЧПУ, его доставка, установка и наладка – это серьёзное мероприятие, которое обойдётся в круглую сумму предприятию.

Более того, наём одного или двух работников – значит, платите дополнительно одну-две зарплаты.

Итог – повышение стоимости готового изделия, а конкуренты сразу же начнут Вас опережать.

Автоматизация производства – работа предприятий на полную.

Человек не может работать 24/7. Так если у вас три человека работают в три смены – в среднем за сутки оборудование простаивает 5 часов за счёт перерывов.

Преимущества автоматизации станков с ЧПУ:

- 1) Один робот будет работать 3 смены подряд без обедов, перекуров, выходных и больничных.
- 2) Один человек может работать сразу за несколькими станками.
- 3) Установка робота занимает около часа. Наладка – полтора часа. Всё это может делать сам оператор станка.

Коботы они отличаются друг от друга: по типу полезной нагрузки, по наличию компонентов, по отраслям специализации, по отраслям конечного пользователя

Плюсы: имеют небольшие массу и размеры, безопасны для людей, упрощенное программирование, универсальны и могут выполнять различные задачи, коботов можно устанавливать на любой поверхности,

Минусы: скорость их движений ограничена, создаваемые усилия меньше.

Автоматизация производства с использованием коботов полностью соответствует программе Industry 4.0. Растущий спрос на коботов объясняется нехваткой квалифицированных работников. В отличие от людей, коботов можно быстро обучить разным навыкам, они не требуют отдыха, зарплаты и повышений, а стоят достаточно мало; Внедрение коботов позволит снизить затраты на рабочую силу и повысить производительность:

Так зарплата одного рабочего на предприятии составляет в среднем 60 тыс. рублей (не учитывая ключевых факторов). Стоимость кобота – 1,5 (полтора) миллиона рублей – следовательно, при тех же условиях работы, кобот окупиться уже за 2 года.

Практика использования на производстве:

Созданная на «КАМАЗе» линия производства алюминиевых топливных баков сократила зависимость предприятия от импортных комплектующих,

снизила риски несвоевременных поставок, а также позволила добиться существенной финансовой экономии.

На участке радиоэлектронного производства «СтарЛайн» роботизированный комплекс для сборки и пайки электронных компонентов выполняет все процессы автоматически, создал режим производства 24/7, и поднял производительность в 10 раз.



Рис. 2. Кобот на производстве

Возможности использования коботов не имеют границ.

Их можно использовать:

На литейном производстве которому присущи вредные и опасные факторы

На механическом производстве, цехах сварки и пайки, на покрасочном производстве, сборочном производстве.

Можно сказать, что основная цель нашей работы достигнута при показе презентационного материала, подводя итоги, нашего исследования можно сделать следующий вывод: что внедрение коботов на производство необходимо, ведь путь к автоматизации – это путь к будущему.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ СО ШЛАКОМ

Э.О. Дерябина, В.А. Мезенцев, К.А. Сименаха
Научный руководитель: А.С. Пономарёв

Аннотация

В проекте «Методы борьбы со шлаком» мы рассматриваем проблему появления шлака в готовых отливках и предлагаем использовать зернистые фильтры ввиду их эффективности рассматривая результаты экспериментального исследования эффективности очистки алюминиевых сплавов с применением зернистых фильтров.

Ключевые слова: рафинирование, шлаковые включения, зернистые фильтры, сетчатые фильтры, хлор, аргон.

Annotation

In the project «Methods of slag control» we consider the problem of the appearance of slag in finished castings and suggest the use of granular filters due to their effectiveness considering the results of an experimental study of the efficiency of cleaning aluminum alloys using granular filters.

Key Words: refining, slag inclusions, granular filters, mesh filters, chlorine, argon.

Цель проекта: определить наиболее эффективный вариант устранения шлака в различных сплавах.

Задачи проекта:

- Узнать, что из себя представляют шлаковые включения.
- Определить причины возникновения шлаковых включений.
- Рассмотреть наиболее эффективные способы очистки сплавов.
- Узнать об эффективности зернистых фильтров рассматривая результаты экспериментального исследования.

Описание работы

Приходя на экскурсию в АО ААК «Прогресс» им. Сазыкина, мы узнали, что шлаковыми называют включения, имеющие вид и состав шлака. Проще говоря, это побочный эффект от не удаленных частиц шлака в теле отливки, которые могут навредить не только металлу, но и самой конструкции.

На рис. 1. можно наглядно увидеть, как выглядят шлаковые включения в сплавах.

Шлак обычно стремятся удалить с поверхности сплава, но частицы его остаются в нем. Эти частицы могут при заливке попасть в форму и образовать неметаллические, т.е. шлаковые включения.

Мы поняли, что основной причиной образования шлаковых включений является попадание шлака в форму вместе с металлом при заливке вследствие плохой очистки металла от шлака, недостаточного заполнения литниковой чаши во время заливки, неправильной литниковой системы, недостаточной жидкотекучести металла, перерыва струи металла при заливке.



Рис. 1. Шлаковые включения в алюминиевых сплавах

Рафинирование сплавов

Мы узнали, что против шлака применяют такой способ очистки, как рафинирование. Рафинирование – очистка металла от ненужных примесей.

Узнав, что такое рафинирование, мы начали изучать его виды против различных твердых включений и поняли, что существуют такие виды как: газовое рафинирование (аргон, хлор, азот), фильтрование (зернистые фильтры, сетчатые фильтры), отстаивание, электрофлюсовое рафинирование.

Изучив каждый вид, мы пришли к выводу, что для наиболее эффективного способа очистки сплавов мы решили рассмотреть обработку сплава хлором и фильтрование через сетчатые и зернистые фильтры.

Обработка сплава хлором

Для начала узнаем, что из себя представляет обработка сплава хлором.

Хлор обеспечивает наиболее высокий уровень очистки, чем азот и аргон. Также он доступный, дешевый и легко взаимодействует со шлаковыми включениями. У данного химического вещества есть ряд недостатков, которые вредны для здоровья, а именно токсичность (для работы с хлором требуются средства индивидуальной защиты), неприятный запах и опасность для органов дыхания (может произойти ожог легких, который приведет к удушью и смерти). Рис. 2. показывает, как работают с хлором.

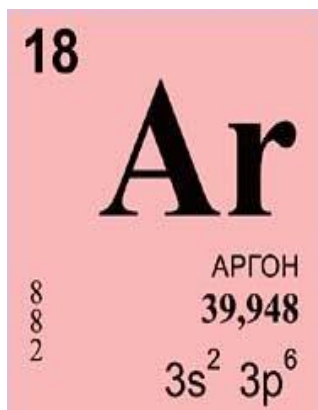


Рис. 2. Работа с хлором

Узнав про данный способ очистки, мы сделали вывод, что обработка сплава хлором нам не подойдет, т.к. это опасный способ и не имеется средств индивидуальной защиты.

В настоящий момент, для очистки сплавов газом на Прогрессе используется аргон. Степень очистки аргоном ниже, чем хлором, поэтому после аргонной обработки применяют второй способ рафинирования - фильтрование через сетчатые фильтры.

Обработка сплава аргоном



Фильтрование (сетчатый фильтр)



Рис. 3. Схема очистки сплавов

Сетчатый фильтр

Сетчатый фильтр для литья металла это фильтр на основе кремнеземных или стеклянных сеток со специальным покрытием для тонкой очистки расплавов металла от шлаковых включений и газов.

В основном сетчатые фильтры имеют несложную конструкцию, изготавливаются они из стали и из керамики, поэтому имеют широкий диапазон температурных режимов работы, надежны, единственным минусом является, то что данные фильтры одноразовые.

Экспериментальное исследование эффективности очистки алюминиевых сплавов с применением зернистых фильтров

А теперь рассмотрим зернистые фильтры. Зернистый фильтр для литья металла представляет собой слой однородных зерен из огнеупорных материалов. Чтобы узнать о его свойствах, плюсах и минусах, мы рассмотрели исследования в которых использовались фильтры на основе керамзита или как называют их по другому керамзитовых гранул. На рис. 4. представлен вид керамзитовых гранул и вид в разрезе.

Керамзитовые фильтры очень пористые и имеют малый вес, очень прочные, устойчивы к перепадам влажности, морозоустойчивы и огнеупорны. Свойства керамзита позволяют применять это сырье как фильтрующую засыпку в различных очистных сооружениях.



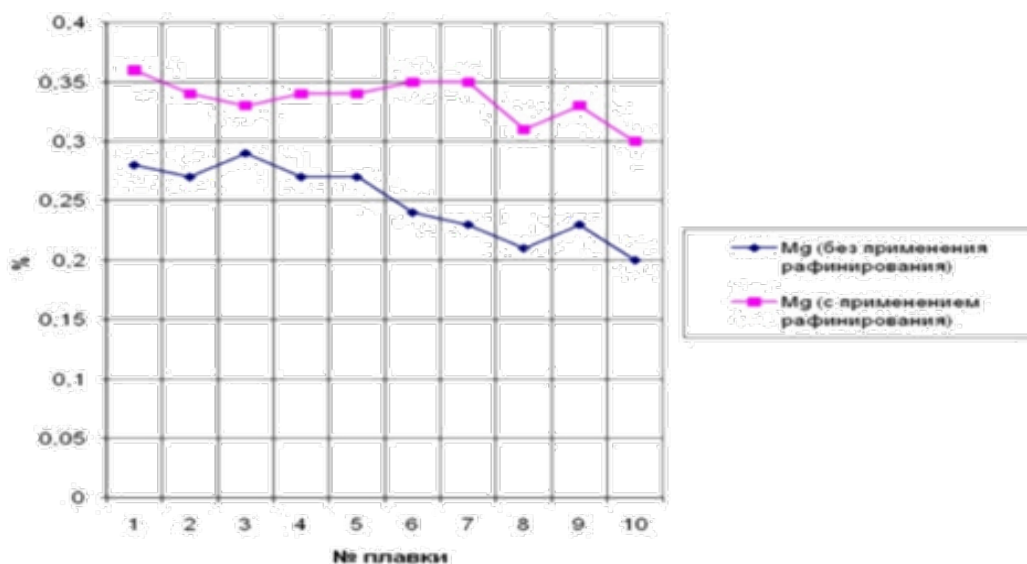
Рис. 4. Керамзитовые гранулы

Анализ содержания химических элементов в сплаве до и после использования керамзитового фильтра

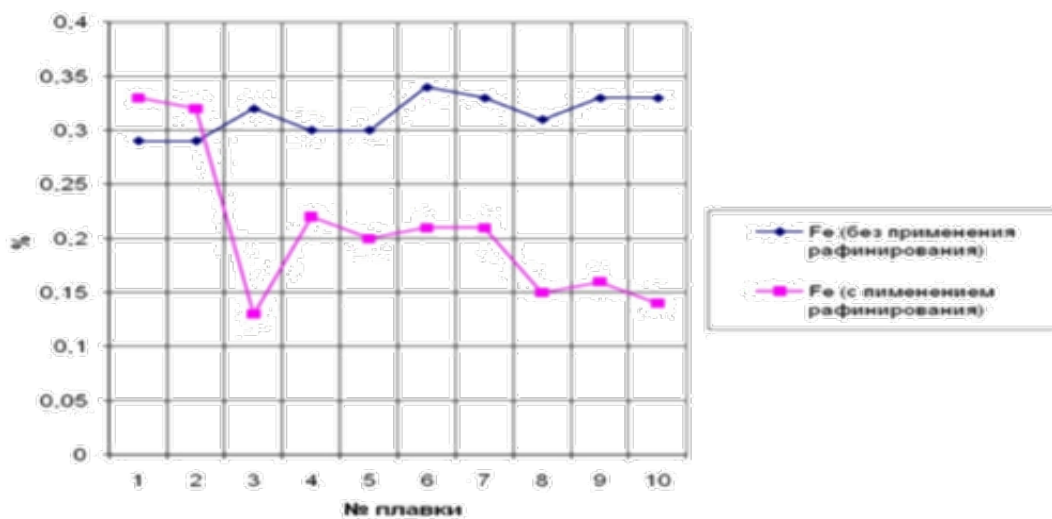
Рассмотрим анализ содержания химических элементов в сплаве до и после использования керамзитового фильтра. В нашем исследовании приведен анализ микроструктуры, химического состава и внутренних дефектов отливок рафинированного и нерафинированного алюминиевого сплава.

Из данных графиков видно, что уровень железа и кремния уменьшился, что говорит об очистке шлака из сплава, а уровень магния увеличился, тем самым он улучшил высокие технологические свойства сплава. Данные исследования результаты показали, что полученные рафинированные сплавы полностью соответствуют ГОСТ для алюминиевого сплава (Согласно ГОСТ для алюминиевого сплава содержание химических элементов с применением рафинирования составляет: кремния 6-8%; магния 0,25-0,45%; железа $< 0,5\%$).

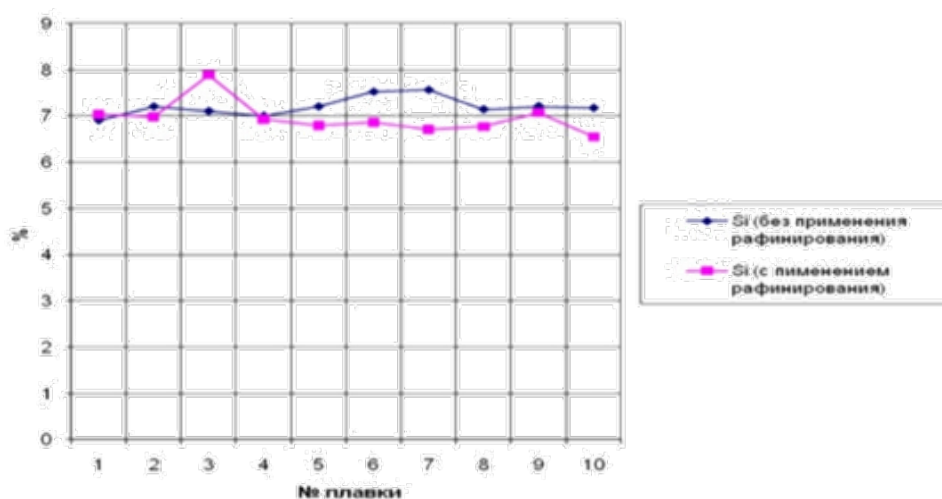
В результате проведенных исследований мы пришли к выводу, что наиболее эффективным способом очистки алюминиевых сплавов являются зернистые фильтры.



Магний



Железо



Кремний

Рис. 5. Анализ содержания химических элементов в сплаве Ак7ч до и после использования керамзитового фильтра

Зернистые фильтры могут работать при высоких температурных режимах, данный способ очистки значительно повышает процент годных отливок и особое преимущество зернистых фильтров заключается в том, что с помощью них происходит измельчение структуры сплава, выравнивается содержание химических элементов в нем и в результате всего получается деталь с более высокими технологическими свойствами.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Д.М. Языков, Я.А. Калашникова, Е.А. Круппа, А.С. Власов
Руководитель проекта: А.Ю. Серёжкина

Глобализация виртуальной реальности привела к вводу в научный оборот нового термина «дополненная реальность». Если текущие технологии пользовательских интерфейсов сфокусированы в основном на взаимодействии человека и компьютера, то дополненная реальность при помощи компьютерных технологий предлагает совершенствование интерфейса человека и реального окружающего мира.

Современный этап исследований дополненной реальности начался в 1990-х годах. Тем не менее развитие потребительской электроники только сейчас достигло уровня, способного обеспечить массовое внедрение данной технологии.

В настоящий момент дополненная реальность является одним из самых актуальных объектов для исследования. Однако в России данной теме не уделяется должного внимания. Необходимо активизировать научные и практические исследования в этой области.

Данная работа носит исследовательский характер. В ней рассматривается феномен дополненной реальности (AR). Особое внимание уделяется возможности использования дополненной реальности в производстве, проведен анализ AR приложений в сфере производства.

В практической части представлены этапы создания нашего приложения дополненной реальности на Unity с помощью Vuforia.

Для начала выясним, что такое дополненная реальность. Согласно Википедии, дополненная реальность – это “смешанная реальность”, которая создается с помощью компьютера так, чтобы реальные объекты “монтировались в поле восприятия”. Для нас дополненная реальность – это монтирование компьютерных объектов (2D, 3D или 4D) в поле восприятия. Самый простой способ – это установка 3D объекта в поле зрения камеры.

В ходе работы, мы пришли к убеждению, что дополненная реальность позволяет обогащать мир новейшими технологиями, порождая уникальный, комплексный интерактивный опыт. В современном мире данная технология открывает поистине неограниченные возможности. Используя дополненную

реальность (AR), мы смотрим на мир не напрямую, а через какой-то «фильтр», который встраивает в настоящий мир виртуальные объекты так, будто они действительно там находятся. В отличие от виртуальной реальности, настоящий мир не уходит из поля зрения, а «дополняется», что и отражается в термине. Чаще всего в качестве «фильтра» для AR используется смартфон или планшет.

Дополненная реальность уже полезна в таких областях, как: медицинская подготовка; розничная торговля; ремонт и обслуживание; логистика; туризм; образование; обслуживающий персонал; развлечения; общественная безопасность; ремонт автомобилей; GPS-навигация; строительство и архитектура; дизайн интерьера помещения.

Дополненная реальность активно используется в печатной продукции. В газеты, буклеты, проспекты, журналы и даже географические карты помещаются изображения, служащие метками для последующей визуализации цифровых объектов. На создание этого проекта нас натолкнул сувенирный продукт, выпущенный к 80-летию ПАО АО «Арсеньевская авиационная компания «Прогресс». К сожалению, этот памятный сувенир не содержит никакой информации о заводе, о выпускаемой продукции. Мы тот же самый сувенирный продукт визуализировали, сделали интерактивным, общедоступным.

Алгоритм работы был таким:

- сфотографировали сувенирные значки,
- обработали отснятый материал в программе,
- написали программу для создания приложения дополненной реальности.

Кроме того, мы создали сайт, где разместить фотографии сувенирных значков и информацию о каждом объекте. Если на значок навести созданное нами приложение, то он визуализируется в реальном пространстве. фотошоп.

Приложение для дополненной реальности разработано на платформе разработки Unity, с использованием подсистемы VuforiaEngine, которая предлагает широкий спектр функций, позволяющих сделать процесс разработки AR (дополненной реальности) более гибким. Программа выполнена на Unity версии 2018.4.32f1. Приложение поддерживает только операционную систему android от версии 4.4 до версии 11.0.

Vuforia принимает на загрузку фотографии, формирует из них базу данных, которая затем импортируется в проект Unity. Фотографии из этой базы данных используются для вызова поставленных этим фотографиям объектов. Также Vuforia отвечает за распознавание этих фотографий (распознавание происходит по очертаниям изображения, цвет не имеет значения) и отображение соответствующих им объектов.

Редактор Unity позволяет манипулировать объектами в 3D пространстве, задавая им необходимый размер и размещая их в нужном месте на нужной дистанции. Все эти настройки будут видны при срабатывании виртуального объекта. Также Unity позволяет конвертировать png изображе-

ния в так называемые спрайты (спрайты - это простые 2D-объекты, на которых есть графические изображения, иначе говоря текстуры). На слайде изображены спрайты, которые вызываются при распознавании соответствующих им изображений.

В Vuforia предусмотрена возможность взаимодействия с виртуальными объектами посредством виртуальной кнопки. Виртуальная кнопка - это некоторый объект, который накладывается поверх распознаваемой части изображения. Срабатывает эта кнопка в том случае, если объект (кнопка) находится в зоне видимости камеры, но не распознается. Т.е. если что-то мешает распознаванию этого объекта (например, палец), то происходит какое-то действие. Это действие должно быть описано в скрипте. В нашем приложении скрипт реализовывает возможность переключения медалей и текста (названия медалей), через нажатие на виртуальную кнопку (также он удаляет подсказки о том, как переключать медали).

Unity поддерживает возможность анимировать объект. На рисунке изображен объект, который поднимается и опускается в рамках указанного времени. Эта анимация создана путем записи перемещения объекта и ее заикливания.

Компилируется проект прямо в Unity, для этого в соответствующем меню выставляются необходимые настройки (иконка приложения, название программного продукта, название организации, текущая версия приложения).

После выставления настроек проект готов к компиляции, для этого нужно нажать предназначенную для этого кнопку Bild. После компиляции приложение готово к установке, полученный файл с расширением .apk необходимо установить на телефон. Перед вами лежат материалы с QR кодом для Скачивания программы, которую можно установить на телефон. После установления на мобильное устройство нашего приложения Armedals можно будет увидеть, как работает наш проект Дополненная реальность. Хотелось бы обратить ваше внимание на возможности использования проекта «Дополненная реальность» на ПАО АО «Арсеньевская авиационная компания «Прогресс». Как мы понимаем, одна из главных задач завода – автоматизация производственных процессов, т.е. широкое использование технических средств сбора, обработки, размножения и хранения информации. Если для контрольного тех. процесса, который хранится в архиве завода, оцифровать деталь, присвоить ей QR код и разместить его не чертеже, то любой специалист (конструктор, технолог, рабочий или практикант-дипломник) и не специалист увидит, как выглядит деталь в реальности, а не только на чертеже.

Тема интересная и ее можно развивать, также можно предложить эту технологию для идентификации и визуализации тех оснастки, которая отправлена на долгое хранение хранится на склад.

Этот список можно дополнять достаточно долго. Таким образом, проект по внедрению AR-технологий превращается из демонстрации 3D-агрегата в дополненной реальности на iPad в кабинете директора завода в масштабный интеграционный проект, объединяющий специалистов из IT-среды, бизнеса,

производства, консалтинга и многих других сфер. Этот процесс и называется цифровизацией. Можно точно сказать, что успешные кейсы появятся в первую очередь на предприятиях, сделавших ставку на будущее инфраструктуры уже вчера. Очень большую роль в этом сыграет и вовлеченность непосредственных пользователей, их "цифровая" образованность и открытость к изменениям.

Цифровизация и автоматизация производства – стратегически важная составляющая деятельности предприятия. Внедряя новые информационные системы, мы стремимся создать единую мобильную ИТ-платформу, которая позволяет оперативно определять лучшие решения при управлении безопасностью персонала и эффективностью производственных процессов.

Раздел II

РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ 2-ГО ЭТАПА X-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК»

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООБРАБОТКИ

Н.Ю. Александрова, П.А. Журавкова
Научный руководитель: И.П. Петровская

Аннотация

В статье описан проект создания автоматизированной программы «Отчеты процессов ТО» (Отчет по выполнению процессов термической обработки деталей и заготовок) для проведения контроля, верификации и валидации процессов термической обработки при изготовлении продукции, а также для сертификации гражданской авиационной техники. Рассмотрены текущие способы отображения получаемой информации и предложен новый способ по их совершенствованию.

Ключевые слова: автоматизированная линия CODERE; вакуумные, камерные и шахтные печи; диаграммы термообработки; автоматизация результатов процессов; гражданская продукция.

Термической обработкой называют технологический процесс теплового воздействия, состоящий из нагрева, выдержки и охлаждения металлических изделий по определенным режимам с целью изменения их структуры и свойств.

Основные виды термической обработки – отжиг, обработка холодом, закалка, отпуск и старение.

К основному оборудованию для термической обработки относятся электрические печи, нагревательные установки и охлаждающие устройства.

Для того чтобы избежать окисления и обезуглероживания стальных деталей при нагреве, рабочее пространство современных термических печей заполняют специальными защитными газовыми средами или нагревательную камеру вакуумируют. В машиностроительном производстве для термической обработки применяют механизированные и автоматические агрегаты.

В таких агрегатах одновременно могут выполняться несколько термических операций, например, отжиг, закалка и отпуск, а также химико-термические операции (газовая цементация и азотирование).

Такие агрегаты состоят из механизированных нагревательных печей и закалочных баков, моечных машин и транспортных устройств конвейерного типа.

На АО ААК «ПРОГРЕСС» применяются следующие виды электрических печей: автоматизированная линия «CODERE 251-70/100», электропечи камерного и шахтного типа, а также вакуумные печи.

Для контроля ключевых технологических параметров термообработки, таких как температура и время нагрева (выдержки), используют различные приборы.

Например, на автоматизированной линии CODERE используется устройство распределительного ввода – вывода SIMATIC ET200М с цифровой пе-

редачей изображения на монитор компьютера, со встроенным таймером, архивом для записи графиков температур, с просмотром текущего режима и распечаткой диаграмм через компьютер, с преобразователями термоэлектрическими типа ТНН(Н) ГОСТ 6616; на участке камерных и шахтных электропечей используется прибор для измерения и регулирования температуры «Термодат 16К6» и «Термодат 16Е6» с таймером, архивом для записи графиков температур, с просмотром и распечаткой диаграмм через компьютер, с преобразователями термоэлектрическими ТХА (К).

Основная цель автоматизации результатов процессов термического производства – это повышение эффективности данного производства, обеспечивающее стабильность свойств и качества продукции.

Для этого необходимо в конце термообработки заготовок и готовых ДСЕ составлять отчет процесса термической обработки для подтверждения посредством предоставления объективных свидетельств того, что требования, установленные технологической документацией, выполнены, и для предоставления на контроль (бюро технологического контроля, военное представительство) правильности выполнения режимов.

Отчет должен содержать в себе: диаграмму процесса термообработки, наименование и количество деталей, номер чертежа, марку материала, номер садки, наименование проводимой операции, тип оборудования, номер маршрутной карты, дату загрузки и выгрузки, а также ФИО исполнителя, производственного мастера и пирометриста.

В настоящее время отчет формируется следующим образом: пирометрист в АСУ автоматизированной линии выбирает станцию, на которой выполнялась операция.

Далее, используя информацию из журнала контроля ТП, вбивает дату и время выполнения операции.

На выведенной диаграмме выделяется вертикальной линией время начала операции и создается скриншот экрана монитора или сохраняется отдельным PNG/PDF файлом (рис. 1).

На рисунке 1 видно, что выводится только сама диаграмма с графиками фактической и заданной температурами, обозначенные красной и зеленой линиями соответственно.

Далее пирометрист создает в программе MS Word документ, куда функцией «Вставка – Рисунок» добавляется диаграмма, а остальные необходимые параметры добавляются вручную (рис. 2).

Недостатком полученного отчета является полностью ручной метод его формирования. При формировании диаграммы дополнительно отображаются другие температурные и временные промежутки, не относящиеся к конкретно выбранной садке. От этого повышается трудоемкость создания и риск совершения ряда ошибок при составлении отчета. Также данный документ не имеет возможности автоматического заполнения даже таких параметров, как номер и обозначение чертежа, марка материала и наименование операции.

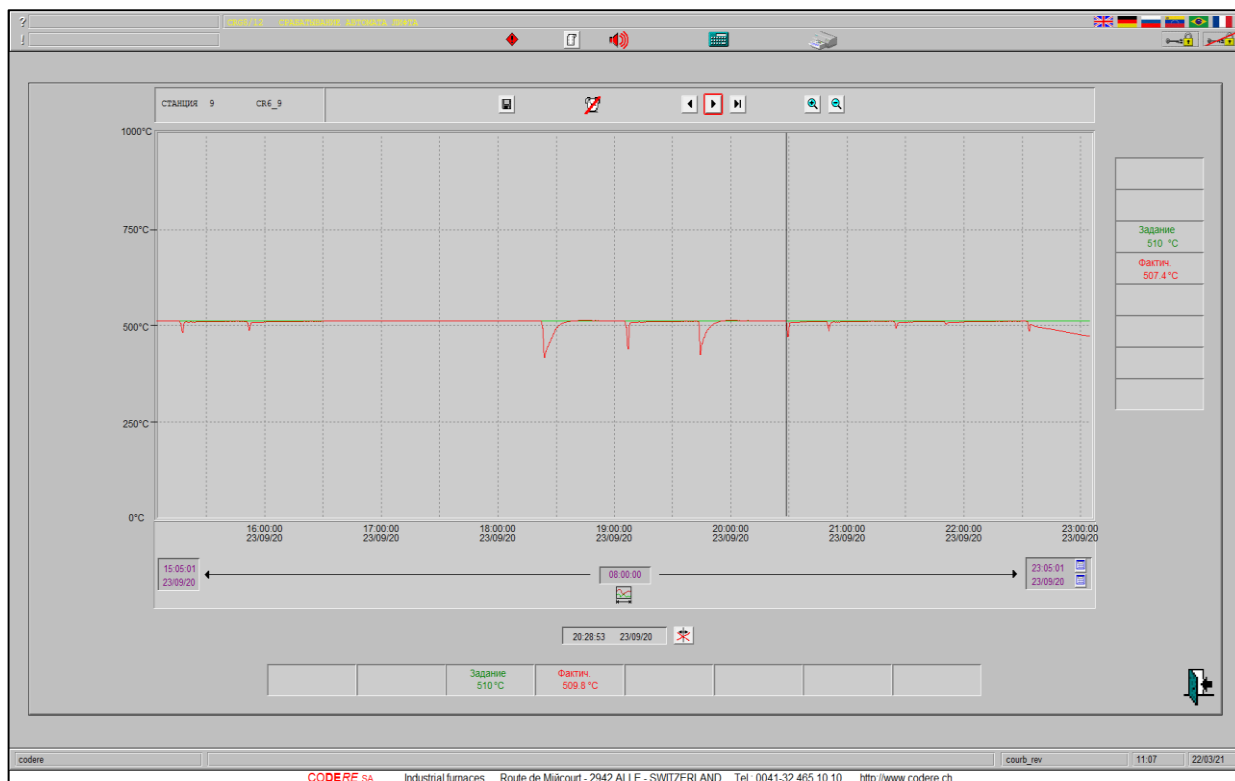


Рис. 1. Пример скриншота диаграммы термообработки на автоматизированной линии "CODERE"

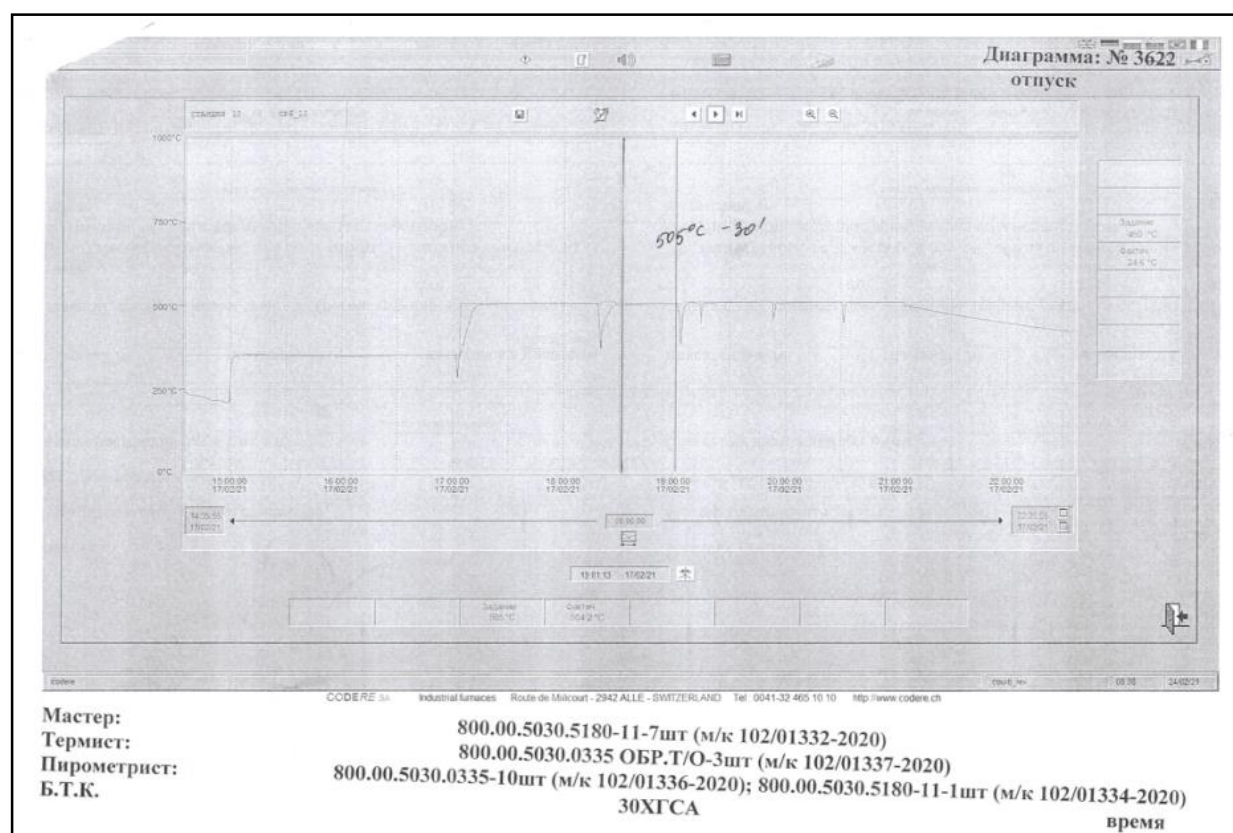


Рис. 2. Пример оформления отчета термообработки

Поэтому одной из главных проблем формирования такого вида документа является отсутствие связи между АСУ предприятия и АСУ обрабатывающих линий для возможности автоматического занесения необходимых параметров/информации и оформления её в отчетный документ.

Одним из решений сложившейся проблемы является создание программного обеспечения в виде автоматизированной программы, имеющей сопряжение с АСУ предприятия и АСУ термического оборудования.

В качестве основы для такой программы может послужить создание модуля/блока в уже существующей на предприятии АСУ «ПРОГРЕСС».

Описание примера механизма сопряжения АСУ предприятия и АСУ автоматизированной линии «CODERE».

Основным сопроводительным документом для обрабатываемой партии деталей на АО ААК «ПРОГРЕСС» является маршрутная карта. Номер маршрутной карты представляет собой определенный набор символов, знаков тире и слеш. Номер маршрутной карты дублируется в виде штрих-кода (кодировка EAN-128).

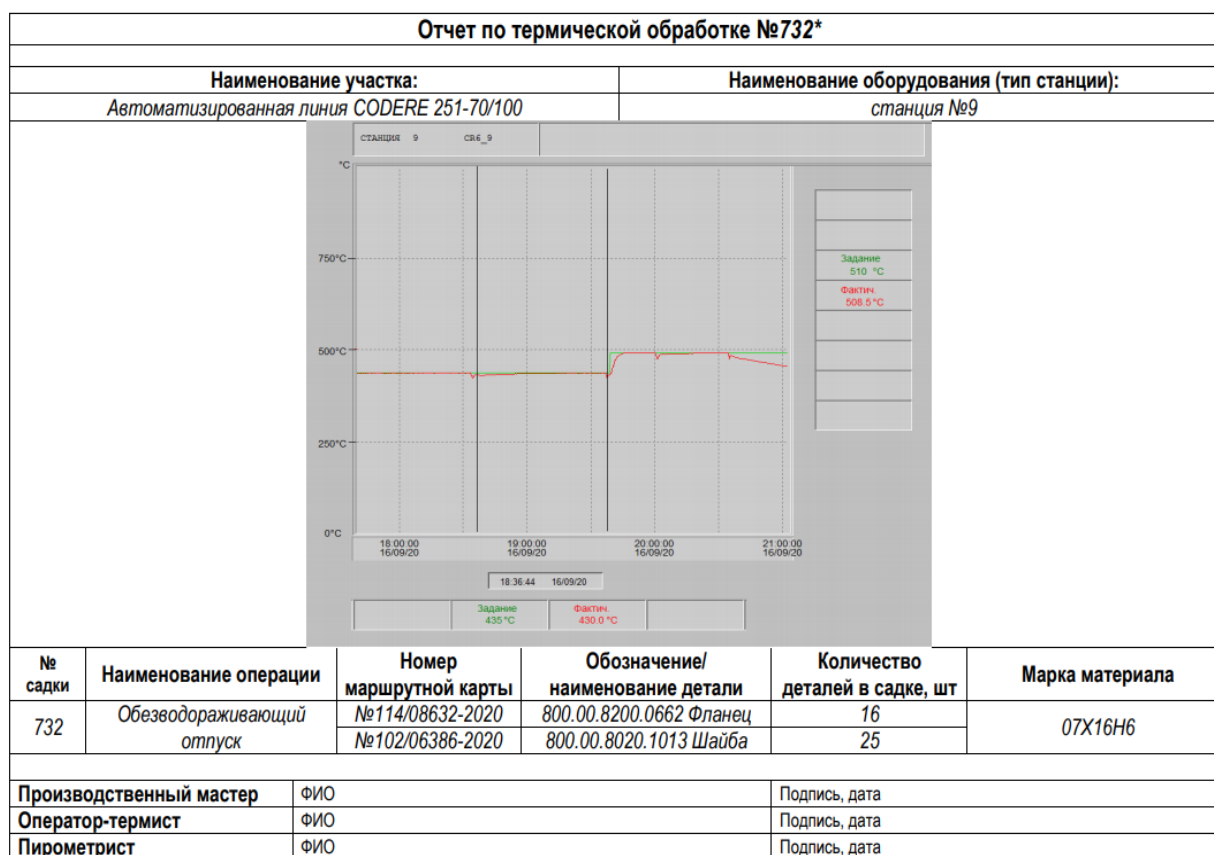
С целью сопряжения термической автоматизированной линии и АСУ «ПРОГРЕСС» необходимо создать механизм двусторонней передачи информации на основе технологии ODBC. Ключевым полем при формировании запросов является поле «Номер маршрутной карты». Значение поля может быть введено вручную или получено в результате операции сканирования штрих-кода с маршрутной карты (бумажный вид).

Алгоритм работы следующий:

- подготовитель работ сканирует штрих-код на маршрутной карте, содержащей информацию о партии деталей, планируемой к обработке на термической линии. Просканированная информация автоматически размещается в электронном журнале межцеховой кооперации в системе АСУ «ПРОГРЕСС». Далее принятую продукцию размещают на стеллажах по марке материала партии деталей.
- производственный мастер распределяет принятые партии деталей по участкам исходя из следующих условий: наличия припуска на деталях, марки материала, вида заготовки. После распределения заполняет электронный журнал кооперации графу наименование участка.
- оператор-термист для формирования садки использует данные из АСУ «ПРОГРЕСС» и базы данных автоматизированной линии. Из АСУ «ПРОГРЕСС» выбирает детали по марке материала, с базы данных линии – выбирает и загружает в регулятор печи нужную рецептуру в зависимости от условной толщины детали. По итогу формируется садка и запускается процесс термообработки. Садка может быть сформирована как из одной партии, так и из нескольких партий, в зависимости от количества деталей в партии.
- после завершения процесса ТО, программное обеспечение линии должно формировать отчетные данные об этом процессе и передавать их в АСУ «ПРОГРЕСС» с возможностью просмотра и распечатки от-

чета в дальнейшем. ПО должно формировать диаграмму процесса с отражением в ней всех регистрируемых технологических параметров в режиме реального времени конкретно для выбранной садки.

Примерный вид готового отчета по термообработке представлен на рисунке 3.



*Курсивом выделены переменные данные

Рис. 3. Пример готового отчета по термообработке

Также необходимо предусмотреть альтернативный вариант обмена информацией между АСУ «ПРОГРЕСС» и ПО термической линии. Данный вариант может быть основан на использовании выгрузки и загрузки данных, например, в/из Excel-файл, находящихся на внешнем носителе информации (Flash-накопитель).

Таким образом, реализация проекта создания автоматизированной программы «Отчеты процессов ТО» (Отчет по выполнению процессов термической обработки деталей и заготовок) позволит исключить возможность возникновения ошибок (человеческий фактор), сократить время создания отчета, а также даст возможность удаленного просмотра и анализа проведенной термообработки на правильность выполненных режимов.

ЦИФРОВЫЕ СПОСОБЫ РАДИОСКОПИИ, КАК АЛЬТЕРНАТИВА ПЛЕНОЧНОЙ РАДИОГРАФИИ, ЦЕЛЮ КОТОРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО ПОЛУЧЕНИЯ НАДЕЖНЫХ ВОСПРОИЗВОДИМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

Ю.В. Бобровникова, Ю.Ю. Макарова
Научный руководитель: А.А. Герман

Аннотация

Номенклатура отливок литейного производства изготавливаемых в АО ААК «ПРОГРЕСС» ежегодно увеличивается. При этом каждая отливка отличается своей конструктивной особенностью и представляет собой объект, над которым необходимо провести сложную инженерную работу для обеспечения контроля всего внутреннего объема отливки. Ведь не секрет, что основной и ключевой параметр отливки — это её качество.

Выявить дефекты внутри отливки можно с помощью проведения радиографического метода неразрушающего контроля. Радиографический метод неразрушающего контроля является одним из самых дорогих. Основными составляющими себестоимости рентгеновского контроля (90%) являются расходные материалы: радиографическая пленка, химикаты для ее фотообработки и рабочее время персонала.

Также существует проблема утилизации химических отходов, получаемых в процессе фотообработки радиографической пленки.

В работе рассматривается вопрос рентгеновского контроля отливок в онлайн режиме методом цифровой радиографии и повышения производительности рентгеновского контроля.

Ключевые слова: система с матричным цифровым детектором, структурный (собственный) шум матричного цифрового детектора, отношение сигнал-шум.

Annotation

The nomenclature of foundry castings produced by AAC "PROGRESS" is increasing annually. Moreover, each casting is distinguished by its design feature and is an object over which it is necessary to carry out complex engineering work to ensure control of the entire internal volume of the casting. It's no secret that the main and key parameter of the manufactured casting is its quality. Defects inside the casting can be identified using a non-destructive radiographic method. Radiographic non-destructive testing is one of the most expensive.

The main components of the cost radiographic control (90%) are consumables: radiographic film, chemicals for its photographic processing and working hours of personnel. There is also a problem of disposal of chemical waste obtained in the process of photographic processing of radiographic film.

The paper deals with the issue of X-ray inspection of castings in the online mode by the method of digital radiography and increasing the productivity of X-ray inspection.

Key words: DDA-system (digital detector array system), structure noise of digital detector array, structure noise of DDA, SNR (signal-to-noise ratio).

Система с матричным цифровым детектором; DDA-система (digital detector array system) - электронное устройство, преобразующее ионизирующее или проникающее излучение в массив отдельных аналоговых сигналов, который позднее оцифровывается и передается на компьютер для отображения как цифрового изображения, соответствующего распределению радиационной энергии, переданной на приемную поверхность устройства.

Структурный (собственный) шум матричного цифрового детектора; структурный шум DDA (structure noise of digital detector array, structure noise of DDA) - шум, обусловленный различными свойствами элементов детектора (пикселей).

SNR отношение сигнал — шум (signal-to-noise ratio) - отношение среднего значения линеаризованных значений градации серого к стандартному отклонению линеаризованных градаций серого (шум) в области цифрового изображения, представляющей интерес.

В АО ААК «ПРОГРЕСС» ранее и в настоящее время применяется радиографический метод неразрушающего контроля отливок с применением радиографической пленки.

В 2015 году был внедрен радиографический метод с применением многоцветных фосфорных пластин в качестве детектора рентгеновского изображения, частично разрешивший ряд проблем, связанных с фотообработкой пленки и ее утилизацией.

В настоящее время производителями цифрового рентгеновского оборудования предлагаются цифровые системы с применением в качестве приемника и преобразователя рентгеновского изображения детекторов на основе аморфного кремния, позволяющие проводить осмотр и оценку качества отливок в онлайн режиме.

Цель исследования:

1. Возможность применения в АО ААК «ПРОГРЕСС» радиоскопического метода неразрушающего контроля отливок и создание условий, позволяющих качественно и надежно проводить контроль в соответствии с требованиями нормативной документации.
2. Изменение производительности рентгеновского контроля отливок с применением радиоскопического метода неразрушающего контроля.
3. Изменение стоимости рентгеновского контроля отливок с применением радиоскопического метода неразрушающего контроля.

Описание работы (исследования):

1. Цифровые детекторы обеспечивают получение цифрового изображения со значениями градации серого (GV), которое можно просмотреть и оценить с помощью компьютера. Значение градации серого GV (grey

value) - это числовое значение пикселя на цифровом изображении. В компьютерной радиографии значения градации серого могут применяться для передачи зрительного восприятия изображения, как функции контраста и шума (SNR или значение градации серого).

Градация серого используется вместо оптической плотности и класса пленочной системы в пленочной радиографии. Измерения значений градаций серого должны выполняться с использованием соответствующих инструментов программного обеспечения.

После считывания экспонированной ненастроенной DDA неоднородности проявляются, как накладывающийся шум с фиксированной текстурой на цифровом изображении.

Поэтому для всех DDA требуется настройка с использованием программного обеспечения (программное обеспечение и руководство поставляются изготовителем DDA). Соответствующая процедура настройки снижает структурный шум, т.е. улучшает качество рентгеновского изображения.

Тем не менее, при использовании способов класса 1 и класса 2 (класса А и класса В) соответственно, видимость дефектов с использованием пленочной или цифровой радиографии эквивалентна.

Это означает, что для рентгеновского изображения, вне зависимости от способа его получения (радиографическая пленка или экран компьютера), предъявляются одни и те же критерии - это видимость индикаторов изображения IQI. Видимость должна быть доказана с помощью индикаторов качества изображения (IQI) в соответствии с ISO 19232-1 или ISO 19232-2 и ISO 19232-5, или ПИ 1.4.226.

Способы получения качественного цифрового рентгеновского изображения на экране монитора компьютера отличаются от способов на радиографической пленке.

Они приведены в ГОСТ ISO 17636-2-2017 «Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 2. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением цифровых детекторов» и требуют тщательной отработки при внедрении на предприятии.

Для достижения достаточной контрастной чувствительности при радиографии с использованием цифровых детекторов применяются три принципа компенсации, благодаря которым достигается минимальное отношение контраст - шум, приведенного к базовому пространственному разрешению детектор SNR:

- компенсация снижения контраста (например, за счет повышения напряжения на трубке) путем увеличения SNR (например, увеличением тока трубки или времени экспозиции);
- компенсация недостаточной резкости детектора (значение больше, чем специфицировано) путем увеличения SNR (улучшение значения показателя по IQI на одну проволочку или ступеньку с отверстием для каждой недостающей пары проволочек IQI двухпроволочного типа);

- компенсация увеличения местной интерполяционной нерезкости в результате корректировки плохих пикселей DDA путем увеличения SNR.

В системах цифрового рентгеновского контроля каждое оборудование имеет характеристики, которые влияют друг на друга и на качество конечного изображения. Они должны учитываться в системе в целом. Основные из них:

- базовое пространственное разрешение цифрового детектора SR_b^{detector} соответствует половине измеренной на детекторе нерезкости цифрового изображения и эффективному размеру пикселя, характеризует наименьший размер объекта, который может быть отображен с помощью цифрового детектора;
- базовое пространственное разрешение цифрового изображения SR_b^{image} соответствует половине измеренной нерезкости цифрового изображения и эффективному размеру пикселя, характеризует наименьший размер объекта, который может быть отображен на цифровом изображении.

Применяя принципы компенсации, и выполняя общие требования рентгеновского контроля, возможно добиться наибольшего отношения сигнал-шум (SNR) и наименьшего размера объекта, который будет отображен на цифровом изображении.

2. Технология рентгеновского контроля с применением радиографической пленки отличается от технологии рентгеновского контроля с применением цифровых детекторов. Операции контроля представлены в таблице №1.

Итого:

- основное время выполнения операции (перехода) с применением радиографической пленки составляет 0,18 ч.;
- основное время выполнения операции (перехода) с применением цифрового детектора составляет 0,12 ч.

Время, затрачиваемое на получение и оценку рентгеновского изображения существенно меньше при использовании цифрового детектора. В данном случае повышается производительность контроля.

Вместе с тем, на данный момент, в рентгеновской лаборатории инженеры-технологи сталкиваются с проблемой, связанной с контролем плотности отливок в труднодоступных местах. Для проведения аналитической работы, связанной с претензиями от заказчиков по качеству отливок, были выбраны три отливки из магниевого сплава, и рассматривался такой фактор, как частота корректировки технологического процесса на отливку, добавление дополнительных участков, что влечет за собой дополнительные затраты на материалы и рабочее время сотрудников. Результаты аналитической работы приведены в таблице №2.

Операции контроля

Время выполнения операции (перехода) с применением радиографической пленки, ч													
0,01	0,008	0,007	0,060	0,008	0,03	0,008	0,02	0,01	0,008	0,01	0,008	0,20	0,03
Нарезка пленки и зарядка кассеты	Переход к рентгенаппарату	Установка кассеты на стол рентгеновский	Установка детали, излучателя	Переход к пульту рентген аппарата	Экспозиция	Переход к рентген аппарату	Снятие детали,	Снятие кассеты	Переход к проявочной машине	Развернуть кассету и вынуть пленку, установить в проявочную машину	Переход к кассете рентгеновской пленки	Проявление, фиксирование и сушка снимка	Оценить рентгеновский снимок
Время выполнения операции (перехода) с применением цифрового детектора, ч													
0,00	0,00	0,00	0,060	0,007	0,00	0,007	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Нарезка пленки и зарядка кассеты	Переход к рентгенаппарату	Установка кассеты на стол рентгеновский	Установка детали, излучателя	Переход к пульту рентген аппарата	Экспозиция	Переход к рентген аппарату	Снятие детали,	Снятие кассеты	Переход к проявочной машине	Развернуть кассету и вынуть пленку, установить в проявочную машину	Переход к кассете рентгеновской пленки	Проявление, фиксирование и сушка снимка	Оценить рентгеновский снимок

Таблица 2

Результаты аналитической работы

№ п/п	Наименование и обозначение отливки	Временной диапазон	Кол-во рекламационных актов	Кол-во дополнительных участков	Обнаруженные дефекты
1	8М-1515-352 картер промежуточного редуктора	2018-2021	5	7	Раковина, Групповая пористость, плены, трещина
2	8М-1517-312 картер хвостового редуктора	2018-2021	5	1	Пористость, плены, трещина
3	063.01.0135/ 064.01.0006 Корпус редуктора промежуточный	2021	3	10	Трещины

Применяя радиоскопический метод контроля, можно просматривать все тело отливки в онлайн режиме. Добавление новых участков в сложных деталях не потребуется.

3. Получив снижение трудоемкости рентгеновского контроля с применением цифрового детектора, исключив применение дорогостоящих материалов (радиографической пленки, химических растворов), исключив отдельные операции, например, фото-обработка снимков на автоматических проявочных машинах проведен расчет стоимости рентгеновского контроля.

Результаты представлены в таблице №3 и № 4.

Таблица №3

**Калькуляция стоимости затрат на выполнение работ
рентгеновским методом неразрушающего контроля
с применением пленочной радиографии**

№ п/п	Наименование	Материалы руб.	Возвратные отходы руб.	Н/ч	З/пл руб.	ДЗП руб.	ОСВ руб.	ОПЗ руб.	ОХЗ руб.	Произв. с/ст-ть руб.	Полная себ-ть руб.
1	Выполнение работ дефектоскопистом	121,73	1,22	0,18	37,34	8,96	13,99	269,94	88,49	539,22	539,22
2	Выполнение работ специалистом	-	-	0,09	24,14	5,79	9,05	174,56	57,22	270,77	270,77
3	Выполнение работ ИТР	-	-	0,01	2,25	0,54	0,84	16,27	5,33	25,24	25,24
	Итого:	121,73	1,22	0,28	63,73	15,30	23,88	460,77	151,04	835,23	835,23

Таблица 4

**Калькуляция стоимости затрат на выполнение работ
рентгеновским методом неразрушающего контроля
с применением детектора цифровой радиоскопии**

№ п/п	Наименование	Мате- риалы руб.	Воз- врат- ные отходы руб.	Н/ч	З/пл руб.	ДЗП руб.	ОСВ руб.	ОПЗ руб.	ОХЗ руб.	Про- изв. с/ст-ть руб.	Полная себ-ть руб.
1	Выполнение работ дефектоскопистом	-	-	0,12	27,48	6,59	10,30	198,65	65,12	308,13	308,13
2	Выполнение работ специалистом	-	-	0,06	17,77	4,26	6,66	128,46	42,11	199,26	199,26
3	Выполнение работ ИТР	-	-	0,01	1,66	0,40	0,62	11,98	3,93	18,58	18,58
	Итого:	-	-	0,18	46,90	11,26	17,57	339,09	111,15	525,97	525,97

В связи с тем, что имеется снижение затрат на проведение рентгеновского контроля можно провести технико-экономический расчет целесообразности внедрения оборудования с применением цифровой радиографии и технологией рентгеновского контроля в онлайн режиме.

Результат исследования:

Чувствительность предложенного метода не уступает по чувствительности (качеству) традиционному методу.

Способы цифрового радиографического контроля основаны на общепризнанных практиках и фундаментальной теории.

Возможность применения цифрового радиографического контроля отливок подкрепляется увеличением производительности и уменьшением стоимости рентгеновского контроля.

В АО ААК «ПРОГРЕСС» имеются возможности для создания условий экономичного получения надежных и воспроизводимых результатов контроля отливок. Для частичного перевода номенклатуры литейного производства на проведение радиоскопического контроля необходимо:

- предварительно оценить и экспериментально проверить его целесообразность, производительность, себестоимость;
- разработать инструкцию по подбору детектора и отработке режимов рентгеновского контроля отливок используя требования ГОСТ ISO 17636-2-2017 «Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 2. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением цифровых детекторов» ;
- предложить разработку ГОСТа или ПИ применительно к отливкам на основе ГОСТ ISO 17636-2-2017;

- приобрести и внедрить оборудование для цифровой радиоскопии отливков, что включает в себя: приобретения новой системы, в состав которой входит плоско панельный детектор, рентгеновский аппарат, программное обеспечение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ключев В.В., Соснин Ф.Р. Современные радиационные системы неразрушающего контроля // Дефектоскопия. - 1993. № 1. - С. 65-71.
2. Ключев В.В., Соснин Ф.Р. Современное состояние цифровой рентгено-техники // Дефектоскопия. -1999. № 4. С. 56 - 66.
3. Соснин Ф.Р. Современные методы и средства цифровой рентгенографии (обзор) // Заводская лаборатория. 1994. -Т. 60. № 6. - С. 2834.
4. Нуделмэн С., Рерих Х., Кэпп М.П. Электронно оптическая цифровая рентгенография. Часть III. Устройства формирования изображения и принципы проектирования систем. - ТИИЭР, 1982, 70, № 7, с. 33 - 48.
5. Лебедев М.Б., Сидуленко О.А., Удод В.А. Выбор параметров многоканальных непрерывно сканирующих систем цифровой рентгенографии. - Контроль. Диагностика, 2007, № 12, с. 17 - 26.
6. Лебедев М.Б., Сидуленко О.А., Удод В.А. Оптимальный выбор параметров многоканальных непрерывно сканирующих систем цифровой рентгенографии.- Дефектоскопия, 2009, № 10, с. 58 - 77.
7. Удод В.А., Лебедев М.Б., Клименов В.А., Солодушкин В.И., Темник А.К. Оптимизация параметров многоканальных непрерывносканирующих систем цифровой рентгенографии — Дефектоскопия, 2011, № 2, с. 55-62.112. <http://zniorb.narod.ru/lit/1.OIIMZoN.pdf>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКОВ

В.Е Сылка., А.П. Зильберт, А.Е. Немчинова, К.В. Семёнов

Научный руководитель: Е.С. Бронникова

Научный консультант: Ю.Ф. Огнев

Аннотация

В статье представлены результаты исследований некоторых процессов переработки пластиков, получение мононити из отходов с предложениями по применению полученной мононити для 3-D печати, а также модифицированию пластиковых отходов для повышения прочностных характеристик получаемой мононити.

Ключевые слова: пластики, отходы, переработка, мононить, 3-D печать, модифицирование

Annotation

The article presents the results of studies of some plastics processing processes, obtaining a monofilament from waste with proposals for the use of obtained monofilaments for 3-D printing, as well as modifying plastic waste to increase the strength characteristics of the obtained mononity.

Key words: plastics, waste, recycling, monofilament, 3-D printing, modification

Актуальность работы и цели исследований

Вопрос необходимости переработки использованных пластмассовых изделий на сегодняшний день во всех странах мира стоит очень остро. Связано это в первую очередь с тем, что изделий из пластмасс стали производить в большом количестве, и постепенно этими отходами начали наполняться мусорные полигоны.

Экологи бьют тревогу, поскольку пластик относится к практически не разлагаемым отходам, и если не предпринимать меры по его утилизации, то скоро планета задохнется в горах пластмассы. Мы слышим тревожное дыхание Земли. Поэтому в западных странах уже в 60 ... 70 годы прошлого века начали разрабатывать способы вторичной переработки изделий из пластмассы.

В России же проблема переработки пластика наиболее остро встала лишь в конце восьмидесятых годов прошлого века, в отличие от индустриально развитых стран. Это объясняется тем, что используемую давно во всем мире пищевую упаковку из пластика в СССР начали использовать гораздо позже.

Рост количества выпускаемой пищевой упаковки из пластика и одноразовой пластмассовой посуды привел к накоплению большого количества данного типа отходов на полигонах твёрдых бытовых отходов (ТБО). При этом подвергается захоронению примерно 94% отходов, а как известно, Россия закупает вторичные полимеры — использованный пластик, за рубежом на миллионы долларов. Пластиковых отходов в России каждый год образуется порядка 3 млн т, а перерабатывается не более 12% из них.

Однако несмотря на это, в России в конце прошлого столетия к проблеме утилизации пластика отношение было намного проще, поскольку, во-первых, о его вредном воздействии на окружающую среду мало кто задумывался, а, во-вторых, в стране отсутствовала нормальная законодательная база по охране окружающей нас среды. Поэтому о необходимости вторичной переработки пластика как о проблеме заговорили относительно недавно.

Переработка полимеров не только улучшает экологию в целом, но и является весьма прибыльным бизнесом. И сегодня в России начали применять следующие методы переработки пластмассовых отходов, которые можно условно разделить на две основные группы: физико-химические и механические.

Все механические способы переработки пластмассовых отходов с целью их вторичного использования заключены в измельчении различных пластиковых субстанций.

При такой переработке образуются крошка и порошкообразные материалы, которые затем подвергаются различным процессам формообразования, например, литью под давлением на термопласт автоматах. Данный способ,

основанный на механическом измельчении, практически не приводит к изменению физико-химических свойств пластмасс и их структуры.

Вторичная переработка пластика физико-химическими способами может быть осуществлена одним из следующих способов:

- Методом деструкции пластмассовых отходов. Данная технология позволяет получать олигомеры и мономеры, которые используются для получения волокна и пленки.
- Методом повторного плавления. Данный способ переработки пластмассовых отходов позволяет изготавливать гранулят, применяя технологию литья под давлением либо экструзию.
- Методом переосаждения из растворов. Данный способ переработки позволяет производить композиционные материалы и получать порошки, используемые для нанесения полимерных покрытий.
- Методом химической модификации. Данный способ позволяет изготавливать материалы с новыми физическими и химическими свойствами.

Наиболее распространенным из всех перечисленных выше способов переработки пластиковых отходов является метод повторного плавления, или, как его еще называют, метод гранулирования или таблетирования.

Сегодня переработка пластика является выгодным бизнесом, поскольку мировой спрос на утилизированный пластик, как утверждают эксперты в среднем будет ежегодно расти на 6,5%. Более того, по их же прогнозам, к 2020 году рынок вторичного пластика составит более 1,6 млрд тонн. И это учитывая тот факт, что при этом в мире объемы пластика, прошедшего переработку сегодня не превышают и 7%.

Эксперты объясняют такие перспективы роста в данном направлении несколькими основными факторами: стремление производителей товаров и упаковки к экологичности; практические аспекты: сегодня происходит развитие технологий сортировки твердых бытовых отходов и рециклинга, что увеличивает количество пластиковых отходов, которые можно вторично переработать и получить высококачественный материал; прогнозируется и улучшается инфраструктура по сбору бытовых отходов, что приведет к увеличению уровня рециклинга пластмасс.

Таким образом, эксперты полагают, что вторичная переработка пластиковых отходов в ближайшем будущем может стать еще более рентабельным видом бизнеса, чем сейчас.

В России данная ниша по переработке пластика практически не занята, что, учитывая мировые тенденции, является привлекательным с точки зрения бизнеса. К тому же в стране постоянно вводятся новые законы, заботящиеся об охране окружающей среды и необходимости переработки бытовых отходов, что свидетельствует о том, что данное направление будет перспективным в ближайшее время.

На базе лаборатории «Материаловедения» филиала ДВФУ и лаборатории органического синтеза АО ААК «ПРОГРЕСС» проведены исследования по вторичной переработке пластиковых изделий.

Цели проекта:

1. Исследовать отдельные процессы переработки пластиков
2. Исследовать влияние процессов переработки на свойства пластиков
3. Объединить два направления: вторичная переработка пластиковых отходов и 3-D печать тестовых образцов по технологии FDM печати на принтере Prism Pro V2 Dual.

Задачи проекта:

1. Проектирование и изготовление действующей модели для резки пластиковых бутылок.
2. Проектирование и изготовление действующей модели экструдера для получения мононити.
3. Отработка технологического процесса получения мононити.
4. Отработка технологического процесса 3-D печати полученной мононитью.
5. Проведение испытаний полученных образцов.
6. Проектирование и изготовление действующей модели экструдера для получения мононити из гранулированного пластика.
7. Отработка технологического процесса получения мононити.

Использованное оборудование:

- 3-D принтер Prism Pro V2 Dual лаборатории материаловедения филиала.
- Машина разрывная LFM-4-20 кИ лаборатории органического синтеза АО ААК «ПРОГРЕСС».

Оборудование собственного изготовления:

- ✓ Действующая модель приспособления для резки пластиковых бутылок;
 - ✓ Действующая модель экструдера для получения мононити из ленты;
 - ✓ Действующая модель экструдера для получения мононити из гранул.
- Объект исследования - пластиковые бутылки из ПЭТ (или ПЭТФ, полиэтилентерефталат).

ПЭТ (или ПЭТФ, полиэтилентерефталат) - это термопластичный полимер, являющийся самым распространенным среди полиэфиров. ПЭТ материал обладает прозрачностью, высокой прочностью, хорошей пластичностью (причем в нагретом состоянии, и в холодном), химической стойкостью. Данный материал поддается обработке сверлением, пилением, фрезерованием. Все свои характеристики ПЭТ материал сохраняет и при низких температурах, до -40, и при высоких, до +75 градусов.

Товарный ПЭТ материал выпускается обычно в виде гранулята с размером гранул 2... 4 миллиметра.

Характеристики ПЭТ

ПЭТ материал имеет высокую химическую стойкость к бензину, маслам, жирам, спиртам, эфиру, разбавленным кислотам и щелочам. Полиэтилентерефталат не растворим в воде и многих органических растворителях.

Аморфный полиэтилентерефталат - твердый прозрачный с серовато-желтоватым оттенком, кристаллический - твердый, непрозрачный, бесцветный. Отличается низким коэффициентом трения (в том числе и для марок, содержащих стекловолокно). Основные характеристики внесены в таблицу 1 характеристика ПЭТ.

Таблица 1

Характеристика ПЭТ

Плотность, г/см ³ : аморфный, кристаллический	1,335, 1,420
Относительное удлинение при разрыве, %	12-55
Температура плавления, °С	250-265
Температура разложения	350°С
Предел прочности при растяжении, МПа	Не менее 50
Модуль упругости при растяжении, МПа	1,41x10 ⁴
Морозостойкость, до	-50°С

Применение ПЭТ

ПЭТ находит разнообразные применения благодаря широкому спектру свойств. Основное применение связано с изготовлением ПЭТ-тары, в частности бутылок для газированных и других напитков, примером изделий из ПЭТ также могут служить: детали машиностроительного и электротехнического назначения, детали кузова автомобиля; корпуса швейных машин; ручки электрических и газовых плит; детали двигателей, насосов, компрессоров; различные разъемы; изделия медицинского назначения; упаковка из ПЭТ, ткани.

Вторичная переработка ПЭТ

До недавнего времени получать вторичное ПЭТ-сырье было очень сложно. Существующие технологии и оборудование для рециклинга полиэтилентерефталата были технически несовершенны и убыточны. Однако, утилизация ПЭТ-продукции также связаны с серьезными затратами и загрязнением природы. Это заставило специалистов искать недорогие способы получения вторичного ПЭТ-сырья. В настоящее время созданы и успешно работают недорогие линии для переработки ПЭТ в том числе и российского производства.

Наши опытные эксперименты по рециклингу бутылок:

1. Подготовка бутылок для рециклинга.

1.2. Сортировка бутылок (отбирались бутылки прозрачные).

1.2. Тщательная промывка и сушка бутылок т.к., например, вещества, с помощью которых приклеивают этикетки, могут при переработке вызывать

обесцвечивание и потерю прозрачности материала, а остаточная влага способна вызвать деструкцию ПЭТ. В свою очередь, продукты разложения вызывают пожелтение пластика и изменяют его механические свойства.

2. Получение ленты.

Столкнулись с проблемой получения ленты точной по ширине, т.к. от точности ленты по ширине зависит и точность получаемой в экструдере нити, а это уже влияет на качество ВД-печати на принтере.

Дело в том, что поверхность бутылок имеет различные отклонения от правильной цилиндрической формы. Поэтому были проведены некоторые эксперименты по выравниванию поверхности бутылок:

- Выдержка бутылок, заполненных водой при отрицательных температурах: $t = 25 \dots -28^{\circ}\text{C}$ на открытом воздухе в течение 3 суток - результат - значительное выпрямление стенок бутылок, но с постепенной разморозкой, форма бутылки возвращалась в исходное состояние.
- Выдержка бутылок, заполненных водой при температуре -18°C в течение 10 суток в морозильной камере INDESIT - результат - незначительное выпрямление стенок бутылок;
- Выдержка бутылок в микроволновой печи JETA. Мощность высокая, время 3 мин. - результат положительный.
- Обработка феном строительным Кратон HAG-2000 HOBBY. Мощность 2000 Вт.; температура max, 550°C ; поток воздуха max, л/м: 500. Результат - неравномерное выпрямление по всей поверхности бутылки.

Вывод: данные процессы не всегда эффективны. Поэтому на первом этапе решили использовать бутылки только определённого типа с относительно правильной цилиндрической центральной частью.

Действующее приспособление для резки бутылок на ленту показано на фото рис. 1.

Все разработки действующих моделей, которые применялись в исследованиях, выполнены под руководством В.Е. Сылка - студента филиала.



Рис. 1. Фото приспособления для резки пластиковых бутылок

3. Обезжиривание ленты в этиловом спирте.
4. Сушка ленты.
5. Экструдирование (превращение ленты в мононить) на экструдере первого типа фото головы экструдера показано на рис. 2.

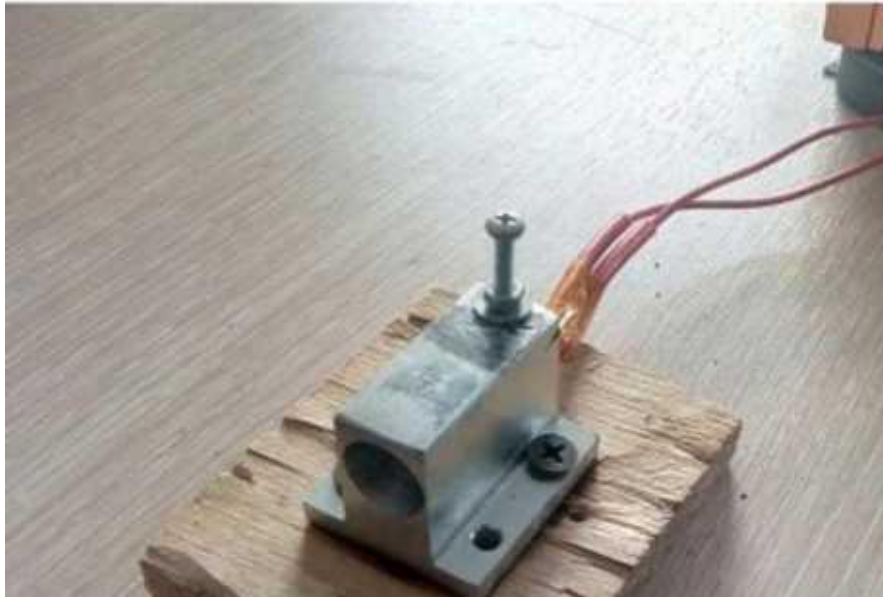


Рис. 2. Фото головы экструдера

Рабочая часть экструдера (голова) изготовлена из сплава D16T.

Отработка параметров процесса экструдирования: температуры процесса и скорости вытяжки для получения мононити диаметром 3мм.

Полученную пластиковую мононить отправили на 3D печать для тестовой печати, кроме того, были изготовлены образцы для испытаний. Форма и размеры образцов для испытаний на растяжение принимались в соответствии с ГОСТ 11262-80 “Пластмассы. Метод испытания на растяжение”.

FDM-печать осуществлялась на 3D-принтере Prism Pro V2 Dual, диаметр сопла экструдера 0,6 мм. Характеристики принтера: область печати 400x860 мм, точность 0,1 мм, скорость печати до 70 мм/с, высота слоя 0,05мм

Таблица 2

**Параметры режим печати стандартных образцов
для испытания на растяжение**

Параметр	Значение
Температура печати, °C	240
Температура стола, °C	70
Плотность заполнения, %	30
Скорость печати, мм/с	50

Испытания образцов проводились на базе лаборатории органического синтеза на АО ААК «ПРОГРЕСС», на машине разрывной LFM-4-20 кN. Результаты испытаний на растяжение представлены в таблице 3.

Параметры режима печати указаны в таблице 2.

Таблица 3

Результаты испытаний на растяжение

№ Б, мм	h, мм	F, мм ²	P, Н	<тв, МПа ПЕРЕРАБОТАННОГО ПЛАСТИКА	СВ, МПа	Отклонение (ТВ, %
4.3	1,8	7,74	117,6	15,194	50	-30,389
4,3	1,8	7,74	117,9	15,194	50	-30,389
4,2	1,8	7,56	115,5	15,278	50	-30,556

Анализ результатов испытаний показывает значительное снижение прочностных показателей полученных образцов пластика.

Предложения по повышению прочных показателей: проведение модифицирования пластика.

Вторая экспериментальная часть.

Спроектирована и изготовлена действующая модель экструдера второго типа для получения мононити из гранул полиэтилена, фото на рис. 3.



Рис. 3. Фото экструдера второго типа для получения мононити из гранул

Отработаны параметры экструдирования: температура, скорость вытяжки. Получена мононить диаметром 3 мм, пригодная для 3-D печати полноценных изделий с использованием технологии FDM, однако для повышения прочностных показателей и возможно особых свойств пластика необходимо проведение его модифицирования. Упрочняющими компонентами могут служить дисперсно-упрочняющие порошки металлов и сплавов, переработанные отходы угле-, стекло, органопластиков и другие компоненты.

Выводы и предложения по проведённым исследованиям:

1. Полученную мононить из отходов пластика ПЭТ, а также мононить, полученную из гранул, возможно применять для 3-D печати по технологии FDM. Однако прочностные показатели пластика при этом значительно снижаются.
2. Для проведения модифицирования и повышения прочностных показателей пластика и возможного получения особых свойств пластика необходимо введение в пластик упрочняющих компонентов, в качестве которых могут служить дисперсно-упрочняющие порошки металлов и сплавов, переработанные отходы угле-, стекло-, органопластиков и другие компоненты, т.е. проводить проектирование и получение новых ПКМ, но в данном случае, на основе термопластичных матриц.
3. Бизнес-предложение. Создание участка по переработки отходов пластика. Вид деятельности: обработка отходов и лома пластмасс, в частности, по переработке ПЭТ.
 - Организация сбора сырья
 - Подготовка сырья к рециклингу.
 - Дробление (получение флекса);
 - Гранулирование (получение модифицированных гранул);
 - Получение модифицированной мононити;
 - Получение изделий на термопластавтоматах и 3-D печатью из модифицированных гранул и мононитей.

Переработка пластика как бизнес - выгодный проект. Рентабельность производства обеспечивается низкой стоимостью сырья, относительно небольшими текущими издержками на производство и большими доходами после выхода на плановые показатели производства. Инвестиции в проект окупятся в течение от восьми месяцев до полутора лет, после этого предприятие по переработке пластика начнет приносить стабильный доход.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 11262-80 “Пластмассы. Метод испытания на растяжение”.
2. <https://ecokroshka.ru/vidv-othodov/oborudovanie-dlva-pererabotki-plastika.html>
3. https://plastinfo.ru/information/news/43188_30.08.2019/

ТЕХНОПАРКИ РОССИИ. ИССЛЕДОВАНИЕ В ИНТЕРЕСАХ АО ААК «ПРОГРЕСС»

Е.Ф. Клюкман
Научный руководитель: С.С. Зуев

Аннотация

В статье представлены результаты исследования технопарков России. Дано определение технопарка, указаны ключевые выводы по результатам серии интервью с руководителями технопарков России, выполненные автором и научным руководителем. Рассмотрены проблемы АО «Арсеньевская авиационная компания «Прогресс», решением которых может являться создание технопарка. Предложены ряд мероприятий для минимизации рисков при создании технопарка в г. Арсеньев.

Ключевые слова: промышленный технопарк, компания-резидент, бизнес-акселерация.

В России и мире нет однозначный трактовки термина технопарк, как и нет федерального закона РФ о технопарках. При большом желании, технопарком можно назвать даже булочную: никаких законодательных ограничений в данном действии нет. По мировым стандартам, термин технопарк подразумевает [1]:

- Развитую и разнородную инфраструктуру;
- Обеспечение доступа к финансовым институтам;
- Бизнес-акселерацию;
- Менторскую поддержку компаний-резидентов;
- Иную регулярную работу с компаниями-резидентами

Тенденция создания технопарков в РФ берёт начало с конца XX века. Следующее десятилетие было периодом проб и ошибок в развитии технопарков. В 2006 г. появилась «Программа развития технопарков в сфере высоких технологий». В 2014 г. разработан Национальный стандарт «ГОСТ Р 56425-2015 Технопарки. Требования». А сам термин «Промышленный технопарк» закреплён Федеральным законом №160-ФЗ от 27.06.2018 г.

Технопарки, хотя и не являются определяющим фактором инновационного развития региона и страны, в т.ч. инвестиционной привлекательности, однако призваны связать три составляющие экономики:

- Образование;
- Наука;
- Промышленность.

Итак, исходя из вышесказанного, можно дать определение технопарку – это комплекс зданий и инфраструктуры, которые создают выгодные условия резидентам для научной, производственной и инновационной деятельности.

Резидент – компания, которая осуществляет деятельность на территории технопарка и использует ресурсы технопарка.

Руководство АО ААК «ПРОГРЕСС» рассматривает возможность создания в г. Арсеньеве промышленного технопарка для малых инновационных предприятий города и региона. Целью исследования является анализ текущей ситуации с технопарками в России, проблем с которыми столкнулись руководители существующих технопарков, анализ мероприятий по решению проблем, а также сбор информации о поддержке со стороны государства для технопарков.

Проблематика

В г. Арсеньев и АО ААК «ПРОГРЕСС» имеются следующие проблемы, для решения которых прорабатывается проект «Технопарк»:

1. Не задействован корпус АО ААК «ПРОГРЕСС» площадью 8 000 м², Рис. 1;
2. Тенденция переезда молодых людей из г. Арсеньев другие регионы страны и региональный центр;
3. Невысокая диверсификация экспорта высокотехнологичной продукции из г. Арсеньев.



Рис. 1. Здание, планируемое под технопарк в г. Арсеньев

Теоретические исследования технопарков

Количество технопарков в РФ согласно Ассоциации организаций содействия развития кластеров и технопарков составляет 169 ед. [1]. На Рис. 2 представлена тенденция изменения количества технопарков в России за пять лет, а так же указано количество регионов, в которых созданы технопарки.

Количество технопарков увеличивается на 10...15 в год главным образом за счёт частных инвесторов, цель которых – извлечение прибыли. Согласно мнению директора Ассоциации кластеров и технопарков России Андрея Шпиленко, российский рынок технопарков близок к насыщению [2].

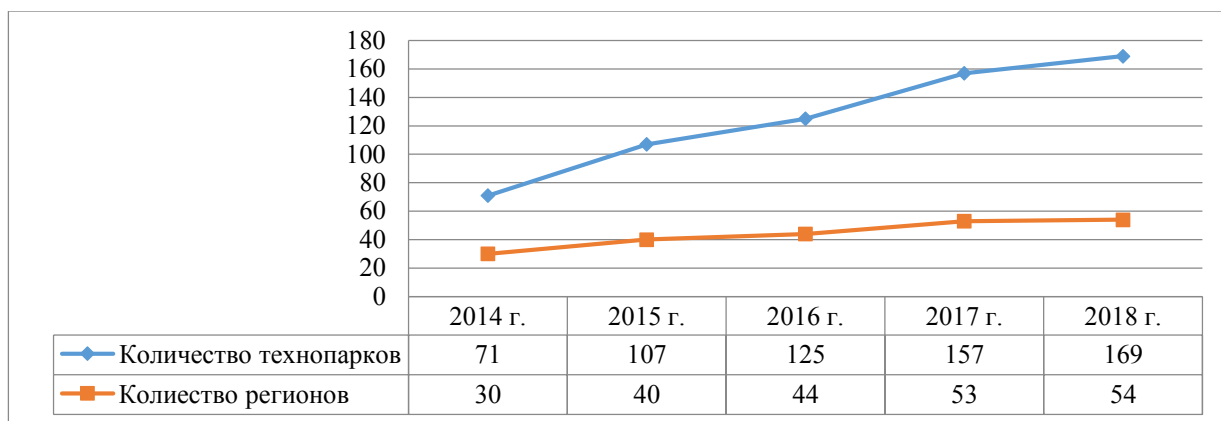


Рис. 2. Количество технопарков в РФ, 2014-2018 г.

Причина, по которой частные инвесторы начали приходить в технопарк — сокращение срока выхода технопарков на проектную мощность за счёт выработки коммерческо-эффективной модели управления технопарками в РФ, гармонизации нормативно-правовой базы и реализации мер поддержки со стороны Минпромторга России и Минэкономразвития России. Так, благодаря нацпроекту «МСП и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», срок окупаемости проекта Технопарк ориентировочно составляет 5 лет и покрывает до 80% расходов. При этом создание территории технопарка, развитие инфраструктуры, занимают 7...10 лет.

Значительная часть технопарков в России — девелоперские проекты по созданию современных офисных зданий [3], а вовсе не развитая инфраструктура, благодаря которой МИПы (малые инновационные предприятия), малые КБ и стартапы, способны создать MVP (минимальный жизнеспособный продукт) и получить все условия и услуги для выхода на рынок. Ассоциация кластеров и технопарков подготовила анализ площадей технопарков по их типам, Рис. 3.

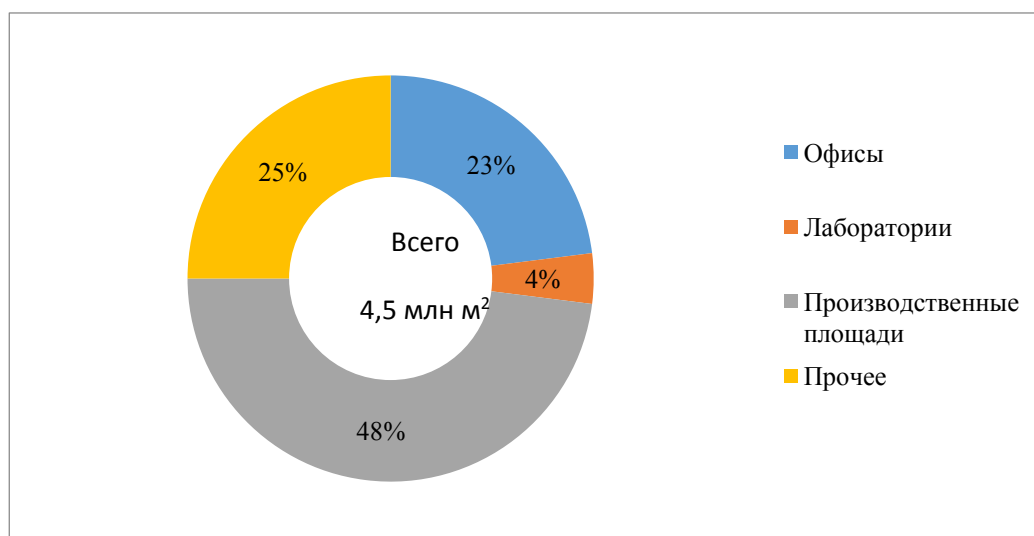


Рис. 3. Структура площадей технопарков России

Технопарк – управляющая компания. Организационно-правовые формы технопарков в РФ в динамике представлены на Рис. 4.

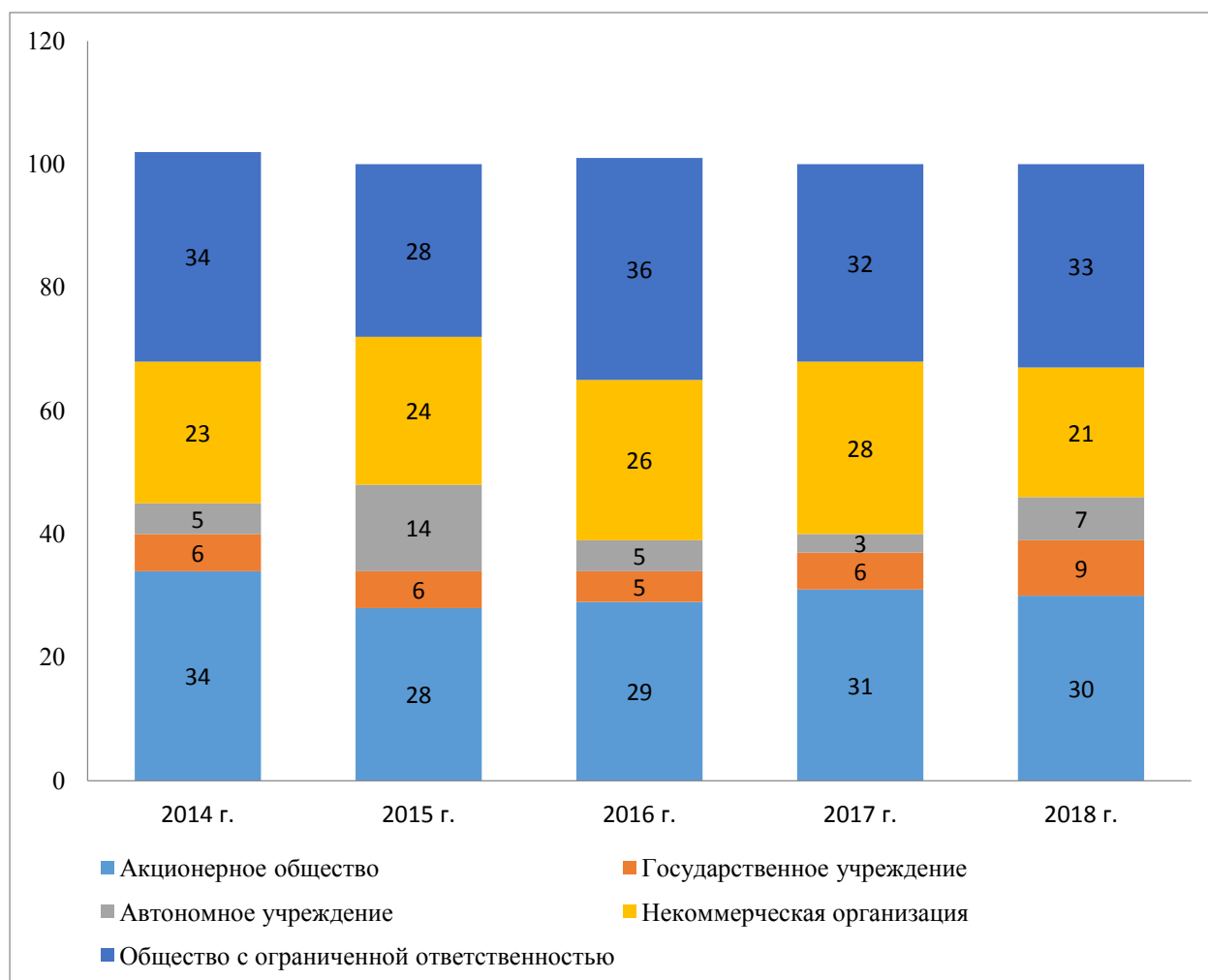


Рис. 4. Структура организационно-правовой формы технопарков РФ

Из организационно-правовых форм технопарков наиболее стабильна в динамике Общество с ограниченной ответственностью. Анализ косвенно сигнализирует о большей жизнеспособности данной формы организации управляющей компании для технопарка, что может являться полезным для АО ААК «ПРОГРЕСС».

Дополнительная информация по некоммерческим организациям. Этот статус означает, что управляющая компания не может делить прибыль в виде дивидендов, а обязана её направлять на уставные цели организации. Также, данный статус не запрещает организации иметь доход (организации также имеют ОКВЭДы, счета и прочее).

В табл. 1 представлены обобщённые показатели по управляющим компаниям технопарков в России [2].

**Обобщённые показатели по управляющим компаниям
технопарков в России**

Показатель	Величина
Средний объём выручки управляющей компании (технопарк)	195,2 млн рублей
<i>В т.ч.</i>	
<i>Сдача помещений в аренду</i>	33%
<i>Предоставление базовых услуг</i>	8,8%
<i>Предоставление специализированных услуг</i>	5,6%
<i>Государственные субсидии</i>	4,8%
<i>Иное</i>	49,7%
Средняя стоимость аренды 1 м ² в год	
<i>Офисы</i>	6254,1 руб
<i>Лаборатории</i>	5294,3 руб
<i>Производственные площади</i>	3994,2 руб
Средняя плотность застройки технопарка	2835,5 м ² /га
Средняя площадь зданий и сооружений	27,1 тыс. м ²
Удельная электрическая мощность	0,68 МВт/га

Анализ свидетельствует, что лишь треть доходов технопарки получают от сдачи недвижимости в аренду. Офисные помещения при этом самые дорогостоящие. А средняя площадь технопарков в 5,4 раза превышает минимально допустимую: согласно Национального стандарта ГОСТ Р 56425 – 2015 Технопарки. Требования, минимальная площадь промышленного технопарка 5 тыс. м².

Резиденты

Резидент – компания, которая размещает своё производство в контуре технопарка и пользуется услугами и имуществом технопарка на договорной основе. Только 10% технопарков России выполняют все требуемые резидентами функции [3].

В ходе исследования в 2020 г. проанализированы резиденты технопарков [4]. Исследование включает восемь технопарков, часть из которых вошла в десятку лучших по Национальному рейтингу технопарков России [5]. А также 26 компаний-резидентов, откликнувшихся на просьбу в проведении исследования, Табл. 2.

Таблица 2

Данные по сотрудникам компаний-резидентов технопарков

Показатель	Величина
Возраст сотрудников	20...90 лет
Образование сотрудников	Выпускники ВУЗов, специалисты со стажем, студенты
Вид деятельности*	
<i>Приборостроение</i>	27%
<i>Медицинские товары</i>	23%
<i>Микроэлектроника</i>	19%
<i>Биохимия</i>	15%
<i>IT</i>	12%

* Опрошенные резиденты указали несколько видов деятельности, в связи с чем сумма отличается от 100%.

Из 26 руководителей компаний-резидентов, у четверых главная причина размещения компании в технопарке – желание иметь собственный адрес компании, а также поместить производство в здании с вывеской «Технопарк». Обратная связь от резидентов представлена в Табл. 3.

Таблица 3

Обратная связь компаний-резидентов

Обратная связь резидента	Количество резидентов
У резидента отсутствуют проблемы	7,7%
Отсутствие информации по программам поддержки, проблемы с подбором программы поддержки	27%
Громоздкая и сложная отчётность	19%
Отсутствие обмена опытом и взаимодействия между резидентами одного технопарка	65%
Отсутствие подбора специалистов, в т.ч. студентов опорных ВУЗов	Нет данных

Мотивом выбора, в каком технопарке поместить производство, служат следующие факторы для резидентов:

- Развитая социальная среда, поддержка связей с ВУЗами;
- Удобство расположения;
- Невысокая (средняя) арендная ставка;
- Сервис технопарка;
- Престижность технопарка;
- Гарантия долгосрочного пребывания (важно для компаний, чья деятельность лицензируется или связана с конкретным адресом);
- Гибкое расположение помещений;
- Наличие договоров между резидентами внутри технопарка;
- Отсутствие в технопарке складов, торговых площадок – т.е. технопарк занимается только наукой и инновациями;
- Возможность установить собственное оборудование.

Показатели деятельности всех резидентов технопарков России [2] представлены в Табл. 4.

Таблица 4

Показатели деятельности резидентов технопарков России

Показатель	Величина
Количество резидентов в технопарках России в 2018 г.	5 087 компаний
Выручка резидентов в 2018 г.	270,3 млрд рублей в год
Общее количество работников у резидентов в 2018 г.	91 561 человек
Объём выпуска импортозамещающей продукции в 2017 г.	35,9 млрд рублей
Количество объектов интеллектуальной собственности	1 172 единицы
Объём затрат одного резидента на НИОКР, в среднем за 2017 г.	2,5 млн рублей

Интервью

Для исследования была сделана выборка по технопаркам России согласно Рис. 5 [1].

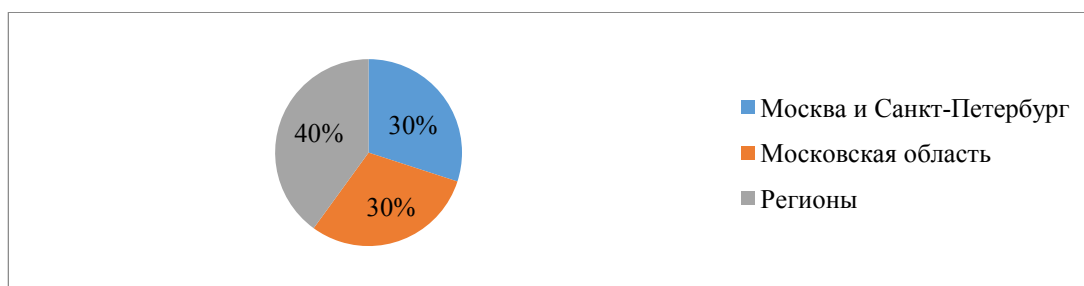


Рис. 5. География технопарков для интервью

Было направлено тридцать писем, получен ответ о согласии провести интервью от пяти технопарков:

- КНАГУ, Комсомольск-на-Амуре;
- «Саха Сирэ», Якутия;
- АО «Технопарк Санкт-Петербурга»;
- АУ «Технопарк – Мордовия»;
- МБУ «Технопарк – Липецк».

Также проведено интервью с руководителями двух предприятий – потенциальных резидентов технопарков.

Некоторые из выводов, полученных в ходе интервью, представлены ниже:

- Резидентов нужно не привлекать, а создавать своих.
- Нужно использовать все законы, позволяющие получить поддержку от государства. Помогает Ассоциация кластеров и технопарков России.
- Технопарк не просто сдаёт помещение и оборудование в аренду, а регулярно ведёт работу с резидентами: бизнес-встречи, издание справочников о мерах поддержки резидентов, рекламно-выставочная деятельность со стороны управляющей компании (сам технопарк).
- Создание региональных законов о мерах поддержки технопарков.
- Популярны услуги у резидентов технопарков – патентование и финансовое планирование.
- У технопарка каждый день новая задача, и одна не похожа на другую.
- Технопарки планово убыточны в течение 10 лет.

При создании технопарка в г. Арсеньев, необходимо учесть три фактора:

- Найти и заключить соглашения со структурами, заинтересованными в инвестировании в технопарк, проработать региональные законы о поддержке.
- Учесть при разработке концепции ожидания резидентов, указанные в данном исследовании.
- Определить перечень работ, который АО ААК «ПРОГРЕСС» готов передать резидентам на аутсорсинг.

Технопарк, или иная аналогичная по функционалу бизнес-структура, станет более жизнеспособной, по мнению автора данной работы, если реализовать указанные мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сайт «Ассоциация кластеров и технопарков России», Akitrf.ru.
2. Пятый ежегодный обзор «Технопарки России - 2019» / Л.В. Данилов, Е.А. Кашинова, Е.И. Кравченко и др. М.:АКИТ РФ, 2019 – 110 с. ISBN 978-5-9500897-4-9.
3. Журнал «Коммерсант Деньги» №37 www.kommersatn.doc/2805703.
4. Сайт «Стартапы, бизнес, технологии», Сабур Ибрагимов, Лучшие технопарки России – это дорогие столовые.
5. Третий ежегодный обзор «Технопарки России – 2017» / Л.В. Данилов, И.В. Голубкин, М.А. Лабудин и др., Ассоциация развития кластеров и технопарков. – М.: АКИТ РФ, 2017 – 198 с.

ЦЕНТР АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Е.Ф. Клюкман, А.С. Пономарёв
Научные руководители: Д.В. Штрак, А.С. Лунев

Аннотация

В статье описано применение технологии прямого цифрового производства литейных форм. Указаны мероприятия для увеличения производительности высокотехнологичных линий изготовления отливок на АО «Арсеньевская авиационная компания «Прогресс». Выполнен расчёт стоимости и сроков подготовки литейного производства. Выявлены ключевые проблемы подготовки литейного производства и предложены мероприятия по решению проблем. Выполнен анализ рынка отливок в РФ.

В работе представлены пять иллюстраций и три таблицы.

Ключевые слова: 3D принтер, литейное производство, аддитивные технологии, прямое цифровое производство, литьё, рынок сбыта отливок

Описание бизнес-модели проекта

АО ААК «ПРОГРЕСС» изготавливает отливки из сталей, алюминиевых и магниевых сплавов для предприятий авиационной, ракетостроительной и машиностроительной отраслей России, обеспечивая их отливками при мелкосерийном производстве в течение короткого срока и по конкурентной цене за счёт изготовления оснастки аддитивными методами из песка и полимеров.

Потребители

Тип клиента: юридические лица

Описание клиента:

Клиент АО ААК «ПРОГРЕСС» – средний и крупный бизнес, который занимается механической обработкой металлических деталей и сборкой агрегатов и изделий.

Потенциальные клиенты – юридические лица, которым необходимо мелкосерийное литьё и прототипы отливок по технологии литья под низким и гравитационным давлением в песчаные формы.

Исследование литейных производств России

Литейные заводы поставляют отливки на механические и сборочные предприятия. С 2010-х гг. в РФ складывается тенденция востребованности механическими заводами опытных экземпляров отливок в одну или несколько штук. При стандартной технологии, когда применяются станки ЧПУ, стоимость литейной оснастки будет в несколько десятков раз превышать стоимость отливки. Аддитивная песчаная/полимерная оснастка позволяет сократить срок поставки отливок и её стоимость.

Согласно исследованиям поставщиков 3D оборудования, таких как UnionTech, TWIZE 3d system, SIUSystem, OSTЕК, себестоимость отливки сокращается минимум вдвое, срок изготовления сокращается от 2 до 10 раз.

Первый пример. На одном из предприятий-конкурентов данного проекта, согласно серии интервью с руководителями восьми литейных предприятий России, проведённых авторами данной работы [2], чтобы выполнить заказ на отливку стоимостью 100 тыс. рублей, завод изготовил оснастку стоимостью 1 млн рублей. Заказчику отливки выставили счёт в 1 100 000 рублей, Рис. 1.

Комментарий: предприятие обладающее технологиями изготовления аддитивной оснастки смогло бы изготовить эту отливку за меньшие деньги и время – в данном случае была необходима технология аддитивной песчаной оснастки, которой обладает АО ААК «ПРОГРЕСС».

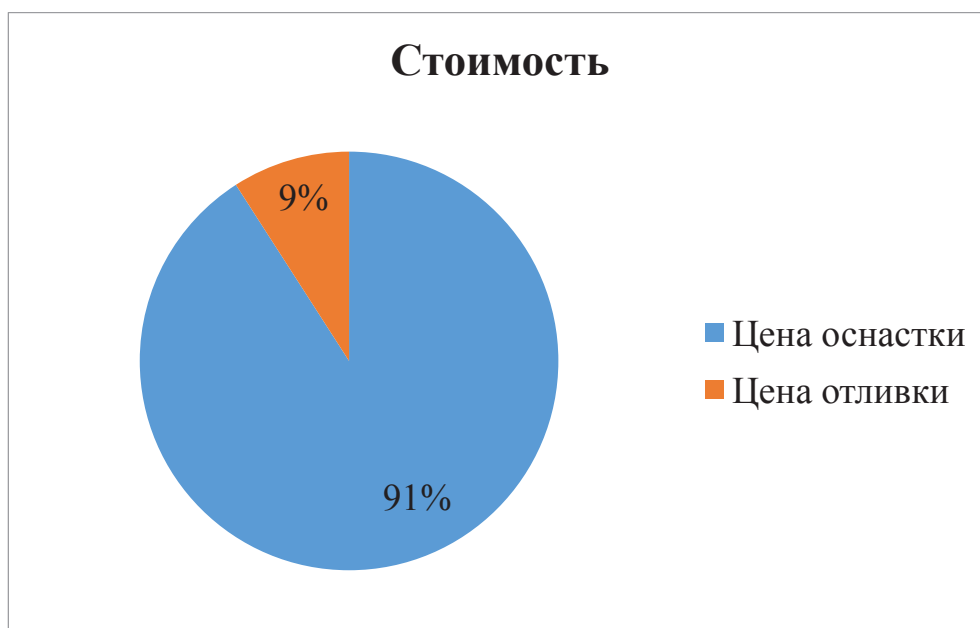


Рис. 1. Соотношение цены отливки и оснастки при партии 1 шт

Второй пример. Чтобы выполнить заказ на поставку нескольких отливок в течение трёх месяцев, специалистам одного из предприятий согласно интервью, пришлось нарушить все устоявшиеся бизнес-процессы. Весь завод работал на один заказ, а руководитель уровня технического директора самостоятельно ходил и подписывал документы у ведущих специалистов в обход сложившимся процедурам, чтобы завершить задачу в срок. Отливка нужна была только одна.

Комментарий: ни один завод не может работать в таком темпе, а тенденция востребованности опытных экземпляров ежегодно растёт.

Третий пример. Завод АО ААК «ПРОГРЕСС» применяет технологию производства аддитивной песчаной оснастки с 2013 г. Данная технология позволяет экономить на подготовке производства и сокращать стоимость конечного коммерческого продукта (отливки) для заказчика.

Комментарий: отсутствует потребность изготавливать на единичные заказы отливок серийную оснастку из металла и/или пластика, показанную на Рис. 2.

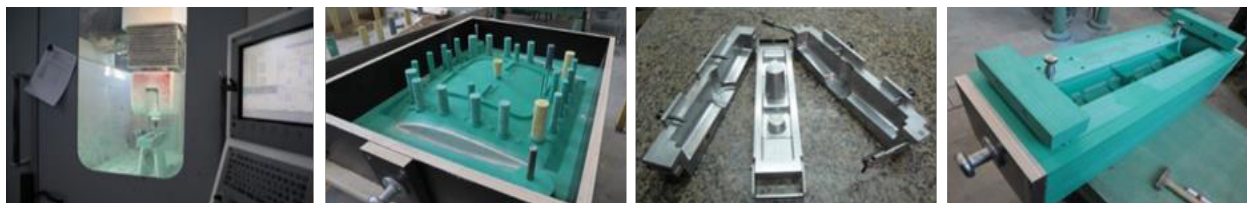


Рис. 2. Примеры модельной оснастки для литья ХТС и ЛВМ

На Рис. 3. представлены примеры аддитивной оснастки, выполненные на 3D принтерах без необходимости изготавливать модельную оснастку.



Рис. 3. Аддитивная оснастка ХТС – слева, и ЛВМ – справа

Анализ проблем литейных предприятий в РФ на основе восьми проблемных интервью с руководителями/заместителями литейных предприятий, представлен на Рис. 4.

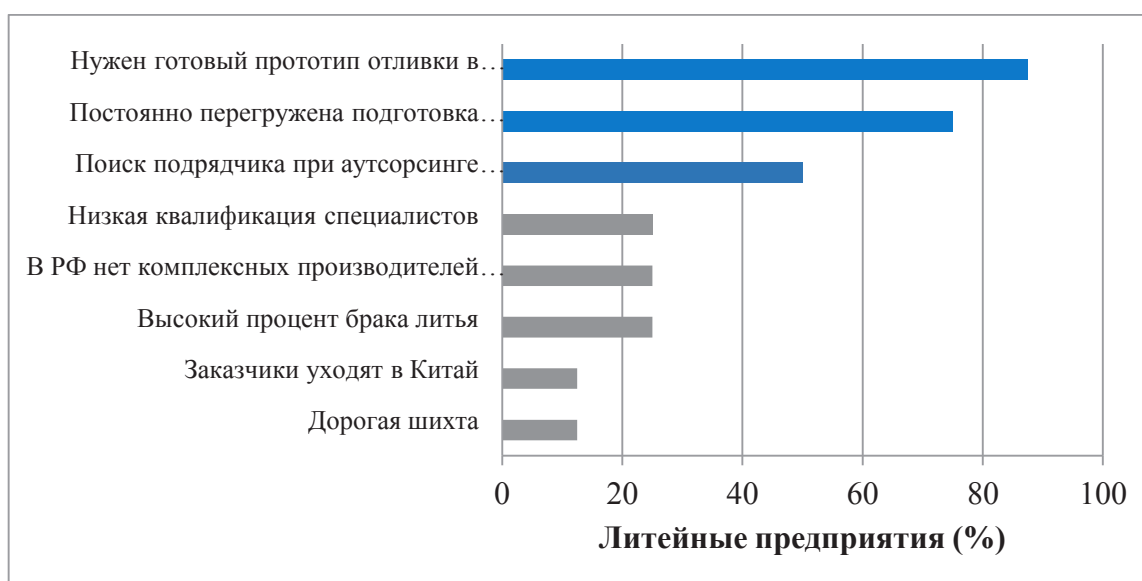


Рис. 4. Проблема литейных предприятий

Анализ проблем поставщиков отливок показывает, что заказчикам нужны опытные образцы отливок в кратчайшие сроки. Первые три проблемы возможно решить с внедрением и развитием аддитивных технологий для изготовления литейной оснастки.

Рынок

Количество потенциальных потребителей

Согласно общероссийскому классификатору видов экономической деятельности, нас интересуют следующие отрасли [3]:

25 Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования;

28 Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки;

29 Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов;

30 Производство прочих транспортных средств и оборудования.

Согласно сайта анализа количества предприятий по ОКВЭД в РФ [4], возможно найти количество организаций, подходящих под портрет клиента (см. выше). Также следует отметить, что сумма выручки от 800 млн рублей в год для портрета клиентов обусловлена гипотезой, что предприятия с меньшим объёмом выручки хотя попадают под указанные виды деятельности, фактически могут основные объёмы выручки получать за счёт сдачи аренды своих помещений под непрофильные предприятия (например, супермаркеты и кафе), Табл. 3.

Таблица 3

**Количество потенциальных заказчиков отливок
АО ААК «ПРОГРЕСС» по портрету клиента**

ОКВЭД	Кол-во предприятий с выручкой 800 млн – 2 млрд рублей в год	Кол-во предприятий с выручкой более 2 млрд рублей в год
25	257	145
28	228	151
29	115	128
30	45	56
Итого	1125	

Согласно мнениям экспертов отрасли, одно предприятие из указанных ОКВЭД тратит на отливки в среднем 35 млн рублей в год. Общий объём рынка отливок в РФ составит:

$1125 \text{ заводов} \times 35 \text{ млн} = 39\,375\,000\,000 \text{ рублей в год}$

Конкуренты

Прямые

Согласно Российской Ассоциации Литейщиков [5] в РФ существует 232 конкурентов АО ААК «ПРОГРЕСС». Это как литейные заводы, так и предприятия полного цикла.

Косвенные

- Предприятия, которые изготавливают металлические изделия путём 3D-печати.
- Механические и сварочные заводы, которые изготавливают чистовые детали на ЧПУ-оборудовании, в т.ч. с последующей сваркой.

Иностранные

- Поставщики из Европы.
- Азиатские поставщики.

Конкуренты по поставке отливок в РФ представлены на Рис. 5. Два ключевых критерия сравнения с АО ААК «ПРОГРЕСС» - сложность изготовления заказов, и скорость выполнения сложных заказов при условии аддитивной печати оснастки на АО ААК «ПРОГРЕСС».

Также представлены четыре центра прямого цифрового производства в РФ: 3D Shop, AT, 3D Control, Siu System. Данные предприятия не обладают литейными мощностями, но оказывают комплексные услуги по аддитивному производству.



Рис. 5. Сравнение с конкурентами-поставщиками отливок

Патентный поиск

Ключевой элемент техпроцесса литья – литниково-питающая система и литейная оснастка. Проведён патентный поиск по указанным параметрам на Роспатенте. Не обнаружено патентования в этих направлениях среди отечественных предприятий.

Порядок реализации проекта

К данному моменту выполнен ряд работ для реализации проекта:

1. Сбор и аккумуляция информации о затратах литейного производства и основных средствах;
2. Анализ поставщиков материалов и оборудования 3D-печати;
3. Выбор площадки для размещения Центра, разработка планировки;

4. Утверждение этапа предпроектной подготовки на АО ААК «ПРОГРЕСС»;
5. Разработка общей презентации о развитии литейного производства с целью демонстрации директору холдинга АО «Вертолеты России», где Центр аддитивных технологий в литейном производстве – один из подпроектов.

Что предстоит сделать в краткосрочной перспективе:

1. Карточка проекта КР1 согласно методологии проектного офиса;
2. Ключевые показатели проекта;
3. Цели проекта;
4. План-график проекта;
5. Устав проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сайт проверки и анализа российских юридических лиц и предпринимателей rusprofile.ru.
2. 12-й Всероссийский конкурс «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики – 2020». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Сборник аннотационных работ. – Типография «Логотип», 2020 – 288 с., ISBN 978-5-4465-3002-1, стр. 266 – статья «Центр компетенций «МОДЕЛИРОВАНИК», Е.Ф. Клюкман, Ю.О. Герман.
3. Классификатор ОКВЭД http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/
4. Сайт для анализа количества предприятий по ОКВЭД в РФ <https://www.testfirm.ru/otrasli/>
5. Российской Ассоциации Литейщиков ruscastings.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНВЕРТОПЛАНА В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ

А.Н. Критинко, М.П. Микова

Научные руководители: Е.Г. Бородушкина, С.И. Боровкова

Аннотация

В работе исследованы современные виды летательных аппаратов, не требующих взлётно-посадочной полосы и осуществляющие вертикальный взлёт и посадку. Для Дальнего Востока универсальным средством передвижения способен выступить конвертоплан - гибрид самолёта и вертолёт. На основе анализа преимуществ и недостатков существующих аналогов спроектирована перспективная модель конвертоплана с ранее не встречающейся конструкцией. Отличиями предлагаемой модели являются: применение фенестронов, композиционных материалов, задействование хвостового простран-

ства для расположения дополнительного винта. Эффективность данной модели подтверждают результаты расчёта конкурентоспособности.

Ключевые слова: конвертоплан, перспективы в России, авиация, инновации, летательный аппарат, труднодоступные районы Приморского края, преимущества и недостатки гибридов, композитные материалы.

Annotation

Airplanes and helicopters are not absolutely universal machines: airplanes need a runway, and helicopter flights are very expensive. For the Far East, a convertiplane - a hybrid of an airplane and a helicopter-can act as a universal means of transportation. Based on the analysis of the advantages and disadvantages of existing analogues, a promising model of a tiltrotor with a previously unknown design is designed. The differences of the proposed model are: the use of fenestrons, composite materials, the use of the tail space for the location of the additional screw. The effectiveness of this model is confirmed by the results of the competitiveness calculation.

Key words: tiltrotor, prospects in Russia, aviation, innovations, aircraft, remote areas of Primorsky Krai, advantages and disadvantages of hybrids, composite materials.

Автодорога 05К-442 заканчивается в Тернее. А что там дальше, на север? Немногочисленные деревни, посёлки, горные вершины и водопады, притягивающие туристов. За Тернеем и телефонная связь обрывается. Дорога до одного из населённых пунктов этой сложной местности пролегает по множеству перевалов, является извилистой и довольно опасной. К тому же, эта дорога не обслуживается - в сносном состоянии её поддерживает дереводобывающая компания.

Без связи ещё прожить можно, а вот, когда до ближайшей «цивилизации» без машины не добраться, а путь занимает около 5 часов, туристов, попавших в беду, зачастую не удаётся вовремя обнаружить, а непредсказуемое и опасное морское побережье может стать опасным и для не экстремальных туристов. Значит необходим другой способ передвижения в случаях крайней необходимости.

Конечно, используемые спасателями вертолётные более, чем надёжны, но скорость их передвижения не всегда позволяет оказать своевременную помощь, а быстрым самолётам необходима специально оборудованная взлётно-посадочная полоса.

В таком случае выходом из такой сложной ситуации выступает конвертоплан.

Конвертопланы - это винтокрылые летательные аппараты (ЛА), способные осуществлять вертикальный взлёт и посадку, как вертолёт, и длительный высокоскоростной полёт, как самолёт, совершающие эти два режима полёта с помощью преобразуемой несущедвижительной системы. Благодаря повышению аэродинамического качества и снятию ограничений скорости, присущих в горизонтальном полёте вертолётному несущему винту (срыв потока, волновой кризис), конвертопланы имеют скорости полёта, близкие к скоростям дозвуковых самолётов, и существенно большую по сравнению с вертолётами дальность полёта и транспортную производительность.

Недостатки ЛА конвертопланового типа:

- невозможность проведения спасательных работ и аварийной посадки при отказе двигателя из-за высокой скорости воздушного потока, создаваемого лопастями;
- высокая понижающаяся нагрузка на двигатели в режиме зависания в воздухе;
- низкие КПД и надежность по сравнению с вертолетами;
- высокая стоимость.

Преимущества ЛА конвертопланового типа включают в себя:

- возможность взлета и посадки с ограниченной территории по сравнению с самолетом;
- возможность летать быстрее и на большие расстояния по сравнению с вертолетом.

Идея создания конвертопланов в мире витает давно. Начиная с 30-х годов, конструкторы в России, Европе и Америке с большим энтузиазмом ухватились за идею создания «вертолета-самолета». Проектировщики изобретали самые разнообразные схемы перевода летательного аппарата из вертикального в горизонтальный полет.

Первым в мире конвертопланом, запущенным в серийное производство, могла бы стать не американская, а советская машина. КБ Миля машину Ми-30 начало создавать в 1972 году. Изготовление опытных образцов и их испытания было запланировано на период с 1986 по 1995 год, но этот период оказался тяжелым для страны и все проектные работы и испытания были свернуты.

Наша страна довольно поздно осознала, что сильно отстает от США в этой области. Холдинг «Вертолеты России» занялись этой проблемой только в 2015 году. Поначалу проектирование самолета с вертикальным взлетом и посадкой было рассчитано на заказчиков нефтегазового сектора, которым предлагали эффективную машину для мониторинга, разведки и прочих действий в удаленных регионах (чаще всего назывался Крайний Север), где не существует аэродромов.

В настоящее время военные, тоже обратили внимание на создаваемые проекты конвертопланов. Разработка в ОКБ Яковлева самолета с вертикальным взлетом и посадкой заинтересовала Министерство обороны РФ. Таким образом, и самолеты вертикального взлета и посадки и конвертопланы должны быть предназначены в первую очередь, для эксплуатации в ВМФ РФ, а также как многоцелевые конвертопланы для обслуживания дальневосточного региона, и что побудило создать современный облик конвертоплана.

Для определения общего вида проектируемого конвертоплана был произведен обзор уже имеющихся машин данного типа.

1. Фирмы Белл и Боинг в 1982 г. разработали многоцелевой конвертоплан V-22 «Оспри» (рисунок 1), первый полет которого состоялся в 1989 г., а первый серийный аппарат поступил в эксплуатацию в 1999 г. Общий вид конвертоплана представлен на рисунке 1.

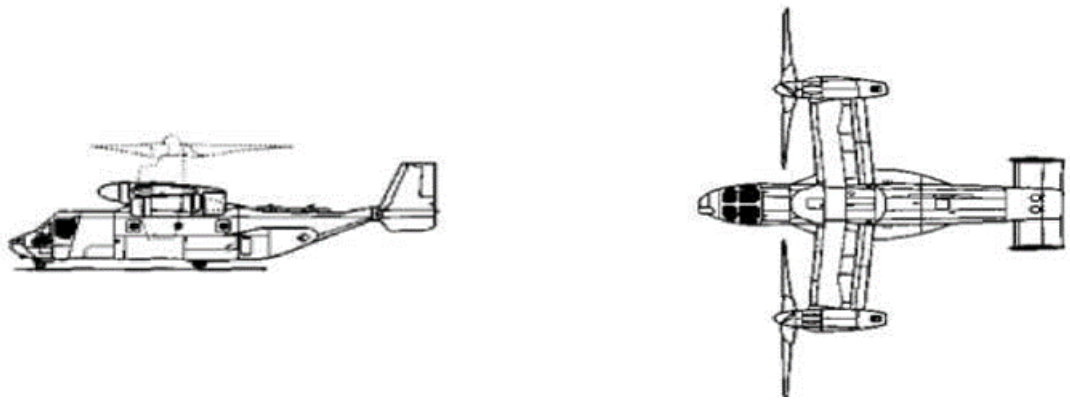


Рис. 1. Конвертоплан с поворотными винтами и неподвижным крылом V-22 "Оспри" фирмы Белл и Боинг (США)

2. Корпорация Bell/Agusta Aerospace Company разработала конвертоплан гражданского назначения с поворотными двигательными установками ВА609. ВА609 (рисунок 2) является первым аппаратом подобного типа, предназначенным для коммерческого применения. С технической точки зрения ВА609 представляет собой довольно сложную конструкцию, состоящую из наиболее современных технологических достижений. К числу его особенностей относится широкое применение композиционных материалов, в частности, герметичный стеклопластиковый фюзеляж с алюминиевыми силовыми элементами, обогреваемые углепластиковые лопасти, электродистанционную систему управления, стеклянную кабину с комплексом оборудования, которое обеспечивает всепогодное применение аппарата. В целом конструкция выполнена в соответствии с концепцией безопасной повреждаемости и соответствует нормам летной годности самолетов и вертолетов транспортной категории. К началу ноября 2006 года его общий налет уже составлял 100 часов. На рисунке 2 представлен общий вид конвертоплана гражданского назначения.



Рис. 2. Конвертоплан гражданского назначения с поворотными двигательными установками ВА609

Недостатки аппаратов с поворотными винтами, имеющими большую нагрузку на ометаемую площадь, заключаются в большой мощности, потребляемой ими на режиме висения, большой скорости потока, отбрасываемого винтами, и, как следствие, в невозможности проведения спасательных работ и совершения аварийной посадки на режиме авторотации в случае отказа двигателей. Отмеченные недостатки вместе со сложной конструкцией аппаратов, малой весовой отдачей, меньшей надежностью, чем у вертолетов, и высокой стоимостью явились причинами того, что эти конвертопланы не вышли из стадии экспериментальных исследований.

3. Фирмы Хиллер, Линг-Темко-Воут и Райан (США) разработали четырехвинтовой аппарат с поворотными крыльями и винтами ХС-142А.

На взлете и посадке реактивные вращающие моменты уравниваются путем разного направления вращения левой и правой пары винтов. Поперечное управление обеспечивается дифференциальным управлением осевых шарниров винтов, а продольное - дополнительным рулевым винтом, установленным в хвостовой части аппарата.

В данной схеме отсутствуют потери тяги от обдувки крыла, присущие схемам с поворотными винтами и неподвижным крылом. На переходных режимах возможен частичный срыв потока на крыле. Конвертоплан с поворотными крыльями и винтами ХС-142А Представлен на рисунке 3.

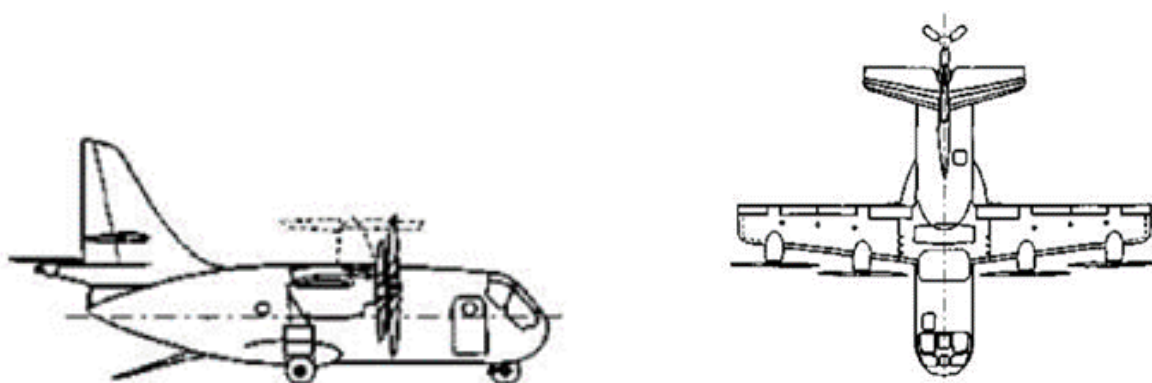


Рис. 3. Конвертоплан с поворотными крыльями и винтами ХС-142А

4. Американская компания Bell Helicopter в 2013 году представила проект конвертоплана третьего поколения Bell V-280 Valor (рисунок 4). Особенностью конструкции нового конвертоплана стало неподвижное размещение двигателей: при переходе в самолетный режим полета поворачивают только воздушные винты.

Еще одной отличительной чертой машины было V-образное массивное хвостовое оперение, позволяющее несколько уменьшить эффективную площадь рассеяния. Конвертоплан оснащен электродистанционной системой управления с тройным дублированием каналов.



Рис. 4. Конвертоплан с поворотными винтами Bell V-280 Valor

Проект советского многоцелевого конвертоплана Ми-30, разработанный МВЗ имени М. Л. Миля под руководством М. Н. Тищенко в 1972 году. Внутри конструкторского бюро у данной конструкционной схемы существовало собственное название «винтоплан». Многоцелевой конвертоплана Ми-30 представлен на рисунке 5.



Рис. 5. Многоцелевой конвертоплана Ми-30

Главной задачей являлось обеспечение таких параметров скорости и дальности полёта, которые бы превосходили аналогичные параметры вертолётов. Конвертоплан Ми-30 рассматривался в качестве замены многоцелевого вертолёта Ми-8 в перспективе.

В качестве силовой установки предполагалось использование двух двигателей ТВЗ-117, расположенных над грузовой кабиной, которые должны были приводить в действие посредством трансмиссии два несущетянущих винта, диаметр которых составлял 11 м каждый.

Отмеченные недостатки присущи также конвертопланам с поворотными крыльями. Несущетянущие винты этих аппаратов близки по характеристикам и конструкции к самолетным воздушным винтам.

В настоящее время пристальное внимание уделяется разработке беспилотных конвертопланов различных, в том числе и «экзотических», аэродинамических схем.

Интерес и спрос на проектирование и применение БПЛА конвертопланового типа, изготовленных по различным аэродинамическим схемам, все больше растет. Так, основным требованием при создании БПЛА является снижение его веса, обеспечение надежности дистанционного управления и эффективности схемы конструкции, а также разработка инновационных решений, позволяющих улучшить эти показатели. С этой целью при проектировании предпринимаются усилия по удовлетворению условий увеличения КПД беспилотного летательного аппарата во время горизонтального полета и увеличения коэффициента аэродинамического качества с 5-6 единиц до 10.



Рис. 6. а) электроконвертоплан «Project Zero»,
б) состояние роторов конвертоплана при горизонтальном полете

Кроме того, особенности полета на большой высоте, отсутствие звукового эффекта и очень низкое тепловыделение затрудняют обнаружение БПЛА с системой питания типа ЗМ.

Демонстрация экспериментального образца БПЛА «Project Zero» конвертопланового типа, электродвигатель которого был изготовлен по схеме, вращающейся на 90°, а энергоснабжение обеспечивалось аккумуляторной батареей (АБ), состоялась в 2011 году. Во время остановки лопасти электродви-

гателей конвертоплана направляются навстречу ветру, и их вращение служит заполнению АБ (рис. 2, а, б). Отказ от гидравлических и механических систем трансмиссии повышает надежность и выносливость конструкции. Во время горизонтального полета основная подъемная сила обеспечивается крыльями ЛА, а дополнительная устойчивость полета - небольшим V-образным хвостом. В некоторых случаях предусмотрено использование конвертоплана в «вертолетном режиме». С целью уменьшения веса ЛА и увеличения маневренности можно снять части крыльев. Компания «Agusta-Westland» проводит исследовательские работы по созданию гибридной версии энергосистемы конвертоплана.



Рис. 7. Конвертоплан типа «Urban Aeronautics Air Mule»

Изготовленный израильской компанией «Urban Aeronautics» в 2008 году конвертоплан типа «Urban Aeronautics AirMule» конструктивно состоит из двух лопастей на корпусе и хвосте (рис. 3.). БПЛА может быть использован для эвакуации раненых бойцов из зоны боевых действий. Основанная в 2001 году компания «Urban Aeronautics» производит как военные, так и гражданские БПЛА («Centaur», «X-Hawk»)

На основе проведенного анализа предлагается создать модель конвертоплана, которая объединяла бы преимущества всех моделей- прототипов.

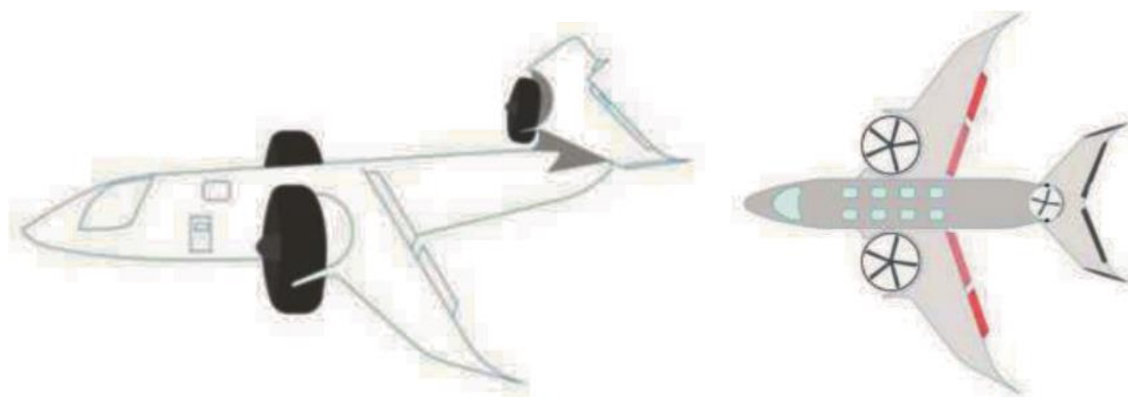


Рис. 8. Общий вид предлагаемого конвертоплана

Данная модель выглядит довольно футуристично: форма крыла имеет каплевидную форму, фюзеляж так же имеет сложную форму, отличающуюся от формы фюзеляжа самолёта. Вся обшивка выполнена из композитных материалов, в том числе и фенестроны. Общий вид предлагаемого конвертоплана представлен на рисунке 8.

Проектируемый конвертоплан имеет три вентилятора, два из которых расположены в крыле по обе стороны от фюзеляжа, и один в хвосте.

Конвертоплан планируется использовать, для пассажирских перевозок между городами, между городом и пригородом, а также использовать при перевозке грузов, для мониторинга промышленных объектов и строительства, для защиты и охраны леса, в сельском хозяйстве, для работы служб спасения, полиции, санитарной авиации. Данная модель может эксплуатироваться военными так же, как вертолёт.

Подъемная сила для вертикального взлета и посадки создается двумя крыльевыми винтовыми двигателями, которые имеют конфигурацию фенестрона и являются поворотными, а также хвостовым винтом такого же типа. Хвост, помимо фенестрона, так же включает горизонтальное оперение для возможности маневрирования в полёте по-самолётному.

Сравнительная характеристика летно-технических характеристик предлагаемого конвертоплана и аналогов-прототипов представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика
летно-технических характеристик**

Характеристика	Значение по типам конвертопланов				
	Ми-30	Bell V-22	XC-142A	Bell V- 280	Предлагае- мый
Взлетная масса, т	10,6	21,545	17	26,0	12,0
Полезная нагрузка, т	5,0	9,5	5,445	4,5	7,0
Дальность полета, км	800	953	1320	3000	3000
Максимальная скорость полета, км/ч	600	638	693	520	700
Максимальный потолок, км	5,0	2,0	6,1	7,62	7,5

Для оценки конкурентоспособности предлагается методика, основанная на единичных показателях, характеризующих каждый выбранный технический или экономический параметры. В ходе расчетов проводится сопоставление параметров анализируемого изделия - конкурента с уровнем, заданным потребностью потребителя, и сравнение полученных результатов.

Интегральный показатель (показатель конкурентоспособности) представляет собой отношение группового показателя по техническим параметрам к групповому показателю по экономическим параметрам:

$$J = G_m \setminus G_3 \quad (1)$$

где G_m - групповой показатель по техническим параметрам;

G_3 - групповой показатель по экономическим параметрам.

Интегральный показатель объединяет единичные показатели по однородной группе параметров (технических, экономических, эстетических) с помощью весовых коэффициентов, определенных экспертным путем.

$$G = \sum a_i x_i \quad (2)$$

где a_i - весовой коэффициент, определяемый экспертным путем.

Технические параметры ЛА использованы те, что приведены в таблице

К экономическим параметрам относится себестоимость одного летного часа. Полученные результаты заносятся в таблицу 2.

Единичные показатели отражают процентное отношение уровня какого - либо технического или экономического параметра к величине того же параметра, продукта - конкурента.

Если $J < 1$, то анализируемое изделие уступает образцу, если $J > 1$, то оно превосходит изделие - конкурент по своим параметрам.

После проведенных расчетов можно сделать следующий вывод.

Расчеты показали, что проектируемый образец конвертоплана превосходит оба прототипа. Наибольшее влияние оказали такие параметры как: взлетная масса, полезная нагрузка, крейсерская скорость. Несмотря на увеличение стоимости летного часа по сравнению с конвертопланами - конкурентами, перечисленные показатели оказали доминирующее влияние на интегральный показатель конкурентоспособности.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод: конвертоплан не просто полезная, но и необходимая машина в отдаленных районах Приморья. Предлагаемая модель является конкурентоспособной - это выявлено при сравнении прототипами. Добавлю: модель многоцелевая, что позволит охватить большую часть нужд потребителя: конвертоплан можно использовать для грузо-пассажироперевозок, поисковых и спасательных операций, мониторинга, а также данный летательный аппарат подходит для использования в военных целях.

Таблица 2

**Технические и экономические показатели
сравниваемых конвертопланов**

Наименование сравниваемых параметров	Про- ект	Ми- 30	Bell V- 280	a	Q1	Q2	G1	G2
Технические характеристики								
Взлетная масса, т	12	10,6	26	0,1	1,1321	0,4615	0,1132	0,0462
Полезная нагрузка, т	7	5	4,5	0,45	1,4000	1,5556	0,6300	0,7000
Дальность полета, км	3000	800	3000	0,15	3,7500	1,0000	0,5625	0,1500
Максимальная ско- рость полета, км/ч	700	600	520	0,25	1,1667	1,3462	0,2917	0,3365
Максимальный потолок, км	7,5	5	7,62	0,05	1,5000	0,9843	0,0750	0,0492
Итого				1			1,6724	1,2819
Экономические характеристики								
Стоимость летного часа, тыс. руб.	31,5	26,7	29,3	1	1,1798	1,0751	1,1798	1,0751

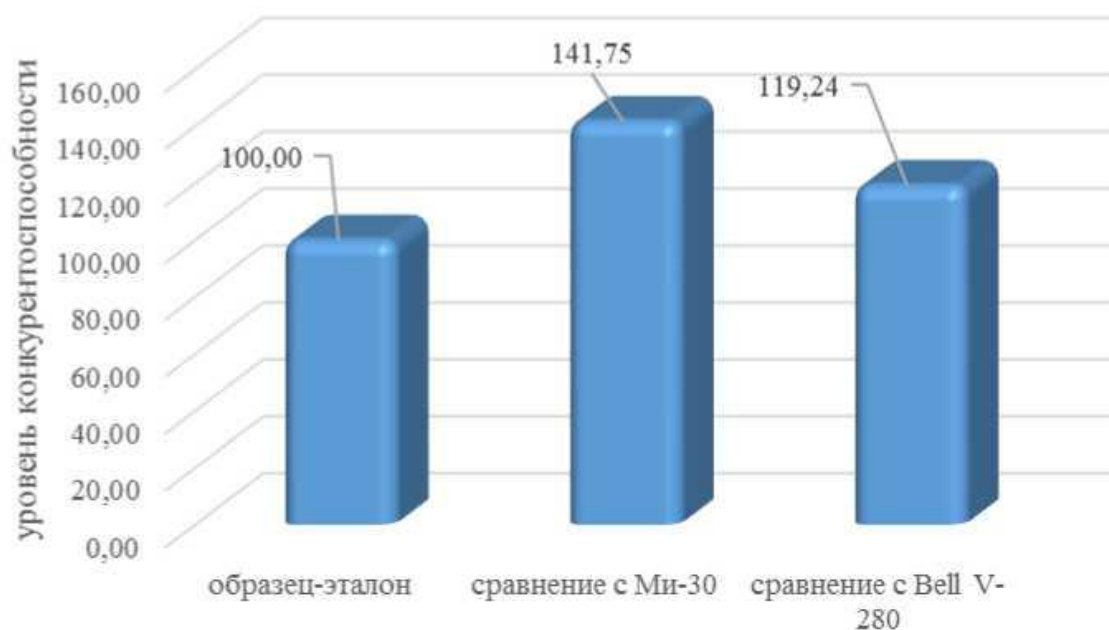


Рис. 9. Конкурентоспособность спроектированного конвертоплана по сравнению с двумя аналогичными ЛА

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Уголок неба - большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.airwar.ru/lanow.html>. - 24.04.2014 г.
2. Черкасов, С. Производство российских конвертопланов потеснит США [Электронный ресурс] / С. Черкасов. - Режим доступа: [https:// cont. ws/post/134159](https://cont.ws/post/134159). - 14.10.2015 г. ВА609
3. Agusta Westland представила конвертоплан «Project Zero» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://wartime.org.ua/5748-agusta-westland-predstavila-konvertoplan-project-zero.html>. - 21.03.2013 г.
4. Вентиляторный конвертоплан дальнего радиуса [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://warfiles.ru/110738-ventilyatornyy-konvertoplan-dalnego-radiusa.html>. - 04.03.2013 г.
5. Машиностроение: энциклопедия. Самолеты и вертолеты. Кн. 2 [Текст] / под ред. К.В. Фролова и др. - Машиностроение. - 21. Проектирование, конструирование и системы самолетов и вертолетов [Текст] / Г.В. Новожилов, Р.А. Беяков, Н.К. Лисейцев и др.: под общ. ред. А.М. Матвиенко. 2002 - 999 с. 11. Техническая информация, ЦАГИ [Текст] / 1998 г. - Вып. 1-2. - 60 с.

**СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА
МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПАНЕЛЕЙ
ПЛАНЕРА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
НА БАЗЕ АО «АРСЕНЬЕВСКАЯ АВИАЦИОННАЯ
КОМПАНИЯ «ПРОГРЕСС» ИМ. Н.И. САЗЫКИНА»**

Е.Е. Оноприенко, К.А. Лопатин

Научные руководители: А.С. Лунев, Т.А. Грищенко

Аннотация

Металлизация – надежная защита поверхностей различных изделий. Под металлизацией понимают процесс нанесения специального слоя металла на металлические, бетонные, стеклянные и пластмассовые поверхности для придания им высокой жаро-, износо- и коррозионной стойкости, а также повышения декоративных качеств изделий.

В данной работе рассматривается проект по созданию высокотехнологичного цифрового производства панелей корпуса вертолета и деталей планера других летательных аппаратов (ЛА), изготовленных из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с поверхностью, модифицированной нанесением тонкого сплошного металлического покрытия – металлизированных ПКМ.

Инициатор проекта: Акционерное общество «Арсеньевская авиационная компания «Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» (АО ААК «ПРОГРЕСС»).

ВУЗ: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет».

Период реализации проекта: 2019-2021гг.

Ключевые слова: летательный аппарат; полимерный композиционный материал; газотермическое напыление; молниезащита; роботизированный технологический комплекс; технология производства.

В последние годы наблюдается значительный рост применения ПКМ в конструкциях планера ЛА. Изготовление крупногабаритных элементов крыла, отсеков фюзеляжа и других конструкций из ПКМ на сегодняшний день являются одними из передовых направлений в мировом авиастроении и позволяют значительно улучшить технико-экономические характеристики ЛА.

Объем использования ПКМ в конструкции планера современных зарубежных самолетов достигает по весу: Boeing 787 (США) – 50%, Airbus A380 (Европа) – 30%; Airbus A350 (Европа) – 50% (С.П. Савин. Применение современных композиционных материалов в конструкции планера самолётов семейства МС-21. Известия Самарского научного центра РАН, т.14, №4(2), 2012). В конструкции истребителя пятого поколения MacDonnell-Douglas (F-22 Raptor) доля композиционных материалов составляет 60%, а в современном ударном вертолёте Tiger, разработанным франко-германским консорциумом Eurocopter, конструкция фюзеляжа на 80% состоит из ПКМ на основе углеродного волокна и кевлара (www.airspot.ru).

Первыми российскими пассажирскими воздушными судами, в конструкции которых широко используются ПКМ, стали региональный самолет Sukhoi Superjet (SSJ) и магистральный самолет MC-21. В их конструкциях доля композиционных материалов достигла 35-40%.

В программе развития одного из мировых лидеров вертолётостроения ПАО «Вертолёты России» заканчиваются работы над созданием тяжёлого и лёгкого вертолёт, построено несколько летных экземпляров вертолета Ка-62 находящегося на этапе сертификационных испытаний. Доля композитных материалов новых поколений в их конструкциях доходит до 60%.

Однако переход разработчиков авиационной техники на использование в конструкции планера летательного аппарата обшивок из ПКМ на относительно большой площади омываемой поверхности наряду с весовыми и технологическими преимуществами требует решения ряда проблем.

Одной из проблем, связанных с использованием в конструкции самолетов полимерных композиционных материалов, является защита от поражения молниями, которая имеет два аспекта. Первый аспект - диссипация электрического разряда молнии по наружной поверхности конструкции. Воздействие молнии на ПКМ приводит к неприемлемому разрушению конструкции. Второй аспект - защита радиоэлектронного оборудования от действия тока очень высокого напряжения и частоты при разряде. В случае цельнометаллических конструкций алюминиевая обшивка обеспечивает электропроводность и, как следствие, необходимую защиту. ПКМ являются диэлектриками.

Для обеспечения молниезащиты и электропроводности поверхностей композитных панелей наиболее широко используются металлические сетки и фольги, наклеиваемые на наружную поверхность композитного материала, либо прокладываемые в препрег в качестве приповерхностного слоя. Применение металлических сеток и фольг приводит к существенному повышению массы планера (на 150...300г/м²). Заделка металлической сетки в неметаллическую панель с выводом электрического контакта на кромку является сложной технологической операцией, приводящей к существенному повышению себестоимости изготовления из-за высокой вероятности появления неисправимого брака. Состыковка панелей требует зачистки их краёв до обнажения сеток с последующими операциями по обеспечению надёжного электрического контакта, а ремонт и восстановление выгоревших участков металлической сетки очень сложны, так как заделка сетки в ПКМ происходит в процессе формования композитной панели.

Ниже перечислены основные электротехнические проблемы, которые естественным образом решались в металлической токопроводящей конструкции:

- выравнивание потенциала статического электричества (снятие заряда статического электричества с обшивки ЛА);
- получение на поверхности диэлектрических материалов проводника для прохождения тока разряда молнии (обеспечение молниезащиты планера ЛА);

- отражение внешней оболочкой (обшивкой) облучающего электромагнитного излучения (снижение заметности на экранах РЛС);
- получение отражающей поверхности под излучающими антеннами (формирование расчётной диаграммы направленности антенных устройств);
- экранирование собственного оборудования от электромагнитного излучения собственных радиоантенн (обеспечение электромагнитной совместимости собственного оборудования с собственными электромагнитными излучателями);
- выполнение экранирования оборудования для исключения наводок от внешних полей (электромагнитная защищённость).

Традиционно, каждое из перечисленных электротехнических требований на диэлектрических панелях из ПКМ выполняется узкоспециализированным техническим решением:

- выравнивание потенциала статического электричества – нанесением дополнительного к системе лакокрасочного покрытия токопроводящего грунта;
- получение на поверхности диэлектрических материалов проводника для прохождения тока разряда молнии – шины, сетка;
- отражение внешней оболочкой (обшивкой) облучающего электромагнитного излучения – установка сетки для обзорных РЛС, фольги – для стрельбовых РЛС;
- получение отражающей поверхности под излучающими антеннами – наклеивание фольги площадью $\sim 1 \dots 2 \text{ м}^2$;
- экранирование собственного оборудования от электромагнитного излучения собственных радиоантенн – наклеивание фольги на внутреннюю сторону панели;
- выполнение экранирования оборудования для исключения наводок от внешних полей – изготовление корпусов оборудования только из металла.

Выполнение всех электротехнических требований на неметаллическом планере подразумевает применение всех перечисленных технических решений на каждой неметаллической панели. В результате планер из ПКМ может получиться тяжелее металлического.

Кроме утяжеления ЛА необходимость использовать фольги и листовой металл в конструкции панелей из ПКМ влечет к существенным технологическим проблемам, связанным, помимо необходимости выполнять дополнительные производственные операции, с неизбежными и неконтролируемыми термическими деформациями и остаточными напряжениями, возникающими в процессе изготовления автоклавным способом. Эти факторы приводят увеличению трудоемкости на этапе сборки ЛА, отклонениям в геометрических параметрах готового изделия, увеличенным рискам разрушения мест крепления панелей к силовому набору в процессе эксплуатации.

Таким образом, использование новых высокотехнологичных композиционных материалов, отличающихся наличием как можно более тонкого

сплошного металлического покрытия, не ухудшающего ни один из других параметров ПКМ, позволяющего единым техническим решением выполнить все электротехнические требования к планеру ЛА, является крайне актуальной задачей, способной оказать заметное положительное влияние на отечественное авиа- и вертолетостроение.

Цель нашего проекта это:

Создание высокотехнологичного цифрового производства панелей корпуса вертолета и деталей планера других летательных аппаратов, изготовленных из полимерных композиционных материалов с поверхностью, модифицированной нанесением тонкого сплошного металлического покрытия – металлизированных полимерных композиционных материалов.

Проект направлен на создание высокотехнологичного цифрового производства панелей корпуса вертолета и деталей планера других летательных аппаратов (ЛА), изготовленных из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с поверхностью, модифицированной нанесением тонкого сплошного металлического покрытия – металлизированных ПКМ.

Ключевые задачи, решаемые в проекте, связаны с производственно-технологическим обеспечением высокотехнологичного цифрового производства металлизированных панелей из ПКМ, а именно:

- 1) Разработка, создание и постановка в производство интеллектуального роботизированного технологического комплекса металлизации ПКМ РТКМет, реализующего в автоматическом режиме специальную технологию газотермического напыления металла на ПКМ;
- 2) Модернизация исполнительных устройств – металлизаторов, ранее созданных Заявителем и Исполнителем проекта в виде действующих макетов (прототипов), и разработка версий металлизаторов, предназначенных для использования в условиях опытно-промышленного производства.

В результате выполнения Проекта будут получены важнейшие научно-технические и технологические результаты:

1. Разработка и внедрение уникального роботизированного технологического комплекса металлизации композитных панелей корпуса вертолета и деталей планера других летательных аппаратов.
2. Создание высокотехнологичного цифрового производства корпусных деталей планера летательных аппаратов, обеспечивающее улучшенные эксплуатационные качества выпускаемой вертолетной техники.

Ожидаемые социально – экономические эффекты от реализации проекта следующие: а) Приобретение новых и расширение имеющихся компетенций в части изготовления полимерных композиционных панелей для летательных аппаратов; б) Будет произведена «обкатка» технологии, в результате чего появится возможность передавать ее другим заинтересованным предприятиям на возмездной основе, что приведет к получению дополнительной выгоды; в) Повышение культуры производства, престижности работы на новом высокотехнологичном оборудовании; г) Снижение себестоимости продукции приведет к росту прибыли. Это позволит, в частности, платить увеличенные

зарплаты ППП и ИТР. Проект является реализуемым с точки зрения финансового состояния инициатора, высокой экономической эффективностью разрабатываемого и внедряемого высокотехнологичного производства.

В настоящее время в России и в мире одним из самых перспективных направлений в авиационном производстве является автоматизация технологических процессов механической обработки изготавливаемых деталей. Значимость использования в конструкции планера металлизированных ПКМ заключается в обеспечении необходимых ЛА свойств:

- а) молниезащиты;
- б) снятия (выравнивание потенциала) статического электричества;
- в) работоспособности антенн за счет создания подстилающей поверхности;
- г) обеспечения электромагнитной совместимости бортового оборудования (снижения взаимного электромагнитного влияния), при одновременном:
 - а) снижении дополнительно веса, связанного с обеспечением электропроводности наружной поверхности панели из ПКМ, в 2 ...3 раза по сравнению с традиционными техническими решениями (использование металлических сеток и фольг)
 - б) увеличении технологичности производства ЛА;
 - в) снижении себестоимости производства панелей корпуса вертолета на 5...8%. Разрабатываемый в проекте ПКМ РТКМет не имеет аналогов в России. Зарубежные производители существующих в мире аналогов не раскрывают принципы функционирования и технические характеристики своих комплексов.

Разрабатываемый в рамках проекта уникальный роботизированный технологический комплекс металлизации композитных панелей корпуса вертолета и деталей планера других летательных аппаратов и высокотехнологичное цифровое производство корпусных деталей планера летательных аппаратов, обеспечит улучшенные эксплуатационные качества выпускаемой вертолетной техники в АО ААК «ПРОГРЕСС». В перспективе возможно распространение опыта использования на ведущих предприятиях, входящих в состав российского холдинга «Вертолеты России».

Создаваемый в АО ААК «ПРОГРЕСС» уникальный роботизированный технологический комплекс металлизации композитных панелей корпуса вертолета и детали планера других летательных аппаратов и высокотехнологичное цифровое производство корпусных деталей планера летательных аппаратов приведет к повышению производительности труда и снижению себестоимости, повышению качества выпускаемой продукции. В конечном счете, повысит конкурентоспособность продукции.

Внедрение новых технологий повысит культуру производства, улучшит условия труда, снизит возможность травматизма, уменьшит экологическую нагрузку на окружающую среду, а также повысит работоспособность при наименьших затратах, повысит продажи за счет меньших затрат времени изготовления деталей из ПКМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ключев В.В., Соснин Ф.Р. Современные радиационные системы неразрушающего контроля // Дефектоскопия. - 1993. № 1. - С. 65-71.
2. Ключев В.В., Соснин Ф.Р. Современное состояние цифровой рентгено-техники // Дефектоскопия. - 1999. № 4. С. 56 - 66.
3. Соснин Ф.Р. Современные методы и средства цифровой рентгенографии (обзор) // Заводская лаборатория. 1994. -Т. 60. № 6. - С. 2834.
4. Нуделмэн С., Рерих Х., Кэпп М.П. Электронно оптическая цифровая рентгенография. Часть III. Устройства формирования изображения и принципы проектирования систем. - ТИИЭР, 1982, 70, № 7, с. 33 - 48.
5. Лебедев М.Б., Сидуленко О.А., Удод В.А. Выбор параметров многоканальных непрерывно сканирующих систем цифровой рентгенографии. - Контроль. Диагностика, 2007, № 12, с. 17 - 26.
6. Лебедев М.Б., Сидуленко О.А., Удод В.А. Оптимальный выбор параметров многоканальных непрерывно сканирующих систем цифровой рентгенографии.- Дефектоскопия, 2009, № 10, с. 58 - 77.
7. Удод В.А., Лебедев М.Б., Клименов В.А., Солодушкин В.И., Темник А.К. Оптимизация параметров многоканальных непрерывно сканирующих систем цифровой рентгенографии — Дефектоскопия, 2011, № 2, с. 55-62.112. <http://zniorb.narod.ru/lit/1.OIIMZoN.pdf>.

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПЕРЕНОСНОГО ГИДРОСТЕНДА ДЛЯ ОПРОБОВАНИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ ВЕРТОЛЕТА ТИПА КА-52

М.О. Маркевич, Р.А. Биляс
Научный руководитель: А.С. Борисенко

Аннотация

Современный переносной гидравлический стенд легкий в техническом обслуживании, он используется для контроля, тестирования узлов, технологических систем, агрегатов воздушного судна, при работе которых применяется большое давление. Дело в том, что на данный момент в эксплуатирующих организациях, приобретающих вертолет Ка-52 и его модификации, отсутствуют переносные гидравлические стенды в связи с тем, что универсальные переносные гидравлические стенды не способны реализовать должное обслуживание.

Ключевые слова: гидравлический стенд.

Annotation

The modern portable hydraulic stand is easy to maintain. It is used for control, testing of units, technological systems and aircraft units, during which high pressures are applied. The fact is that at the present time, operating organizations pur-

chasing the Ka-52 helicopter and its modifications do not have portable hydraulic stands due to the fact that universal portable hydraulic stands are not able to provide proper maintenance.

Key words: hydraulic stands

Цель работы

Доказать необходимость разработки переносного (передвижного) стенда гидравлического для отработки гидросистемы вертолета типа Ка-52.

Любой эффективный контроль и отработка гидравлических агрегатов, систем, специальных отдельных элементов не обходится без специализированного оборудования – гидравлического стенда.

Гидравлический стенд – это комплексная система оценки, тестирования, контроля разнообразных объектов, которые в процессе эксплуатации подвергаются действию давления.

Вопрос современного решения данной задачи заключается в том, что в реалиях современного рынка проектировщики и разработчики должны учитывать ряд критериев:

- назначение гидростенда;
- технические характеристики;
- комплектность поставки;
- использование в конструкции систем измерения (СИ), которые включены в Госреестр СИ РФ;
- импортозамещение;
- удобство в эксплуатации.

В данный момент в эксплуатирующих организациях используются согласно «Руководству по эксплуатации вертолета Ка-52» специальное оборудование – УПГ-300.

УПГ-300 – это универсальный подвижный агрегат для проверки гидравлических систем воздушного судна в наземных условиях.

Специальное оборудование УПГ-300: смонтировано в специальном металлическом кузове, устанавливаемого на шасси автомобиля ЗИЛ-131, и состоит из силовой установки, гидравлического оборудования, пневматической и электрической систем.

Оборудование гидроустановки позволяет производить:

- одновременную проверку до трех гидравлических систем воздушного судна как с наддувом, так и без наддува гидробаков;
- дозаправку гидравлических систем воздушного судна рабочей жидкостью;
- опрессовку гидравлических систем и агрегатов и проверку их на прочность;
- питание электрооборудования воздушного судна постоянным током;
- зарядку пневмоагрегатов газом (азотом или воздухом).

Технические характеристики УПГ-300:

Габаритные размеры установки, мм: 8100 х 2720 х 3350

Масса полностью заправленной установки (с водителем), кг: 15700

Температура окр. среды для обеспечения нормальной работы, °C: ± 45
Обслуживающий персонал, чел: 1
Количество систем, шт: 3
(При одной работающей системе)
Производительность, л/с: 0,2-1,7
Давление, МПа (кгс/см²): 5-26 (50-260)
(При двух или трех необъединенных одновременно работающих системах)
Суммарная производительность, л/с: до 2,3
Давление, МПа (кгс/см²): до 21 (до 210)
(При работе двух объединенных систем)
Суммарная производительность, л/с: до 1,8
Давление, МПа (кгс/см²): до 21 (до 210)
Рабочая жидкость: масло АМГ-10
Тонкость очистки жидкости, мкм: 5-6
Допустимая температура жидкости, °C: +90
Максимальное давление, создаваемое гидротрансформатором, МПа (кгс/см): 60 (600)
Емкость гидробаков, м(л): 16×10^{-4} (100)
Общая емкость гидросистемы, м(л): 20×10^{-4} (120)
Рабочее давление газа, МПа, (кгс/см): 35 (350)
Тонкость очистки газа, мкм: 40
Количество баллонов, шт: 2
Давление наддува гидравлических баков, МПа (кгс/см): 0,13-0,35 (1,3-3,5)
Давление зарядки пневматиков и агрегатов, МПа (кгс/см): 0,1-1 и 1,5 (1-10 и 150)
Тип генератора: ГСР-СТ-.12000ВТ-П
Мощность генератора, кВт: 12
Режим работы: длительный
Напряжение постоянного тока, В: 28,5
Тип аккумуляторной батареи: 6СТЭ-128М
Количество батарей, шт: 2.

Основным недостатком данной установки является ее габариты. Эксплуатирующие организации хотели бы помимо данного оборудования иметь портативное, которое было бы легче в эксплуатации, обслуживании и передвижении.

Далее рассмотрим стенд для отработки гидросистемы 999.7872/9610 00.000, изготовленный на заводе АО ААК «Прогресс» в 2013 г.

Стенд предназначен для отработки основной и общей гидросистем вертолетов типа Ка-52.

Технические характеристики:

Габаритные размеры установки, мм: 1780/1000/1100

Тип стенда: передвижной электрогидравлический

Насос: НП92А-5 - плунжерный

Количество независимых систем, шт.: 2

Рабочая среда: масло АМГ-10

Напряжение питания, В: 380

Рабочее давление нагнетания, Мпа (кгс/см²): 8-9, (80⁺¹⁰)

Диапазон температур окружающей среды, °С: -10+45

Диапазон температур рабочей жидкости, °С: +25+90

Режим работы: непрерывная работа

Точность очистки жидкости, мкм: 7

Производительность при рабочем давлении нагнетания и +25°С, л/мин: 40/40

Независимая система охлаждения: отсутствует.

Недостатки данного стенда заключаются в следующих аспектах:

- 1) При постоянном использовании данного стенда (необходимость обслуживания большого количества вертолетов в короткий промежуток времени) в условия летнего сезона стенд имеет склонность к перегреву. Это недопустимо для обслуживания вертолета КА-52 Экспортного исполнения на территории инозаказчика «818».
- 2) Плунжерный насос НП92А-5 так же имеет ряд недостатков:
 - Большая пульсация
 - прерывистая подача и, как следствие дополнительные расходы энергии на пульсацию скорости потока;
 - наличие клапанов;
 - значительная масса и габаритные размеры;
 - трудность регулирования подачи и невозможность реверса;
 - более сложный ремонт и эксплуатация;
 - сложнее привод от электродвигателя к насосу;
 - ограниченность частоты рабочих ходов из-за возрастания инерциальных сил и трудности создания быстродействующих клапанов.

Рассмотрим для сравнения с имеющимися стенд из предлагаемых на сегодняшнем рынке, он имеет наиболее приближенные характеристики к необходимым в нашем случае – Стенд отработки гидросистемы вертолетов МИ-8, МИ-17 и их модификаций ЦСА.СА 013М.00.00.000.

Стенд предназначен для отработки основной и дублирующей гидросистем вертолетов по отдельности, или двух гидросистем одновременно, путем подключения к бортовой гидропанели и создания давления и расхода подаваемой рабочей жидкости. Для удобства работы стенд имеет дополнительный переносной пульт управления.

Технологические характеристики:

Габариты изделия, мм: 2255/1100/1350

Сухая масса изделия, кг: 800

Насос: аксиально-поршневой

Количество независимых систем: 2

Режим работы: непрерывная работа

Напряжение питания, В: 380/220

Сила тока, потребляемая установкой, А: 80

Мощность потребления, кВт: 40

Режим работы: непрерывная работа

Рабочее давление нагнетания, кгс/см²: 85/85

Производительность при рабочем давлении нагнетания и +25°C, л/мин: 30/30

Точность фильтрации, мкм: 12-16

Диапазон температур эксплуатации окружающей среды, °C: -45+65

Диапазон температур рабочей жидкости, °C: -30+65

Количество независимых систем охлаждения: 2

Преимуществом данного стенда является несколько факторов:

- 1) Это наличие независимых систем охлаждения, что исключает возможность перегрева.
- 2) Наличие аксиально-поршневого насоса, который имеет ряд достоинств:
 - большая мощность при сравнительно компактных размерах и небольшом весе;
 - из-за небольших размеров рабочих узлов момент инерции незначителен;
 - существует возможность резкого изменения частоты вращения;
 - возможность нормального функционирования при достаточно высоком уровне давления.

Но, к сожалению, данный передвижной гидравлический стенд не удовлетворяет всех технических требований, которые предъявляются к гидростенду для отработки гидросистемы вертолета типа Ка-52.

Технические характеристики, необходимые для стенда по отработке гидросистемы вертолета типа Ка-52:

Габариты изделия, мм: 2000/1200/1000

Сухая масса изделия, кг: 500

Насос: аксиально-поршневой

Количество независимых систем, шт: 2

Напряжение питания, В: 380

Рабочее давление нагнетания, Мпа (кгс/см²): 8-9, (80⁺¹⁰)

Давление опрессовки труб и рукавов изделия при температуре рабочей жидкости от 50°C до 60°C, Мпа (кгс/см²): до 14 (до 140)

Режим работы: непрерывная работа

Сила тока, потребляемая установкой, А: 80

Диапазон температур эксплуатации окружающей среды, °C: -45+65

Диапазон температур рабочей жидкости, °C: -30+65

Точность фильтрации, мкм: 6

Производительность при рабочем давлении нагнетания и +25°C, л/мин: 40/40

Наличие системы охлаждения.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод, что разработка нового переносного (передвижного) стенда для отработки гидросистемы вертолета типа Ка-52 необходима, т.к. на сегодняшнем рынке нет подобных стендов, удовлетворяющих все потребности обслуживания данных вертолетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Паспорт на стенд для отработки гидросистемы 999 $\frac{7872}{9610}$ 00.000 – 25 с.
2. «Авиационное технологическое оборудование» АВИАТЕХНАБ, - 15 с.
3. 171 Черниговский ремонтный завод. Универсальная подвижная гидро-установка УПГ-300. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www/171charz.com/products/15-universalnaya-podvizhnaya-gidroustanovka-upg-300.html>.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КУКА ДЛЯ ОБРЕЗКИ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Д.В. Пименов

Научный руководитель: Н.А. Дроздова

Аннотация

В данной статье автором рассматривается применение промышленного робототехнического комплекса КУКА на производстве для обрезки литниковой питающей системы. Произведён анализ и предложения по улучшению имеющегося инструмента на участке робота. Рассматриваются особенности и сложности обработки магниевого литья. Осваивается программирование робототехнического комплекса, производится анализ ошибок и сбоев при исполнении управляющей программы на роботе. Исследуются способы сканирования и базирования детали. Итогом работы является ряд существенных предложений по улучшению работы участка робота. Внесены изменения по улучшению работы программного обеспечения. Выявлены проблемные и узкие места робототехнического участка.

Ключевые слова: робототехнические комплексы, роботы, точность, программирование, программное обеспечение, инструмент, магний, базирование.

Полностью автоматизированное производство уже стало обычным явлением для промышленности развитых стран: роботы – сварщики, роботы-клепальщики, роботы – шлифовальщики, успешно работают на современных производствах.

В авиационной промышленности большая часть деталей изготавливается из литейных заготовок. Это приводит к тому, что требуется набор дополнительных операций для подготовки заготовки к механообработке. Традиционно этот процесс выполняется человеком посредством ручного механизированного труда. Применение робототехнических комплексов позволяет увеличить производительность, повысить точность выполняемых операций, заменить человека на опасных и вредных участках, либо там, где требуется монотонная, однообразная работа.

Роботизированные комплексы обеспечивают большую гибкость, точность и значительно повышают эффективность производства.

Прежде всего нужно разобраться, что такое робот. Термин робот образован от славянского слова работа, который означает тяжелый труд. Официально определение промышленного робота звучит следующим образом: «робот – свободно программируемый, управляемый программой манипулятор».

Классификация роботов

В зависимости от общей прикладной области роботов можно разделить на промышленных и сервисных.

Промышленный робот состоит из манипулятора, в том числе приводов, и контроллера, включая пульт обучения и аппаратный или программный коммуникационный интерфейс. Манипулятор робота можно программировать по трем или более степеням подвижности в зависимости от задач автоматизации. (см. Рисунок 1).

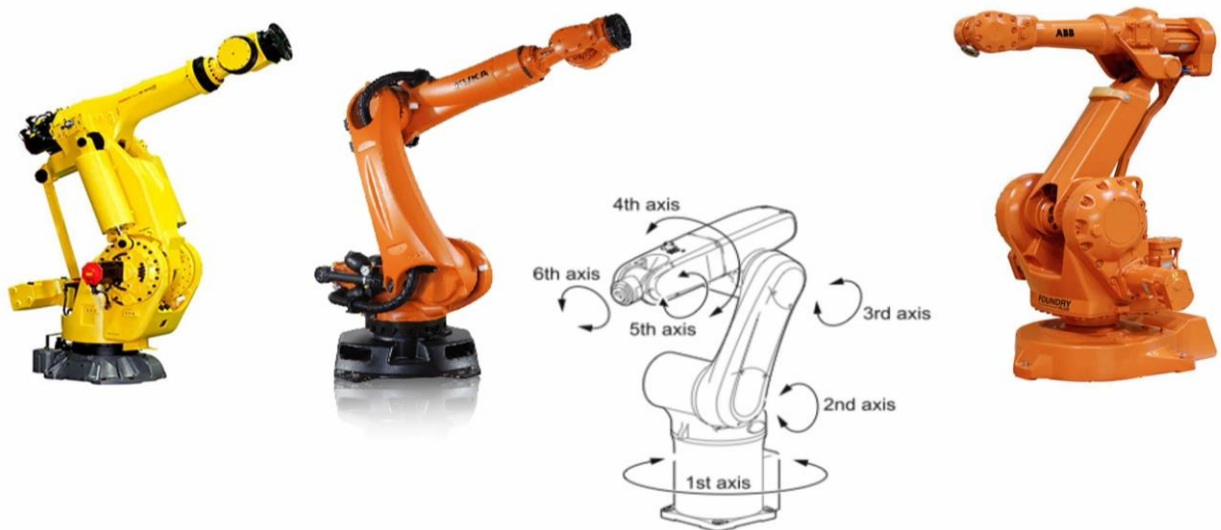


Рис. 1. Шарнирный робот с шестью степенями свободы

Промышленная робототехника предназначена для выполнения основных и вспомогательных операций производственного цикла без участия человека.

Общая классификация промышленных роботов содержит от 7 до 12 классификационных признаков. Вот несколько примеров частных классификаций по наиболее важным признакам.

По характеру выполняемых операций промышленные роботы делятся на:

- технологические (выполняют основные операции — обработку, сборку, сварку, окраску);
- вспомогательные (используют для обслуживания основного технологического оборудования: установка — снятие заготовок, транспортно-складские и другие операции);
- универсальные (сочетают признаки первых двух групп).

Области применения промышленных роботов

Промышленные роботы дают возможность автоматизировать все виды операций. Сфера применения довольно широка: заготовительное производство, механообработка, сварочное производство, сборочное производство, термообработка, гальванические и лакокрасочные покрытия, транспортно – накопительные системы (см. Рисунок 2). В обрабатывающей промышленности отрасли лидеры по покупкам роботов: это автомобильная промышленность и электроника.

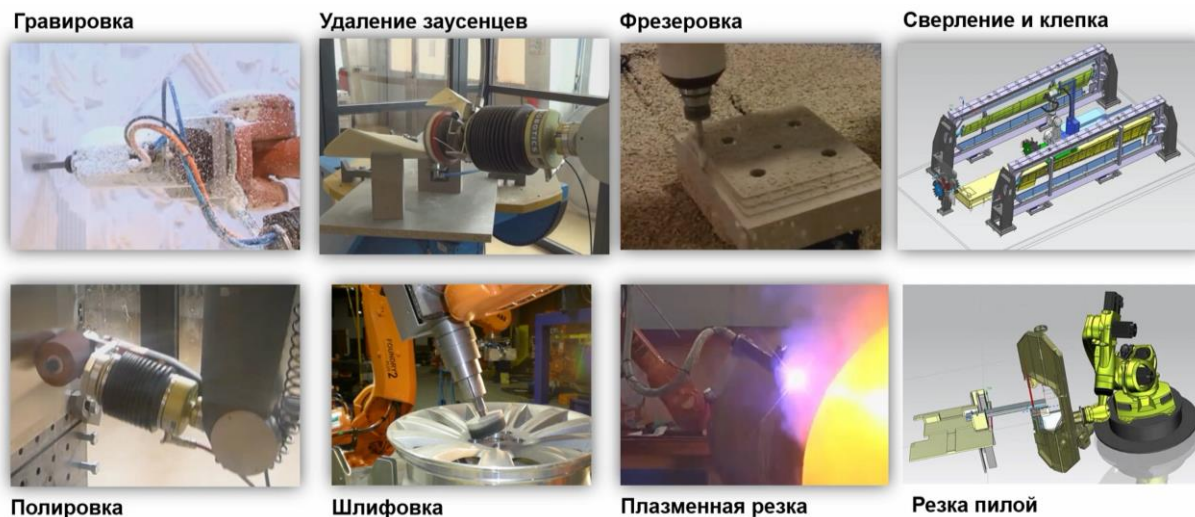


Рис. 2. Области применения промышленных роботов

Роботы применяются практически во всех отраслях промышленности, их целесообразность применения диктуется прежде всего интересами человека, удобством и безопасностью работы.

В данной работе руководством отдела № 514 была поставлена задача, выяснить причины недозагрузки робототехнического комплекса KUKA.

Для решения поставленной задачи, нашим бюро были поставлены следующие цели:

- устройство и конструктивные особенности робототехнического комплекса KUKA для обработки литниковых систем;
- применение инструментальной базы РТК KUKA при обработке литниковых систем;
- особенности и сложности обработки магниевого литья;
- принцип сканирования и базирования детали;
- методы программирования робототехнического комплекса KUKA;
- организация рабочего места инженера-программиста на участке робототехнического комплекса KUKA.

Устройство и конструктивные особенности робототехнического комплекса KUKA для обрезки литниковых систем.

Объектом освоения в данной работе является робототехнический комплекс KUKA. Робототехнический комплекс состоит из промышленного робота KUKA (см. Рисунок 3) и двухосевого L – образного позиционера.

Промышленный робот KUKA:

1. Система управления (шкаф управления)
2. Манипулятор (механика робота)
3. Пульт управления и программирования (KUKA smartPAD)

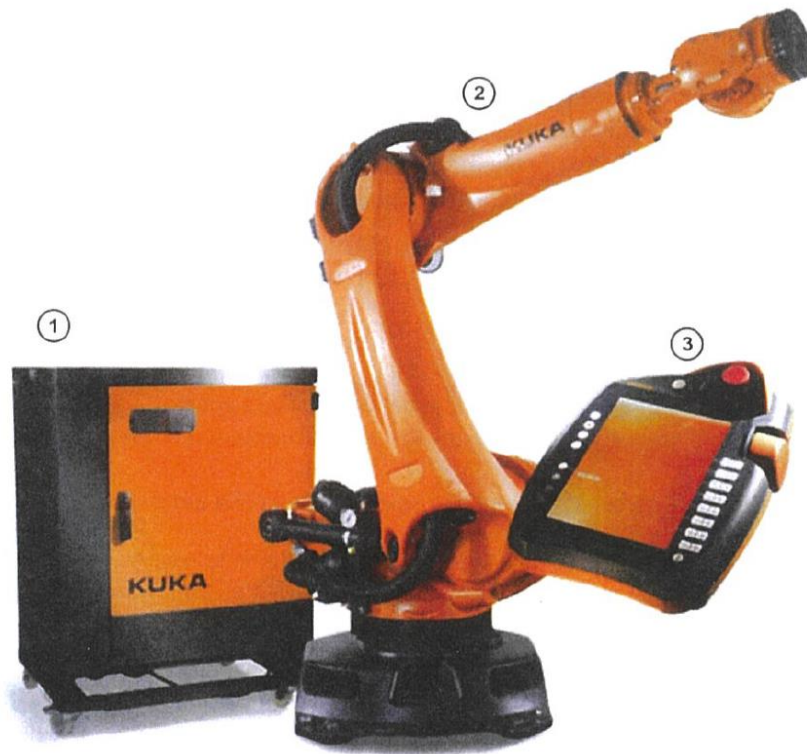


Рис. 3. Промышленный робот KUKA

Механика робота KUKA

Манипулятор – собственная механика робота. Он состоит из определенного количества подвижных соединенных друг с другом звеньев (осей). Речь идет о кинематической цепочке (см. Рисунок 4).

1. Манипулятор (механика робота)
2. Запуск кинематической цепочки: основание робота (ROBROT)
3. Свободный конец кинематической цепочки: фланец (FLANGE)

A1 – A6 Оси робота 1 – 6

Перемещение отдельных осей выполняется посредством направленного регулирования серводвигателей. Они соединены через редукторы с отдельными компонентами манипулятора. Серводвигателями управляет система управления роботом: управление шестью осями робота, а также дополнительными внешними осями.

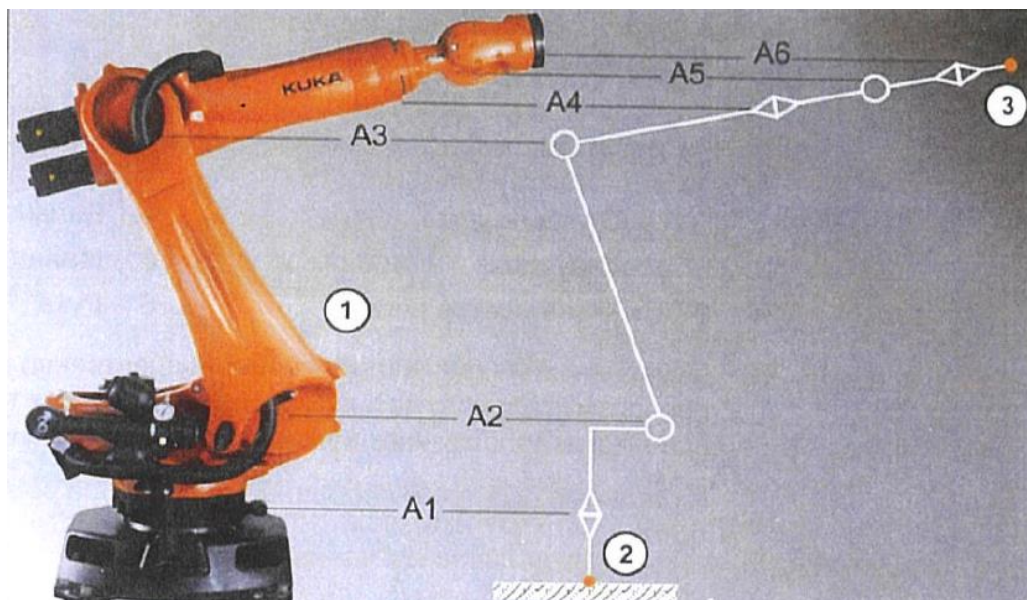


Рис. 4. Механики робота

Для расширения рабочего пространства роботов применяются позиционеры различного типа, как одно осевых, двух осевых в зависимости от решаемых задач (см. Рисунок 5).

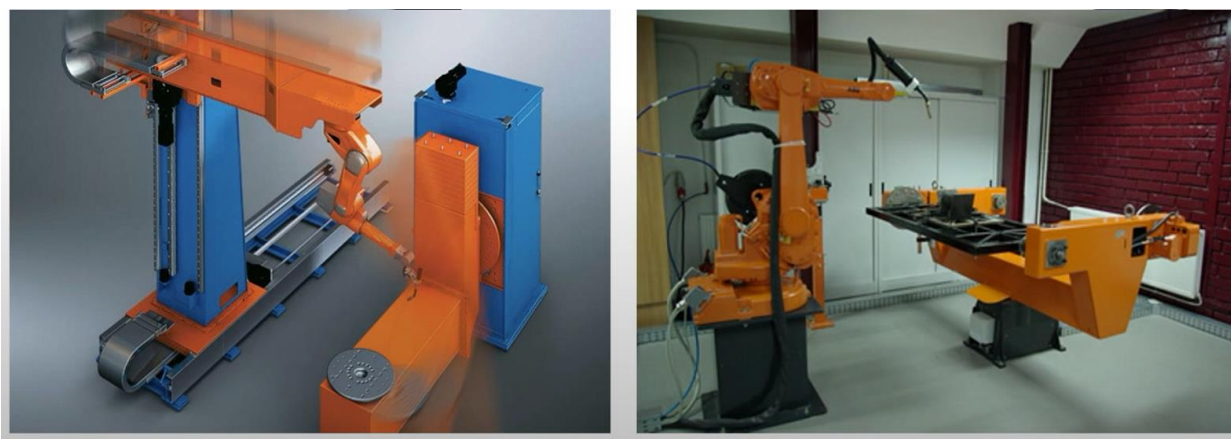


Рис. 5. Позиционеры

На робототехническом комплексе KUKA реализован двухосевой L – образный позиционер (см. Рисунок 6). Двухосевой L – образный позиционер предназначен для придания детали оптимального положения, в заранее запрограммированные положения, обеспечивающего наилучшего качества обработки, максимальную производительность и досягаемость всех точек детали роботом. Привод позиционера реализован как дополнительная ось робота и управляется от контроллера. Это обеспечивает вращение установленной на позиционере детали с остальными осями робота.

Значения положения позиционера могут быть заданы в диапазоне от -180^0 до 180^0 (устройство наклона), и от -235^0 до 235^0 (поворот стола).

Позиционер состоит:

1. Опоры;
2. Поворотного стола;
3. Устройство наклона;
4. Противовеса.

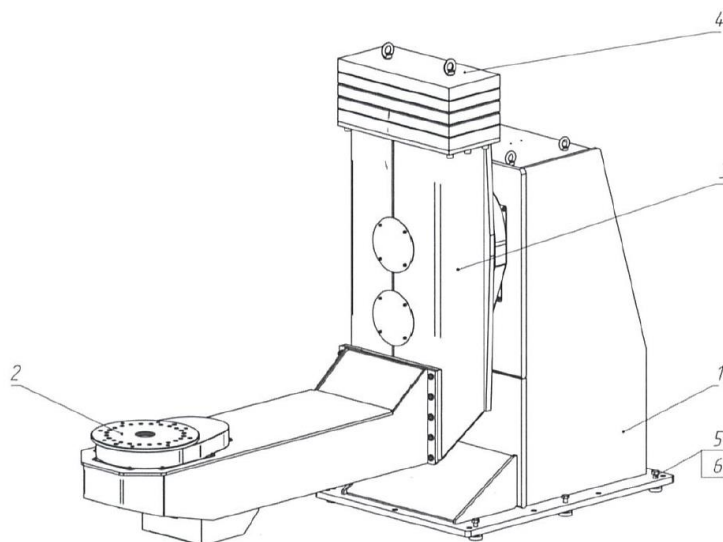


Рис. 6. Двухосевой позиционер робототехнического комплекса KUKA

Фланец манипулятора KUKA предназначен для установки различных устройств: шпиндель, сварочная головка, полировальное устройство с бесконечной лентой, манипулятор, средства измерения (см. Рисунок 7).

- Шпиндель с вращающимся инструментом
- Сенсор усилия
- Различные устройства для обработки
- Различные устройства для измерения
- Захват для заготовки
-



Polishing disk	Arc welding gun	Sealing Device	Linishing Device	Chain saw device

Рис. 7. Устройства устанавливаемые на фланец робота

На фланце манипулятора робототехнического комплекса KUKA установлен шпиндель с максимальным количеством оборотов 18000.

Поскольку для питания работы шпинделя необходима подача электричества, которая осуществляется путем подвода к шпинделю силовых кабелей в защитном гофре. Всё это вносит свои особенности в программирование и управление роботом. Поскольку фланец может вращаться вокруг своей оси от -350° до 350° , возникает опасность перекручивания силовых кабелей с последующим обрывом. Так как робот не учитывает данные кабели, то и встроенной защиты от обрыва нет. Следовательно, ответственность за безопасность данных кабелей лежит на инженере – программисте, который при задании положения робота должен учитывать данный нюанс.

Применение инструментальной базы РТК KUKA при обработке литниковых систем

На данном комплексе основу инструментального магазина составляют дисковые пилы и фрезы (см. Рисунок 8).



Рис. 8. Магазины инструмента на участке робота

При анализе инструментальной базы на участке робота наше бюро столкнулось со следующей проблемой. В магазине находилась только одна сборка с дисковой пилой. Как правило для обрезки литниковых питающих систем (ЛПС) требуются несколько дисковых пил разного диаметра, это обусловле-

но геометрией конкретной детали. Для обработки доступны пилы диаметров: 305, 210, 160 и 100. Для пил с диаметрами 305 – 160 используется один и тот же держатель. Таким образом, если в ходе обработки по программе требуется сменить пилу с одного диаметра на другой, оператору робота приходится останавливать обработку, брать инструментальную сборку и вручную менять диск, затем снова вставлять в магазин и только после этого продолжать обработку. Всё это приводит к прерыванию программы и простоя оборудования.

Нашем бюро было предложено следующее решение проблемы. Так как, крепление пилы к держателю инструмента, происходит через сменную головку, а дополнительные держатели имеются в наличии на складе. Было предложено изготовить конкретную сменную головку на предприятие (см. Рисунок 10).



Рис. 9. Сменная головка

В результате мы сможем использовать все имеющиеся инструментальные сборки с дисковыми пилами, без прерывания программы и простоя оборудования.

Особенности и сложности обработки магниевого литья

Обработка магниевых сплавов сопоставима с обработкой алюминиевых сплавов, основная проблема — это повышенная воспламеняемость по сравнению с алюминием. Литевой магний хорошо обрабатывается острым инструментом с наименьшим числом режущих кромок (двухпёрая фреза) на сравнительно небольших оборотах и большой подаче, чем мельче стружка,

тем выше вероятность воспламенения. При обрезке дисковыми пилами избежать мелкой стружки и пыли не удастся, т.к. дисковая пила имеет большое количество зубьев, к примеру дисковая пила D_305 имеет 64 зуба. Так же при обработке литниковых систем дисковыми пилами, не редко возникает искра. Это связано с тем, что ЛПС может иметь пористую структуру с нежелательными включениями в виде песка (см. Рисунок 10). Следовательно, при механической обработке режущие части дисковой пилы вступают в контакт с песком, что и вызывает появление искры и ускоренный износ инструмента.



Рис. 10. Корпус с дефектами ЛПС и заливами

Одной из основных проблем при разработке управляющих программ является не всегда точное соответствие реальной магниевой отливки с электронной моделью (ЭМ) построенной конструктором. При литейном производстве не всегда возможно получить точную литниковую питающую систе-

му, соответствующую ЭМ. В ходе производства литья возникают различные виды дефектов, такие как: заливы и смещенные литниковые питающие системы.

Это может быть связано с такими факторами как:

- Изменение ЛПС на ПРИН без уведомления конструкторского бюро;
- Изменения при отработке технологии на литейном производстве.

Все эти дефекты и отклонения могут повлиять на безопасность работы инструмента и манипулятора KUKA при обработке, т.к. движения робота запрограммированы на основе ЭМ и попросту не учитывают описанные дефекты и отклонения. Таким образом, если литник будет иметь значительное отклонение от ЭМ, то произойдет столкновение с держателем пилы или фрезы. Наличие заливов может привести к отклонению траектории падения литника, и падение его на работающий инструмент, что может привести к его повреждению. Для предотвращения подобных ситуаций, мной была проанализирована партия отлитых корпусов 8М_1517_261, на которых смещение литников составила от нуля до двух сантиметров. На основе полученных данных, было принято решение задавать траекторию движения инструмента таким образом, чтобы оставался безопасный зазор между литником и держателем инструмента больше двух сантиметров, что гарантировало отсутствия столкновения. Для очистки детали от заливов, находящихся в зонах обработки, было принято решение возложить эту обязанность на оператора робота. Данные требования были четко прописаны в карте наладке. Перед закреплением детали на позиционер, оператор при помощи имеющегося инструмента на участке, удаляет заливы в зонах обработки.

Так же для более точного соответствия электронной модели, было предложено просканировать партию отливок на ATOS (бесконтактная оптическая координатно измерительная машина), и на основании полученной геометрии с наихудшими отклонениями от ЭМ конструктора, построить актуальную модель ЛПС. Данную модель можно будет использовать программистом, для наглядного понимания реальной детали и задание безопасной траектории инструмента.

Принцип сканирования и базирования детали

При подготовке к механической обработке, деталь необходимо закрепить на паллету (технологическая оснастка). Так как на участке робота отсутствует специальная технологическая оснастка для закрепления детали, базирование детали осуществляется при помощи прижимов. В общем случае базированием называется придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. Из теоретической механики известно, что для задания в пространстве определенного положения твердого тела необходимо лишить его шести степеней свободы: трёх поступательных перемещений вдоль осей координат и трёх вращений вокруг этих осей. При механической обработке на станках базированием называется придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траектории движения подачи обрабатывающего инструмента.

При управлении, программировании и пуске промышленных роботов в эксплуатацию системы координат имеют большое значение (см. Рисунок 11). При разработке технологического процесса обработки детали необходимо определить исходную точку перемещений, с которой начинается выполнение управляющей программы.

В системе управления роботом заданы следующие системы координат:

- ROBROT – система координат зафиксирована в основание робота. Является началом координат робота, а также отсчетной точкой для системы координат WORLD.
- WORLD – универсальная система координат, совпадает с системой координат ROBROT, может быть «вынесена» из основания робота.
- BASE – основная система координат. Описывает положение базы по отношению к системе координат WORLD.
- FLANGE – система координат зафиксированная во фланце робота. Это отсчетная точка для систем координат TOOL.
- TOOL – система координат инструмента

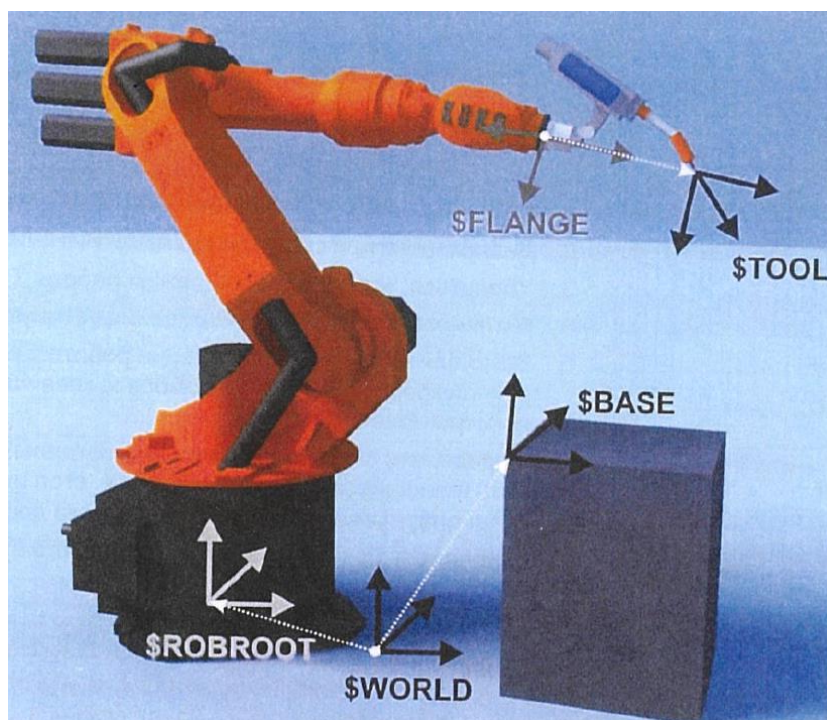


Рис. 11. Системы координат на роботе KUKA

При работе на робототехническом комплексе KUKA приходится иметь дело с тремя системами координат: BASE (MCS), PCK (расчетная система координат), и TOOL.

Основная система координат робота является главной расчетной системой, в рамках которой определяются предельные перемещения осей робота, а также их исходные и текущие положения.

Расчетная система координат (ноль детали) является главной системой для программирования обработки. Она имеет свои оси координат и своё начало отсчёта, относительно которого определены все размеры и задаются координаты всех опорных точек контуров детали. Опорными точками в этом случае считаются точки начала, конца и пересечения или касания геометрических элементов детали, которые образуют ее контур и влияют на траекторию инструмента на технологических переходах.

Система координат инструмента предназначена для задания положения его режущей части относительно державки в момент обработки. Началом отсчета координатной системы инструмента является точка, от которой начинается запрограммированное перемещение рабочего инструмента.

При разработке УП на робототехнический комплекс KUKA разрабатывается две программы:

- Программа сканирования;
- Программа обработки.

Определение нуля детали (РСК) на работе, отличается от ПУ станков. На станках с ПУ привязка к заготовке происходит при помощи измерительного устройства щуп или кончиком инструмента. Оператор определяет базовые поверхности заготовки путем касания щупом (см. Рисунок 12). Ось Z это обычно верхняя или нижняя поверхность заготовки, для большей точности измерение данной плоскости происходит в разных точках поверхности. Ось X как правило это самая длинная боковая грань, по которой происходит доворот осей станка, для точного определения необходимо измерить начало и конец грани. Ось Y достаточно измерить перпендикулярную грань оси X. Пересечение данных осей и будет являться нулём заготовки.



Рис. 12. Базирование на станках с ПУ

Для привязки к нолю детали (РСК) на производстве используется два основных способа:

- К базам выполненных на столе станка;
- Щупом, либо инструментом определяется расположение заготовки на столе станка.

Использование описанных способов на робототехническом комплексе является затруднительным и не всегда возможным. Так как, обрабатываемая отливка имеет сложную геометрическую форму, для привязки на работе реализован сканер.

Сканирование детали лазером происходит следующим образом. Лазерный луч с максимальной длиной 400 мм и шириной 160 мм посылается на деталь, после отражается от поверхности и возвращается на фотоприемник. Данные полученные при сканировании передаются в программное обеспечение в виде облака точек, в котором помещаются в заранее созданные шаблоны. Облака точек интерпретируется как геометрические элементы, которые формируют системы координат (СК). В этой системе координат выполняется обработка. Программа сканирования – это по сути подготовительная программа, которая находит ноль детали (РСК) относительно ноля робота (MCS).

На текущий момент освоено несколько шаблонов. Наиболее часто используется шаблон PLC (плоскость, линия, цилиндр).

При написании УП для сканирования, инженеру – программисту необходимо проанализировать отливку детали и определить плоские поверхности по оси Z. Найти на детали поверхность или несколько поверхностей, которые послужат общей линией по оси X. В качестве оси Y используется цилиндр или окружность детали. Данный алгоритм приемлем для шаблона PLC. После инженер – программист в системе NX CAM задает движение сканера по траекториям, в которые попадают ранее определенные поверхности. Так же, на стадии определения поверхностей для сканирования важно, чтобы зоны сканирования были открыты, и не перекрывались посторонними объектами: заливами, прижимами. При сканировании линии важно соблюдать направление сканирования слева на право. Данная особенность была выявлена при внедрении. Так, если нарушить направление сканирования, то ПО для сканирования развернет ось X на 180° . Программа, созданная в NX CAM постпроцессируется и передается оператору робота KUKA. Таким образом оператор на работе должен выполнить две программы, программу сканирования и программу обработки. Оператор закрепляет деталь согласно карты наладки (КН), при чем он должен выставить деталь максимально точно, т.к. от этого зависит точность сканирования. Так если деталь будет иметь значительные отклонения положения от указанного в КН, лазерный луч не попадет в зону сканирования и ПО получит не достоверные данные для поиска РСК. Поскольку оператор, никогда не сможет выставить деталь максимально точно на столе позиционера, существует такая функция как коррекция осей. При данной функции робот должен рассчитать погрешность отклонений между своим нолем и нолем детали и выполнить коррекцию на разницу (см. Рисунок 14).

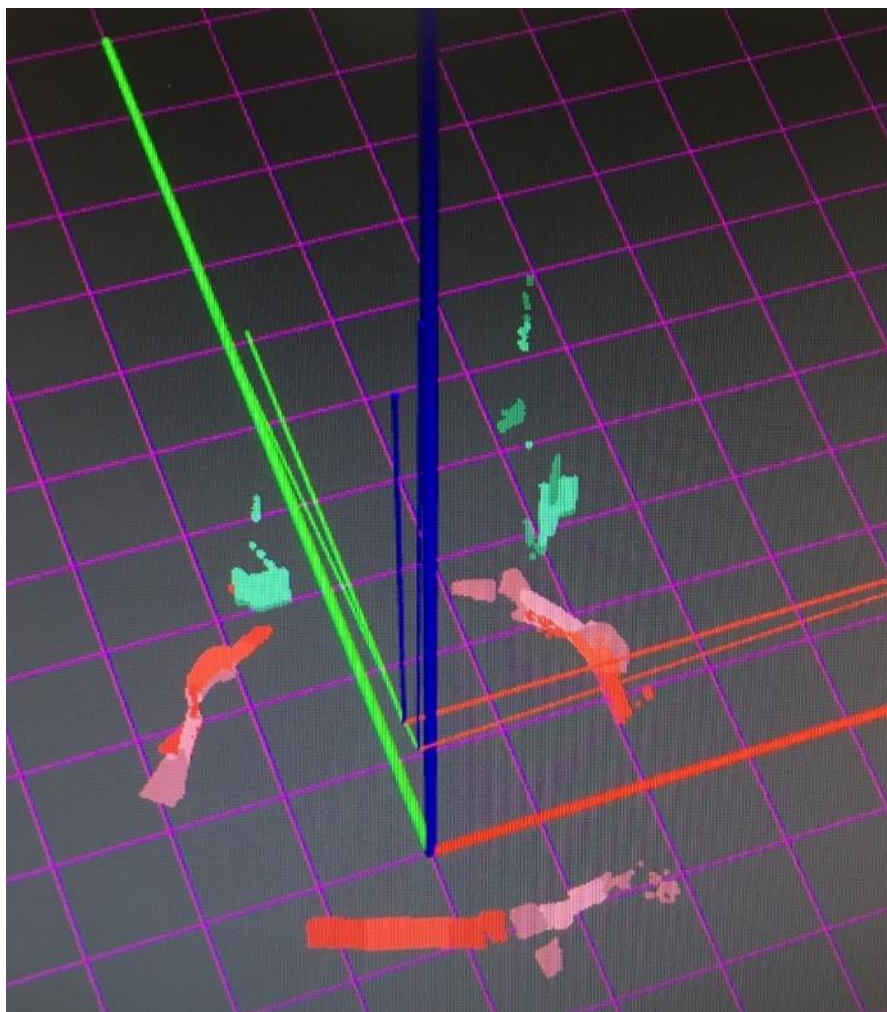


Рис. 13. Базы робота и РСК

При внедрении выявилась следующая проблема, при одинаково заданных припусках на обрабатываемых поверхностях происходили значительные отклонения. Так при обрезке дисковой пилой, с заданными припусками 2 мм от поверхности детали, по оси -X происходил зарез более чем на 2 мм в деталь, а по оси +X оставался припуск до 5 мм. С чем связано данное смещение осталось не ясным. Есть предположение, что робот не делает коррекцию, хоть и показывает, что деталь после сканирования находится в допустимых значениях отклонения. При этом случаи, когда был превышен порог погрешности, обрезка проходила успешно. Частичным решением данной проблемы стало коррекция припусков на роботе при внедрении УП, т.е. подбор нужных припусков, при помощи средств измерений, с последующим изменением УП и повторным проходом по обработанным участкам.

Так же была установлена следующая проблема. После завершения обрезки, а также фрезеровки литников, было замечено, что на противоположных зонах обрезки припуск отличается по высоте. Так, если с одной стороны припуск оставался больше, чем было задано в программе, то с противоположной стороны припуск был равен нулю (см. Рисунок 14).



Рис. 14. Неравномерные припуска

Методы программирования робота KUKA

Для программирования робота KUKA можно использовать различные методы программирования:

Интерактивное программирование с помощью метода обучения;

Автономное программирование:

Графическое интерактивное программирование: моделирование процессов робота;

Текстовое программирование: программирование с помощью пульта smartPAD (также для диагностики, интерактивной наладки запущенной программы).

При программировании робототехнического комплекса KUKA использовалась система автоматизированного проектирования Siemens NX, а именно модуль NX CAM входящий в данную систему. При помощи программного обеспечения NX CAM можно запрограммировать обработку деталей на робототехнических комплексах и автоматизировать процесс обработки, которые обычно выполняются вручную. Это позволяет расширить возможности обработки, сократить сроки и повысить качество изделий.

Система автоматизированного проектирования Siemens NX CAM для проектирования операций обрезки с применением дискового инструмента имеет существенный недостаток. При визуализации и проверке операций обрезки, удаленный литник не удаляется из сборки, соответственно невозможно точно проверить на столкновения следующие операции, которые проходят через зону, в которой находился данный литник. Приходится полагаться исключительно на собственную внимательность, и строго соблюдать последо-

вательность операций. Решение данной проблемы напрямую зависит от разработчиков программного обеспечения Siemens NX.

При разработке САМ – проекта, при создании сборки используются электронные модели (ЭМ) оснастки, прижимов и прочих крепежных элементов. Данные ЭМ были перегружены большим количеством элементов, более тысячи элементов, как результат перегрузка САМ – проекта. Перегруженный САМ – проект требует большие вычислительные ресурсы рабочего компьютера, увеличивается время проверки и, следовательно, общее время на разработку проекта.

Для решения данной проблемы наше бюро обратилось к конструкторскому бюро, с целью упрощения сборки ЭМ. В результате ЭМ сборки были упрощены до нескольких элементов. Время на разработку и проверку проекта сократилось.

Принцип задания механической обработки для робота в NX САМ существенно ничем не отличается от задания обработки для станков с программным управлением (ПУ). Для задания обработки роботом необходимо задать операцию обработки (фрезерование, сверление, обрезка и т.д.), затем применить к этой траектории правила программирования роботом целью которой является определение однозначной позиции инструмента относительно детали в системе координат робота.

Правила, которые мы задаем:

- Конфигурация робота
- Ориентацию инструмента
- Положение позиционера

Ориентация фланца робота относительно пространства имеет множество положений, по большому счету оно равно бесконечности, т.к повернув одну из осей робота на один градус, мы компенсируем этот поворот положением остальных осей (см. Рисунок 15).

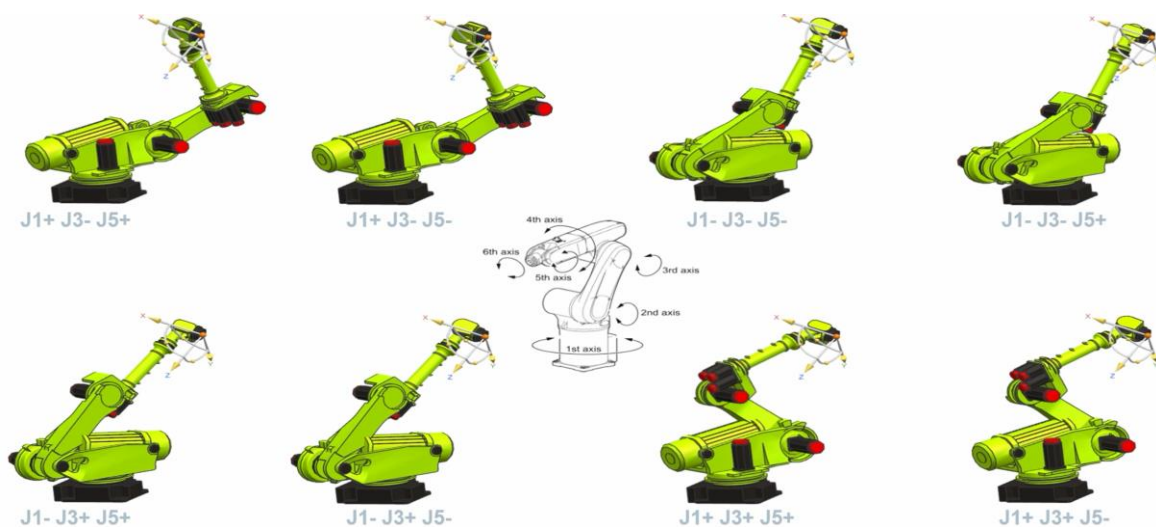


Рис. 15. Конфигурации робота

Еще одна особенность робота о которой нужно помнить, это сингулярность. Сингулярность – это когда два сустава находятся на одной оси вращения, следовательно робот не может понять какой сустав вращать (см. Рисунок 16). Обычно это происходит при переключении конфигурации. Сингулярность не является проблемой при перемещении отдельных суставов.

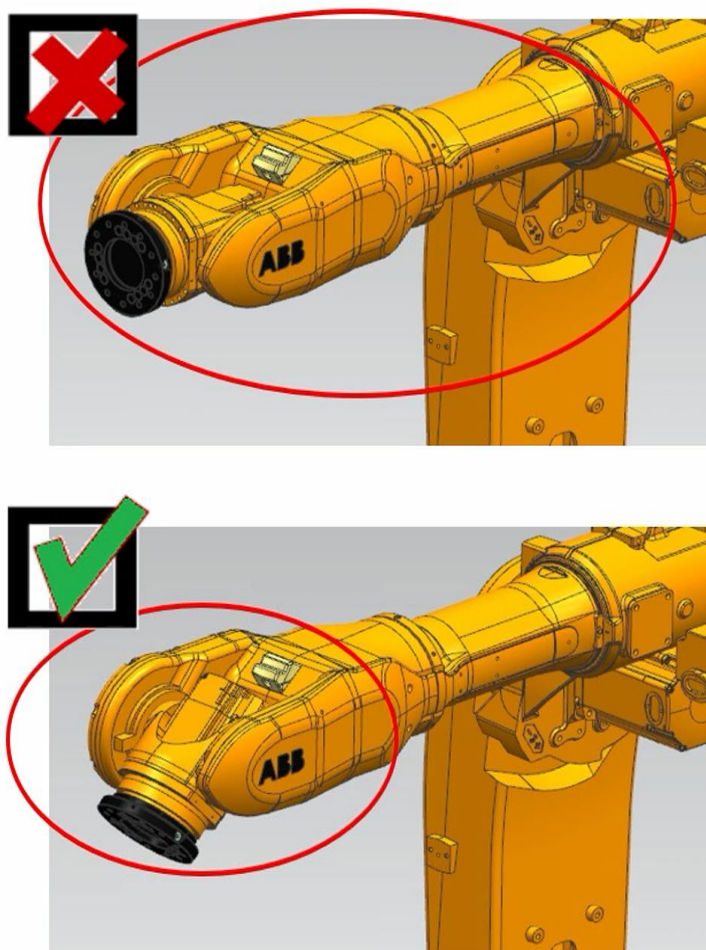


Рис. 16. Сингулярность робота

Отклонения от заданных координат при отводе инструмента из зоны резания

При внедрении УП для литейной детали 8M_1517_261 на нескольких операциях столкнулись со следующей проблемой.

При обрезке одного из литников, происходит подход манипулятора к зоне резания, линейное врезание, затем линейное резание по траектории, после происходит линейный отвод в сторону из зоны резания на 90^0 и уход на плоскость безопасности.

При линейном отводе инструмента из зоны резания происходило смещение по оси x, что приводило к давлению дисковой пилы на деталь, что могло

привести к деформации диска, вплоть до облома дисковой пилы и возможным повреждением приводов робота.

В результате оператор произвел аварийную остановку робота, с последующим выводом пилы из зоны резания в ручном режиме.

Решением проблемы стало изменение типа отвода, вместо линейного отвода в сторону, было принято решение отвести инструмент по прямой относительно реза. Таким образом инструмент отводился по той же траектории, что и основное резание, при данном типе отводе проблема со смещением была решена, т.к отвод производился по оси Z. С другой стороны это привело к незначительному увеличению времени выполнения данной операции. Открытым остался вопрос, почему происходит отклонение движения инструмента от заданной в NX CAM траектории. Так при покадровом анализе траектории в NX CAM (см. Рисунок 17) и проверке листинга программы после постпроцессирования данной траектории (см. Рисунок 18), различий в координатах выявлено не было.

Следовательно можно сделать вывод, что проблемы возникают непосредственно в стойке робота, при чтении и исполнении данной программы.

```
PAINT/COLOR,186
FEDRAT/MMPM,8000.0000
GOTO/242.2429,374.5279,579.2334,0.7071068,0.7071068,0.0000000
$$UDE: ROBOT LOCATION DATA (INTERNAL)/CONFIGURATION INDEX=299,JOINT V
PAINT/COLOR,211
GOTO/16.7709,149.0558,579.2334
$$UDE: ROBOT LOCATION DATA (INTERNAL)/CONFIGURATION INDEX=299,JOINT V
PAINT/COLOR,42
FEDRAT/320.0000
GOTO/16.7709,149.0558,429.2334
$$UDE: ROBOT LOCATION DATA (INTERNAL)/CONFIGURATION INDEX=299,JOINT V
PAINT/COLOR,31
GOTO/16.7709,149.0558,249.5966
$$UDE: ROBOT LOCATION DATA (INTERNAL)/CONFIGURATION INDEX=299,JOINT V
GOTO/16.7709,149.0558,209.6774
$$UDE: ROBOT LOCATION DATA (INTERNAL)/CONFIGURATION INDEX=299,JOINT V
PAINT/COLOR,37
GOTO/16.7709,149.0558,579.6774
$$UDE: ROBOT LOCATION DATA (INTERNAL)/CONFIGURATION INDEX=299,JOINT V
PAINT/COLOR,211
FEDRAT/8000.0000
GOTO/242.2383,374.5233,579.6774
$$UDE: ROBOT MOVE TO POSE (INTERNAL)/JOINT VALUE J1=-31.452820,JOINT
$$UDE: ROBOT MOVE TO POSE (INTERNAL)/JOINT VALUE J1=-35.493560,JOINT
$$UDE: ROBOT MOVE TO POSE (INTERNAL)/JOINT VALUE J1=-90.000000,JOINT
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH
```

Рис. 17. Листинг операции в NX CAM

```

EX_BASE(15,2)
$IPO_MODE=#BASE
BAS(#TOOL,9)
$APO.CDIS=2.000
PTP {A1 -35.163,A2 -86.529,A3 98.883,A4 114.786,A5 37.517,A6 -27.024,E1 0.
PTP {A1 -35.163,A2 -86.529,A3 98.883,A4 114.786,A5 37.517,A6 -27.024,E1 0.
PTP {A1 -31.453,A2 -87.737,A3 100.421,A4 118.195,A5 34.538,A6 -31.509,E1 C
PTP $axis_act
$VEL.CP=0.1333
wait for Start_Spindle(2500)==TRUE
LIN {X 242.243,Y 374.528,Z 579.233,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
LIN {X 16.771,Y 149.056,Z 579.233,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
$VEL.CP=0.0053
LIN {X 16.771,Y 149.056,Z 429.233,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
LIN {X 16.771,Y 149.056,Z 249.597,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
LIN {X 16.771,Y 149.056,Z 209.677,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
LIN {X 16.771,Y 149.056,Z 579.677,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
$VEL.CP=0.1333
LIN {X 242.238,Y 374.523,Z 579.677,A -45.000,B -5.534,C 90.000,S 2,T 35,E1
PTP {A1 -31.453,A2 -87.737,A3 100.421,A4 118.195,A5 34.538,A6 -31.509,E1 C
PTP {A1 -35.494,A2 -95.113,A3 83.242,A4 77.303,A5 37.085,A6 15.942,E1 0.00C
PTP {A1 -90.000,A2 -115.000,A3 90.000,A4 0.000,A5 25.000,A6 0.000,E1 0.00C
wait for Stop_Spindle()==TRUE

pulse(Stop_timer_of_pro, true, 0.2)
END

```

Рис. 18. Листинг спостпроцессированной операции

Сбой управляющей программы при смене инструмента

На данном этапе была выявлена недоработка постпроцессора. В ходе выполнения обработки роботом при смене инструмента происходил сбой в работе робота и его остановка. Проблема заключалась в том, что робот терял базу перед сменой инструмента. Решением проблемы стало, редактирование оператором УП с пульта робота smartPAD, путем ручного добавления базы в листинг УП. Так как ручное добавление баз оператором в УП не является правильным, и приводит к увеличению времени на подготовку к обработке. На основании выше описанной проблемы, разработчиком постпроцессора были внесены изменения в ПО. Таким образом, при постпроцессировании, в УП перед каждой сменой инструмента автоматически дублируется номер базы.

Нехваткой свободного места на стойке для УП

Очередной преградой при внедрении УП стала нехватка места на стойке робота KUKA. Общий объем памяти на стойке составляет 10 Мб. В нашем случае при загрузке УП в стойку он не должен превышать 1 Мб в связи с ограниченным местом на стойке робота. Так, например, на стойках фрезерных станков Haidenhain размер файла УП может иметь десятки Мб и не каких проблем с объемом памяти нет. Было выяснено, что столь низкий объем памяти, это стандартный объем. Расширенный объем памяти предусмотрен производителем за отдельную плату. К примеру размер, УП для корпуса 8M_1517_261 равна 340 Кб, следовательно, проблем с копированием УП на

стойку робота не будет. Размер файла УП напрямую зависит от САМ-файла, а точнее от количества траекторий в данном файле. При обрезке преимущественно используются простые линейные траектории. Не всегда есть возможность обрезать литник дисковой пилой. Во многом это зависит от параметров инструмента и геометрических особенностей, и размеров зоны обработки в которой находится литник, проще говоря нет места для безопасного подхода и врезания. В такой ситуации целесообразно использовать фрезу. При фрезерных операциях в зависимости от шаблона резания, ширины и глубины резания, траектории получаются объемными, что приводит к увеличению размера УП. При превышении размера УП более одного 1 Мб есть несколько способов, как уменьшить объем:

- пересмотр траекторий (границ, шаблонов);
- изменение параметров резания (увеличение глубины, ширины резания, допусков);
- дробление УП на несколько подпрограмм.

Наиболее действенным решением данной проблемы это дробление УП на несколько подпрограмм и увеличение допусков, т.к. не всегда есть возможность увеличить глубину резания, или уменьшить границу фрезерной операции.

Организация рабочего места

При освоение робототехнического комплекса KUKA, бюро программного обеспечения отдела №514 столкнулось со следующей проблемой. На участке робота не было подготовлено рабочее место инженера-технолога. Отсутствовал рабочий компьютер с установленным программным обеспечением, с доступом к локальной вычислительной сети завода и не работающими USB – портами. При внедрении управляющей программы (УП), технолог сталкивается с необходимостью доработки и внесения изменений в УП, что является неотъемлемой частью внедрения программы. В связи с тем, что на участке отсутствовало рабочее место, технолог был вынужден возвращаться в свое подразделение, вносить изменения в УП, копировать на съемный носитель и нести новую УП на участок робота. Данные действия приводили к огромным простоям робота, не говоря уже о физической и моральной усталости инженера, который был вынужден после очередного сбоя или недоработки повторять все по новой.

При непосредственном участии отдела №514 и руководства цеха №115 было организовано рабочее место с установленным программным обеспечением, а также открыт доступ к локальной вычислительной сети завода и USB – портам.

Вывод

В ходе освоения робототехнического комплекса KUKA были решены следующие проблемы:

- Упрощена сборка в САМ – проекте;
- Возможность использования всего перечня инструмента;
- Изучены и учтены конструктивные дефекты магниевого литья и особенности его обработки;

- На основании дефектов и несоответствия литниковой питающей системы, сделаны соответствующие выводы при построении траекторий и безопасного перемещения инструмента, и манипулятора робота;
- Изучены и приняты к сведению конструктивные особенности робототехнического комплекса;
- Устранена проблема с потерей баз при смене инструмента. Доработан постпроцессор;
- Организовано рабочее место инженера – программиста на участке робота.

Проблемы, которые не были решены:

- Отсутствие коррекции осей при сканировании;
- Отклонения от заданных координат при отводе инструмента из зоны резания;
- Нехватка места на стойке робота.
- Невозможность использовать инструменты проверки NX CAM при обрезки литниковых систем.

В ходе освоения робототехнического комплекса KUKA, бюро программного обеспечения отдела главного металлурга столкнулось с серьёзными трудностями, начиная с отсутствия рабочего места на участке робота и заканчивая недоработками и нюансами при работе программного обеспечения робота. Но несмотря на возникающие трудности при освоении, нашему бюро все же удалось решить большую часть проблем на участке робота. Что касается оставшихся проблем, то они будут решаться в дальнейшем при совместной работе с разработчиками робототехнического комплекса KUKA. Как итог, менее чем за два месяца, были разработаны и внедрены управляющие программы для трёх деталей:

- 8M_1517_261;
- ISAT 732227.008;
- 294_1600_224.

На данный момент робототехнический комплекс KUKA загружен работой в две смены. В настоящее время выполняется серийная обработка корпуса 8M_1517_261. Так же ведутся работы по внедрению детали 7271.0137, а именно дорабатывается и оптимизируется обработка. До начала освоения робототехнического комплекса нашим бюро, робот был загружен в одну смену и обрабатывал всего одну деталь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Программирование робота 1 KUKA System Software 8 Учебная документация - 2013. – 267 с.: KUKA Roboter GmbH Zugspitzstrabe 140 D – 86165 Ausburg Германия
2. Ловыгин А.А., Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM – система. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 280 с.: ил. ISBN 978 – 5 – 97060 – 624 – 6

3. Ведмидь П.А., Сулинов А.В. В26 Программирование обработки в NX CAM. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 304 с.: ил. ISBN 978 – 5 – 97060 – 143 – 3
4. ПЛМ Урал: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.plm-ural.ru/resheniya/nx-cam-robotics-programming> (дата обращения: 22.03.2021). – Текст: электронный.
5. Роботы: что это такое и какими они бывают – Текст: электронный// Интернет портал. – URL: <https://rb.ru/story/robotics-dictionary> (дата обращения: 22.03.2021).
6. Роботизированные технологические комплексы и системы в промышленном производстве – Текст: электронный// Интернет – портал. – URL: <https://ds-robotics.ru/articles/robotizirovannye-kompleksy-i-sistemy> (дата обращения: 23.03.2021).
7. Базирование деталей в машиностроении – Текст: электронный // Интернет – портал – URL: https://studme.org/161741/tehnika/bazirovanie_detaley_mashinostroenii (дата обращения: 24.03.2021).

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБХОДА ПРЕПЯТСТВИЙ ДЛЯ 6-ОСЕВЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

А.Н. Солопов

Научный руководитель: Б.С. Ноткин

Аннотация

В современном мире манипуляторы все чаще заменяют человека. Они используются там, где человек неэффективен или не может находиться. Для эффективного использования всех возможностей манипуляторов необходимо синтезировать систему автоматического управления, удовлетворяющую всем необходимым требованиям. Одно из таких требований - возможность безопасно перемещаться в условиях наличия ограничений и препятствий.

Ключевые слова: манипулятор, пространство конфигураций, сэмплинг методы, кинематика.

Annotation

In the modern world, manipulators are increasingly replacing a person. They are used where a person is ineffective or cannot be. To effectively use all the capabilities of manipulators, it is necessary to synthesize an automatic control system that meets all the necessary requirements. One of these requirements is the ability to move safely in the presence of restrictions and obstacles.

Key words: manipulator, configuration space, sampling methods, kinematics.

Во всем мире большую популярность набирают роботизированные системы с использованием 6-осевых манипуляторов. Такие системы используются в промышленности и на транспорте, в качестве роботов сборщиков,

сортировщиков, сварщиков, спасателей и т.д. В некоторых ситуациях работа манипулятора производится при наличии препятствий движению. При ручном управлении роботом функцию планировщика движений берет на себя человек, однако при автоматическом управлении роботу необходимо самостоятельно построить маршрут перемещения из точки А в точку В, не задев препятствий. Для реализации данной задачи робот должен быть оборудован системой технического зрения, собирающей информацию о наличии препятствий, и планировщиком пути, опирающимся на карту препятствий.

На сегодняшний день все применимые методы поиска пути для многоосевого манипулятора можно разделить на условные группы:

- Метод потенциальных полей
- Сэмплинг - методы
- Машинное обучение.

Цель исследования

Целью исследования является обзор существующих и перспективных методов планирования пути в ограниченном пространстве, применимых к многоосевым манипуляторам.

Метод потенциальных полей

Один из первых методов, использованных для управления многоосевым манипулятором, является метод потенциальных полей [1]. Метод потенциальных полей основан на представлении манипулятора и целевой конфигурации как противоположно заряженных объектов. Манипулятор, зоны ограничений и препятствий обладают одинаковым зарядом, а целевая конфигурация - противоположным. При движении манипулятор как магнит притягивается к целевой точке, по пути отталкиваясь от препятствий, продолжая движение по градиенту магнитного поля. Данный метод обладает следующими преимуществами:

Гладкая траектория

- Работа в режиме реального времени
- Возможность захвата перемещающейся целевой точки
- Низкое энергопотребление

Одним из основных недостатков метода потенциальных полей является вероятность попадания в локальные минимумы магнитных векторов.

Одним из возможных вариантов применения является установка на подвижного робота, регулярно совершающего перемещения под препятствиями, в узких проходах и т.д.

Сэмплинг - методы

Возможностью работы в многомерных пространствах охарактеризована группа таких алгоритмов как Метод дорожных карт (PRM) и быстрорастущих деревьев (RRT). Сэмплинг методом называется способ исследования конфигурационного пространства путем многократных проверок, результатом которых является решение о применимости отдельных конфигураций.

PRM

Метод вероятностных маршрутных карт (PRM) используется для поиска пути в пространстве с ограничениями путем вероятностного построения сети вершин, свободных от ограничений на всем пространстве конфигурации и создание из нее графа. Дальнейший поиск по ненаправленному графу и оптимизация маршрута.

Основные преимущества PRM:

- Возможность осуществлять множественные запросы
- Вероятностная полнота, вероятностная оптимальность

Недостатки:

- Избыточно исследованное пространство, хранимое в памяти
- Большое количество параметров настройки (неуниверсальность)
- Долгое время построения карты
- Неэффективность при динамически меняющемся окружении

Как видно из перечисленных свойств, в чистом виде алгоритм PRM может быть успешно применен на стационарных манипуляторах, выполняющих монотонную работу в пространстве с заранее известными препятствиями и ограничениями.

Lazy PRM

Модификация PRM с отложенной проверкой на пересечения. Алгоритм обладает следующими преимуществами:

- Осуществление относительно быстрых одиночных запросов
- Возможность создания более плотной сетки, по сравнению с PRM, без потери производительности
- Вероятностная полнота, вероятностная оптимальность
- Возможность работы в динамически меняющемся окружении

Недостатки:

- Зависимость от частоты сетки
- Сложность поиска пути в узких проходах

Данный алгоритм может быть применен на конвейерных линиях при незначительном изменении окружения в процессе работы.

Помимо описанных алгоритмов разработаны различные модификации базовых методов, дополняющих базовые возможности и улучшающие отдельные характеристики.

Gaussian PRM - модификация PRM метода, позволяющая повышать плотность построения вершин вблизи препятствий, для более точного определения границ [3].

Vertex Enhancement - модификация, позволяющая накапливать информацию о неудачных попытках [4] присоединения для идентификации слабо связанных зон пространства допустимых конфигураций.

Bridge-test sampling - модификация, позволяющая выявлять точки, лежащие в узких проходах и добавление их в маршрутную сеть [5].

Алгоритмы на основе быстрорастущих случайных деревьев (RRT)

Алгоритмы на основе RRT были специально разработаны, как быстрые алгоритмы для планирования маршрутов в реальном времени. В основе метода лежит разрастающийся граф, с корнем в точке старта. Ветви графа на основе рандомизированных алгоритмов равномерно распределяются по конфигурационному пространству, огибая препятствия [6]. В отличие от PRM у RRT почти нет настраиваемых параметров, из-за чего алгоритм RRT более универсален.

Основными преимуществами RRT:

- Гарантированно связанный граф
- Малые энергозатраты
- Быстрые запросы

Недостатки:

- Невозможность работы с движущимися препятствиями
- Неоптимальность
- Вероятностная полнота
- Сложность поиска пути в узких коридорах.

Один из наиболее универсальных методов. RRT применяется во всех сферах использования манипуляторов.

Connect-RRT

Модификация базового алгоритма RRT, заключающаяся в двунаправленном поиске [7]. Постепенно изучая пространство дерева стараются соединиться. RRT-Connect показывает в целом более высокую эффективность как по времени построения траектории, так и по длине. Однако наличие второго дерева в некоторых случаях может замедлять обработку запросов.

Преимущества:

- Быстрое построение дерева по сравнению с RRT
- Низкое энергопотребление

Недостатки:

- Невозможность работы с подвижными препятствиями
- Неоптимальность
- Вероятностная полнота

RRT*

Самооптимизирующийся алгоритм RRT. В основе RRT* [8] лежит идея управляемой привязки новых узлов из расчета наименьшей итоговой длины траектории. Каждому новому звену графа присваивается вес, равный сумме веса материнского звена и длины ребра. Путем оптимизации удастся сократить траекторию на 20-30%. Преимущества RRT*:

- Вероятностная оптимальность

Недостатки:

- Низкая скорость, по сравнению с RRT
- Вероятностная полнота

RRT*-Informed

Модификация алгоритма RRT*, позволяющая несколько повысить эффективность оптимизации траектории, путем ограничения зоны возможного сэмплирования новых точек. Тем самым повышая вероятность выпадения нужной точки [9].

Преимущества идентичны RRT*, использование в чистом виде возможно только при условии более эффективной работы RRT* по сравнению с RRT-CONNECT в связке с оптимизатором траектории.

Машинное обучение

Машинное обучение на сегодняшний день крайне популярно, и использование его в качестве планировщика пути вызывает большой интерес во всем мире.

NRRT

Метод основанный на использовании сверточной нейронной сети. Путем обучения на примере дорожных карт и предлагаемого оптимального пути нейросеть использует неравномерную выборку для генерации пути методом RRT. Эксперименты с данным методом показывают неплохие результаты в малых размерностях.

Обратная и прямая задача кинематики на основе нейросетей

При использовании классических методов планирования движения очень часто возникает задача расчета прямой и обратной задачи кинематики. Математическим путем данная задача решается, но весьма затратно и не универсально. Нейросети вполне успешно могут решать задачи прямой [8] обратной [9] кинематики.

Среди существующих методов поиска пути в ограниченном пространстве наибольшее внимание привлекают методы, основанные на самостоятельно оптимизирующихся графах - RRT*, RRT*- INFORMED. Недостаток производительности данных алгоритмов в ближайшее время будет решен за счет повышения производительности контроллеров. Также особый интерес представляет использование нейросетей при расчете траекторий движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Khatib O. Real time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots. International Journal of Robotics and Research, vol. 5, № 1, 1986, pp. 90-98.
2. Bohlin R., Kavraki L.E. Path planning using lazy PRM. Proc. 2000 ICRA Millenn. Proc. 2000 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol 1, 2000, pp. 521- 528.
3. Boor V., Overmars M.H., Stappen a. F. Van Der. The Gaussian sampling strategy for probabilistic roadmap planners. Proc. 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol 2, 1999, pp. 1018-1023.
4. Kavraki L.E., Svestka P., Latombe J.C., Overmars M.H. Probabilistic roadmaps for path planning in high-dimensional configuration spaces. IEEE Trans. Robot. Autom., vol. 12, № 4, 1996, pp. 566-580.
5. Hsu D., Jiang T., Reif J., Sun Z. The bridge test for sampling narrow passages with probabilistic roadmap planners. Proc. 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol. 3, 2003, pp. 4420-4426.

6. LaValle S.M., Kuffner J.J. Rapidly exploring random trees: Progress and prospects. 2000 Workshop on the Algorithmic Foundations of Robotics, 2000, pp. 293-308
7. Kuffner J.J., LaValle S.M. RRT-connect: An efficient approach to single-query path planning. Proc. 2000 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol 2, 2000, pp. 995-1001.
8. Karaman S., Frazzoli E. Sampling-based algorithms for optimal motion planning. Int. J. Robot., vol. 30, № 7, 2011, pp. 846-894 [4].
9. J. D. Gammell, S. S. Srinivasa, and T. D. Barfoot, “Informed RRT*: Optimal sampling-based path planning focused via direct sampling of an admissible ellipsoidal heuristic,” in Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robots Syst., Sep. 2014, pp. 2997-3004
10. Система управления роботом-манипулятором с использованием нейросетевых алгоритмов ограничения рабочей области схвата / И.В. Войнов, А.М. Казанцев, Б.А. Морозов, М.В. Носиков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». - 2017. - Т. 17, № 4. - С. 29-36. DOI: 10.14529/ctcr170404
11. Применение нейронных сетей при решении обратной задачи кинематики манипулятора с кинематической избыточностью / Е.С. Курочкина, А.Р. Юсупов, Р.С. Мироненко // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов XXXVI Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. - Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2017. - 180 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СВЕРЛ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Е. Сылка, И.В. Вишнеvский

Научный руководитель: А.В. Зенченко

Аннотация

Приведены варианты конструкции режущего инструмента для сверления листовых деталей из композиционных материалов.

Ключевые слова: композиционные материалы, сверло, углепластик, стеклопластик.

Annotation

The design options of the cutting tool for drilling sheet parts made of composite materials are given.

Key words: composite materials, drill bit, carbon fiber, fiberglass.

Актуальность проблемы механической обработки полимерных композиционных материалов

Первое обстоятельство - опережающий рост производства полимерных композиционных материалов (ПКМ), обладающих ценными, а иногда и уникальными свойствами, требует увеличения объемов механической обработки. Она является обязательной, наиболее ответственной и самой трудоемкой операцией в технологическом цикле производства изделий из ПКМ.

Второе обстоятельство - отсутствие технологического оборудования и плохая обрабатываемость ПКМ резанием: в зоне резания имеет место высокая температура, которая превышает критические температуры, обусловленные теплостойкостью обрабатываемого материала; интенсивное изнашивание инструмента, обусловленное природой материала; низкое качество обработки, связанное с формированием дефектного поверхностного слоя, прижогами, расслоениями, ворсистостью и др; сильное упругое последствие ПКМ затрудняет выбор рабочих элементов режущих инструментов; выделение токсичных твердых и летучих веществ.

Третье обстоятельство - отсутствие научно обоснованного механизма (единой обобщающей модели) взаимодействия алмазно-абразивного инструмента с полимерными композиционными материалами, включающего механику контактного взаимодействия, тепловые процессы, природу изнашивания инструмента и др., что препятствует существенному повышению производительности процесса резания ПКМ, улучшению качества и точности обработки.

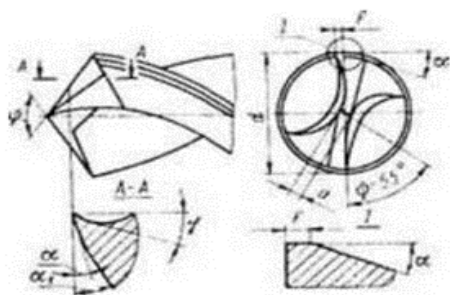
Четвертое обстоятельство - отсутствуют основополагающие практические рекомендации, являющиеся основой создания новых высокопродуктивных технологий алмазноабразивной обработки ПКМ, инструментов для их обработки и технологического оборудования.

Пути решения:

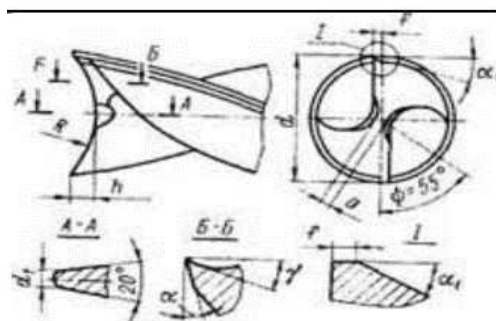
1. Применять методы вибрационного сверления
2. Использовать орбитальное сверление
3. Срезать поперечную кромку сверла
4. Исключить поперечную кромку

В работе рассматриваются решения проблем за счет изменений контрукции сверла.

Анализ имеющихся конструкций:

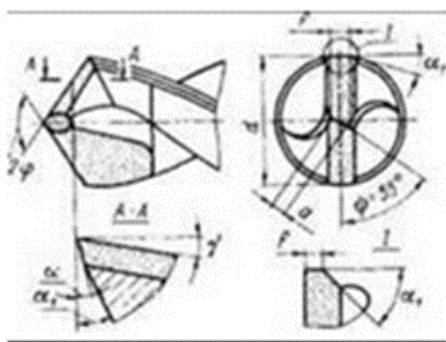


Спиральная форма режущей части
с нормальной заточкой

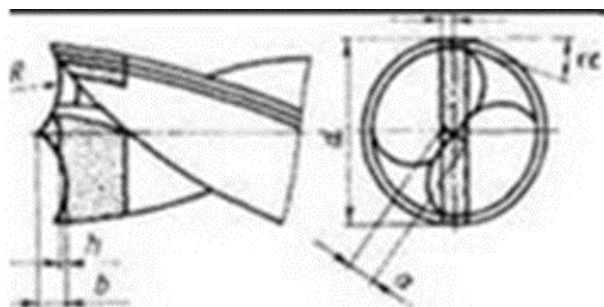


Спиральная подрезающими
режущими кромками

Рис. 1. Конструкции сверл из быстрорежущих сталей



Спиральная форма режущей части
с нормальной заточкой



Спиральная подрезающими
режущими кромками

Рис. 2. Конструкции сверл из твердых сплавов

Конструкция предлагаемого сверла кольцевого сверления:

По сравнению с традиционными сверлами убираем поперечную кромку делаем обратный угол зуба, который равен 10° . На рисунке 1 представлена геометрия режущей части сверла. На рисунке 2 представлен эскиз сверла.

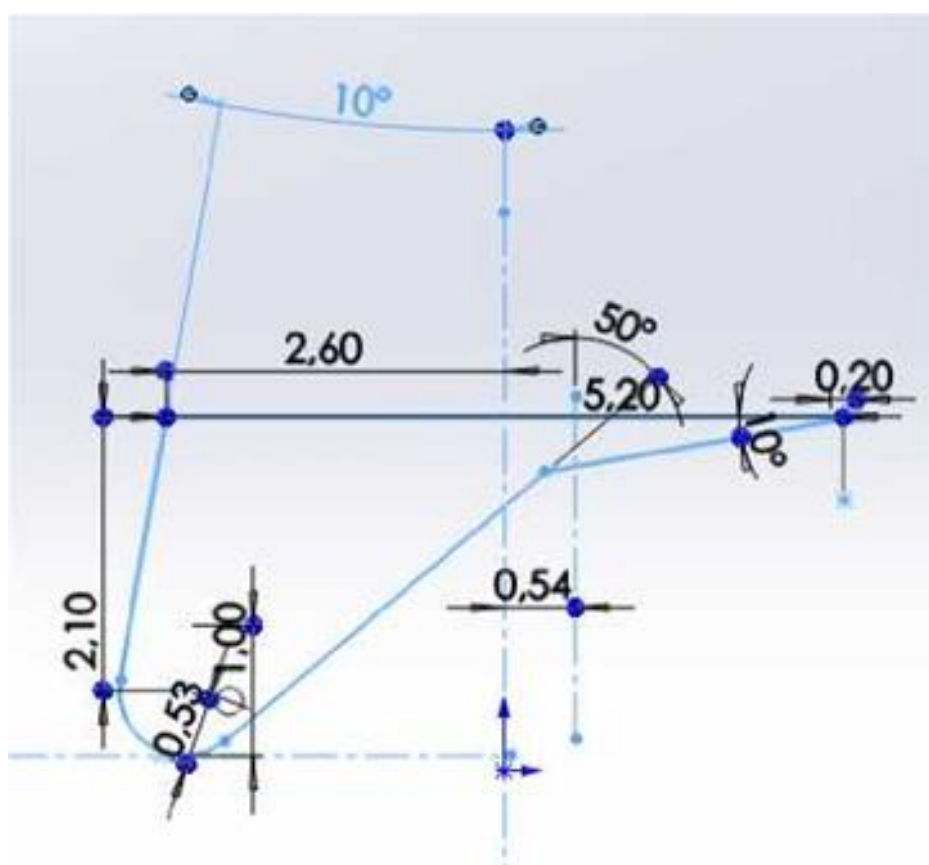


Рис. 3. Геометрия режущей части сверла

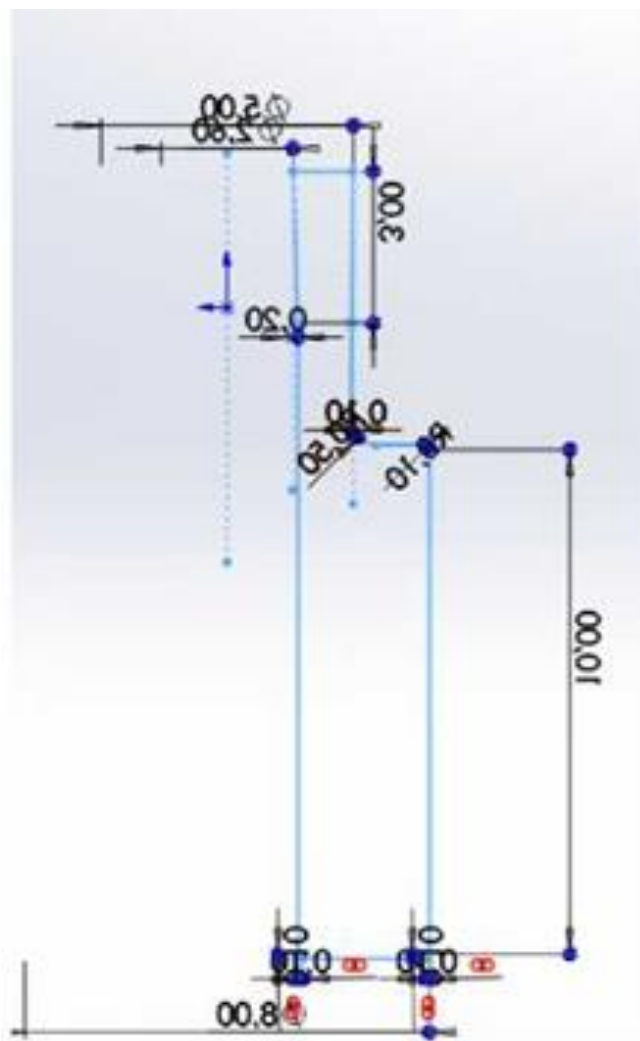


Рис. 4. Эскиз сверла

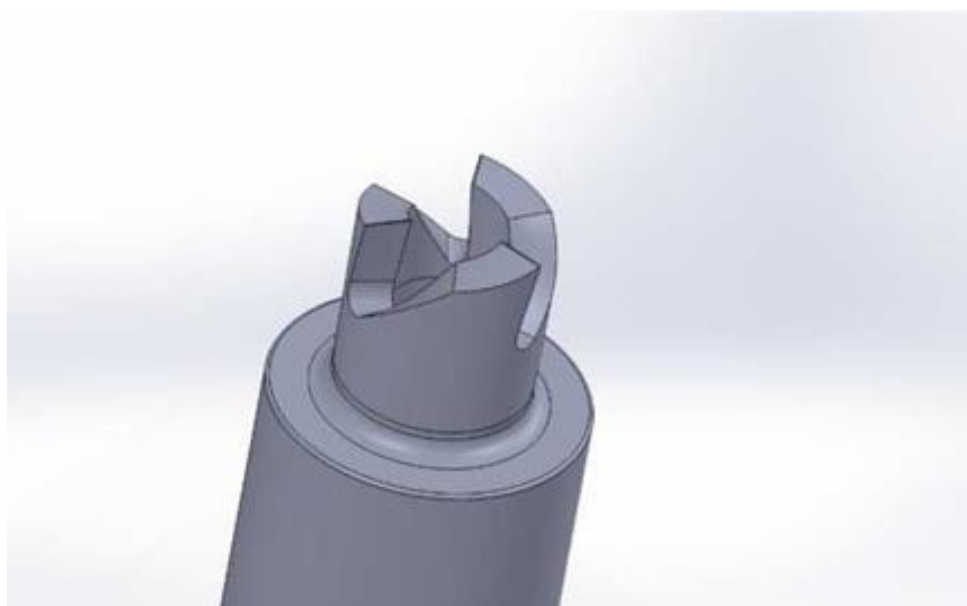


Рис. 5. 3D-модель прототипа сверла



Рис. 6. Прототип сверла из пластика

Экспериментальная часть:

Проработана электронная модель в программе Solidworks 2019 представлена на рисунке 3, Изготовлен прототип сверла из пластика PLA на 3D принтере Prism Pro v2 Dual по технологии FDM. Фото прототипа представлено на рисунке 4. Произведен анализ геометрии свела по прототипу. Для продолжения эксперимента изготовлено сверло из быстрорежущей стали P6M5 (рисунок 6), термообработана на твердость HRC 64 и провели опытное сверление на настольном сверлильном станке нс12. Режимы резанья: скорость резанья 70,5м/мин.



Рис. 8. Прототип сверла из P6M5

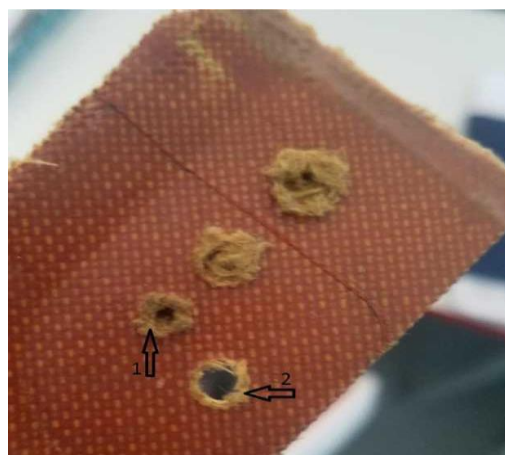


Рис. 9. Результаты испытаний

Результаты испытаний:

На рисунке 7 представлены результаты испытаний двух сверл: под номером 1 просверлено сверлом по металлу 5мм, под номером 2 нашим сверлом.

Конструкция сверла без поперечной кромки для обработки композитных материалов.

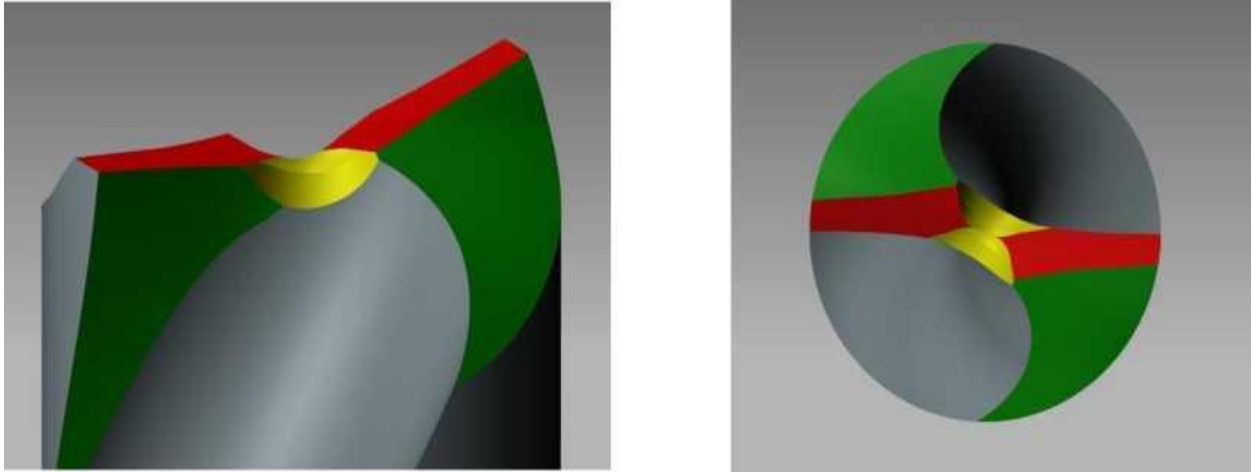


Рис. 10. Результаты испытаний

Особенностью предложенной конструкции является:

1. Обратный угол вершины образует боковые кромки, в результате чего резание производится от периферии к центру. Это позволит решить проблему «разлохмачивания» волокон материала и увеличит чистоту поверхности получаемого отверстия.
2. Отсутствие поперечной кромки снизит осевые нагрузки, уменьшит увод инструмента во время резания.
3. Режущие кромки, перекрывающие друг друга, обеспечат скорость резания по всей поверхности режущей кромки. Позволяет решить проблему отсутствия сил резания на оси вращения инструмента.
4. Высокая острота заточки, повысит эффективность обработки
5. Высокая окружная скорость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В.М. Ярославцев Высокоэффективные технологии обработки изделий из композиционных материалов <http://technomag.bmstu.ru/doc/361759.html>.

ПОВЫШЕНИЕ ЛЁТНОГО РЕСУРСА И КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ВЕРТОЛЁТНОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЁТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Д.Н. Дугаева, А.В. Сычева

Научные руководители: С.И. Боровкова, Е.Г. Бородушкина

Аннотация

Детали из прессованных дюралюминиевых профилей широко применяются в конструкции современных летательных аппаратов в качестве силовых элементов. Замена алюминиевых сплавов на ПКМ некоторых малонагруженных длинномерных деталей позволит уменьшить массу вертолёт, что повысит его лётный ресурс. Данные детали изготавливаются в основном вручную, что усложняет подготовку производства, затягивает его цикл и снижает качество продукции. Альтернативой данной технологии является автоматизированный метод пултрузии, который может обеспечить качество продукции на этапе серийного производства.

Ключевые слова: летный ресурс, качество, длинномерные детали, полимерные композиционные материалы, прессованные профили, полётная масса, пултрузия, эффективность.

Annotation

Parts made of pressed aluminum profiles are widely used in the design of modern aircraft as power elements. The replacement of aluminum alloys on the PCM of some low-load long-length parts will reduce the weight of the helicopter, which will increase its flight life. These parts are made mainly by hand, which complicates the preparation of production, delays its cycle and reduces the quality of products. An alternative to this technology is the automated pultrusion method, which can ensure the quality of products at the stage of mass production.

Key words: flight life, quality, long parts, polymer composite materials, pressed profiles, flight weight, pultrusion, efficiency.

Изготовление деталей летательных аппаратов очень сложный и трудоемкий процесс, требующий высокой квалификации рабочего, а также специалистов, которые разрабатывают технологический процесс для изготовления деталей и изделий. На авиационных предприятиях страны из года в год постоянно расширяется номенклатура выпускаемых изделий, а их конструктивная и технологическая сложность повышается. Детали из прессованных профилей широко применяются в конструкции современных летательных аппаратов в качестве силовых элементов. Основным материалом таких деталей является алюминиевый сплав.

Кроме прессованных профилей в конструкции планера летательных аппаратов используются все чаще профильные изделия из полимерных композиционных материалов. И не смотря на бурное развитие современной техники длинномерные детали из волокнистого композиционного материала изготов-

ливаются в основном вручную с использованием труда высококвалифицированных рабочих. Такая технология требует изготовления специальной оснастки для каждой номенклатуры деталей, что приводит к значительному усложнению технологической подготовки производства и снижает гибкость технологического процесса при внесении конструкторских изменений в уже существующие изделия или при внедрении новых изделий в производство. Изготовление деталей вручную приводит к затягиванию цикла производства, снижая качество, ухудшая общую культуру производства.

Цель данной работы: рассмотреть повышение лётного ресурса и качества производства вертолётной техники за счёт автоматизации технологии изготовления длинномерных деталей

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить понятие лётного ресурса и установить пути его повышения в рамках серийного предприятия;
- изучить показатели качества и определить основные направления его улучшения;

Лётный ресурс — продолжительность функционирования (наработка) летательного аппарата, выраженная в лётных часах или числом полётов до наступления предельного состояния, при котором дальнейшая эксплуатация летательного аппарата прекращается по требованиям безопасности или эффективности эксплуатации в связи с возможным недопустимым снижением прочности. Следовательно, лётный ресурс в первую очередь зависит от прочности.

Лётный ресурс одного полета и соответственно, лётные характеристики летательного аппарата в первую очередь зависят от его взлётной массы.

Исследования показывают, что значительная доля экономии массы конструкции планера достигается благодаря рациональным технологическим решениям. Особенно перспективным направлением в мероприятиях по снижению массы является создание конструкций из волокнистых композиционных материалов. Расчеты и проведенные эксперименты показывают, что даже частичная замена металлических конструкций на конструкции из волокнистых композиционных материалов в соответствии с современными возможностями может дать снижение массы планера на 10...25 %. Так, при выполнении горизонтального полета с меньшей массой необходима меньшая подъемная сила, а значит, при том же угле атаки и высоте полета требуются меньшая скорость, сила тяги и мощность, и кривая потребной мощности перемещается в системе координат влево и вниз (см. рисунок 1).

При уменьшении полетной массы самолета скорость сваливания, наименьшая и экономическая скорость уменьшаются, максимальная скорость полета увеличивается, избыток мощности, а значит угол набора и вертикальная скорость самолета увеличиваются.

Таким образом, снижение полетной массы можно обеспечить за счет замены профильных деталей из алюминиевых сплавов на детали из композитных материалов.

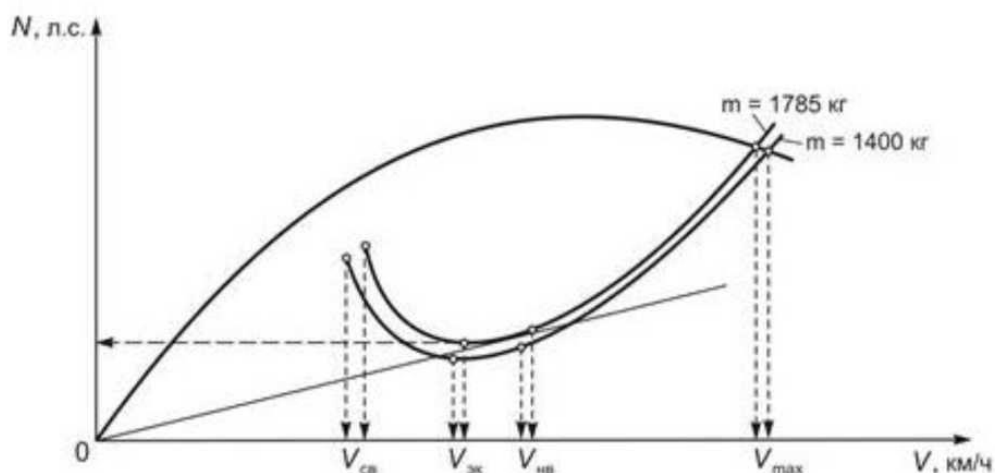


Рис. 1. Зависимость мощности и скоростей от полетной массы

Сравнение основных характеристик алюминиевого сплава с композитными материалами можно отметить, что механические характеристики композитов незначительно уступают алюминиевым сплавам, но удельному весу более, чем в 1.5 раза ниже по сравнению с алюминиевыми сплавами.

Таким образом, в малонагруженных элементах планера можно заменить профиля из алюминиевых сплавов на композитный материал.

Характеристики используемых основных материалов в конструкции вертолетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристика используемых основных материалов
в конструкции вертолетов**

Параметры	Материал		
	ПКМ		Д16АТ
	Стеклопластик	Углепластик	
Удельный вес (г/см ³)	1,7	1,5	2,8
Плотность (г/м ³)	2	1,75	2,78
Предел прочности (МПа)	530	550	570
Относительное удлинение (%)	5	1,1	10
Модуль упругости (ГПа)	55	120	72

Водопоглощение за 24 часа (%)	1,05	0,4	0
Теплопроводность (Вт/(м*К))	0,75	0,5	160
Стойкость к воздействию химически агрессивных сред	Стоек	Стоек	Подвержен электрохимической коррозии. Требуются специальные меры по защите.
Эксплуатационные затраты	Восстановление цветовой окраски по мере снижения её интенсивности	Восстановление цветовой окраски по мере снижения её интенсивности	Требуются регламентные работы не реже 1 раза в год

Качество продукции - совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Показатель качества продукции - количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

Схема формирования качества летательного аппарата представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Схема формирования качества ЛА

В авиационной промышленности на основе опыта использования отечественных систем, анализа зарубежных систем, создания высококачественной авиатехники была разработана отраслевая КСУКП (комплексная система управления качеством продукции), которая предусматривала обеспечение высокого качества изделий за счет:

- обеспечения качества на этапе выполнения научноисследовательских и опытно-конструкторских работ;
- обеспечения качества на этапе серийного производства;
- обеспечения качества на этапе эксплуатации.

Обеспечение качества на этапе серийного производства можно обеспечить за счет автоматизации изготовления деталей из композитных материалов.

С этой целью предлагается использовать автоматизированную пултрузионную линию (см. рисунок 3).

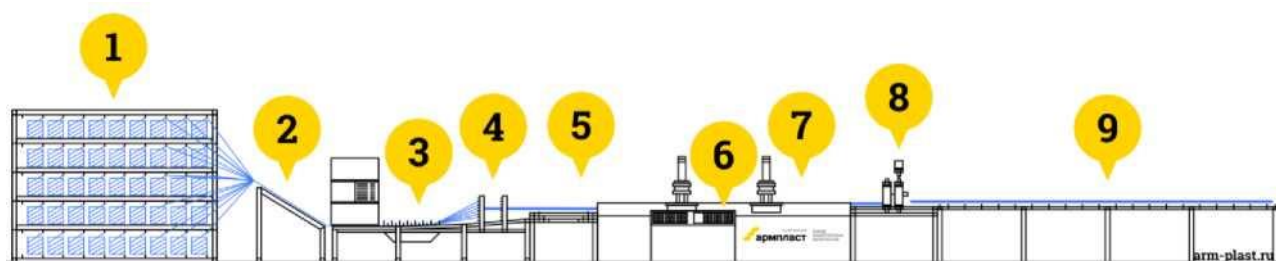


Рис. 3. Схема пултрузионной установки

Пултрузионная установка включает в себя:

- стенд для стекловолокна (шпулярник);
- устройство сушки ровинга;
- ванна пропитки ровинга;
- устройство принудительного формирования формы;
- филлера с несколькими зонами прогрева;
- пульт управления;
- тянущее устройство тракового или шагового типа;
- отрезное устройство;
- конвейерная система для подачи профилей после распиливания.

Пултрузия (pultrusion) - непрерывный процесс изготовления длинномерных профильных изделий путем протягивания композиции матричного полимера с непрерывными волокнами через формообразующее устройство (пултрузионную головку). В отличие от экструзии, где основным рабочим воздействием служит давление, при пултрузии таковым является тянущее усилие.

Процесс пултрузии является автоматизированным, требующий небольших трудовых затрат.

При изготовлении изделий методом пултрusion выделяют два (основных) элемента, формирующих композицию:

- армирующий элемент (преимущественно - стекловолокно; реже - углеродное и базальтовое волокно);
- матрица (преимущественно- полиэфирные и термореактивные смолы; реже - термопластичные полимеры).

Помимо указанных компонентов, при изготовлении изделий методом пултрusion, допускается использование модифицирующих добавок, цель которых заключается в придании изделиям специфических свойств, повышения физико-механических свойств и увеличения эстетической привлекательности получаемых изделий.

Автоматизация процессов производства даёт облегчение и повышение производительности труда, качества изделий и снижения трудоёмкости их изготовления.

Этим методом предлагается получать монолитные и полые профили с различной формой поперечного сечения - круглой, квадратной, треугольной, прямоугольной и т. д. (см. рисунок 4). Кроме того, пултрusion могут быть получены профили с E-, T- и I-образным поперечным сечением высотой до 300 мм, шириной до 150 мм и толщиной более 10 мм.

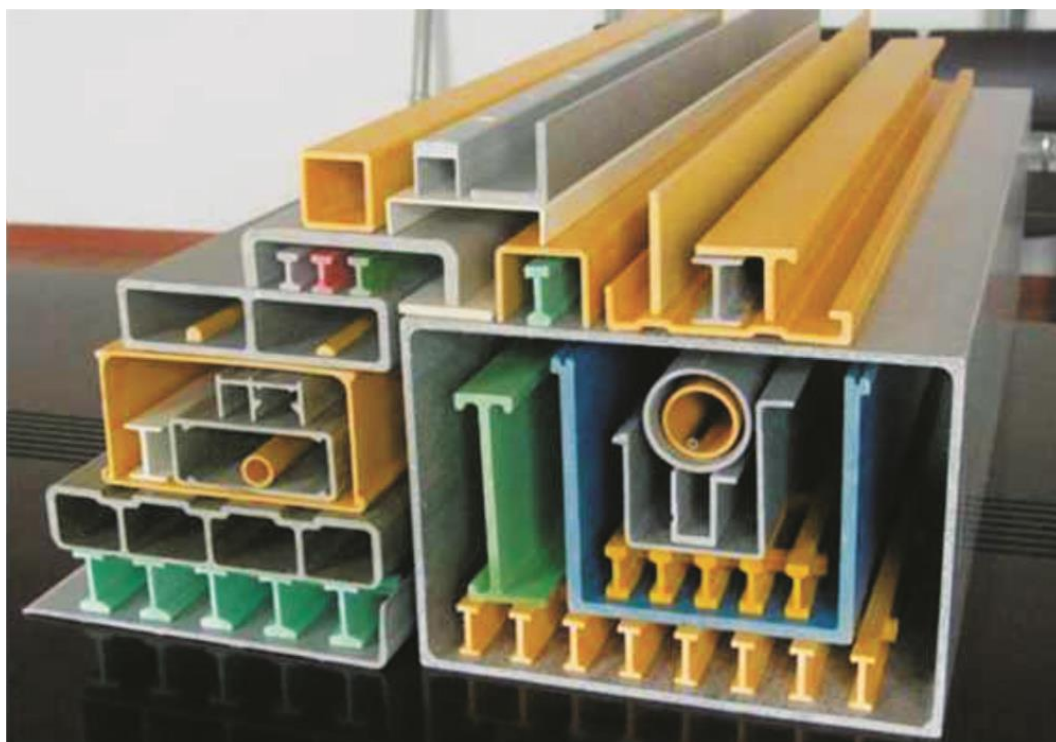


Рис. 4. Профили, полученные методом пултрusion

Примеры длинномерных профилей из композитных материалов, используемые в конструкции вертолётa представлены на рисунке 5.

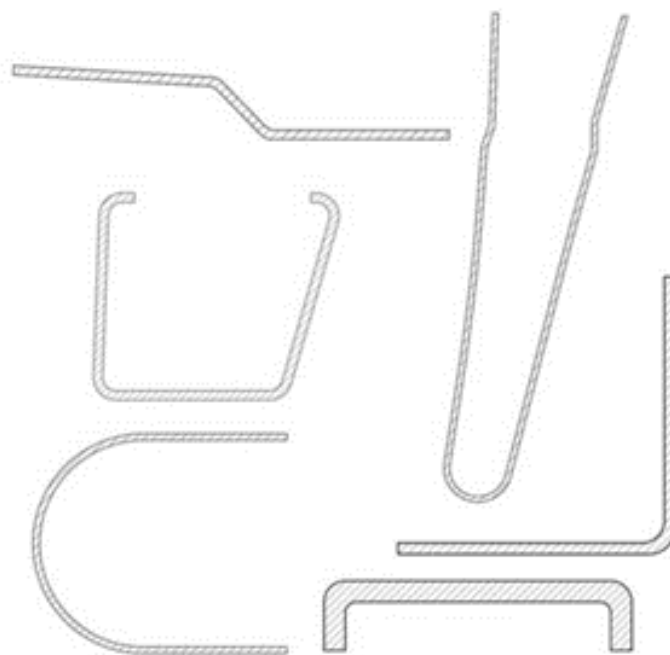


Рис. 5. Примеры длинномерных деталей из композитных материалов

Эскизы фильер с помощью, которых можно изготавливать длинномерные изделия с различным профилем представлены на рисунке 6.

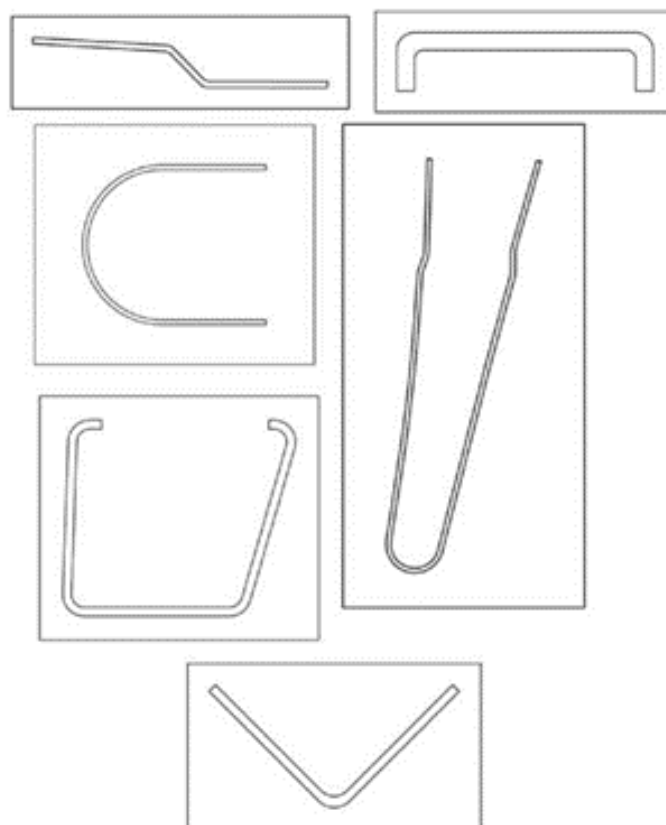


Рис. 6. Эскизы фильер для длинномерных профилей

В России изготовлением деталей с использованием пултрузионной технологией занимаются компании: "Flotenk" (г. Санкт-Петербург), ООО "Композит" (г. Нижний Новгород), "Стальпром" (г. Москва), ООО "Лидер-Композит" (г. Санкт-Петербург), ООО "Новые композитные материалы" (г. Саранск).

Для определения целесообразности предлагаемой замены материала профилей из дюралюминия на композиты для элементов продольного силового набора, поступающие на сборку руля направления, стабилизатора, хвостового отсека в качестве профилей, стрингеров, лонжеронов сравнивается масса изделий из различных материалов и себестоимость приобретения со стороны и собственного производства.

С этой целью все предлагаемые профили приведены к трем типам, наиболее распространенным в конструкциях вертолета Ка-52 (Таблица 2).

Таблица 2

Характеристики профилей

Наименование профиля	Д 2 5 п О со « Я	Материал Д 16		Стеклопластик		Углепластик	
		Масса 1 м, кг	Цена 1 м, руб.	Масса 1 м, кг	Цена 1 м, руб.	Масса 1 м, кг	Цена 1 м, руб.
1. Профиль прес- сованный прямоу- гольный таврового сечения 420321	15	0,75	96	0,45	129,3	0,40	165,1
2. Профиль прессованный прямоугольный равнополочный углового сечения 410055	20	0,474	60,7	0,289	105,4	0,254	115,5
3. Профиль прессованный прямоугольный равнополочный швеллерного сечения 440212	18	1,993	255,1	1,215	208,6	1,071	289,4

Результаты расчетов массы профилей из различных материалов на один вертолет Ка-52 приведены в таблице 3.

Сравнивая результаты расчетов, приведенные в таблице 3, можно сделать вывод о снижении массы при замене дюралюминия на композиты. Снижение массы составило от 22,2 до 26,2 кг в зависимости от используемого композита.

Масса профилей из различных материалов на один вертолет

Наименование профилей	Масса профилей из материала, кг		
	Материал Д 16	Стеклопла- стик	Углепластик
1. Профиль прессованный прямоугольный таврового сечения 420321	11,25	6,75	6,0
2. Профиль прессованный прямоугольный равнополочный углового сечения 410055	9,485	5,78	5,1
3. Профиль прессованный прямоугольный равнополочный швеллерного сечения 440212	35,874	21,87	19,28
Итого	56,6	34,4	30,4

Стоимость профилей, приобретенных со стороны в расчете на один вертолет Ка-52, составляет:

- профиль прессованный прямоугольный таврового сечения (15 м) - 7,5 тыс. руб.
- профиль прессованный прямоугольный равнополочный углового сечения (20 м) - 5,2 тыс. руб.
- профиль прессованный прямоугольный равнополочный швеллерного сечения (18 м) - 15,80 тыс. руб.

Себестоимость производства профилей предприятием составила с учетом переменных и постоянных затрат на годовую программу 24,1 тыс. руб.

Эффективность применения собственного производства по сравнению с приобретением профилей со стороны представлена на рисунке 6.

Рисунок подтверждает однозначность решения собственного производства длинномерных профилей.

Направлением повышения качества является автоматизация процесса изготовления профильных длинномерных изделий из ПКМ. Целесообразность автоматизации основана на снижении трудоёмкости, повышения производительности труда и культуры производства.

Трудоёмкость изготовления изделия из ПКМ ручной выкладкой 1 м профиля средней сложности - 23,9 ч, на пултрузионной установке - 3,4 ч.

Предлагается перевести на автоматизированную линию - 25 метров профильных изделий с расчетом на один вертолет Ка-52.

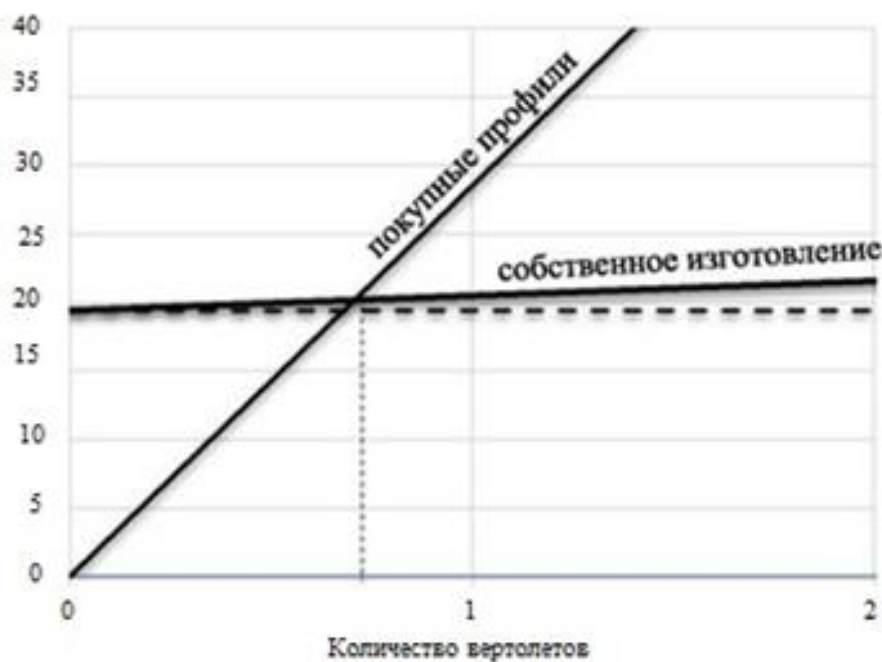


Рис. 7. Обоснование решения «Производить или покупать»

Для того, чтобы выявить оптимальный вариант технологии изготовления профилей, необходимо сравнить производственную себестоимость их получения ручной выкладкой и автоматизированным методом. Расчеты основаны на данных, приведенных в таблице 4.

Таблица 4

Данные для расчета на один вертолет Ка-52

Варианты	Трудоемкость, н-ч	Коэффициент загрузки	Мощность, кВт-ч	Стои- мость, тыс. руб.
Ручная выкладка	597,5	0,33	1,5	15
Автоматизированный процесс	35	0,1	4,5	3600

При расчете все затраты технологической себестоимости процесса изготовления профилей разделены на переменные и постоянные. В состав переменных затрат вошли затраты на оплату труда сборщиков, включая выплаты в социальные фонды, и затраты на силовую электроэнергию пултрusionной установки. Самой важной статьёй постоянных затрат является амортизация основного технологического оборудования, которая была скорректирована на коэффициент загрузки.

При сравнении двух вариантов технологии необходимо определить критический объем производства, при котором затраты по обоим вариантам равны:

$$N_K = (S_{c2} - S_{c1}) / (S_n - S_{v2}) \quad (1)$$

где S_{c1} и S_{c2} - постоянные затраты по первому и второму вариантам;

S_{v1} и S_{v2} - переменные затраты по первому и второму вариантам.

$$N_K = (9,7 - 0) / (193,75 - 11,36) = 0,053 < 1$$

Полученный результат позволяет сделать вывод об эффективности применения пултрузионного метода изготовления длинномерных профилей в авиастроении.

Таким образом, предлагаемые мероприятия позволяют уменьшить массу вертолета Ка-52 за счет снижения массы малонагруженных профилей, повысить производительность труда и культуру производства за счет автоматизации производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Адаскин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов. Учебник: моногр. / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. - М.: Форум, Инфра-М, 2017. - 167 с.
2. ГОСТ 13622-91. Профили прессованные прямоугольные равнополочного таврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.
3. Материаловедение. Технология композиционных материалов. Учебник / А.Г. Кобелев и др. - М.: КноРус, 2016. - 270 с.
4. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пултрузия>.

ПРЕДАНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ОБЛИКА ЭЛЕМЕНТАМ ВНЕШНЕГО ВИДА ВЕРТОЛЕТА КА-62

Д.А. Таран, А.В. Слабожанин
Научный руководитель: А.С. Борисенко

Аннотация

В статье предложены решения по изменению эстетических элементов экстерьера вертолѐта Ка-62 без потери их функциональности.

Вертолет – это средство передвижения высокого класса. Поэтому он должен отвечать самым взыскательным требованиям не только в плане технического оснащения, скорости, комфорта, но и по своему внешнему виду. Летательный аппарат должен отвечать требованиям технической эстетики, которая сочетает в себе утилитарные (практически полезные) и эстетические качества.

Вертолет Ка-62 имеет аэродинамическую схему с одним несущим четырехлопастным винтом и двенадцатилопастным рулевым винтом, помещенным в кольцевой канал на хвостовом оперении. Интегральная схема фюзеляжа с обводами, уменьшает сопротивление, также позволяем экономить топливо. Он является плодом сотрудничества специалистов в области аэродинамики и дизайнеров, которые вложили много усилий в создание его плавных форм. Несмотря на общую привлекательность обводов вертолета есть ряд элементов, конструкции которых нуждаются в доработке. Так как «Внимание к мелочам рождает совершенство» - Микеланджело Буонарроти.

Цель работы

- Совершенствование эстетических форм подножек;
- Изменение механизма навески кока носового, для исключения деталей, выходящих за теоретический контур вертолета.

Описание работы

- Разработан дизайн подножек в общем стиле, имеющие резиновые накладки для безопасного поднятия и спуска с борта

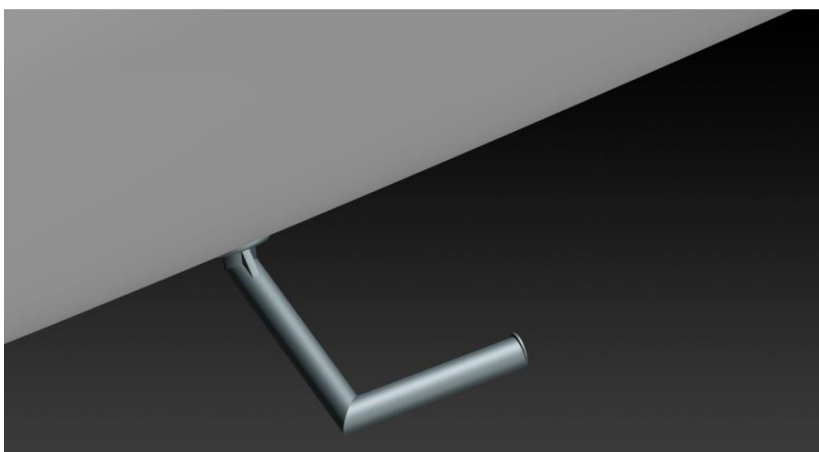


Рис. 1. Имеющаяся подножка кабины пилотов

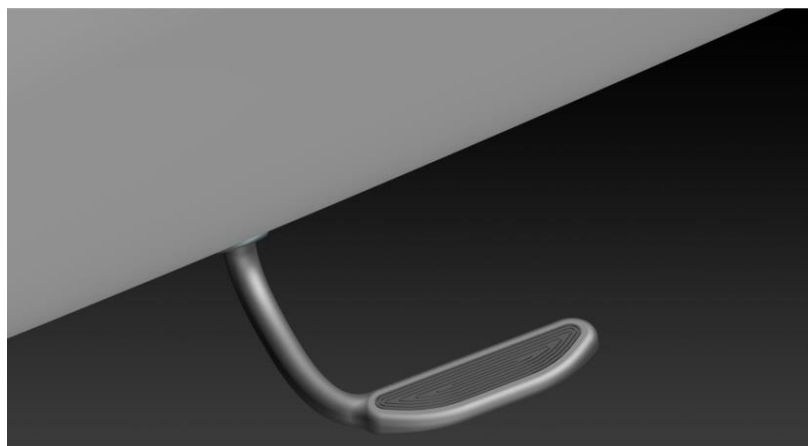


Рис. 2. Разработанный дизайн подножки кабины пилотов

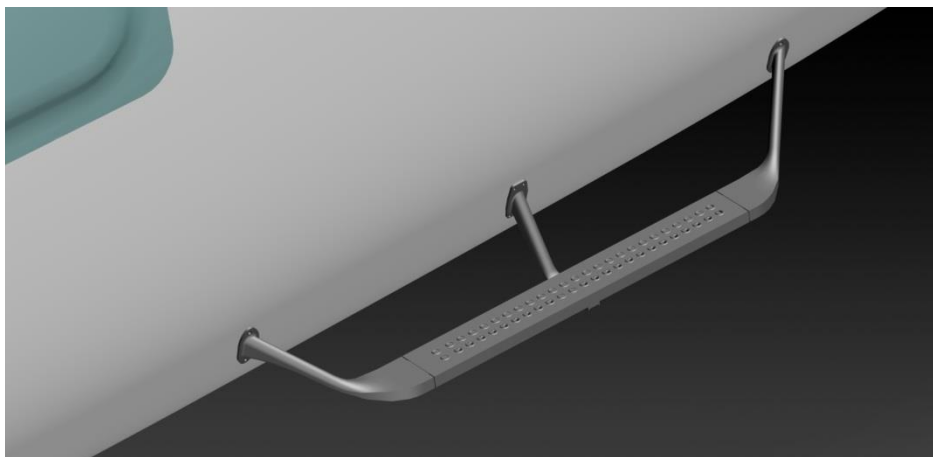


Рис. 3. Имеющаяся подножка

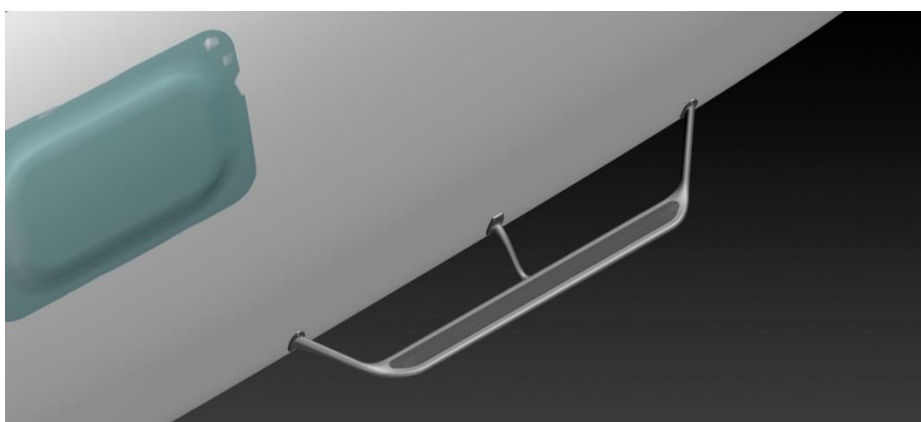


Рис. 4. Разработанный дизайн подножки

- Разработан скрытый механизм навески кока носового, состоящий из четырех тяг и шести кронштейнов

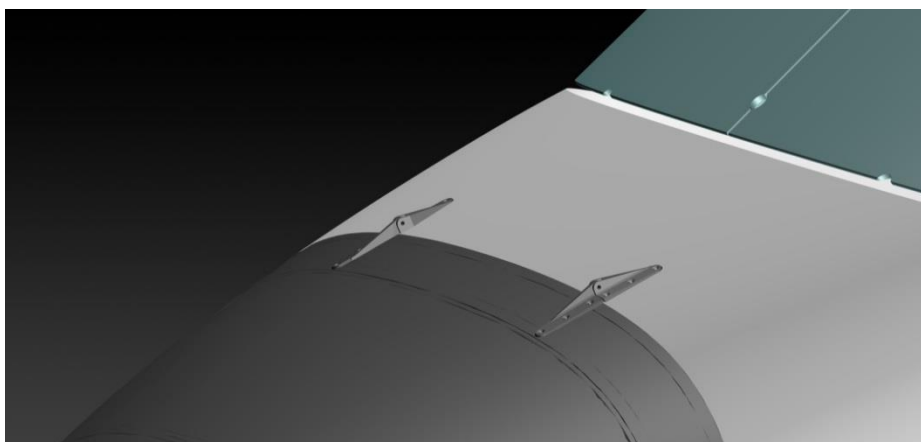


Рис. 5. Имеющийся механизм навески кока носового

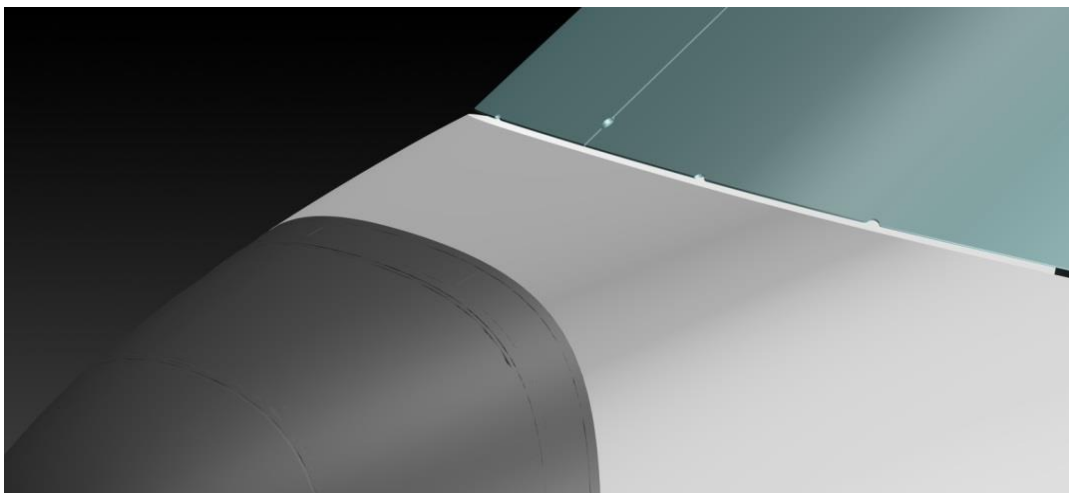


Рис. 6. Вид стыковки кока носового со скрытым механизмом навески

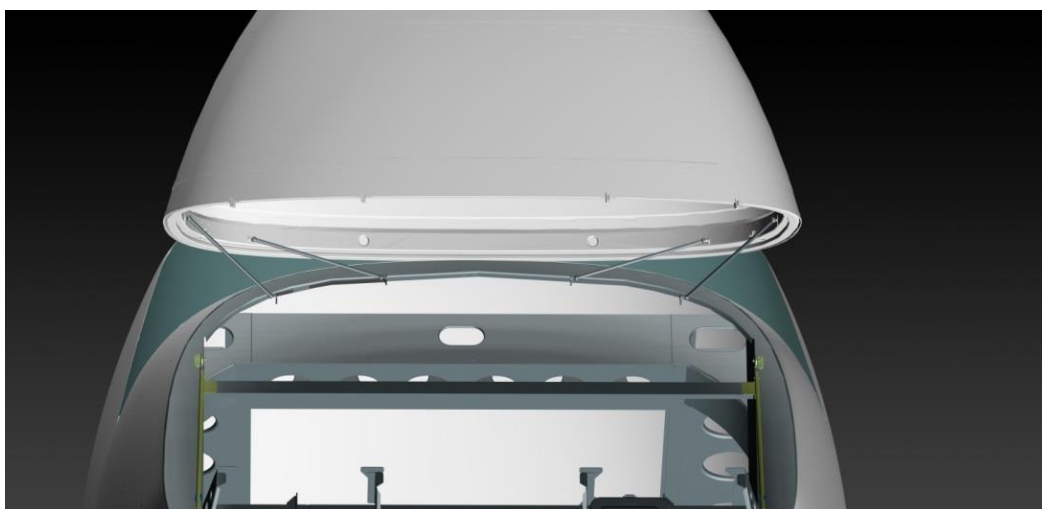


Рис. 7. Вид против полета с открытым коком носовым

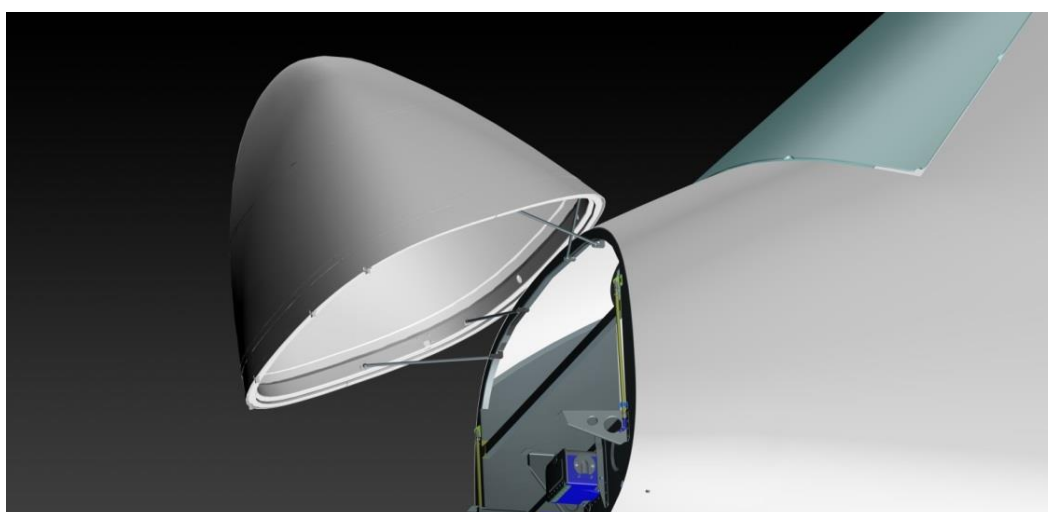


Рис. 8. Вид на левый борт с открытым коком носовым

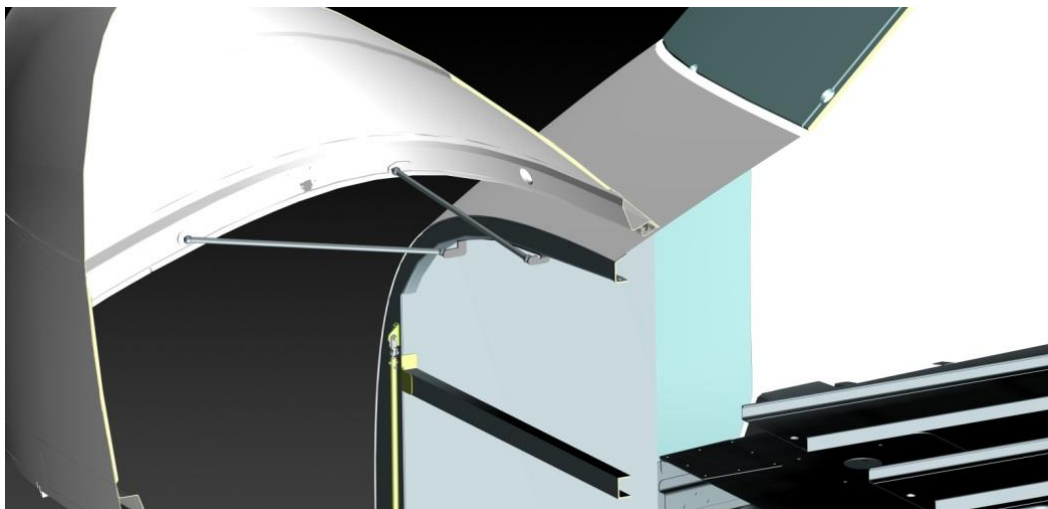


Рис. 9. Вид в сечении с открытым коком носовым

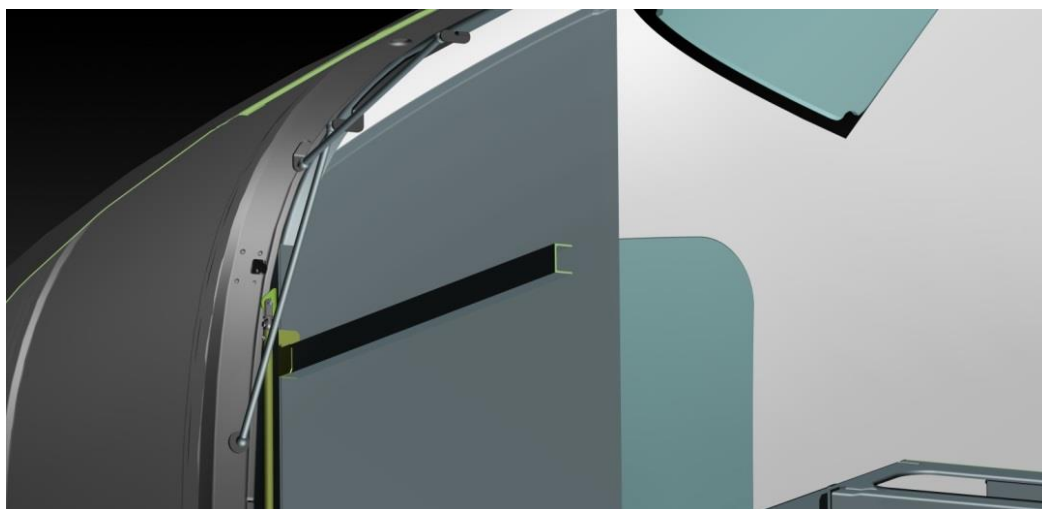


Рис. 10. Вид в сечении с закрытым коком носовым

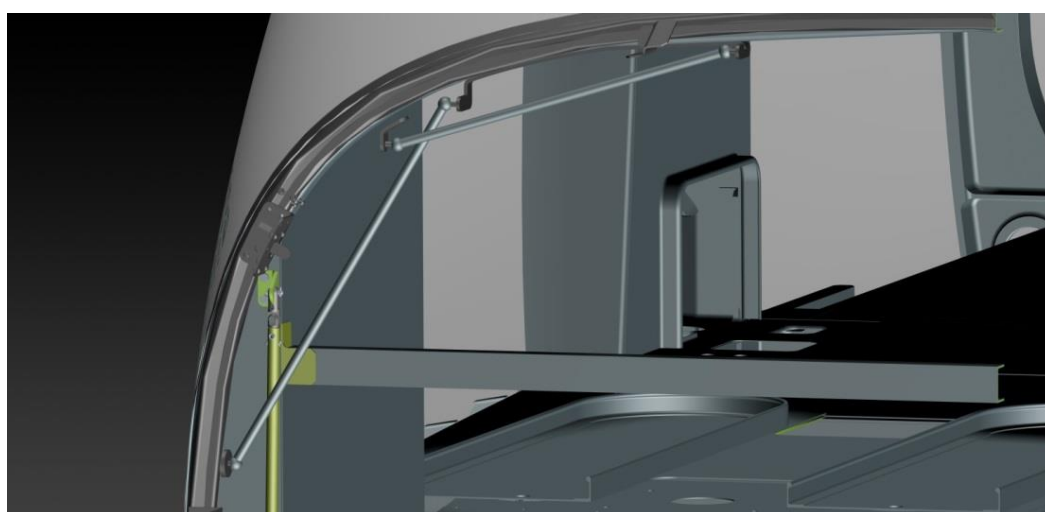


Рис. 11. Вид в сечении против полета с закрытым коком носовым

По результатам инженерного анализа установлена работоспособность предлагаемой конструкции (рисунок 12).

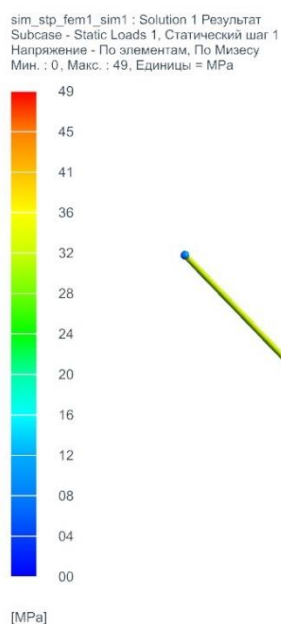


Рис. 12. Анализ прочности

Предание эстетического облика элементам вертолета Ка-62 должно способствовать повышению конкурентоспособности на ранках авиационной технике.

НАНЕСЕНИЕ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ КАТОДНЫМ МЕТОДОМ

Е.Н. Тарасова, М.Е. Меженный
Руководитель: М.Н. Урбанович

Аннотация

На предприятиях Холдинга «Вертолеты России» существует проблема нанесения качественного электрофоретического покрытия, связанная с нестабильностью свойств одного из компонентов рабочей композиции – эмали ВФЛ-1199Э.

В работе рассматривается вопрос о целесообразности замены анодного метода нанесения электрофоретического покрытия катодным методом.

Ключевые слова: ЭФП, катафорез.

Электрофоретическое покрытие (ЭФП) – антифрикционное полимерное покрытие, применяемое для снижения трения, улучшения прирабатываемо-

сти рабочих поверхностей, устранения задиров, схватывания в узлах трения и для защиты вибрагруженных сочленений от фреттинг-коррозии.

Электрофоретическое покрытие наносится на 196 различных деталей изделий Ка-52 и Ка-62, в том числе на особо ответственные детали, входящие в сборку вала соединительного – элемента трансмиссии для передачи крутящего момента к главному редуктору. Внешний вид покрытия на данных деталях в последние годы не соответствует требованиям инструкции ПИ-378: на деталях наблюдается кратеры (точечные углубления в покрытии) и шагрень (наплывы на поверхности покрытия вследствие переосаждения). Данные проблемы возникают на всех предприятиях Холдинга «Вертолеты России».

Кроме того, нестабильность покрытия отражается на длительности работы композиции, вновь составленной ванны хватает на 4-5 рабочих дней.

1. Возможность применения на АО ААК «ПРОГРЕСС» катодного метода нанесения электрофоретических покрытий.
2. Увеличение производительности участка нанесения электрофоретического покрытия.
3. Уменьшение количества дефектов на поверхности покрытия.

Электрофоретическое покрытие получают путем электроосаждения из дисперсных сред водорастворимых эмалей. Процесс связан с переносом частиц в неподвижной жидкой среде к одному из электродов – аноду или катоду. В зависимости от того, чем служит окрашиваемое изделие – анодом или катодом, различают анодное осаждение (анафорез) или катодное (катафорез). Необходимым условием для электроосаждения является наличие электропроводящей среды. Поэтому данным способом наносят водные и органодисперсии полимеров и олигомеров: в случае органодисперсий дисперсионной средой служат жидкости с высокой диэлектрической проницаемостью (спирты, кетоны, амиды, смеси гидрофильных растворителей с водой).

В настоящее время на предприятиях Холдинга используется технология электрофоретического покрытия, разработанная в семидесятых годах прошлого века. Покрытие формируется на аноде из композиционной системы на основе водорастворимой эмали ВФЛ-1199Э, представляющей собой гидролизированный соконденсат фенолформальдегидной смолы, резидрола, малеинового ангидрида, и суспензии фторопласта Ф-4ДВ. При этом у данной технологии изначально были недостатки, связанные с одноразовостью использования композиции – после двух-трех недель ведения техпроцесса (при интенсивной работе ванны – после 4-5 дней) необходима утилизация всего рабочего раствора ванны. Также довольно часто происходило нарушение коллоидной стабильности системы, приводящие к осаждению на дно ванны существенного количества фторопласта.

В настоящее время в РХТУ им. Д.И. Менделеева разработана и успешно внедрена на АО «РОСТВЕРТОЛ» технология нанесения электрофоретического покрытия катодным методом.

В основе данной технологии лежит процесс получения покрытий методом катодного электроосаждения водоразбавляемых полимерных электролитов.

Водорастворимость пленкообразователя достигается переводом его в солевую форму при допировании кислотами, чаще всего муравьиной или уксусной, с образованием поликатиона:

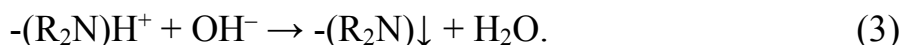


Рабочий раствор пленкообразователя имеет кислую реакцию.

Основным электрохимическим процессом при электроосаждении полимерных электролитов является электролиз воды на катоде:



При этом в прикатодном слое устанавливается высокая концентрация гидроксильных ионов. Осадок на катоде образуется в результате взаимодействия в прикатодном слое олигомерных катионов с гидроксильными ионами, сопровождающегося образованием нерастворимой формы пленкообразователя:



Полимерный пленкообразователь при осаждении образует на изделии плотную нерастворимую в воде пленку, которая обезвоживается и уплотняется за счет сопутствующих процессов электроосмоса и синерезиса. Осаждение происходит до тех пор, пока поверхность изделия остается токопроводящей. Метод электроосаждения обладает высокой рассеивающей способностью и позволяет получать равномерные по толщине покрытия на металлических поверхностях различной конфигурации.

Метод электроосаждения обладает высокой рассеивающей способностью и позволяет получать равномерные по толщине покрытия на металлических поверхностях различной конфигурации.

Покрытия, сформированные на катоде, обладают наилучшей антикоррозионной защитой среди полимерных покрытий на единицу толщины. Эти качества обусловлены:

- высокой чистотой покрытия, благодаря отсутствию растворения металла подложки и фосфатного или оксидного слоя (в случае предварительной подготовки поверхности металла – фосфатированием или анодированием);
- отсутствием окисления пленкообразователя;
- более высокой плотностью образующейся полимерной трехмерной структуры при последующем термоотверждении;
- эффектом ингибирования, связанного с основным характером свободных аминогрупп.

Одним из достоинств катафореза является то, что в рабочем растворе ванны отсутствует щелочной гидролиз, свойственный анодному процессу, поэтому не требуется производить полную замену рабочего раствора ванны, а достаточно только корректировать рабочий раствор в процессе эксплуатации, что позволяет существенно сократить затраты на ведение технологического процесса.

В 2018 году АО «МВЗ им. М.Л. Миля» перевыпустило инструкцию ПИ-378, в которой учтены разработки РХТУ им. Д.И. Менделеева.

В октябре 2019 г. на АО «РОСТВЕРТОЛ» в присутствии главного металлурга АО «ААК ПРОГРЕСС» проведены работы по нанесению электрофоретического покрытия катодным методом (катафорез) на пластину 800.00.1530.0412 и два образца. Режим нанесения покрытия: время – 2,5 мин, напряжение 180 В, температура 31 °С. ЦЗЛ АО «ААК ПРОГРЕСС» был проведен контроль качества нанесенного на АО «РОСТВЕРТОЛ» электрофоретического покрытия. Качество покрытия соответствует ПИ-378.

1. Катодный метод позволяет получить электрофоретическое покрытие без дефектов, характерных для анодного метода получения ЭФП. Это позволяет улучшить качество получаемого покрытия и уменьшить трудоемкость и расход материалов за счет снижения времени на перекрывание деталей с дефектным покрытием.
2. Срок службы композиции катодного метода нанесения ЭФП составляет более 2 лет, что позволяет снизить издержки на составление композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Квасников М.Ю., Замшин В.А., Кудло В.Л. и др. Новая технология получения электрофоретического покрытия на деталях вертолета, эксплуатирующихся в условиях фреттинг-коррозии // Авиационные материалы и технологии. 2019. №4. С. 49–55.
2. ПИ-378 «Нанесение электрофоретического покрытия на стальные и титановые детали для защиты от фреттинг-коррозии»

Раздел III

РАБОТЫ, ПРИНИМАВШИЕ ЗАОЧНОЕ УЧАСТИЕ В X-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК»

ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ ДВУХЧАСТОТНОГО МЕТОДА ДЛЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

И.И. Коваль, И.М. Купряков, А.Ш. Курбанов

Научный руководитель: В.В. Гасельник

Аннотация

Для применения двухчастотного метода неразрушающего контроля к конкретным маркам сталей недостаточно знать примерные диапазоны амплитуд и частот применяемых магнитных полей.

В статье рассматривается методика точного определения требуемых соотношений и значений характеристик используемых магнитных полей для углеродистых сталей.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, дефектоскопия, структуроскопия, магнитное поле, ферромагнетик, перемагничивание, гистерезис.

Annotation

To apply the two-frequency method of non-destructive testing to specific grades of steel, it is not enough to know the approximate ranges of amplitudes and frequencies of the applied magnetic fields.

The article deals with the method of precise determination of the required ratios and values of the characteristics of the magnetic fields used for carbon steels.

Key words: non-destructive testing, flaw detection, structroscopy, magnetic field, ferromagnet, magnetization reversal, hysteresis.

Двухчастотный неразрушающий контроль ферромагнитных материалов налагает определённые условия на режим перемагничивания ферромагнетика, а именно $H_{m\Omega} \gg H_{m\omega}$; $\omega \gg \Omega$; $K = \frac{\Omega H_{m\Omega}}{\omega H_{m\omega}} < 1$.

Однако неравенства, приведенные в определении условий двухчастотного перемагничивания, не дают такого ясного понимания, какое могли бы дать численные значения параметров полей в применении двухчастотного метода.

Сложность нахождения этих численных значений состоит в том, что перемагничиваемые ферромагнитные изделия имеют большое многообразие магнитных свойств, зависящих от марки стали, режимов механической и термической обработки, геометрических размеров и т.д.

На рисунках 1 и 2 показаны зависимости средних значений второй высокочастотной гармоники выходного сигнала двухчастотного преобразователя соответственно от изменения амплитуды низкочастотного поля и частоты высокочастотного поля для разных марок сталей [1]. Они наглядно подтверждают наличие различий магнитных характеристик сталей не только разных групп (например, углеродистой Ст3 и легированной 1X13), но и одной группы (например, Ст20 и Ст45).

Таким образом, знание численных значений параметров перемагничивающих полей для конкретного материала с целью правильного применения теории двухчастотного метода обязательно.

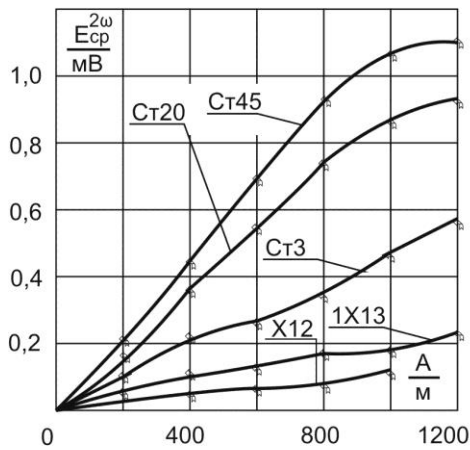


Рисунок 1 - Зависимость среднего значения второй высокочастотной гармоники от вариации напряженности низкочастотного поля для разных марок сталей

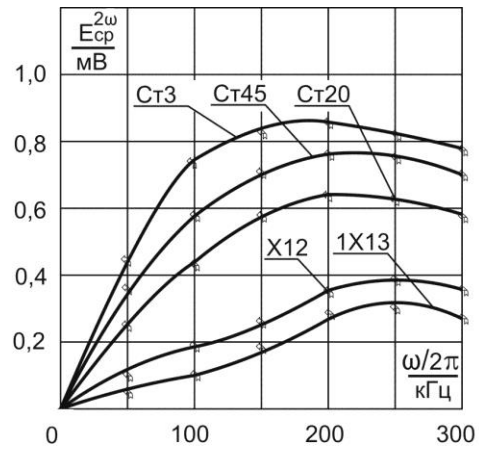


Рисунок 2 - Зависимость среднего значения второй высокочастотной гармоники от вариации частоты высокочастотного поля

Для достижения поставленной цели были рассмотрены следующие вопросы:

- определение примерной величины $H_{m\omega}$, когда перемагничивание еще можно считать проходящим в линейной области, для сталей марки Ст3, Ст20, Ст45;
- определение критического отношения амплитуд перемагничивающих полей $K_{кр.}^I = \frac{H_{m\Omega}}{H_{m\omega}}$, при значениях $K_{кр.}^I$, меньше которого теория применяться не может, для разных K^{II} ;
- определение критического отношения частот намагничивающих полей $K_{кр.}^{II} = \frac{\Omega}{\omega}$, при значениях K^{II} , меньше которых теория применяться не может, для разных K^I ;
- сравнение форм частных циклов для различных K^I и K^{II} , но $K = K^I \cdot K^{II} = const.$

Для экспериментального определения линейной области перемагничивания ферромагнитного материала проводилось измерение третьей гармонической составляющей высокочастотного поля, при отсутствии какого-либо дополнительного подмагничивания.

Считалось, что процесс можно считать линейным, если величина третьей гармоники не превышает 1% от первой гармоники. Исследования проводились на экспериментальной установке, блок-схема которой представлена на рисунке 3. Она состоит из генератора высокой частоты Г6-43, компенсатора третьей гармоники, преобразователя и изделия (коэффициент заполнения равен 1), избирательного усилителя В6-9, осциллографа GOS 620. Компенсатор предназначен для подавления третьей гармоники на выходе генератора, так как напряжение на его выходе не является идеально синусоидальным. Исследования проводились в частотном диапазоне от 10 кГц до 200 кГц. В резуль-

тате эксперимента было выявлено, что для указанных марок сталей и диапазона частот изменения высокочастотного поля в пределах от 0 до 10 А/м в высокочастотной составляющей ЭДС измерительной катушки преобразователя содержится только первая гармоника, то есть перемагничивание ферромагнетика осуществляется в линейной области. Подмагничивание постоянным полем равных величин, вплоть до H_S , не привело к появлению высших гармоник, что еще раз подтверждает линейный характер перемагничивания.

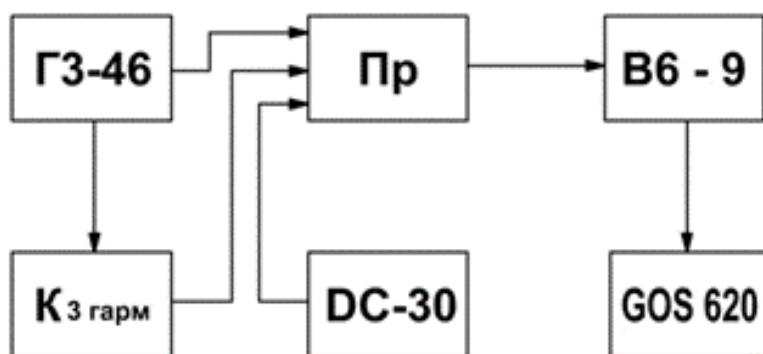


Рис. 3. Блок-схема экспериментального макета для определения линейной области перемагничивания

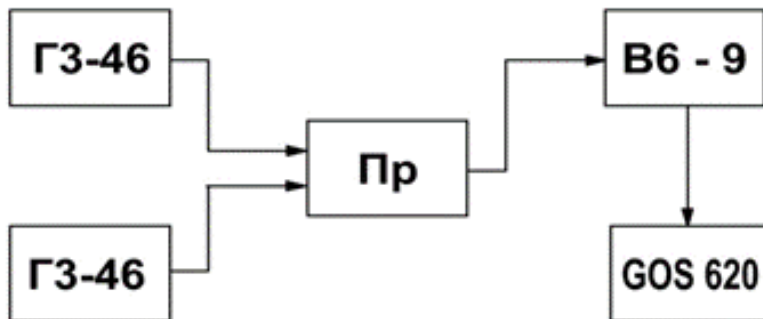


Рис. 4. Блок-схема экспериментального макета для определения влияния высокочастотного поля на низкочастотную петлю гистерезиса

Исследование влияния высокочастотного поля на низкочастотную петлю проводилось с помощью экспериментальной установки, блок-схема, которой представлена на рисунке 4. Она состоит из двух генераторов Г6-43, преобразователя с изделием (коэффициент заполнения равен 1), избирательного усилителя, настроенного на 1 гармонику низкочастотного поля, осциллографа. Первая гармоника рассматривалась как показатель искажающих свойств. Изменение её на 1% от первоначальной величины, то есть, когда высокочастотное поле отсутствовало, считалось предельным для использования предложенного математического подхода.

Исследования проводились для различных K^{II} .

Согласно проведённому эксперименту, величина высокочастотного поля, необходимая для того, чтобы вызвать большие изменения или в форме низкочастотной петли или в её наклоне относительно осей, превышает слабые поля, определённые первым экспериментом. Небольшие отличия, не превышающие для первой низкочастотной гармоники 1%, наблюдаются только в области изменения $H_{m\Omega}$ от 800 до 1000 А/м. Критическое отношение амплитуд намагничивающих полей, меньше которого теория применяться не может, для равных K^{II} лежит в пределах $K_{кр}^I = 80 - 100$.

Важную роль в формировании сложной петли играет коэффициент $K^{II} = \frac{\Omega}{\omega}$. Однако, критическая величина его колеблется в широких пределах и принимает определённые значения отдельно для каждого K^I . В свою очередь, из работы [1] известно, что исчезновение частных циклов в области остаточной индукции Br начинается при $K = K^I \cdot K^{II} = 1$. Отсюда легко найти критическое отношение частот намагничивающих полей $K_{кр}^{II}$ для разных K^I . Так, например, $K_{кр}^{II}$ для $K^I = 100$ будет иметь значение 0,01. В тоже время неравенство $K < 1$, полученное теоретическим путем, до сих пор не было проверено экспериментально [2].

Исследования проводились с помощью устройства для наблюдения формы частных циклов на низкочастотной петле гистерезиса при двухчастотном перемагничивании (рисунок 5).

Они показали, что, как и было указано из теоретического рассмотрения в работе [2], исчезновение частных циклов начинается в точках, соответствующих $\pm Br$ и с увеличением K область, не занятая частными циклами, расширяется в сторону «клювиков» низкочастотной петли. Критический коэффициент, при котором начинают исчезать частные циклы, равен, как и предполагалось, 1.

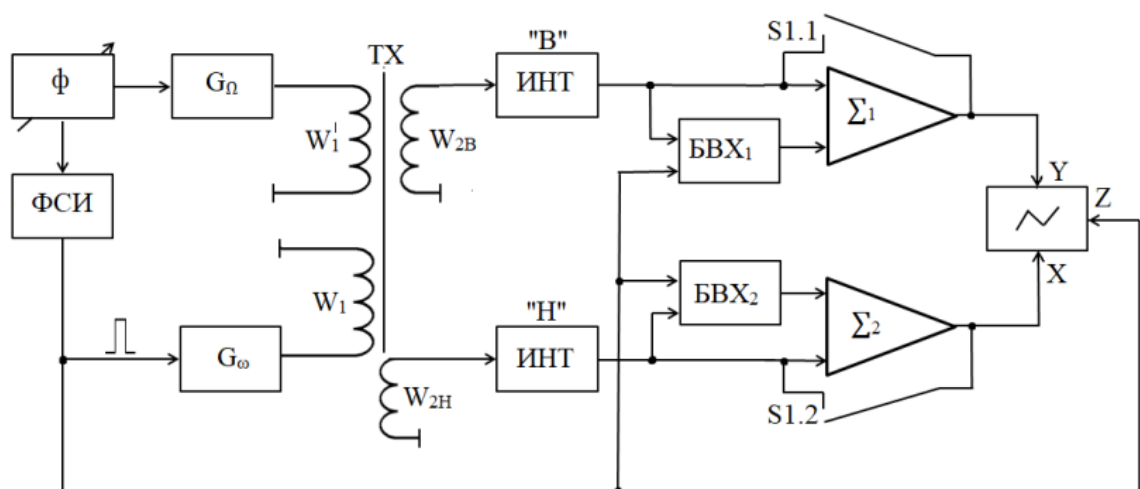


Рис. 5. Блок-схема устройства для осциллографирования динамики сложного намагничивания

Сравнение форм частных циклов при различных K^I и K^{II} , но $K = K^I \cdot K^{II} = const.$ показало, что в диапазоне частот высокочастотного поля 10 кГц – 200 кГц можно выделить три основные формы, представленные на рисунке 6.



Рис. 6. Основные формы высокочастотных частных циклов

Таким образом, экспериментальным путём установлено, что высокочастотные поля не должны превышать величины 10 А/м для указанных марок сталей. В свою очередь амплитуда напряжённости низкочастотного поля должна быть больше 800-1000 А/м. Коэффициент отношения амплитуд намагничивающих полей, когда высокочастотное поле не оказывает искажающего влияния на низкочастотное поле, определяется неравенством $K^I \geq 80 - 100$. Коэффициент отношения частот намагничивающих полей, когда во всех областях низкочастотной петли есть частные циклы, определяется неравенством $K^{II} \leq \frac{1}{K^I}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гасельник В.В., Макарова Ю.Ю., Черепанова Е.О. Экспериментальное исследование двухчастотных проходных преобразователей / Вопросы естествознания. Научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 16–23.
2. Вишнякова А.Д., Гасельник В.В., Мурзин С.В., Черепанова Е.О. Аппроксимация высокочастотных частных циклов петли гистерезиса с учетом скин-эффекта / Международная научно-практическая конференция «Транспортная инфраструктура Сибирского региона», ИрГУПС, 2018. Том 2. – С. 415–423.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ-СИМУЛЯТОРА ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА

В.И. Кирнос

Научный руководитель: И.А. Шипитько

Цель работы: создать программу-симулятор обрабатывающего станка.

Задачи:

- Анализ применения и аналоги применяемой системы;
- Рассмотрение процесса создания;
- Проблемы с разработкой

Актуальность темы была определена сильным распространением компьютерных автоматизированных систем. Данные системы применяются практически во всех сферах деятельности человека, и на данном примере мы рассмотрим какие системы применяются для создания симуляций.

Симуляция – имитация какого-либо физического процесса при помощи искусственной системы.

Система автоматизированного проектирования (англ. *Computer-aided design (CAD)*) – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР.

CAD в основном используется для детального проектирования 3D-моделей или 2D-чертежей физических компонентов, но он также используется на протяжении всего процесса проектирования — от концептуального проектирования и компоновки изделий до прочного и динамического анализа сборок и определения методов изготовления компонентов. CAD также можно использовать для проектирования таких объектов, как украшения, мебель, бытовая техника и т. д. Кроме того, многие приложения CAD теперь предлагают расширенные возможности рендеринга и анимации, чтобы инженеры могли лучше визуализировать дизайн своих продуктов. 4D BIM — это тип виртуального инженерного моделирования строительства, включающий информацию о времени или расписании для управления проектом. CAD стал особенно важным в области компьютерных технологий с такими преимуществами, как более низкие затраты на разработку продукта и значительно сокращенный цикл проектирования. CAD позволяет дизайнерам планировать и разрабатывать проекты на экране, распечатывать их и сохранять для дальнейшего редактирования, экономя время на своих чертежах.

В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства.

Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;

- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путём:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

CATIA — система автоматизированного проектирования (САПР) французской фирмы Dassault Systèmes.

AutoCAD — двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk. Первая версия системы была выпущена в 1982 году. AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности.

NX (ранее «Unigraphics») — флагманская CAD/CAM/CAE-система производства компании Siemens PLM Software (до 1 октября 2007 года называлась UGS). Программа использует ядро геометрического моделирования Parasolid.

NX поддерживает широкий спектр операционных систем, включая UNIX и Linux, Mac OS X, Windows с возможностью одновременного использования нескольких ОС.

Основными конкурентами программы являются CATIA компании Dassault Systèmes и Creo Elements/Pro (ProEngineer) компании PTC.

Цена — высокая, зависит от комплектации ПО

Сложность в написании — обусловлена необходимостью знания черчения, архитектуры постпроцессоров и понимания написанного кода.

Требовательность — ПО имеет достаточно высокие системные требования для ПК.

В результате проведенного исследования и разработки создан программный модуль-постпроцессор вертикально-фрезерного станка для среды Siemens NX, позволяющий транслировать созданную по результатам симуляции траекторию движения режущего инструмента в коды управляющей программы для системы ЧПУ данного станка.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ВХОДНОГО КАНАЛА ВОЗДУХОЗАБОРНИКА ВОЗДУШНОГО СУДНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВИХРЕОБРАЗОВАНИЯ

П.А. Колбеева

Научный руководитель: С.В. Пахомов

Аннотация

Рассмотрена методика и результаты эксперимента по исследованию вихревых течений на входе в модели различных форм входных сечений воздухозаборников воздушного судна. По полученным результатам построена диаграмма «Классификация воздухозаборников по значениям максимальной горизонтальной скорости потока у земли $V_{Г\text{MAX}}$ при изменении высоты $\bar{H}$ расположения воздухозаборника от аэродрома». Анализ эксперимента показал эффективность борьбы с вихреобразованием на входе в воздухозаборник ромбовидного сечения.

Ключевые слова: вихревые течения, воздухозаборник, эксперимент, входное сечение.

Annotation

The method and results of the experiment on the study of vortex flows at the entrance to the models of various shapes of the input sections of the air intakes of the aircraft are considered. Based on the results obtained, the diagram «Classification of air intakes according to the values of the maximum horizontal flow velocity $V_{Г\text{MAX}}$ at the ground when the height of $\bar{H}$ the air intake location changes from the airfield» is constructed. The analysis of the experiment showed the effectiveness of combating eddy formation at the entrance to the air intake of a diamond-shaped section.

Key words: vortex flows, air intake, experiment, inlet section.

В России, которая занимает обширные территории с различными климатическими поясами с большими суточными и сезонными перепадами температур. Из-за этих факторов бетонные покрытия рулежных дорожек (РД) и взлетно-посадочной полосы (ВПП) испытывают температурные деформации. Это приводит к разрушению покрытия аэродромов и на поверхности аэродромов появляются посторонние предметы (ПП) в виде камней, фрагментов бетона (рис. 1), которые увлекаются вихревыми шнурами, возникающими под воздухозаборником (ВЗ) воздушного судна (ВС), в тракт газотурбинного двигателя [1]. Все это ведет к его разрушению и к досрочному снятию с эксплуатации.

В работе в качестве параметра, отражающего интенсивность вихревых шнуров, выбрана величина максимальной горизонтальной скорости $V_{Г\text{MAX}}$ у поверхности аэродрома [2], которая зависит от ряда конструктивных и эксплуатационных факторов

$$V_{Г\text{MAX}} = f(H, G_B, V_\phi, \beta, D_{ЭКВ}),$$

где H – высота расположения ВЗ; G_e – расход воздуха через ВУ; V_e – скорость набегающего потока; β – угол набегающего потока; $D_{эв} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$ – эквивалентный диаметр входа в ВЗ, где S – площадь входного сечения ВЗ.

В качестве базового способа проведения экспериментальных исследований был выбран метод газогидравлической аналогии [3].

Была использована экспериментальная установка и методика проведения эксперимента по [2].



Рис. 1. Разрушение бетонного покрытия ВПП и РД



Рис. 2. Внешний вид термоанемометра ТТМ-2

Эксперимент проводился при помощи микропроцессорного термоанемометра ТТМ-2 (рис. 2). Термоанемометр ТТМ-2 – прибор для измерения скорости потока газа от 0,1 м/с до 50 м/с. Погрешность измерений прибора в исследуемом диапазоне скоростей составляет не более 5%, что является приемлемым для проведения инженерных экспериментов.

Термоанемометр ТТМ-2 предназначен для измерений скорости воздушного потока в жилых и производственных помещениях, системах кондиционирования, отопления и вентиляции.

Принцип работы термоанемометра ТТМ-2 основан на измерении температурного сопротивления нагретого терморезистора охлаждаемого воздушным потоком. В качестве чувствительных элементов для измерения температуры и скорости потока воздуха используются миниатюрные платиновые терморезисторы. Термоанемометр считывает показания с измерительного зонда, рассчитывает по настроенной на предприятии-изготовителе калибровке скорость воздушного потока и индицирует её на ЖК-индикаторе. Термоанемометр ТТМ-2 может производить усреднение измерений за 2 и за 10 секунд, а также фиксировать максимальное/минимальное значение скорости.

При замерах каждой скорости потока соответствовало свое значение силы тока. Далее значения силы тока переводились в скорость воздушного потока. Линейные размеры выражены в относительных величинах

$$\bar{L} = L/D_{\text{ЭКВ}}, \quad \Delta\bar{L} = \Delta L/D_{\text{ЭКВ}}, \quad \bar{h} = h/D_{\text{ЭКВ}}, \quad \bar{\lambda} = \lambda/D_{\text{ЭКВ}}, \quad \bar{b} = b/D_{\text{ЭКВ}}, \quad \bar{H} = H/D_{\text{ЭКВ}},$$

где L – расстояние от точки замера до нулевой координаты, м; ΔL – расстояние между точками замера, м; h – высота чувствительного элемента ТТМ-2 от поверхности экрана, м; H – высота расположения нижней кромки ВУ от поверхности аэродрома.

Объектами исследований были выбраны модели следующих форм входных сечений изолированных ВЗ без модели ВС (рис. 3 – 8):

- квадратного сечения со скосом;
- квадратного сечения без скоса;
- круглого сечения;
- полукруглого с губой, поднятой вверх;
- полукруглого с губой, опущенной вниз;
- ромбовидного сечения.

Переход к моделям потребовал соблюдения газодинамического подобия. Число Рейнольдса Re , определенное для моделей, составляло при экспериментах $Re_{\text{мод}} \approx 3 \cdot 10^6$, т. е. $Re_{\text{мод}} \gg Re_{\text{кр}}$. Таким образом, эксперимент проводится в автомодельной области по Re , за характерный линейный размер принят $D_{\text{ЭКВ}}$.

Переход от реальных ВЗ к их Модели ВЗ ВС были изготовлены в масштабе 1:22. Расход воздуха G_B через модели ВЗ оставался постоянным в течение всех экспериментов и составлял 0,98 кг/с.

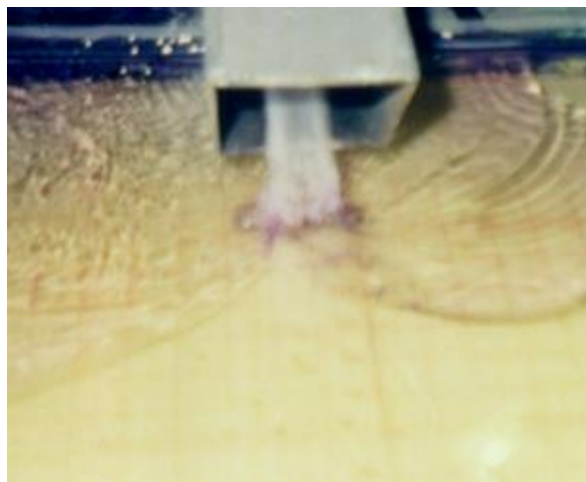


Рис. 3. ВУ квадратного сечения со скосом при $\beta=0,86$

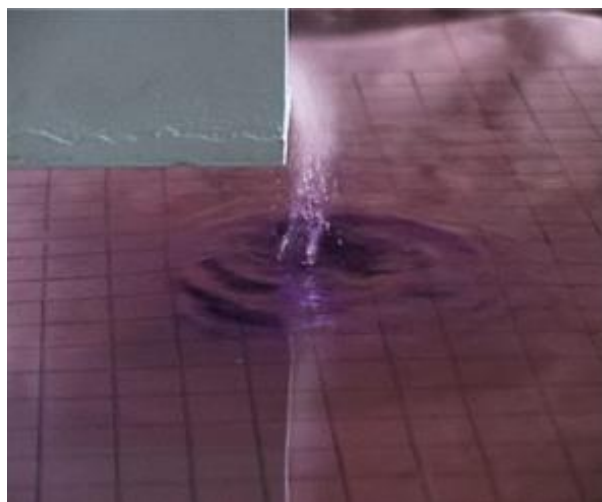


Рис. 4. ВУ квадратного сечения без скоса с вихрем при $\beta=0,86$



Рис. 5. ВУ круглого сечения при $\beta=0,86$



Рис. 6. ВУ полукруглого сечения с губой, поднятой вверх при $\alpha = 0,86$

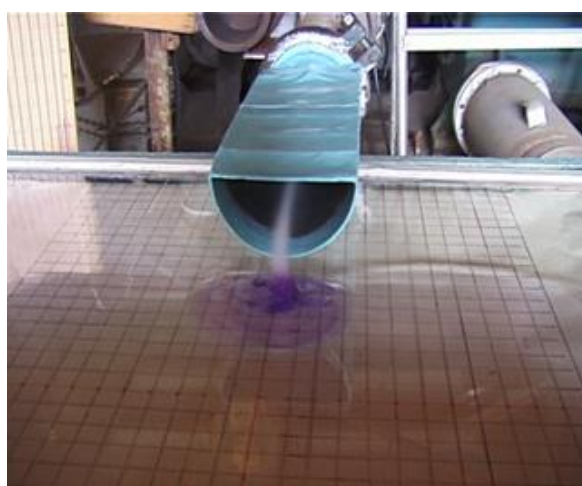


Рис. 7. ВУ полукруглого сечения с губой, опущенной вниз при $\alpha = 0,86$

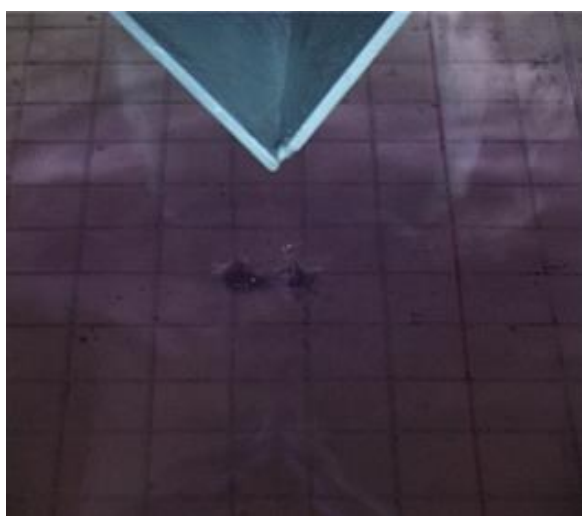


Рис. 8. ВУ ромбовидного сечения при $\alpha = 0,86$

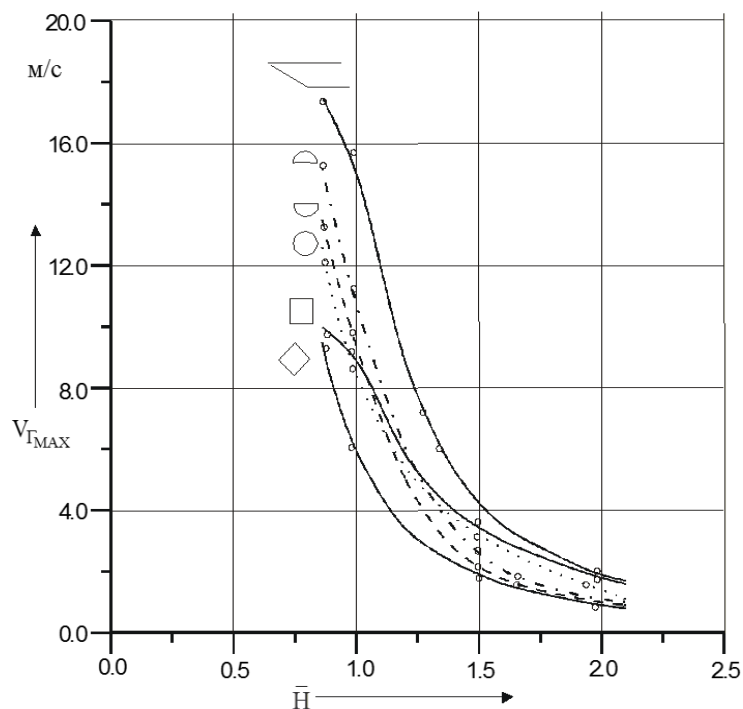


Рис. 9. Диаграмма «Классификация ВЗ по значениям $V_{Г MAX}$ при изменении $\bar{H}$ »

Исследования представлены в виде фотографий и графических зависимостей горизонтальной скорости V_r по длине ВЗ $\bar{L}$ и высоты $\bar{H}$ расположения ВЗ от поверхности раздела сред (имитатора аэродрома) [2].

ВЗ закреплялись на экспериментальной установке поочередно и выставлялись на высотах $\bar{H}$, равных 1,99, 1,58, 1,46, 1,38, 1,22, 0,86, 0,74.

Результаты экспериментов для различных форм ВЗ, расположенных на высоте $\bar{H} = 0,86$, где отчетливо прослеживались образовавшиеся под ВЗ устойчивые вихревые шнуры, представлены на рис. 3 – 8.

На основании результатов эксперимента составлена диаграмма, представленная на рис. 9. Анализируя результаты параметрических исследований, а также материалы фотосъемки, становится очевидным, что наибольшими скоростями V_r под нижней кромкой обладает ВУ квадратного сечения со скосом. Наименьшими скоростями V_r – ВЗ ромбовидного сечения. На основании полученных данных можно предположить, что максимальной интенсивностью вихреобразования обладает ВЗ квадратного сечения со скосом, а наименьшей – ромбовидного сечения.

Данный ромбовидный ВЗ целесообразно устанавливать на ВС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Теория вихрей перед воздухозаборниками самолетов при работе газотурбинных двигателей на аэродроме / Н.В. Даниленко, П.М. Кривель, С.В. Пахомов, А.М. Сафарбаков, М.М. Федотов. Монография. Иркутск: ИГТУ, 2011– 348с.

2. С.В. Пахомов, А.М. Сафарбаков. Методы и средства защиты газотурбинных двигателей воздушных судов от попадания посторонних предметов. Монография. – Ч. 1 и 2 – Иркутск: ИрГУПС, 2011 – 156с.
3. Чжен П. Отрывные течения. Пер. с англ. – М.: Мир, 1972. – 356с.

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.С. Макашев

Научный руководитель: И.А. Шипитько

Цель работы: исследование подходов и разработка БПЛА для арктической зоны.

Задачи и решение их в работе:

- Анализ задач и схем БПЛА в арктической зоне;
- Анализ условий работы БПЛА в арктической зоне;
- Анализ существующих агрегатов БПЛА в арктической зоне;
- Формирование облика предполагаемого БПЛА и его летно-технические и эксплуатационные характеристики.

Что такое БПЛА и какие дает преимущества по сравнению с пилотируемыми ЛА?

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – летательный аппарат (ЛА) без экипажа на борту. Различаются по степени автономности – управление дистанционно или управление полностью автоматически. Также различаются по способу применения.

По типу управления:

- управляемые автоматически;
- управляемые оператором с пункта управления (ДПЛА);
- гибридные.

По назначению:

- разведывательные;
- ударные (способные вести огонь по противнику самостоятельно);
- мишени (например, Ла-17М).

Преимущества БПЛА по сравнению с пилотируемыми ЛА:

1. Низкая стоимость использования по сравнению с использованием пилотируемой авиации (20-40 тыс. рублей / летный час) или спутников. Важно отметить, что наибольшей экономии можно добиться при использовании малых БЛА в течение короткого времени, поскольку при использовании больших БЛА, с большим потреблением топлива и высокой стоимости, зарплата пилота перестает быть основным фактором, определяющим различия в размере расходов.

2. Низкие издержки на содержание штата.
3. Возможность применения в сложных погодных условиях и в условиях риска аварии для аппарата.
4. Не требуется высококвалифицированный персонал.

Каковы задачи БПЛА в арктической зоне?

Основными областями использования БПЛА в гражданском секторе экономики являются: производственный, геофизический и экологический мониторинг; дистанционное зондирование; наблюдение и охрана.

Непосредственно к задачам, которые можно решать на высоких широтах с помощью БПЛА, можно отнести: обнаружение малоразмерных воздушных и наземных объектов; поиск и обнаружение морских судов; контроль морских границ и правил рыболовства; аэрофотосъемка, картография; контроль гидрометеобстановки и активно излучающих объектов; геологоразведка; разведка ледовой обстановки, слежение за волнением моря, поиск косяков рыбы; охрана важных объектов (например, сотни тысяч километров трубопроводов топливно-энергетических компаний (ТЭК), которые слабо охраняются) и др.

Отечественная программа по созданию беспилотной техники в интересах России призвана преодолеть сильное отставание в данной области от ведущих стран мира. Сегодня производить легкие БПЛА в состоянии многие страны, в том числе и Россия. Большое число российских компаний выпускает достаточно качественные образцы небольших БПЛА малого радиуса действия, способных совершать полеты на малых высотах. Такие БПЛА используются российскими силовыми ведомствами, МЧС, гражданскими компаниями и даже продаются за рубеж. Однако с высотными БПЛА, обладающими значительной дальностью полета все не так хорошо, в этой области лидерство США и Израиля является неоспоримым.

Каковы требования и функции БПЛА в арктической зоне

Для БПЛА следует выделить главными противниками климат и погодные условия. В ходе работы ему предстоит удерживаться в воздухе при сильном ветре, к примеру от 10 метров в секунду с порывами до 20 метров в секунду. Также не менее важным является противостояние низким температурам и воздействию воды. Также если учитывать возможность посадки БПЛА на воду необходимо предусмотреть, его возможность противодействовать сильным волнам.

Какие существуют разновидности БПЛА для арктической зоны

В арктической зоне нашли применение несколько типов БПЛА:

1. С жестким крылом (самолетного типа);
2. С вращающимся крылом (вертолетного типа);
3. Многовинтовая схема (коптеры);
4. Гибридные (конвертопланы).

Характеристики проекта предполагаемого БПЛА для арктической зоны

По результатам исследования, предлагается к разработке беспилотный аппарат самолётного типа берегового базирования, оснащенный лыжным/коньковым шасси, способный к взлёту и посадке с ледяных поверхностей, твёрдого наста и плотного снега.

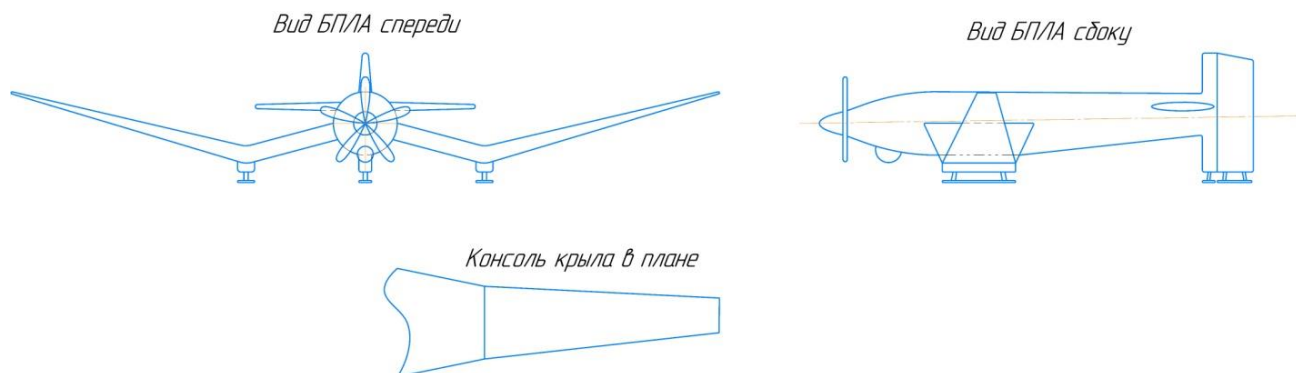


Рис. 1. Эскиз внешнего облика БПЛА

Форма крыла в поперечной плоскости выбрана как обладающая повышенной устойчивостью к порывам бокового ветра, позволяет упростить конструкцию стоек шасси и в целом обладает повышенной жесткостью. Планер БЛА предполагается оснастить обшивкой из полимеркомпозиционных материалов. Силовая установка винтомоторного типа, предполагается использование современного высокоэффективного облегченного ДВС для лёгкой авиации.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ИСО 9000 ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Е. Христенко

Научный руководитель: С.В. Чикриз

Аннотация

Компании всех развитых стран мира ищут пути улучшения качества выпускаемой продукции и повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке.

Одной из важных условий этой задачи – эффективная система управления. Поэтому так популярны в мире стандарты ИСО 9000, предлагающие системы менеджмента, ориентированной на качество, и требования которым эта система должна соответствовать.

Ключевые слова: ИСО 9000 , качество, сертификация.

Annotation

Companies from all developed countries of the world are looking for ways to improve the quality of their products and increase their competitiveness in the global market. One of the important conditions for this task is an effective management system. That is why the ISO 9000 standards are so popular in the world, offering quality-oriented management systems and the requirements that this system must meet.

Key words: ISO 9000, quality, certification

Цель исследования: Доказать, что внедрение ИСО 9000 не всегда ведет к повышению эффективности предприятия, удовлетворению потребителей, обеспечения реального качества продукции и увеличения прибыли.

Изучив, стандарт ИСО 9000 выявлены главные недостатки:

- громоздкие и неконкретные определения;
- может препятствовать появлению инноваций;
- жесткая регламентации деятельности организации;
- вынуждение организации действовать во вред своим клиентам;
- ведет к увеличению затрат и в ряде случаев экономически не целесообразно;
- необходимо оформление большого количества документации.

Философия стандартов ИСО 9000 основана на идее обеспечения качества за счет проверок прежде всего самой системы менеджмента качества и связанной с ней документации. Необходимость наличия подтверждающей документации (отчетов) является одним из основных требований, содержащихся в стандартах ИСО 9000. Отчеты становятся способом управления, т.к. стандарты сконцентрированы на проблемах контроля и проверок системы менеджмента качества.

Когда люди сталкиваются с избыточной документацией, они вынуждены делать двойную работу: вначале сделать дело, а потом – описать его. Создаются документы только ради того, чтобы проверяющий мог выполнять свою работу. Такой подход мешает людям заниматься полезным делом, заставляет их верить, что ценность их вклада в общее дело, конечном счете определяется процедурой контроля и лицами, осуществляющим контроль.

В итоге проверки часто увеличивают количество ошибок и ведут к росту стоимости продукции и услуг. Наличие документированной системы качества становится главным средством контроля и управления деятельностью организации, даже если пути совершенствования деятельности не всегда связаны исключительно с внедрением систем менеджмента качества (СМК) .

Стандарты ИСО серии 9000 базируются на не всегда, верным предположении, что лучшим способом управления работой служит использование установленных и контролируемых методик. Конечно, никто не говорит, что выполнение производственных процессов, тем более непосредственно влияющих на качество изделий, не должно регламентироваться. Но ведь необходимо помнить и о том, что чрезмерная регламентация может приводить к неразрешимым противоречиям и необоснованным задержкам в реальном производстве, в котором участвуют сотни сотрудников и реализуется множество процессов. Наверное, все слышали про «итальянскую забастовку», в которой основным и эффективным способом остановки любого производства является неукоснительное соблюдение сотрудниками рамок своих должностных обязанностей и установленных производственных правил, при этом сотрудникам даже нет необходимости покидать свои рабочие места как при обычной забастовке.

Применяемые подходы к внедрению стандартов ИСО 9000 сводятся к жесткой регламентации деятельности организации в соответствии с требова-

ниями ИСО 9001, что приводит к псевдооптимизации показателей. Внедрение системы менеджмента качества начинают не с анализа показателей деятельности организации, а с ее сопоставления с набором требований стандартов ИСО 9000. При этом предполагается, что правильное применение этих требований положительно скажется на эффективности компании. Однако это предположение не имеет ни теоретического обоснования, ни практического подтверждения.

Стандарт излишне доверяет тому, как проверяющие интерпретируют понятие качества. Любой человек может стать консультантом по ИСО 9000, но только люди, прошедшие специальную подготовку, могут становиться аудиторами. Даже беглый взгляд на программу подготовки аудиторов способен породить сомнение в полезности вкладываемых в это дело усилий.

В целом типовая программа подготовки аудиторов обычно включает: обзор стандартов ИСО 9000, их цели и содержание; интерпретацию разделов и пунктов стандартов; задачи проверяющих; руководящие указания по проведению аудита; гуманитарные аспекты проверок – проведение опросов, разрешение конфликтов; анализ опыта проведения аудитов и практические упражнения.

Нет сомнения в том, что существуют опытные аудиторы, обладающие глубокими знаниями (хотя всегда присутствует вопрос относительно ценности этого опыта для нужд проверяемой организации). Столь же часто встречаются аудиторы, только прошедшие подготовку и мало знающие, но которые оказываются в положении, когда они способны сильно повлиять на работу проверяемой организации.

Когда людей контролируют посторонние, они склонны обращать внимание только на те аспекты дела, которые подвергаются проверке. Сотрудники организаций, деятельность которых подвергается проверке, часто пишут: «Аудиторам, проверяющим внедрение стандартов ИСО 9000, показывают только определенные области организации, те, что могут пройти проверку. Затем компании выдают сертификат о прохождении ею проверки на соответствие стандартам ИСО 9000 в качестве рекомендации потребителям пользоваться их услугами. Ранее разработанные руководства не пересматриваются для проведения их в соответствие с современными требованиями, отчеты, как правило, также не обновляются и преимущественно исправляются непосредственно перед визитом проверяющих. Существует масса мелких проблем, которые никого не волнуют. Подобные компании преуспевают, хотя не полностью отвечают требованиям ИСО 9000. В таком случае, зачем нужны эти стандарты?»

Стандарты ИСО 9000 не способствуют изучению менеджерами системного подхода и дисперсионного анализа.

Напротив, стандарты прививают менеджерам веру в то, что следование установленным методикам способствует уменьшению дисперсии результатов работы. На самом деле, строгое следование этим методикам, может привести к увеличению дисперсии.

Очевидно, что в некоторых случаях применение стандартных методов работы дает свои преимущества. Но в иных случаях может возникать вопрос не о том, правильно ли мы работаем, а занимаемся ли мы тем, чем следует. И для ответа на него наилучшим образом подходит анализ организации как системы и соответствующее управление ею, основанное на анализе дисперсии. В промышленности уменьшение дисперсии параметров продукции означает повышение ее качества. В организациях, торгующих услугами, любые отклонения от пожелания клиента ведут к росту затрат и потери клиентуры. Для того чтобы учиться на основе анализа отклонений, требуются измерения, а правильно выбранные и грамотные измерения влекут за собой получение новой информации и совершенствование работы организации.

Игнорируя значение вариаций, менеджеры легко могут впасть в ошибочное переоценивание выгод от всеобщей работы в соответствии с установленными процедурами. Кажется логичной и соответствующей общепринятым представлениям мысль о том, что люди будут работать лучше, если они четко знают, что они должны делать и действовать по правилам. Но всегда ли это справедливо? Стандарты ИСО 9000 не дают ответа на этот вопрос, поскольку они предполагают, что такой подход является единственно правильным. Они исходят из презумпции преимуществ работы по правилам с использованием документированных методик, которые указывают, как нужно работать, и выполнение которых контролируется».

Стандарты ИСО 9000 не способствуют установлению оптимальных отношений между поставщиками и потребителями. Японцы, которых принято считать лидерами движения за качество, рассматривают организацию как систему, включающую поставщиков и потребителей. На этой основе была создана новая концепция относительно того, как должны взаимодействовать между собой организация, ее поставщики и потребители. Стандарты ИСО 9000, напротив, поощряют «контрактный» подход к установлению отношений организации с поставщиками и потребителями. Очень часто поставщики обязаны доказать, что они зарегистрированы в качестве организаций, соответствующих стандартам ИСО. Люди, работающие в организации-заказчике, начинают выполнять свои обязанности так, как того требуют эти стандарты. Они считают себя ответственными за оценку поставщиков и обязывают их проходить регистрацию и делать иные вещи, которые ведут к псевдооптимальным взаимоотношениям между поставщиком и покупателем.

Стандарты ИСО серии 9000 могут вынуждать организации действовать во вред своим клиентам. Иногда бюрократические процедуры, предписываемые стандартом, могут становиться препятствием для нормальных взаимоотношений между клиентами и теми, кто непосредственно создает для них полезный результат.

Принуждение не способствует повышению квалификации менеджеров. В случае со стандартами ИСО 9000 люди, не являющиеся менеджерами, диктуют настоящим менеджерам, что от них требуется для хорошего руководства.

Центр тяжести управления смещается от менеджеров в сторону людей, занимающихся внедрением стандартов и проверками. Менеджеры стремятся не к тому, чтобы учиться, а к соответствию предъявляемых требований.

Применение стандартов ИСО серии 9000 не способствует культивированию в среде менеджеров разнообразия точек зрения и подходов к управлению.

Стандарты ИСО 9000 мало что говорят менеджерам об их самой важной задаче – обеспечении качества выпускаемой продукции, и, вероятно, воспитывают во многих из них нерасположение к данному предмету. Некоторые менеджеры и, несомненно, большинство проверяющих убеждены в том, что организация сделала все необходимое для качества, зарегистрировавшись как соответствующая стандартам ИСО 9000. Но нет ничего более далекого от истины, чем подобное предположение.

Стандарты ИСО развивают идею о том, что любая работа подразделяется на функции руководителей и исполнителей. Эта идея стала фундаментальной ошибкой 20-го века в области управления, и стандарты ИСО 9000 продолжают старую традицию, выражаемую формулой «менеджер решает – рабочий исполняет». Эта традиция ведет к управлению посредством постановки целей, распоряжения бюджетом, применения стандартов. В нее хорошо вписывается методология управления, основанная на приверженности к установленным процедурам.

Между тем, управление при помощи бюджета, целей, стандартов и установленных процедур является псевдооптимальным. Оно служит источником нерационального расходования средств в организации. Такой подход к управлению губителен для инноваций. Для того чтобы внедрять инновации, необходимо уметь взглянуть на организацию глазами потребителей ее продукции и услуг, необходимо управлять всеми процессами с начала и до конца. Требуются такие показатели, которые отвечают целям людей, непосредственно занятых работой.

Вывод: Создание необходимых условий для инноваций является составной частью системного подхода к управлению организацией, представляет сердцевину современных взглядов на качество. Он диаметрально противоположен тому подходу, который продвигают стандарты ИСО серии 9000. Опыт доказывает, что регистрация на соответствие стандартам ИСО серии 9000 ведет к псевдооптимальным результатам. Она вызывает ухудшение показателей деятельности компании. Многие организации, внедрившие ИСО 9000, получили в результате увеличение собственных расходов, недовольство потребителей и разочарованность своих служащих.

Но самое главное – это процедура часто не позволяет организациям разглядеть реальные возможности для повышения своих показателей, которые они могли заметить в ином случае: процедура регистрации и необходимость поддержки действующей системы менеджмента качества на соответствие стандартам ИСО 9000 заслоняет собой эти возможности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Версан В.Г. Стандарты ИСО 9000 версии 2015 года: стратегия внедрения // Сертификация. — 2015. — № 4.
2. Скворцова Л.Т. Новые возможности // Top-Manager, март
3. Свиткин М.З. Стандарты ИСО серии 9000 версии 2000 года: новые шаги в практике менеджмента качества // Стандарты и качество. — 2000. — № 12.
4. Рахлин К.М. К вопросу о концепции применения стандартов ИСО 9000:2000. — Сер. Все о качестве. Отечественные разработки. — Вып. 18. — М.: НТК "Трек", 2002.
5. Стандарты ИСО 9000:2000. Выбор и применение // Инф. бюллетень "ИСО 9000 и ИСО 14000". — 2001, № 3.
6. Качалов В.А. Насколько точно "русское лицо" стандартов ИСО серии 9000:2000 // Стандарты и качество. — 2002. — № 6.
7. Седдон Дж. Десять аргументов против стандартов ИСО серии 9000 // Европейское качество. — 2001. — № 2.
8. Нордстрем К., Риддестрале И. Бизнес в стиле фанк. Капитал пляшет под дудку таланта. — Изд. 2-е, испр. и доп.: Пер. с англ. — СПб, Сток-гольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2001.
9. Свиткин М.З. Процессный подход при внедрении системы менеджмента качества в организации // Стандарты и качество. — 2002. — № 3.

ISBN 978-5-6047060-3-9



9 785604 706039