



МОЛОДЁЖЬ XXI ВЕК

**XI-я научно-практическая конференция
г. Арсеньев, 14-15 апреля 2022 г.
Научное издание**

**Под общей редакцией
Д.Е. Пальцева, А.П. Семёнова**



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

МОЛОДЁЖЬ XXI ВЕК

XI-я научно-практическая конференция
г. Арсеньев, 14-15 апреля 2022 г.
Научное издание

Под общей редакцией
Д.Е. Пальцева, А.П. Семёнова

г. Владивосток
Издательство Дальневосточного университета
2022

Молодёжь XXI век: XI-я научно-практич. конф., г. Арсеньев, 14-15 апреля 2022 г.:
научное издание / под общ.ред. Д.Е. Пальцева, А.П. Семёнова – Владивосток:
Изд-во Дальневост. ун-та, 2022

ISBN

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.

УДК

ББК

ISBN



Дорогие друзья!

С 2012 года Арсеньевская авиационная компания «Прогресс» им. Н.И. Сазыкина при поддержке Приморского регионального отделения Союза машиностроителей России проводит научно-практическую конференцию «Молодежь XXI век». Это значимое событие является прекрасной возможностью для самореализации талантливых молодых специалистов, студентов и школьников.

Сегодня российская машиностроительная отрасль находится в условиях новых вызовов, требующих инновационных подходов, свежих решений и перспективных проектов. Нам важно сохранить технологическое лидерство в этой сфере, а это невозможно без инициативной, думающей, целеустремленной молодежи.

Участие в конференции предоставляет уникальную возможность реализовать свой инженерный и научный потенциал, погрузиться в производственную деятельность, почувствовать востребованность своих знаний, а также получить компетентную обратную связь от ведущих экспертов.

Благодарю всех участников научно-практической конференции «Молодёжь XXI век» за ваш труд и проделанную работу. Ваши победы и достижения дают уверенность, что у нас есть достойная смена, способная в будущем обеспечить эффективное развитие машиностроительного и оборонно-промышленного комплекса нашей страны.

От всей души хочу пожелать дальнейших успехов в реализации научной деятельности, свежих идей и перспективных проектов!

**Генеральный директор АО ААК «ПРОГРЕСС»,
Председатель Приморского регионального отделения
Общероссийской общественной организации
«Союз машиностроителей России»
Денис Пальцев**

Оглавление

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

Перспектива использования литиевых аккумуляторов в процессе производства **В.В. Афанасьева, А.А. Мороз**.....

Проектирование конструкции беспилотного летательного аппарата вертикального взлёта и посадки **И.А. Гаврин**.....

Импортонезависимое производство аддитивных песчаных форм для литья легких сплавов под низким давлением **Б.А. Дедок, И.А. Морозов, С.А. Барсуков**

Разработка информационной технологии распознавания лиц на предприятиях **А.В. Дзюба, А.А. Веслополов, Д.М. Языков, И.В. Ильченко, А.Ю. Сережкина**.....

Новый метод получения оснастки для обработки штампованных деталей на токарном станке **А.Ю. Кашпура, В.А. Прокопьев, А.С. Черняк**.....

Перспективное развитие несущей системы для боевого манёвренного вертолёт **Л.О. Левит**.....

Пути сокращения расхода металла в литниково-питающих системах для гравитационного литья алюминиевых и магниевых сплавов в условиях АО ААК "ПРОГРЕСС" **С.Е. Марховский, О.А. Карнаухов, Д.И. Терещенко**.....

Особенности проведения магнито-порошкового контроля в условиях АО ААК "ПРОГРЕСС" **М.А. Мастобаев**.....

Реинжиниринг в литейном производстве **В.А. Мезенцев**.....

Повышение эффективности работы инженерно-технического работника при помощи принципа 5С **С.А. Мурзаев, Л.А. Колчанов**.....

Разработка технологических процессов изготовления деталей для беспилотного летательного аппарата **Н.С. Петров**.....

Информационный шум **В.И. Серов, В.Н. Беседина, А.Ю. Сережкина**.....

"Техрум" - настольная игра на ассоциации **А.А. Яганина, Н.А. Картамышева, В.Д. Казанцев**.....

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

Аддитивные технологии на АО ААК «ПРОГРЕСС» с 2010 г. по настоящее время **Р.Н. Алексеев, Е.Ф. Клюкман**.....

Роботизация окрасочного производства **Д.Н. Батищева, А.С. Узельман**.....

Переработка стружки модельного пластика для создания модельной оснастки в литейном производстве **Р.А. Богданов, А.Я. Кравцов**.....

Повышение эффективности литья по выплавляемым моделям при использовании аддитивных технологий Д.С. Борзенко, Е.Ф. Клюкман	
Численное исследование аэродинамики крыла экраноплана А.С. Гомольский	
Изготовление корпусных отливок для вертолета Ка-62 в рамках импортозамещения с использованием аддитивных технологий М.В. Ковтун, И.И. Сабуров	
Автоматизация контроля выполнения ТД в производстве С.С. Кучева, Д.А. Дубанов	
Разработка и внедрение способов рентгеновского просвечивания деталей, позволяющих увеличить производительность рентгеновского контроля Ю.Ю. Макарова, А.А. Савватеев, А.А. Герман	
Исследование возможности Применения топологической оптимизации авиационных деталей В.А. Манько, В.Е. Сылка	
Гибридные технологии формообразования в машиностроении А.С. Мордилов	
Системы измерения положения для калибровки промышленного робота Е.М. Омельченко	
Особенности послойного нанесения материала построения в песчано-полимерных 3D принтерах технологии " Jetting" Ф.А. Плешаков	
Разработка и создание учебно-экспериментального стенда на базе промышленных контроллеров SIMOTION d425 для синхронных двигателей А.В. Фарзалиев	
РАБОТЫ, ПРИНИМАВШИЕ ЗАОЧНОЕ УЧАСТИЕ В XI-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕК»	
Установка для прогнозирования технического ресурса объекта диагностирования В.В. Балог	
Разработка системы обогрева тамбурных дверей при эксплуатации пассажирского вагона в зимнее время А.И. Имигеева	
Очистка крупнотоннажных техногенных вод промышленных предприятий методом искусственных геохимических барьеров П.Л. Павлова	
Демонстрационный экзамен как способ оценки профессиональных компетенций при итоговой аттестации в системе СПО: проблемы реализации Т.В. Стеблева, Я.В. Смирнов	
Разработка и внедрение программы для регистрации и учета заключений по механическим свойствам и автоматической обработке результатов испытаний Г.А. Терентьев	

**РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ 1-ГО ЭТАПА
ХІ-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«МОЛОДЕЖЬ ХХІ ВЕК»**

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

А. А. Мороз, В. В. Афанасьева

Заместитель начальника учебного центра Д. А. Лаптев

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания «Прогресс»

им. Н. И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Учебный центр

Аннотация. Аккумулятор — это устройство, преобразующее энергию химической реакции в электрическую, с помощью которой совершается полезная работа. Сегодня, когда остро стоит вопрос о конечной исчерпаемости ископаемых источников энергии, развиваются способы ее генерации с помощью солнечной, ветровой и любой альтернативной энергетики, и в силу цикличности работы этих устройств, генерирующих энергию, встает проблема необходимости создания запасов энергии, чтобы использовать ее в нужный момент.

С другой стороны, важными являются вопросы экологии, их утилизации, переработки и существенное продвижение в решении проблем в этой области, например возможность перевода в далекой перспективе всего вида транспорта на электрическую энергию, участвующего в кооперации между цехами, вторичное использование батарей и их переработка позволит организовать рабочие места на заводе. В этом случае аккумуляторы и топливные элементы будут играть очень важную роль.

Ключевые слова: Аккумулятор, источник энергии, утилизация, переработки

Annotation. A battery is a device that converts the energy of a chemical reaction into electrical energy, with the help of which useful work is performed. Today, when the issue of the finite exhaustibility of fossil energy sources is acute, energy generation methods using solar, wind and any alternatives are being developed. And due to the cyclical operation of these energy-generating devices, the problem arises of the need to create energy reserves in order to use the energy, at the right time.

On the other hand, there are many important ecology problems, problems of used battery disposal and recycling as well as finding new ways to solve these problems, for example, the possibility of transferring the entire mode of transport to electric energy in the distant future, participating in cooperation between workshops. The recycling of batteries and their processing will allow to organize

new workplaces. In this case, batteries and fuel cells will play a very important role.

Key words: Battery, energy source, recycling, recycling

Цель работы: Совместно с руководителем проекта произвести анализ на наличие источников электроэнергии для обеспечения нужд предприятия АО ААК «ПРОГРЕСС». Рассмотреть возможность повторного использования аккумуляторных батарей (для источников более слабых по своим характеристикам), переработка и их утилизация. В работе приведен сравнительный анализ энергетических и эксплуатационных характеристик, срока службы и стоимости различных аккумуляторов. Приведен один из способов их утилизации

Проблема: Использование аккумуляторных батарей для питания особо ответственных механизмов собственных нужд предприятия определяется необходимостью иметь независимый источник при любых авариях и отказах. Традиционно в качестве резервных источников питания, а так же для электрокар применяются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи. В данной работе рассмотрена возможность использования литий-ионных аккумуляторов в качестве таких источников. Показано, что больший срок службы и удельная плотность энергии, отсутствие необходимости в постоянном контроле основных параметров и способность сохранения первоначальной емкости при повышенных токах разряда открывают возможности применения литий-ионных аккумуляторов в качестве независимых источников тока особо ответственных механизмов собственных нужд электрических станций.

Текст материала исследования.

Существуют разные источники энергии (Солнечные батареи, АЭС, геотермальные электростанции, ТЭС, ветряные мельницы, ГЭС). Аккумулятор - устройство для накопления энергии с целью её последующего использования.

В настоящее время литий-ионный аккумулятор используется абсолютно во всей электронике. Можно без преувеличения сказать: без портативных источников питания, мир современной техники был бы намного беднее. Все разнообразие карманных электронных приборов, электромобилей наконец, стало возможным благодаря литий-ионным аккумуляторам.

Литий востребован стал в последние годы для производства аккумуляторных батарей для электромобилей и для систем хранения энергии. Современные литий-ионные батареи способны выдержать примерно 3000 циклов зарядки-разрядки – это уже приличный показатель, но еще есть,

куда расти. Лучшие умы во всем мире трудятся над тем, чтобы повысить их долговечность до 10 000 циклов. В этом случае аккумулятор электромобиля не придется заменять целых 25 лет.

Виды Литийных аккумуляторов. Литий-ионные аккумуляторы - это классические перезаряжаемые аккумуляторы. Они являются одним из самых популярных типов аккумуляторных с одной из лучшей энергетической плотности, отсутствие эффекта памяти и медленной потери заряда.

Литий-титанат - это относительно новый класс литий-ионных АКБ. Он характеризуется очень длинным жизненным циклом, а также является очень безопасным. Особенности: Удельная мощность: 3,000-5,100 Вт/кг; Срок годности: >10 лет; Долговечность: 6000 циклов; Температура: от -40 до +55°C

Литий-фосфат железа имеет хорошие характеристики безопасности, длительный срок службы (до 2000 циклов), и невысокую стоимость производства. Хорошо подходят для военной техники, мобильных компьютеров, ИБП и солнечных энергетических систем.

Батареи Литий -диоксид марганца - этот тип батареи характеризуется большой емкостью, высокой допустимой разрядкой и длинной продолжительностью службы.

«Области применения литиевых аккумуляторов». Гражданская техника: гибридные автомобили; смарт-карты; телекоммуникационное оборудование; электроинструмент. Военная техника: Наземная и подводная робототехника; Беспилотная авиация (микроспутники)/

Литиевые аккумуляторы могут оказать не малую помощь заводуАО ААК «ПРОГРЕСС» в качестве:

- резервных источниках питания
- тягового аккумулятора в электрокарах, заменив устаревшие аккумуляторы-завод мог бы перерабатывать аккумуляторы разбирая их на компоненты
- производственные мощности предприятия позволяют освоить выпуск аккумуляторов (организация рабочих мест)

Экономический эффект: возможность реализации для широкого спектра продуктов как внутри предприятия, так и вне завода; трансфер технологий (обмен опытом среди предприятий, взаимодействие по кооперациям)

Наш регион расположен в непосредственной близости с Китаем, у которого Россия закупает литий. Как это может повлиять на развитие местной промышленности? В городе Арсеньев расположен крупнейший

авиастроительный завод. Являются ли эти факторы благоприятными для развития нашего предприятия?

Преимущества литий-ионных батарей перед традиционными свинцово-кислотными батареями с регулируемым клапаном с точки зрения применения в ИБП (рис. 1).



Рис. 1. Свинцово-кислотные батареи (слева) и литий-ионные батареи (справа)

Литий-ионная технология постоянно снижается в цене, а также постоянное совершенствование их химических структур и систем безопасности делает их достойным конкурентом свинцово-кислотной технологии. Устройства для их применения могут быть самые различные, начиная от устройств бесперебойного питания, до электромобилей и беспилотников.

Свинцово – кислотный аккумулятор — тип аккумуляторов, получивший широкое распространение ввиду умеренной стоимости, неплохого ресурса (от 500 циклов и более), высокой удельной мощности.

На заводе ПРОГРЕСС имеются 16 электрокар Китайского производства, которые снабжены свинцово-кислотными аккумуляторами, цена замены аккумуляторов на которых составит 3 млн 200 тыс. рублей. Также на производстве имеются 16 электрокар Российского производства, цена аккумулятора которых в среднем составляет 220 тыс. рублей, тогда их замена обойдется в 3 млн 520 тыс. рублей. В итоге 6 млн.720 тыс. рублей. Когда оснащение литиевыми аккумуляторами обойдется в 3 млн.200 тыс. рублей + оснастка новыми зарядными устройствами 1 млн.440 тыс. рублей. В итоге 4 млн.640 тыс. рублей. Следовательно, оснащение литиевыми батареями будет экономически выгодно заводу.

Свинцово-кислотные АКБ, в долгосрочной перспективе проигрывают Литиевым АКБ по ряду показателей. Аккумулятор в каре уступает ВВБ гибридного автомобиля марки Toyota по всем показателям на схеме,

благодаря характеристикам Литиевых АКБ имеется возможность использования б/у АКБ, что нельзя сказать про СКБ. Литий ионные аккумуляторы окупают себя уже в момент приобретения – если вы используете технику более 5-8 часов в сутки, вам нужно 2 свинцовых АКБ или всего один литий-ионный аккумулятор!

Проблема загрязнения окружающей среды от литий-ионных батарей начинает набирать обороты, ведь с каждым днем производство автомобилей и техники на этих аккумуляторах растет. Известно несколько методов утилизации литий-ионных аккумуляторов:

физический (механическое измельчение в кустарных условиях. Основным недостатком физического метода является низкая производительность, необходимость предварительной сортировки батарей по химическому составу и заряду.

пиromеталлургический. (При использовании этого метода пластмасса, раствор электролита, и графитный электрод сгорают в печи (для поддержания температуры плавления). Конечные вторичные продукты – металлы активного соединения анода (Mn, Ni, Co, Fe), Al и Li находятся в составе шлака, который в дальнейшем используют в качестве добавки в бетон. Выделить литий в чистом виде при такой технологии не представляется возможным.

Гидрохимический - гидрохимическом методе (самом выгодном, по нашему мнению). Он позволяет извлекать из батарей кобальт, литий, марганец и никель и поставлять их производителям для повторного использования при производстве новых батарей

Гидрохимический метод основан на криогенной заморозке химических элементов – методика с использованием криогенных газов в жидком состоянии – углекислоты и жидкого азота. Она достаточно широко распространена в пищевой промышленности для заморозки продуктов разных категорий.

Так как в России нет предприятий по утилизации литий – ионных батарей, мы предлагаем вам свой план по их переработке

Рассмотреть риски, связанные с процессом утилизации литий - ионных батарей.

Закупка необходимого оборудования для переработки (машина разделки кабеля МКР, вальцы для снятия изоляции, калориметр, спектрометр), а также произвести расчеты оборудования.

Определить экономическую эффективность предлагаемой технологии переработки литий- ионных батарей.

Создание и распространение пунктов приема использованных батарей и гаджетов

Отбор на две категории: на пригодных на повторное использование и не пригодных

Создание новых батарей на основе старых + переработка на материалы

На данный момент кроме Китая из вторичной переработки литий-ионных батарей нашли способ извлекать выгоду в Южной Корее, Европейском Союзе, в Японии, Канаде и США. Объёмы поставок аккумуляторных элементов и способности рынков к переработке указаны в графике (рис. 2).

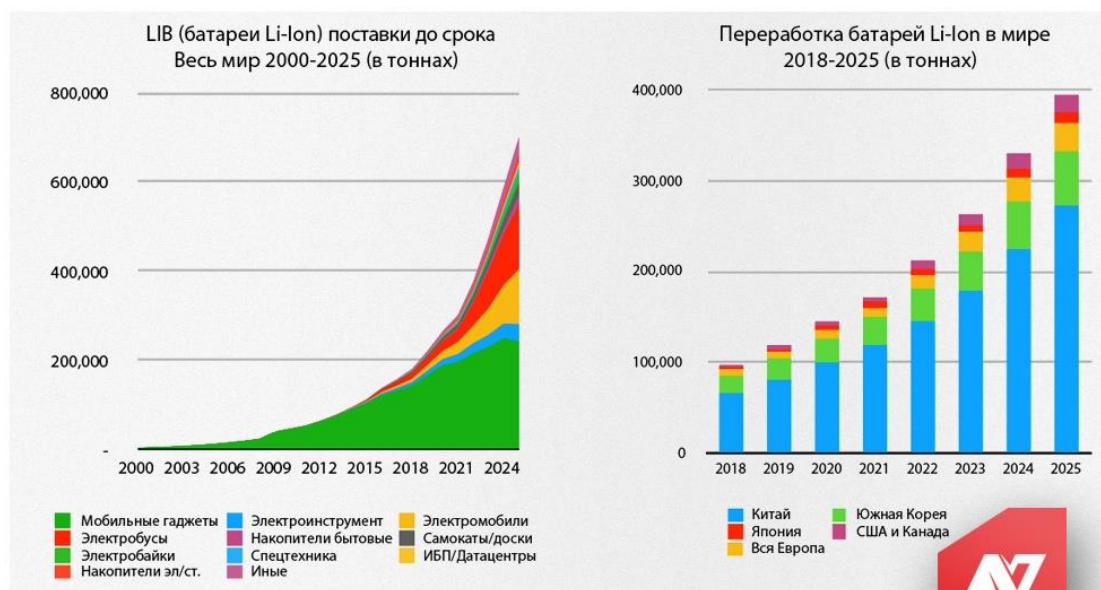


Рис. 2. Графики показателей объемов поставок аккумуляторных элементов и способности рынков к переработке

Изучив всю информацию, мы пришли к выводу: будут начальные затраты, но в дальнейшем они будут покрываться, так как:

- Оборудование, в котором будет установлен литий-ионный аккумулятор, обеспечивает технике стабильное электропитание и позволяет полноценно использовать возможность данного оборудования.
- В качестве ИБП (для технологического оборудования и освещения);
- Долговечность работы электрокара;
- Организация новых рабочих мест.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ

И. А. Гаврин

Начальник технологического бюро А. Г. Савчук,

преподаватель А. А. Юрин

Филиал федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньеве

Кафедра самолёто- и вертолётостроения

Аннотация. В статье рассмотрен проект конструкции беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки (далее – БПЛА ВВЗ), проектируемого рабочей группой студентов НИРС при научно-производственной лаборатории «Производственная сборка изделий авиационной техники» филиала. В связи с актуальностью развития беспилотных летательных аппаратов и активного внедрения их в различные сферы деятельности и народного хозяйства, необходимым является проектирование новых БПЛА, способных выполнять различные задачи.

В данной статье рассмотрен процесс проектирования БПЛА ВВЗ многоцелевого назначения.

Ключевые слова: проект, проектирование, БПЛА, технология, композиты, материалы, Компас-3D, SolidWorks, автоклавное формование, вакуумная инфузия.

Annotation. The article considers a design project for a vertical takeoff and landing unmanned aerial vehicle (hereinafter referred to as VVZ UAV), designed by a working group of students of the NIRS at the research and production laboratory "Industrial assembly of aviation equipment products" of the branch. In connection with the relevance of the development of unmanned aerial vehicles and their active introduction into various fields of activity and the national economy, it is necessary to design new UAVs capable of performing various tasks.

This article describes the process of designing a VVZ multi-purpose UAV.

Key words: project, design, UAV, technology, composites, materials, Compass-3D, SolidWorks, autoclave molding, vacuum infusion.

Цели проекта:

1. Разработка конструкции БПЛА ВВЗ с учетом современных тенденций изготовления и сборки.

2. Внедрение имеющихся комбинированных методов сборки изделий из ПКМ и металлических сплавов.

3. Изучение отечественного рынка комплектующих с целью обеспечения импортозамещения.

4. Зарождение производства БПЛА на АО ААК «ПРОГРЕСС».

На первом этапе выполнения работ проведён анализ конструкций существующих БПЛА и спектра выполняемых ими задач; сформулированы основные цели и задачи, которые должен осуществлять проектируемый БПЛА, а именно:

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

Также определены ключевые моменты, которые необходимо реализовать в проекте, и которые позволят получить следующие преимущества перед аналогичными аппаратами:

- большее время полёта при максимальной нагрузке на батарею (не менее одного часа);
- меньше потерь электроэнергии при горизонтальном полёте;
- большая дальность полёта (не менее 10 км);
- обширная сфера применения;
- возможность планирования при неисправности двигателей или при очень низком уровне заряда батареи.
- сравнительно низкая цена относительно заявленных характеристик.

На следующем этапе разработана компоновочная схема проектируемого БПЛА, определен способ создания подъемной силы и управления полетом (рис. 1). Также были определены возможности базового предприятия – АО ААК «ПРОГРЕСС» на предмет изготовления и сборки БПЛА.

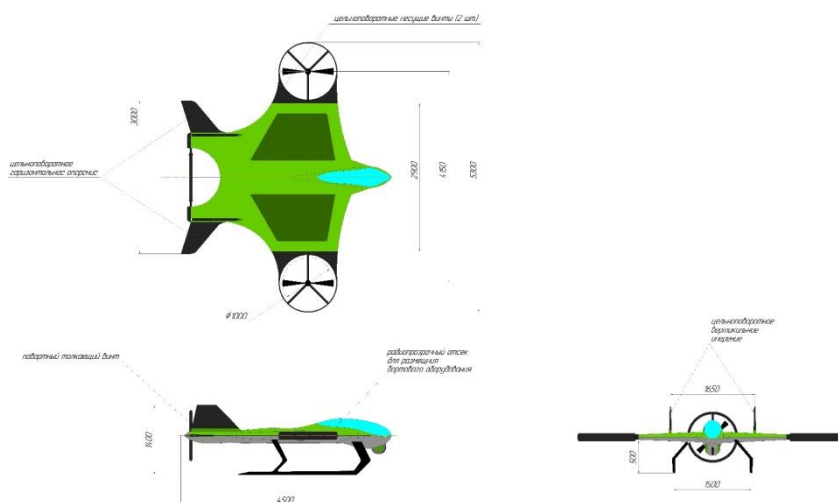


Рис.1. Компоновочная схема БПЛА

КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно БПЛА выполнен по самолетной схеме с поворотным толкающим винтом. Длина фюзеляжа 4,5 метра, размах крыла около 5,3 метра, диаметр винтов 1 метр, высота шасси 0,5 метра. Цельноповоротные винты на крыле съемные для удобства транспортировки.

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 90° , что 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 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.

Следующим этапом является непосредственно разработка конструкции БПЛА, осуществляемая с применением современных САПР, таких как Компас-3D и Solidworks. Данный процесс позволяет постоянно контролировать и корректировать массу конструкции. Для деталей и узлов строятся 3D-модели (рисунки 2-15), после чего эти модели подвергаются компьютерному инженерному анализу – проверке их прочностных характеристик при помощи SolidWorks, что обеспечивает оптимальную массу конструкции при сохранении заданных прочности и жесткости.

По разработанному техническому заданию масса пустого аппарата (без аккумуляторных батарей) должна быть не более 100 кг.

Разрабатываемые детали и узлы разделены по группам:

- 1 Элементы силового набора фюзеляжа.
- 2 Обшивка фюзеляжа.
- 3 Элементы винто-моторных групп.
- 4 Элементы управления.

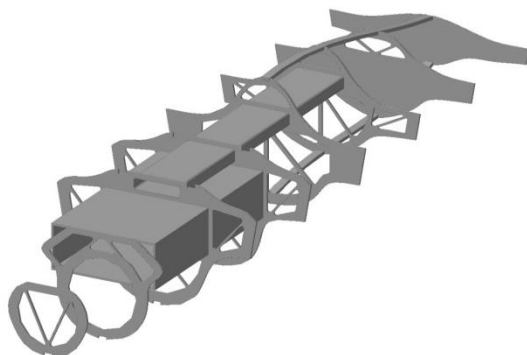


Рис. 2. Силовой набор фюзеляжа с батарейным отсеком

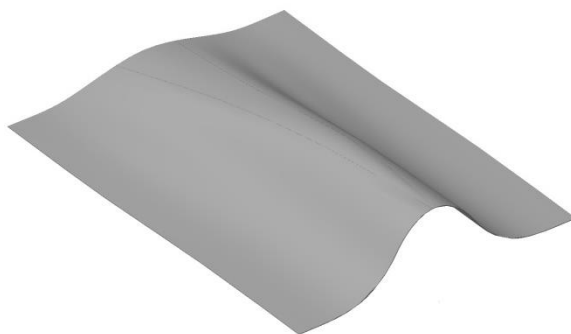


Рис. 3. Модель верхней панели фюзеляжа

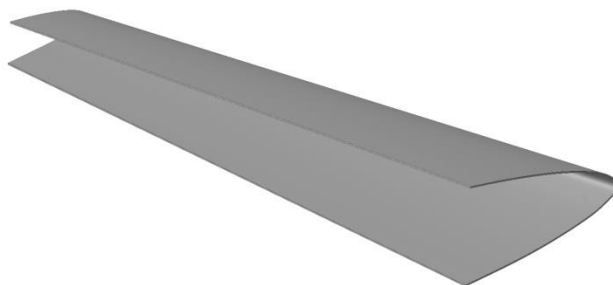


Рис. 4. Модель носовой кромки крыла

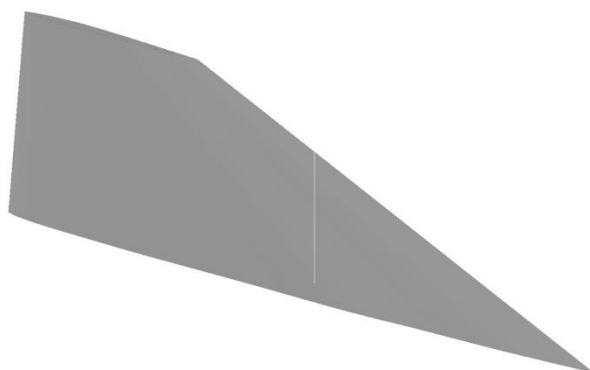


Рис. 5. Модель руля направления

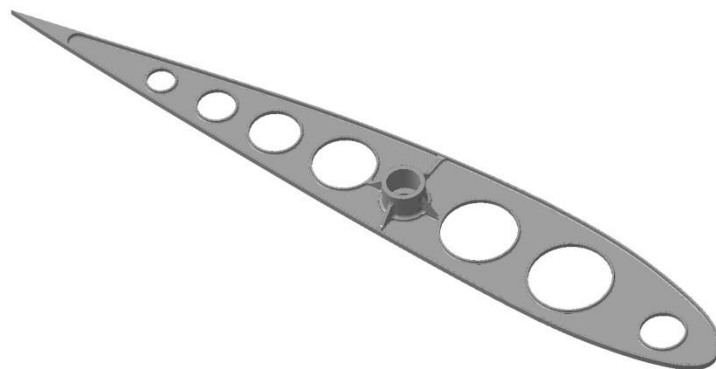


Рис. 6. Модель детали «Нервюра концевая»

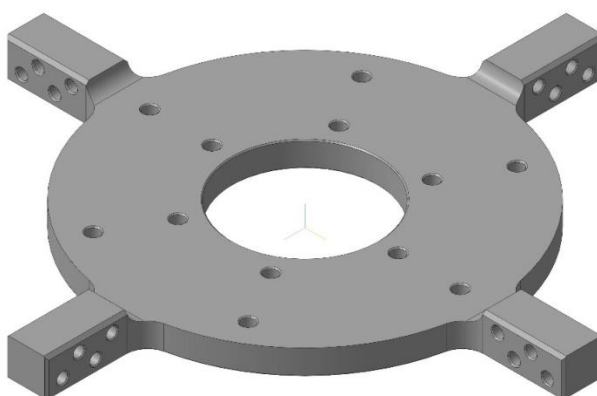


Рис. 7. Модель детали «Рама моторная»

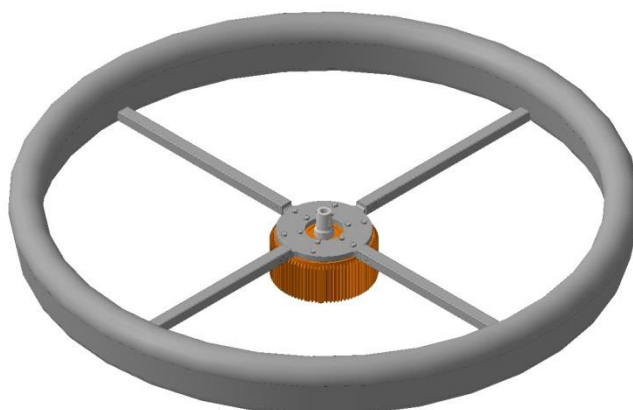


Рис. 8. Модель сборки моторной рамы с кольцом винта (без узла навески)

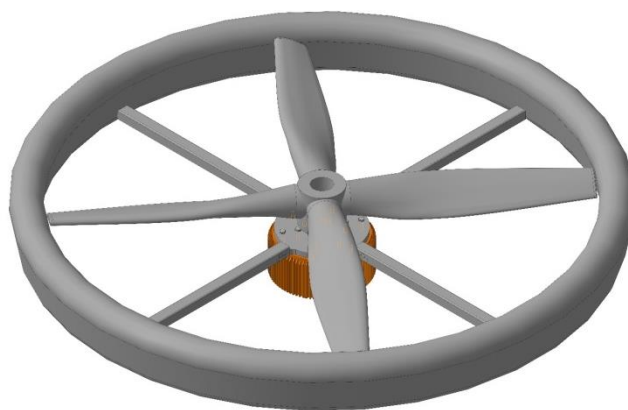


Рис. 9. Модель сборки цельноповоротного винта (без узла навески)

В результате проведенных работ предлагается проработанная конструкция отдельных деталей и узлов проектируемого БПЛА вертикального взлета и посадки и их электронные модели.

При разработке технологических процессов изготовления деталей учитываются технологические возможности АО ААК «ПРОГРЕСС». Все это позволяет сделать первый шаг в освоении изготовления БПЛА силами предприятия.

Список литературы:

1. Гребеников А.Г., Мялица А.К., Парфенюк В.В. и др. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов, Справочное пособие. — Харьков: Харьковский авиационный институт, 2008. — 377 с. — ISBN 978-966-662-157-6.
2. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов Учебное пособие для вузов. — Издание 2-е, переработанное и дополненное. — Москва: Машиностроение, 1973. — 616 с.
3. Пушников А.А. Синтез алгоритмов согласованного управления пространственным движением беспилотным летательным аппаратом, Челябинск. ЮурГУ. 2007 – 96 стр.
4. Рэндл У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика Москва: Техносфера, 2015. — 312 с. — (Мир радиоэлектроники). — ISBN 978-5-94836-393-6.
5. Беспилотные летательные аппараты. Справочное пособие, Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2015. — 616 с.

ИМПОРТОНЕЗАВИСИМОЕ ПРОИЗВОДСТВО АДДИТИВНЫХ ПЕСЧАНЫХ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ ЛЁГКИХ СПЛАВОВ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ

И. А. Морозов, С. А. Барсуков, Б. А. Дедок

Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение

«Гимназия №7»

Начальник бюро Е. Ф. Клюкман

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания «Прогресс»

им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Аннотация. В статье описано применение аддитивных технологий в литейном производстве. Выполнен расчёт стоимости и сроков подготовки литейного производства. Дано определение «Лёгкие сплавы». Также приведён список 3D принтеров по песку и их полные характеристики.

Ключевые слова: 3D принтер, литейное производство, лёгкие сплавы, литьё сплавов.

Описание проекта. Мы исследуем импортонезависимое производство аддитивных песчаных форм, чтобы помочь АО ААК «ПРОГРЕСС» и ООО ВР «Литейное производство» изготавливать по адекватной цене литейные формы для мелкосерийного производства крупногабаритных отливок по технологии ХТС, при помощи 3D принтера ДВФУ и отечественных материалов. Чтобы снизить риск срыва ГОЗа, исключить закупки иностранных комплектующих и материалов, и повысить рентабельность литейного производства.

Исследование литейных производств России. Литейные заводы поставляют отливки на механические и сборочные

предприятия. При стандартной технологии, когда применяются станки ЧПУ, стоимость литейной оснастки будет в несколько десятков раз превышать стоимость отливки. Аддитивная песчаная оснастка позволяет сократить срок поставки отливок и её стоимость. Согласно исследованиям поставщики 3D принтеров, такие как *FHZL*, *ProJet*, *ExOne*, *VoxelJet*, *ZIAS*, себестоимость отливки сокращается минимум вдвое, а срок изготовления до 10 раз.

Литьё на АО ААК Прогресс. Арсеньевская авиационная компания имени Н. И. Сазыкина холдинга «Вертолёты России» представляет собой мощную и динамично развивающуюся производственную площадку в

Приморском крае. Одно из ключевых направлений деятельности предприятия в сфере аутсорсинга - литейное производство. Для литья в песчаные формы на АО ААК «ПРОГРЕСС» применяется как гравитационное литьё, так и литьё под низким давлением. Для изготовления мелкой и средней модельной оснастки из пластика, используется 3D печать на промышленных принтерах. После изготовления модельной оснастки, рабочими выполняется изготовление песчаных форм. Модельная оснастка на АО ААК «ПРОГРЕСС» используется, когда требуется серийное производство отливок. В ином случае, когда требуется прототип отливки, или партия отливок менее тридцати в год, применяется аддитивные литейные формы. Подробнее рассмотрим литьё под низким давлением.

Сама суть литья под низким давлением заключается в заливке формы под действием избыточного давления газа или воздуха. При этом заполнение формы происходит путем поступления сплава под давлением из тигля по металлопроводу снизу вверх. Тигель-представляет собой контейнер для работы с металлом, стеклом, пигментной продукцией (обжиг, нагрев, плавка, сушка) в лабораторных условиях. [1]

Сплавы и лёгкие сплавы. Сплавы - материалы, имеющие металлические свойства и состоящие из двух или большего числа химических элементов, из которых хотя бы один является металлом. [2]

Легкие сплавы - сплавы высокой прочности и надежности состоящие из таких металлов как: алюминий, магний, титан, бериллий. Однако сплавы на основе алюминия и магния не могут применяться в условиях высокой температуры и в агрессивных средах (рис. 1). [3]

Легкие сплавы обладают высокой удельной прочностью, хорошими высокотемпературными механическими свойствами; применяются в самолетостроении, ракетостроении, судостроении, ядерной энергетике, строительстве, производстве бытовых изделий.



Рис. 1. Пример отливки (детали/сборочной единицы) из металлов, изготовленной при помощи технологии литья под низким давлением

Существует большое количество производителей 3D принтеров по песку как Российских, так и зарубежных. Мы составили перечень компаний, в котором указали компанию, страну – производитель, название модели, а также её основную характеристику [4, 5, 6, 7, 8,9] (табл. 1).

Компания (страна)	№	Название	Характеристики	Фото принтера
1)FHZL (Китай)	1	PCM2200	Скорость печати:165 л/час Размер бункера:2200x1000x800 мм Толщина слоя:0,2-0,5 мм	
	2	PCM1800	Скорость печати:147 л/час Размер бункера:1800x1000x700 мм Толщина слоя:0,2-0,5 мм	
	3	PCM450	Скорость печати:9,6 л/час Размер бункера:450x375x300 мм Толщина слоя:0,2-0,5 мм	
	4	PCM300	Скорость печати:9,6 л/час Размер бункера:300x250x250 мм Толщина слоя:0,2-0,5 мм	
2)ExOne Company (США)	5	S-Max Furan	Скорость печати:60-85 л/час Размер бункера:1800x1000x700 мм Толщина слоя:0.28 - 0.50 мм	
	6	S-Print Silicate	Скорость печати:16-36 л/час Размер бункера:800x500x400 мм Толщина слоя:0.28 - 0.38 мм	
	7	Exerial	Скорость печати:300-400 л/час Размер бункера:2200x1200x700 мм Толщина слоя:0.28-0.50 мм	
3)Voxeljet Technology GmbH (Германия)	8	VX4000	Скорость печати:139 л/час Размер бункера:4000x2000x1000 мм Толщина слоя:0,3 мм	
	9	VX2000	Скорость печати:92 л/час Размер бункера:1000x2000x1000 мм Толщина слоя: 0,12 мм	
	10	VX1000	Скорость печати:23 л/час Размер бункера:1060x600x500 мм Толщина слоя:0,1 мм	

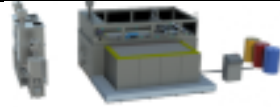
4) ZIAS Machinery (Россия)	11	BPrint Maxi	Скорость печати: 160 л/час Размер бункера: 1800x1000x700 мм Толщина слоя: 0,3-0,5 мм	
	12	BPrint Opti	Скорость печати: 75 л/час Размер бункера: 1200x700x600 мм Толщина слоя: 0,3-0,5 мм	
	13	BPrint Mini	Скорость печати: 16,5 л/час Размер бункера: 700x400x400 мм Толщина слоя: 0,3-0,5 мм	
5) РОБОТЕХ (Россия)	14	PBJ-2000	Скорость печати: Размер бункера: 2000x1000x1000 мм Толщина слоя: 0,2-0,5 мм	
6) Мосиндуктор (Россия)	15	SLS-1400PS	Скорость печати: Размер бункера: 1400x1400x500 мм Толщина слоя: 0,08-0,3 мм	
7) Аддитивные технологии (Россия)	16	SP-300	Скорость печати: 5-13,5 л/час Размер бункера: 300x500x300 мм Толщина слоя: 0.2-0.5 мм	
	17	SP-700	Скорость печати: 15-45 л/час Размер бункера: 700x700x450 мм Толщина слоя: 0.2-0.5 мм	
	18	SP-1800	Скорость печати: 80-180 л/час Размер бункера: 1800x1000x800 мм Толщина слоя: 0.2-0.5 мм	
	19	SP-1200	Скорость печати: 36-120 л/час Размер бункера: 1800x1000x800 мм Толщина слоя: 0.2-0.5 мм	

Табл. 1. Компании производители 3D принтеров по песку

Принтер S-Max на заводе Прогресс:

На АО ААК «Прогресс» находится производственно-технологический комплекс S-Max для изготовления песчано-полимерных форм (рис. 3). У этого принтера имеется особый способ изготовления песчаных форм и стержней.



Рис. 2. Импортный 3D принтер S-Max

Исходные материалы:

- Песок первичный кварцевый
- Песок вторичный с добавлением активатора
- Активатор
- Отвердитель
- Очиститель Пропиленгликоль
- Дистиллированная вода

Входной контроль исходных материалов:

- ✓ Проверить наличие сертификатов
- ✓ Проверить результаты проведения входного контроля песка
- ✓ Массовую долю влаги, $\leq 0,5 \%$
- ✓ Концентрацию водородных ионов водной вытяжки
- ✓ Средний размер зерна
- ✓ Потери массы при прокаливании

Подготовка к работе:

1. Подвозим материалы и песок на участок к установке S-Max
2. Разгружаем материал
3. Проверяем чистоту рабочего места и наличие повреждений на всех деталях установки
4. Подключаем бункера с песком всасывающим трубопроводом к приемным ёмкостям.
5. Включаем главный выключатель системы управления установкой, а также компрессор подачи воздуха
6. Подключаем контейнер активатора, смолы и очистителя к заправочной станции через трубки для всасывания. Нажать кнопку подачи компонентов.

Загрузка и начало печати:

1. Закатываем рабочий бункер в рабочую область установки
2. Подсоединяем портативное запоминающее устройство USB с сохраненными моделями для печати к панели управления
3. Выбираем модель, корректно размещаем её в области печати и сохраняем работу
4. На панели управления проверяем наличие компонентов и нажимаем кнопку «Запустить работу»

Завершение работы, чистка:

1. После завершения цикла печати, произвести сброс песка с рекоутера и миксера
2. Выкатываем рабочий бункер и производим его разгрузку
3. Проверяем формы на наличие повреждений, мест некачественной печати
4. Отключите установку, систему подачи воздуха и производим очистку установки

Мы нашли узкое место техпроцесса – разгрузка бункера. Стерженщик – тот, кто разгружает бункер, сейчас на Прогрессе работает один на S-Мах, при этом разгружает песчаные стержни большой массы, и ему нужен помощник, так как литейные формы весят около 40-60 кг их крайне опасно и тяжело разгружать одному, в частности стержни в конструкции которых нельзя предусмотреть отверстие для перемещения на кран-балке. Поэтому вопрос о размещении второго сотрудника крайне актуален, это снизит риск возникновения травм у рабочих.

Принтер ДВФУ:

3D принтер ДВФУ разрабатывается благодаря соглашению с Министерством образования и науки Российской Федерации. Разработка началась в июне 2021 года и продлится до декабря 2023 года. Принтер ДВФУ будет разработан с учётом производственной линии завода Прогресс и устранит узкие места литейного производства, а именно:

- снижение капитальных затрат при расширении литейного производства.
- ослабление ограничений на габаритные размеры изготавливаемой литейной оснастки
- снижение рисков санкционных ограничений
- снижение критической зависимости производства от импортного сырья, материалов, комплектующих, обслуживания и ремонта
- обеспечение гибкости производства литейной оснастки

Импортонезависимое производство аддитивных песчаных форм для литья лёгких сплавов под низким давлением"	млн руб. \ Период								
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Текущее производство (гипотеза тенденции развития)									
Продажи отливок	5 335,40	600,00	618,00	636,54	655,64	675,31	695,56	716,43	737,92
Проектирование оснастки	72,19	7,56	7,94	8,33	8,75	9,19	9,65	10,13	10,64
Изготовление оснастки	168,45	17,64	18,52	19,45	20,42	21,44	22,51	23,64	24,82
Техническое обслуживание аддитивного оборудования	57,18	5,00	5,50	6,05	6,66	7,32	8,05	8,86	9,74
Прочие расходы	4 446,17	500,00	515,00	530,45	546,36	562,75	579,64	597,03	614,94
Итого за 8 лет	591,42	69,80	71,04	72,26	73,45	74,60	75,71	76,78	77,78
Целевой результат (гипотеза тенденции развития)									
Продажи отливок	6 463,07	600,00	618,00	679,80	747,78	822,56	904,81	995,30	1 094,82
Проектирование оснастки	50,53	5,29	5,56	5,83	6,13	6,43	6,75	7,09	7,45
Изготовление оснастки	101,07	10,58	11,11	11,67	12,25	12,86	13,51	14,18	14,89
Техническое обслуживание аддитивного оборудования	85,77	7,50	8,25	9,08	9,98	10,98	12,08	13,29	14,62
Стоимость 3D принтера	245,00	45,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ввод в эксплуатацию 3D принтера	250	50,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прочие расходы	4 774,55	500,00	525,00	551,25	578,81	607,75	638,14	670,05	703,55
Итого за 8 лет	956	-18	-132	-98	141	185	234	291	354
Проект окупается в 2024 году		-88	-203	-170	67	110	159	214	277

Табл. 2. Экономическое обоснование проекта

Мы составили экономическую таблицу (табл. 2), в которой предположили 2 исхода развития событий на ближайшие 8 лет (все цены гипотетические, кроме стоимости 3D принтера ДВФУ). В первом исходе сохраняется текущее положение на заводе. По таблице видно, что в ближайшие 8 лет на продаже отливок мы сможем заработать около 591 миллиона рублей. Во втором исходе мы приобретаем импортонезависимый 3D принтер от ДВФУ. Первые 3 года мы будем уходить в минус, но на четвёртый год он сможет окупиться. По таблице видно, что в ближайшие 8 лет с новым принтером нам удастся заработать около 956 миллионов рублей. Сравнивая показатели таблицы, мы видим, что благодаря отечественному принтеру в ближайшие 8 лет мы сможем заработать примерно в 1,5 раза больше, чем без него.

Заключение:

В ходе проекта нам удалось решить все поставленные нами цели:

- Мы снизили закупки иностранных комплектующих и материалов, благодаря разработке новой планировки с учётом принтера от ДВФУ
- Мы повысили рентабельность литейного производства, рассчитав, на сколько РТКпринт будет экономически выгоднее, чем импортный 3D принтер S-Max
- Мы смогли снизить риск срыва ГОЗа, посредством улучшения техпроцесса и улучшения условий труда стерженщика

Список литературы:

- 1) Сайт с особенностями литья под низким давлением - <https://stankiexpert.ru/spravochnik/litejnoe-proizvodstvo/lite-pod-nizkim-davleniem.html>
- 2) Сайт с определением сплавов и их разнообразием - https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/SP_LAVI.htm
- 3) Сайт с определением лёгкие сплавы - <https://inzhener-info.ru/razdely/konstruirovanie/metalloemkost-konstruktsij/legkie-splavy.html>
- 4) Сайт с отечественными 3D принтерами: аддитивные технологии (Россия) - <https://www.add-technology.com>
- 5) Сайт с 3D принтерами фирмы ZIAS - <https://zias-machinery.com/ru>
- 6) Сайт с промышленными 3D принтерами для литейных форм от фирмы robototech - <https://robotech.digital/>
- 7) Сайт с 3D принтерами от фирмы FHZL(Китай) - <http://fhzl.ru/>
- 8) Сайт с 3D принтерами от фирмы Voxeljet Technology GmbH (Германия) - <https://www.voxeljet.com/>
- 9) Сайт с 3D принтерами от фирмы ExOne Company (США) - <https://www.exone.com/>

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ

Д. М. Языков, А. А. Веслополов, А. В. Дзюба

*Преподаватель А. Ю. Серезкина, мастер производственного обучения
И. В. Ильченко, преподаватель Е. В. Самойленко, преподаватель Е. В. Лезина
Краевое государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Приморский индустриальный колледж»*

Аннотация. Современные системы распознавания и идентификации по видеофиксации способны без участия человека обнаружить и отследить в реальном времени заданные цели или потенциально опасные ситуации, после чего своевременно выдать тревожный сигнал. Любые системы распознавания и идентификации по видеофиксации базируются на определенном алгоритме выявления соответствия считываемых характеристик заранее заданному шаблону. Видеокамера транслирует видеопоток на сервер в режиме реального времени, система распознавания и идентификации определяет

соответствие хранящейся в базе данных информации, а идентификация происходит с учетом заранее определенных в системе факторов.

Ключевые слова: Система распознавания, идентификация по видеофиксации.

Abstract. A modern system of recognition and identification on video capable without human intervention can detect and track in real time the performance objectives or potentially hazardous situation, and then timely give an alarm signal. Any system of recognition and identification based on video recording based on a specific algorithm for determining the compliance of the characteristics of the read predetermined pattern. The video camera broadcasts the video stream to the server in real time, the recognition and identification system determines the correspondence of the information stored in the database, and the identification takes place taking into account the factors previously defined in the system

Keywords: Recognition system, identification by video

Актуальность темы. Так как в современном мире необходимо обеспечивать информационную и личную безопасность во время проведения массовых мероприятий, идентификации личности при прохождении на территорию учебного заведения или на предприятия. Одним из требований по идентификации обучающихся и сотрудников является предъявление паспорта (пропуска). Если добавить к фото на пропуске/паспорте ещё и распознавание лиц камерой онлайн, то этот способ исключит попадание на территорию посторонних людей.

В настоящее время очень активно развивается «компьютерное зрение» (Computer Vision, CV) - это область искусственного интеллекта, связанная с анализом изображений и видео. Она включает в себя набор методов, которые наделяют компьютер способностью «видеть» и извлекать информацию из увиденного.

Используя полученные знания, мы разработали программный продукт «распознавание лиц». В своей работе мы представим созданное нами приложение для распознавания лиц.

Целью данной работы является создание программного приложения распознавания лиц по методу Виолы-Джонса. Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- 1) Обзор современных методов распознавания лиц;
- 2) Разработка алгоритма поиска контура и распознавания лица в видеопотоке на основе метода Виолы-Джонса;
- 3) Программная реализация разработанных алгоритмов с применением библиотеки OpenCV;

4) Тестирование разработанной программной системы.

Техника идентификации личности, основанная на распознавании лица, отличается от техник распознавания по другим биометрическим показателям (радужная оболочка глаза, отпечаток пальца). Мы считаем, что преимуществом использования «компьютерного зрения» является то, что физический контакт с устройством не происходит.

За последние годы было предложено множество алгоритмов обработки, распознавания и локализации лиц – цепи Маркова, нейронные сети и т. д. Все системы распознавания лиц можно условно разделить на две широкие категории: использующие двухмерные изображения и трехмерные изображения лиц.

При использовании баз данных 2D лиц на качество распознавания влияют положение лиц на изображении и условия освещения, при этом 3D изображения разработаны для снятия этих ограничений.

Метод Виолы-Джонса был разработан в 2001 году Полом Виолой и Майклом Джонсом и до сих пор является основополагающим для поиска объектов на изображении в реальном времени (рис. 1).

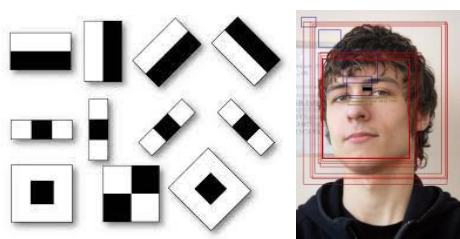


Рис.1. Метод Виолы-Джонса

Основные принципы, на которых основан метод:

- использование изображений в интегральном представлении, что позволяет быстро вычислять необходимые объекты;
- используется бустинг (от англ. boost – улучшение, усиление) для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения;
- все признаки, поступающие на вход классификатора, дают результат «верно» либо «ложь»;
- используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Результаты поиска очень быстрые, хотя самообучение классификаторов происходит крайне медленно. Поэтому этот метод был выбран нами для распознавания объектов на изображении.

Метод Виолы-Джонса на сегодняшний день является одним из лучших по соотношению показателей эффективности распознавания/скорости работы. Также детектор имеет очень низкую вероятность ложного срабатывания. Алгоритм хорошо выполняет работу и распознает черты лица даже под небольшим углом, примерно до 30 градусов. Если угол наклона имеет большее значение, процент обнаружений резко падает.

О приложении

За основу программной реализации мы взяли приложение, которое использует библиотеку «Face Recognition».

Face Recognition – это библиотека языка программирования Python, содержащая инструменты, необходимые для реализации распознавания лиц. Также при разработке использовались инструменты библиотеки «OpenCV» для получения видеопотока с камеры, обработки кадров и вывода их на экран.

Фотографии для базы данных должны иметь хорошее разрешение, но не слишком высокое. Иначе программа не найдет лицо на изображении. Фотография с разрешением 4000x6000 уже не подойдет.

Как работает распознавание? Процесс распознавания лица человека делится на следующие основные этапы:

Этап 1. Обнаружение. Для обнаружения лица используется очень простой метод Виолы - Джонса. Этот алгоритм просто сканирует изображение при помощи специальных прямоугольников, они называются примитивами Хаара. Задача этих объектов - находить более светлые и темные области на изображении, характерные конкретно для человеческих лиц

Сначала находится первый признак, система понимает, что в этой области может быть лицо. Тогда она начинает там же искать второй признак, а потом третий. И если в одной области найдено 3 признака, уже можно уверенно сказать, что это лицо. После этого система получает область изображения, в котором есть только лицо.

Этап 2. Извлечение признаков. Вырезается лицо из изображения, из него извлекаются характерные черты. Программа принимает на вход изображение, а на выходе возвращает числовой вектор, характеризующий основные признаки данного лица (разрез глаз, форма носа, подбородка, расстояние между ними и прочее...).

Этап 3. Сравнение лиц. Программа вычисляет вектор для нового лица, а затем сравнивает его с уже имеющимися векторами в базе данных, которые были сформированы из фотографий, переданных программе. Лицо будет

распознано, если вектор этого лица расположен вблизи хотя бы одного из векторов, находящихся в базе данных.

Как работает приложение (рис. 2).

Фотографии людей, лица которых в будущем будут распознаваться, необходимо поместить в папку и переименовать. Имя файла фотографии будет использовано при выводе результата распознавания.



Рис. 2. Ярлык программы «save_faces_to_database»

Далее необходимо запустить вспомогательную программу для извлечения из фотографий характерных признаков лиц и занесения их в базу данных (рис. 3).

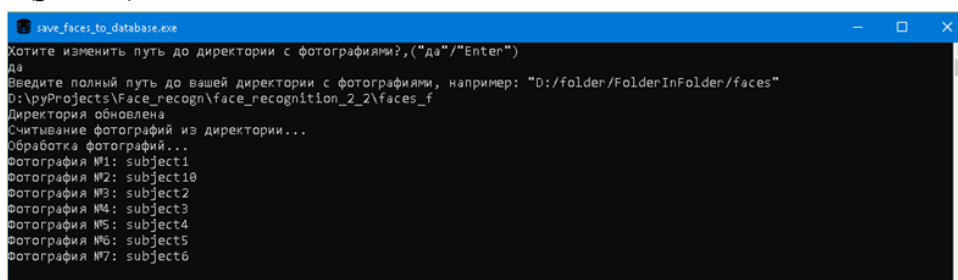


Рис. 3. Процесс формирования данных

Программа попросит указать путь до директории с фотографиями. После этого начнется процесс формирования данных и занесения в их базу данных (рис. 4).

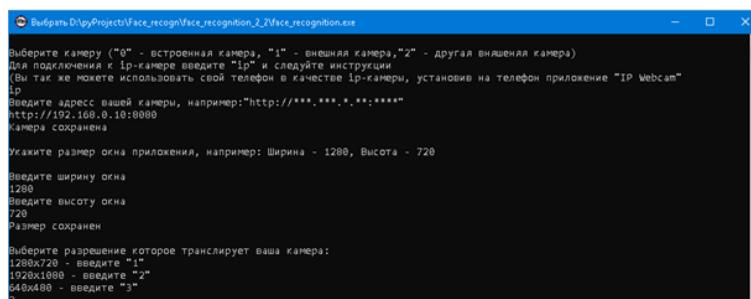


Рис. 4. Формирование БД

Когда база данных сформирована, программа распознавания лиц может начать выполнять свою задачу и распознавать лица. Для этого нужно запустить само приложение (рис. 5).



Рис. 5. Ярлык приложения

Программа попросит указать некоторые настройки. Затем появится окно с заставкой, где нужно просто нажать «Enter» (рис. 6).



Рис. 6. Диалоговое окно «Enter»

Заставка пропадет и появится изображение с камеры, где будет выводиться результат распознавания лица, попавшего в кадр (рис. 7).

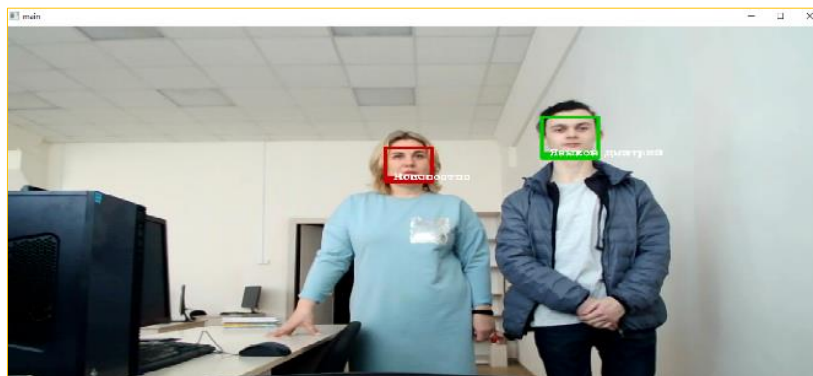


Рис. 7. Результат распознавания лица, попавшего в кадр

Стоит иметь в виду, что для проходной крупного предприятия с несколькими сотнями сотрудников и несколькими тысячами транзакций (распознаваний) в день нужно обязательно считать вероятность ошибки системы.

Как показали тесты, можно обмануть систему с помощью распечатанной фотографии. Поэтому распознавание лица должно сопровождаться дополнительными мерами по контролю доступа.

Рекомендуемые условия. Устанавливать камеру рекомендуется в «чистой зоне». Под чистой зоной подразумевается место, где одновременно человек в кадре находится один.

Распознавание в толпе. Человек не всегда передвигается прямо, жестикулирует и прочее. Вероятность того, что в нужный момент времени, в нужном месте, лицо человека попадет в кадр в правильном ракурсе, сводится к минимуму. Если организовать какой-то коридор или проход в месте установки камеры, где человек будет вынужден проходить в нужном для камеры ракурсе, это улучшит ситуацию.

В ходе выполнения работы нами были достигнуты поставленные цели. Согласно поставленным целям были исследованы основные существующие методы распознавания лиц и готовые программные продукты.

На основании этого мы сделали вывод, что действующие программные продукты на сегодняшний день все импортные и платные (рис. 8).

НАИМЕНОВАНИЕ БРЕНДА	ОПИСАНИЕ	СТОИМОСТЬ (РУБ)
Ivideon Faces	Позволяет распознать лицо по фотографии и отобразить все детекции (детекция – идентификация человека) по данной персоне. Возможность ведения аналитики, формирование отчетов по детекциям за период, уведомления об идентификации нового лица и при детекции персоны из списка.	4 750 в месяц (стандартный тариф)
BSP VMS STANDART	Это профессиональное программное обеспечение для организации систем видеонаблюдения на камерах BSP Security. Позволяет обнаружить лицо, идентифицировать, вести картотеку физических лиц с возможностью привязки дополнительных полей (информации о физ. Лице) к объекту и другое.	70 000
Macroscop Complete	Распознавание лиц Macroscop Complete применяется для поиска лиц в потоке людей любой плотности, а также для определения пола и возраста людей.	54 900
TRASSIR Face Recognition	Модуль распознавания лиц TRASSIR Face Recognition состоит из FaceSDK для сравнения лиц и Face Search для поиска лиц в базе данных. Позволяет обнаружить лицо, идентифицировать его, определить пол и возраст, внешние атрибуты и другое.	84 990

Рис. 8. Программные продукты

Среди изученных нами методов мы выбрали наиболее эффективный – это метод Виолы – Джонса. Разработали приложение «Распознавание лиц», которое позволяет осуществлять видеонаблюдение, выделяя лица людей в видеопотоке, осуществлять автоматическое слежение с фото фиксацией лиц людей. Этот механизм позволяет делать фотоотчет с датой и временем, когда сработала детекция. В нашем случае подавляющая часть объектов была успешно распознана.

На основании этого считаем, что работа актуальна, но требует профессиональной доработки, потому что продукт должен тестироваться на предприятии, которое предполагает его использовать. Например, ваш завод (ПАО Прогресс). Дальнейшее внедрение программы на проходной, в отделах и цехах даст возможность отказаться от нынешних пропусков.

НОВЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

А. Ю. Каишура, В. А. Прокопьев, А. С. Черняк

*Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение
«Гимназия №7»*

Куратор инженер-технолог: М. А. Петров

Вступление

В нашем проекте мы представим новый, более экономичный и простой способ изготовления технологической оснастки.

1. Тема проекта

Тема нашего проекта - новый метод получения оснастки для обработки штампованных деталей на токарном станке.

2. Проблема проекта

В нынешнее время на производстве основным используемым методом изготовления оснастки на предприятии является механообработка - это способ изготовления технологической оснастки является энергозатратным и непрактичным, а сама оснастка быстро становится непригодной к использованию из-за нестабильного результата получения заготовки. Заготовка получаемая методом штамповки имеет недостатки наследуемые от штампа. Ввиду всех этих факторов при изготовлении классической оснастки, она может требовать дополнительных доработок. Таким образом, нынешний метод малоэффективен в единичном и мелкосерийном производстве.

3. Цели и задачи

Для решения выделенной проблемы мы поставили следующие цели:

Уменьшить затрат ресурсов

Уменьшение затрат энергии

Уменьшение времени изготовления оснастки

Для достижения поставленных целей были определены задачи проекта:

Необходимо выявить потенциальные проблемы применения новой оснастки при механообработке

Определить наиболее подходящий материал для изготовления оснастки

спроектировать 3Д модель оснастки

На практике проверить изготовленную оснастку

5. Вариант, предлагаемый для изготовления

Мы бы хотели предложить новый способ изготовления технологической оснастки. Он заключается в том, чтобы перейти от изготовления на ЧПУ станке к изготовлению на 3D принтере.

6. Обоснование решения

Мы предлагаем новый, более оптимальный способ, изготовления оснастки, который приведет к улучшению и ускорению производственного процесса, уменьшению затрачиваемых средств на производство техники.

Сокращение затрачиваемых средств отображено на схеме маршрута изготовления детали. По схеме видно, что для обеспечения изготовления детали требуется определенные составляющие элементы. В нынешнее время для получения детали необходим материал, рабочий, станок, оснастка. Оснастка же представляет собой такую же деталь, что требует для ее получения те же составляющие принципиальные элементы. В предлагаемом нами способе получения детали количество принципиальных составляющих элементов для изготовления оснастки сокращается до 3D принтера и филамента.

7. Преимущества решения

Значительно быстрее.

С помощью 3D принтера вы можете изготавливать оснастку у себя в офисе или мастерской всего за 4-5 часов. Никаких сторонних подрядчиков и долгих сроков. Кроме того можно печатать несколько деталей одновременно. Для массового производства оснастки можно организовать ферму 3D принтеров, управляемых всего один рабочим местом.

Намного дешевле.

Себестоимость изделия, созданного на 3D принтере, в 8-10 раз меньше, чем у оснастки, заказанной для производства методом формовки. Несмотря на то, что себестоимость изделия, созданного на 3D принтере, в 8-10 раз меньше, чем у оснастки, заказанной для производства методом формовки. Несмотря на то, что крупногабаритные проекты 3D напечатанных деталей обходятся недешево, это всё же получается значительно выгоднее других технологий при единичном производстве.

Больше возможностей.

3D принтер позволяет быстро реагировать на изменения в штампе, быстро вносить изменения в производственную цепочку, а следовательно – и в готовое изделие. Изготовление оснастки с помощью 3D-печати позволит легко дорабатывать оснастку под дефекты штамповки.

8. Сравнение методов

В старом методе используется сталь 45, которая отличается повышенными характеристиками прочности, выносливости, хорошо

обрабатывается, доступна по стоимости. Она нашла применение практически во всех областях промышленности, там, где имеют место постоянные механические нагрузки, сложные температурные условия. Изделия из стали 45 выдерживают широкий перепад температур в (диапазоне от 200 до 600 о С).

Оснастка из стали очень часто пагубно влияет на деталь: в ходе обработки она может ее слегка деформировать, что иногда бывает недопустимо.

В новом методе используется пластик, что оказывается дешевле, чем сталь.

Пластик имеет высокую механическую прочность и износостойчивость. По этим показателям многие пластмассы вполне сравнимы со сталями и даже превосходят их. Малый удельный вес. При своей прочности пластиковые элементы существенно легче металлических аналогов. Химическую инертность и стойкость. Пластмассы не подвергаются коррозии, а многие из них выдерживают агрессивное воздействие кислот и щелочей. Пластик легок в обработке. Это позволяет изготавливать различные детали и элементы даже самых сложных форм с минимальными трудозатратами за один прием, например, печать на 3D принтере FDM или SLA. В нашем методе мы используем SLA. Высокие декоративные характеристики.

Кроме того, многие пластики, в том числе, вспененные обладают хорошими звукоизоляционными свойствами и способны поглощать вибрации, что также актуально для механообработки. К тому же почти все виды пластмасс могут использоваться для повторной переработки.

9. Виды пластика

В первую очередь нужно рассмотреть виды пластика для 3D принтера. Пластик для 3D печати, или филамент, производится в виде тонкой нити, чаще всего применяется толщиной 1,75 мм. Пластик для 3D печати насчитывает немало разновидностей, среди которых самыми распространенными являются ABS, Нейлон Поликарбонат, PLA пластик.

PLA (ПЛА) или полилактид - биоразлагаемый пластик, в основе которого находится молочная кислота. Производится из сахарного тростника или кукурузы. Может также производиться из других натуральных продуктов, таких как картофельный крахмал или целлюлоза. Он ограничен и недолговечен. Подходит для 3D-печати декоративных изделий, но не способен выдерживать большие механические нагрузки, также имеет целый перечень минусов, в связи с чем его использование невозможно

Поликарбонат – это чрезвычайно прочный, легкий и прозрачный термопластик, но не на всех 3D принтерах его можно использовать, так как температура плавления самого распространенного материала для 3D принтеров ABS равна + 220-250 С, при этой температуре работают большинство 3D принтеров. Для плавления поликарбоната необходима температура равная + 282 С. Помимо сложности связанной с температурой плавления возникают и другие, например, как добиться равномерного застывания пластика, не допуская растекания уже распечатанной части детали. Материал также нестабилен и может привести к неприятным последствиям.

ABS (АБС) или (акрилонитрилбутадиенстирол) - ударопрочный пластик, на основе стирола, который очень популярен в промышленности и 3D-печати. Изделия из ABS достаточно прочны, поэтому его часто используют для печати функциональных объектов, имеющих практическое применение.

Обладает большим сроком жизни и отличными механическими свойствами. Термоустойчив и применяется в промышленных целях. Дает усадку при остывании. Минусы:

- Плохо переносит воздействие ультрафиолетового излучения, желтеет на солнечном свете, что ограничивает применение неокрашенных поверхностей на улице
- Не любит сквозняков при печати, что ограничивает применение дешевых принтеров с открытым корпусом.
- Из-за относительно высокой усадки склонен к деламации (расслоению), требует наличия подогреваемого стола, без него возникают проблемы с прилипанием к столу первого слоя.

Также, широко распространённым инженерным пластиком нейлон.

Нейлон - это синтетический полимер, образованный из полиамидов, которые представляют собой полимеры, связанные аминными связями. Когда дело доходит до 3D-печати, нейлон часто считается «продвинутым» материалом, поскольку для работы с ним, требуются особые навыки и специальное оборудование. Нейлон в 3D печати представляет из себя либо нить (филамент), либо порошок. Несмотря на то, что 3D-печать нейлоном более сложный процесс по сравнению с другими материалами, усилия вознаграждаются свойствами материала. Нейлон - очень часто используется в промышленной 3D печати, поскольку он прочный, долговечный и устойчивый к трению. При печати тонким слоем, он обеспечивает приличную гибкость и сохраняет прочность.

Из-за своего низкого коэффициента трения, нейлон хорошо подходит

для изготовления функциональных движущихся частей. Поэтому его часто используют для изготовления функциональных прототипов, шарниров, шестерней и аналогичных деталей.

Таким образом, PLA пластик не подходит нам ввиду своей малой термоустойчивости, а поликарбонат проблематичен при печати. В то же время ABS пластик и Нейлон предварительно соответствуют нашим потребностям.

9.1 Возможные нагрузки на оснастку

При обработке на заготовку могут действовать следующие силы – силы резания, центробежные и инерционные. Оснастка же в свою очередь подвергается тем же нагрузкам, что создаются деталью из - за действия на нее сил о которых я уже говорил, соответственно она подвергается различным вибрационным и термическим нагрузкам.

Изучив характеристики материалов, что ABS пластик, и нейлон при эксплуатации способны выдерживать большие температуры, чем те, что имеет деталь в местах за-

крепления оснастки.

10. Спроектированная модель.

В программе “Компас 3D” нами была спроектирована модель оснастки. Она позволяет нам сделать инженерный анализ, а также помогает подготовить программу в слайсере для печати на 3D принтере. Конструкция оснастки представляет собой ложемент, состоящий из двух половинок в которые помещается штамповка.

11. Инженерный анализ

По проведенному инженерному анализу видно, что самым нагруженным местом в оснастке будет являться крайнее кольцо, которое осуществляет центрирование. Как видно на слайде, точка минимума совпадает с плоскостью нагрузок. Деталь нагрузки выдерживает. Проведя инженерный анализ, мы пришли к выводу, что оснастка из пластика будет выдерживать предполагаемые нагрузки при резании.

12. Практическая проверка изготовленной детали в оснастке на 3D принтере (Практическая проверка выполнялась под руководством Лаптева Д.А. и Петрова М.А.).

На базе учебного центра ААК «Прогресс». Технологическая оснастка, изготовленная на 3D принтере из ABS пластика, в ходе испытания на токарном станке не проявила каких - либо неудовлетворительных результатов. Она выдержала нагрузки при обтачивании и не деформировалась по окончании работы.

Оснастка, изготовленная на 3D принтере из нейлона, при испытании

на ЧПУ станке повела себя следующим образом: Первоначально при подачи давления 26 бар не проявила каких либо деформаций или смещений. По чертежу нами была написана программа действий резца. Во время обтачивания детали оснастка также справлялась с оказываемым давлением, действием температур и вибрационными нагрузками при резании. По завершению работы оснастка из нейлона была пригодна к последующему использованию. Благодаря тому, что изнутри оснастка имеет гладкую поверхность, деталь не деформируется.

Но оснастка изготовленная из АБС на ЧПУ станке стала разрушаться в точках соприкосновения с калеными кулачками при давлении выше 25 бар, что не позволяет работать со сталью 45, однако если применить мягкие кулачки, оснастка выдерживает все предполагаемые нагрузки. После применения мягких кулачков, деталь была успешно обработана.

13. Стоимость изготовления

Стоимость изготовления оснастки методом печати на 3D принтере составляет всего 181 рубль. Амортизацией оборудования и зарплатой рабочего можно пренебречь ввиду допущения того, что эти показатели в обоих методах мы приняли равными, но как видно по таблице, стоимость изготовления самой оснастки очень мала. В то время как масса заготовки для оснастки из стали аналогичной конструкции составляет 2.67кг, стоимость одной заготовки будет составлять 328 руб

Своим проектом мы хотели показать недочеты используемого метода изготовления технологической оснастки и предоставить новый, более практичный, автономный, ресурсоемкий и менее время и энергозатратный способ, предварительно проверив его, а также обосновав и показав на практике его работоспособность и потенциал. При этом мы уменьшили затраты ресурсов. Пластик применяемый для изготовления оснастки может добываться путем вторичного производства. Мы уменьшили затраты энергии - 3D принтер потребляет энергии в несколько раз меньше, чем ЧПУ станок. Мы уменьшили время изготовления оснастки - она может печататься без участия человека всего за несколько часов.

14. Вывод

Мы проверили это решение на практике и оно работает. Цели проекта считаем достигнутыми, считаем, что результаты проекта можно принять во внимание в сфере практического применения в мелкосерийном производстве. По нашему мнению, применение для мелкосерийного производства это удел будущего, это будущее изготовления оснастки.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ БОЕВОГО МАНЁВРЕННОГО ВЕРТОЛЁТА

Л. О. Левит

Инженер по ЭВС Д. П. Носков

*Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение средняя
общеобразовательная школа №1*

Цель проекта

Мы поставили перед собой цель исследовать кольцевую систему в качестве несущей системы боевого вертолётa типа Ка-52. Рассмотрим действующую несущую систему вертолётa Ка-52.

Несущая система Ка-52

Несущая система состоит из колонки и несущего винта. Колонка – конструкция, передающая крутящий момент от силовой установки на несущие винты. Несущие винты, в свою очередь, создают подъемную силу и отрывают воздушное судно от поверхности Земли.

Несущая система Ка-52 состоит из верхнего несущего винта и нижнего несущего винта, что компенсирует убранный рулевой винт, который создавал демпфирующий момент для реактивного момента.



Рис. 1 – Ка-52



Рис. 2 – несущая колонка



Рис. 3 – несущий винт



Рис. 4 – несущий винт

Сейчас на Ка – 52 применяются колонки двух типов: торсионные и эластомерные. Отличаются в основном упругим элементом в рукаве, который воспринимает на себя изгибающий момент.

В торсионных колонках основной частью являются пластины под названием торсион, в одном пакете их много для того, чтобы нагрузка распределялась равномерно. В эластомерных вместо торсиона служит эластомер т.е. резина, за счет своей упругости воспринимает изгибающие моменты. Еще одним существенным отличием колонок является то, что в эластомерной колонке лопасти имеют возможность складываться для швартовки и удобного размещения.

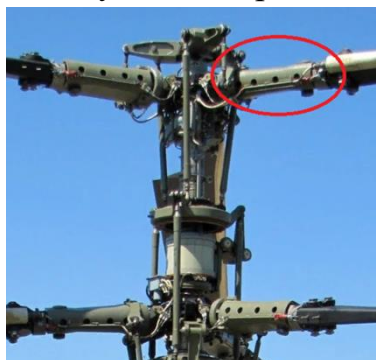


Рис. 5 – несущая колонка

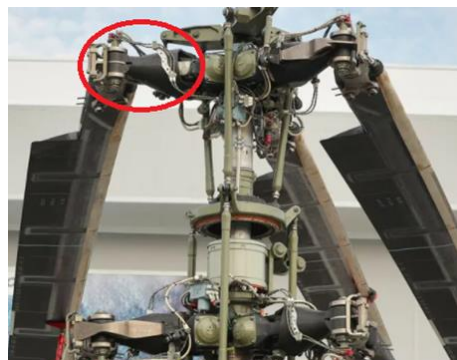


Рис. 6 – несущая колонка

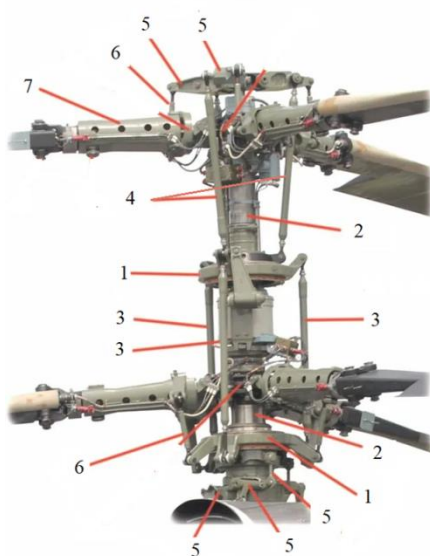


Рис. 7 – несущая колонка

где: 1 – Автоматы перекося 2 – Стаканы ползуны 3 – Соединительные тяги 4 – Статические тяги 5 – Тяги, равноплечие качалки 6 – Динамические тяги 7 – Рукава



Рис. 8 – несущая колонка

При изменении наклона автоматов перекося за счет РППУ через соединительные и статические тяги передается тот же угол наклона на динамические тяги, они в свою очередь изменяют угол наклона лопастей по оси, что приводит к изменению угла атаки, а вследствие к увеличению или уменьшению подъемной силы.

Кольцевая несущая система

Квадрокоптеры в наше время достигли большой популярности, в связи с этим возникло предположение, что конструкция квадрокоптера может улучшить вертолёт Ка-52. Рассмотрим замену несущей системы данного проекта на боевом ударно-разведывательном вертолёте Ка-52. Предлагаемая несущая система представляет из себя кольцевую винтовую схему, подобную квадрокоптеру.

Располагается кольцевая схема на левой и правой консолях крыла. В силу того, чтобы не увеличивать габариты воздушного судна, кольцевая схема будет смещена ближе к фюзеляжу с исключением одного пилона и возможности размещения внешних подвесных баков. Предлагаемая схема винтов будет приводиться через систему валов от двигателя.



Рис. 9 – Ка-52



Рис. 10 – кольцевая несущая система



Рис. 11 – работа кольцевой несущей системы

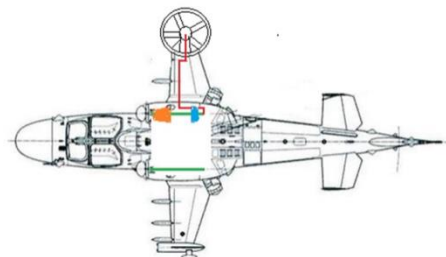


Рис. 12 – работа кольцевой несущей системы

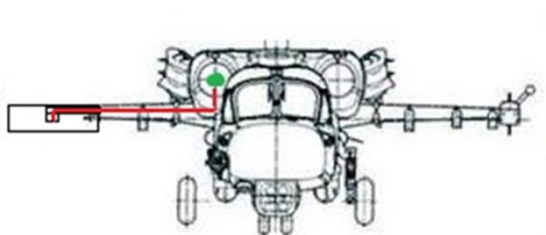


Рис. 13 – работа кольцевой несущей системы

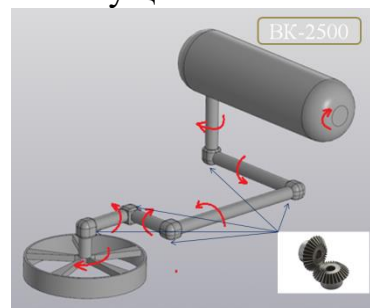


Рис. 14 – работа кольцевой несущей системы

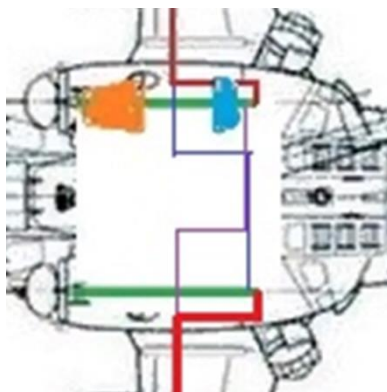


Рис. 15 – работа кольцевой несущей системы

Более наглядная условная модель системы валов, которую я сделал в программе компас, передающих крутящий момент от двигателя к винтам в объёме.

Бывают ситуации, когда один двигатель воздушного судна прекращает работать, в связи с этим необходимо сделать систему валов, которая будет соединять два двигателя. Мы проведём систему валов, которые идут от одного двигателя в зацепление через обгонную муфту к системе валов другого двигателя. Муфта работает так, что когда двигатель функционирует и система валов вращается, то этот момент не передается обратно на резервную систему валов.

Аналоги

Подобную несущую систему проекта мы можем увидеть на сверхтяжёлом транспортном вертолёте В-12, который достаточно легко управляется и обладает хорошей устойчивостью. Он показывает преимущества поперечной схемы такие как большую скороподъемность, хорошие характеристики на планировании, высокую точность расчета на посадку.

Bell V-22 Osprey можно по праву считать одной из самых уникальных и универсальных машин в транспортной авиации. Это американский конвертоплан. Инженерами были объединены два разных летательных аппарата в одну гибридную машину. Osprey способен работать и как вертолет и как самолет. Он обладает высокой скоростью полёта, большой грузоподъемностью и малой массой.



Рис. 16 – вертолёт В-12



Рис. 17 – Bell V-22 Osprey

Кольцевая несущая система

В таблице сравнения мы можем увидеть, что новая система, потенциально, будет занимать меньше места, будет меньше вес, будут больше углы манёвренности и будет проще техническое обслуживание.

Преимущества	Недостатки
Компактность	Подъёмная мощность
Уменьшение веса	Полётная устойчивость
Углы манёвренности	Грузоподъёмность
Техническое обслуживание	Выдержанное центровки

Рис. 18 – таблица сравнения

Вывод

Все несущие системы имеют свои недостатки как решаемые, так и нерешаемые. Если рассматривать эту систему на боевом вертолёте, то мы должны учесть такие пункты как авторотацию и безопасность полёта. Я продолжу свою работу по расчётам характеристик системы в дальнейшем, в высшем учебном заведении, но я считаю, что новая система может стать инновационной для боевых манёвренных вертолётов.

ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА МЕТАЛЛА В ЛИТНИКОВО-ПИТАЮЩИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ АО ААК «ПРОГРЕСС».

А. О. Карнаухов, Д. И. Терещенко, С. Е. Мараховский

Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение

«Гимназия №7»

Начальник бюро Е. Ф. Клюкман

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания «Прогресс»

им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

1. Метод отливки

Для крупносерийного выпуска алюминиевой продукции используются многочисленные методы получения отливок. Традиционным и широко распространенным на литейном производстве является метод гравитационного литья алюминия.

Гравитационное литьё - это метод литья, при котором жидкий металл под действием силы тяжести заливается в металлическую форму, охлаждается и застывает в форме для получения отливки.

2. ЛПС

Литниково-питающая система — это связка каналов и элементов литейной формы, по которым расплавленный металл подводят к полости формы, заполняют и создаёт питание отливки во время затвердевания. Первые две задачи выполняются системой, а третья прибылью, которая обеспечивает питание отливки и предотвращает образование в отливках усадочных раковин.

Системе необходимо отвечать следующим требованиям: заполнять форму металлом за определенное время, обеспечивать минимальное количество неметаллических и газовых включений в металле, создавать рациональный режим затвердевания и охлаждения отливок, иметь малую массу и обеспечивать удобство формовки

Жидкий металл попадает с ковша в чашу.

Чаша — конусообразная перевернутая воронка. Одновременно воздух, сопровождающий струю, выдавливается вверх и внутрь не попадает. Литниковая чаша применяется во всех конструкциях заливных систем. Размер конуса выбирается по размерам отливки, ее весу. Наружным конусом регулируется скорость движения расплава по литниковой системе и время заливки.

Тяжелая жидкость устремляется вниз по узкому стояку, уменьшая скорость движения. Независимо от направления конуса, сечение стояка значительно меньше, чем воронки.

Под стояком имеется небольшое конусное расширение и углубление – ЗУПМФ, предотвращающий разбрызгивание. В нем собирается жидкий металл и гасит энергию струи по аналогии водоема под водопадом. Если струя будет падать на твердую поверхность формы, то она ее разобьет. Мелкие брызги быстро застынут, образовав раковины.

Характерным недостатком является каскадный сброс жидкого металла. Это приводит к захвату воздуха и перемешиванию металла со шлаком. В результате активного течения образуется пена. Шлак задерживается в коллекторе, не выходя в литник.

Шлакоуловитель (коллектор) — элемент литниковой системы для задержания шлака и подачи расплавленного металла от стояка к питателям.

В ЛПС питатели последние из ее элементов. Они распределены по всей площади разъема и равномерно заполняют пустоту будущей отливки.

Питатели — подводят расплав непосредственно в полость формы, и сечение их может быть различным (прямоугольным, круглым, трапецеидальным), но площадь сечения должна быть меньше толщины стенки, к которой подводятся питатели.

Кроме питательной системы в верхней части детали устанавливаются: прибыль и газоотвод. Первая служит для скопления шлака и подпитки усадки. При охлаждении деталь уменьшается в размерах, проседает, и металл с прибыли восполняет уровень. Количество прибылей зависит от конфигурации и площади отливки.

Через расположенный в верхней части формы газоотвод наружу выходят газы, которые все же попали внутрь формы и поднялись вверх.

Газоотвод — элемент литниковой системы для вывода газов из полости, контроля заполнения формы расплавом и, в некоторых случаях, для питания отливки при ее затвердевании. Заполнение формы расплавом определяют по появлению его в верхней части выпора.

В некоторых случаях выровнять время затвердевания расплава в толстых и тонких частях отливки, обеспечить одновременное, а при необходимости направленное затвердевание ее можно, применяя внешние или внутренние металлические холодильники. Обладая высокой теплопроводностью и способностью аккумулировать теплоту, внешний холодильник значительно ускоряет процесс затвердевания расплава в массивном узле, ввиду чего уменьшается опасность образования в нем усадочных дефектов. Внутренние холодильники делают из сплава, близкого по составу с заливаемым в форму. Внутренний холодильник расплавляется заполнившим охлаждаемый узел расплавом или сваривается с ним, на что расходуется значительное количество теплоты. В результате расплав в массивном узле быстро охлаждается и затвердевает, не образуя усадочных дефектов.

Однако подготовка и установка холодильников усложняет процесс изготовления форм, вызывает опасность образования некоторых дефектов в отливках, в пример приведем: газовые раковины или вскипы, если поверхность холодильника окислена, загрязнена или покрыта влагой. Необходима тщательная подготовка холодильников (очистка, лужение и т. п.). Кроме того, возможности регулирования скорости охлаждения отдельных частей отливки с помощью холодильников ограничены. Поэтому в целях получения плотных отливок нередко холодильники применяют в сочетании с прибылями.

Табл. 1. Примеры ЛПС

Название	Фото
Литниковая система, состоящая из четырех элементов 1 – чаша; 2 – стояк; 3 – коллектор; 4 – питатели	
Сифонная литниковая система 1 – прибыль; 2 – чаша; 3 – стояк; 4 – питатель; 5 – коллектор; 6 – дроссели	
Ярусная литниковая система 1 – чаша; 2 – стояк; 3 – обратный распределительный стояк; 4 – прибыль; 5 – питатели; 6 – коллектор; 7 – пробки; 8 – коллектор	
ЛПС с вертикально-щелевым подводом металла 1 — чаша, 2 — змеевидный стояк, 3 — фильтрующая сетка, 4 — зумпф, 5 — коллектор, 6 — обратный стояк, 7 — вертикальный щелевой питатель, 8 — прибыли, 9 — отливка	

ЛПС с боковым подводом металла
 1 — чаша, 2 — стояк, 3 — зумпф, 4 —
 коллектор, 5 — питатели, 6 — отливка. 7
 — выпоры-прибыли

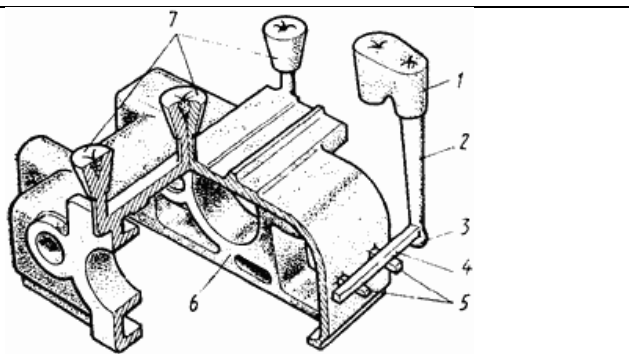


Табл. 2. Способы подвода расплава

- а-нижний
- б-верхний
- в-боковой
- г-ярусный
- д-вертикально-
щелевой

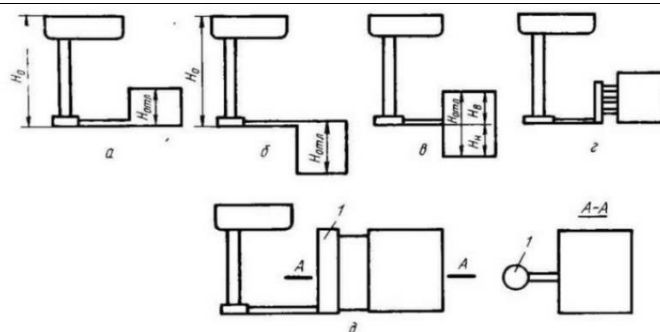


Табл. 3. Виды нижних ЛСП (сифонных)

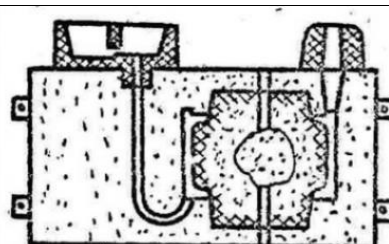
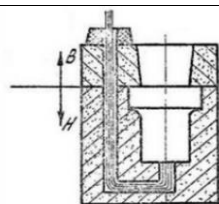


Табл. 4. Виды верхних ЛСП

- а-щелевая
- б-стояковая
- в-дождевая

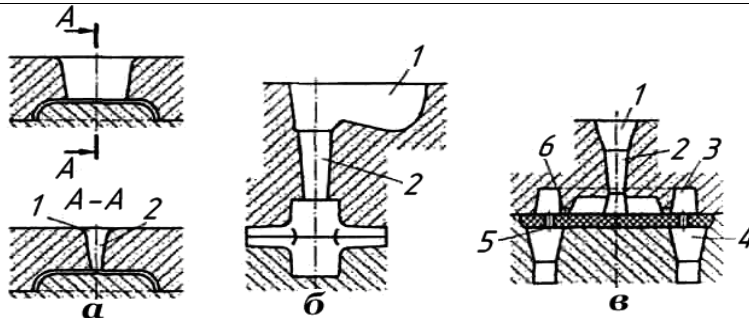


Табл. 5. Виды горизонтальных ЛСП

- Верхнебоковая
- Нижнебоковая
- Среднебоковая

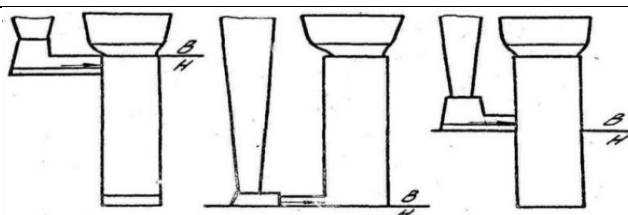


Табл. 6. Виды ярусные ЛСП

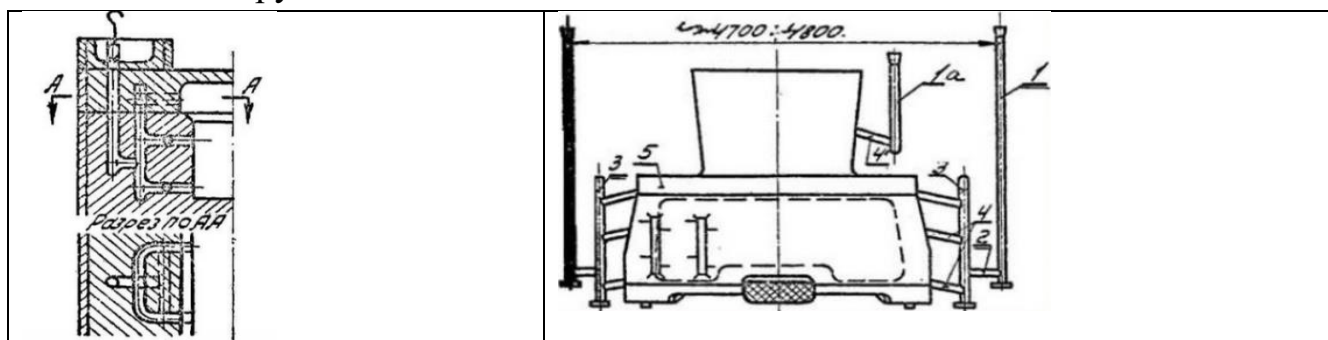


Табл. 7. Программы для моделирования литейных процессов

№	Название	Страна разработчик	Вид расчета
1	FLOW3D	США	МКО
2	PowerCast	США	МКЭ
3	SolidCast (AFSolid)	США	МКР
4	CAPCast	США	МКЭ
5	RAPID/CAST	США	МКР
6	ProCAST	Франция	МКЭ
7	QuikCast	Франция	МКР
8	PAM-CAST	Франция	МКР
9	CalcoSoft	Франция	МКЭ
10	LVMFlow (NovaFlow)	Россия	МКО
11	Poligon	Россия	МКЭ
12	FlowVision	Россия	МКО
13	Magmasoft	Германия	МКР
14	WinCast	Германия	МКЭ
15	AnyCasting	Корея	МКР
16	Vulcan	Испания	МКЭ
17	CastCAE	Финляндия	МКР
18	JSCast	Япония	МКР
19	Mavis-Flow	Англия	МКР
20	InteCast	Китай	МКР
21	AutoCAST	Индия	ВМКЭ
22	Castflow, Castherm	Австралия	-
23	Nova-Solid/Flow Novacast AB	Швеция	



Рис. 1. Методы моделирования литья

Метод конечных разностей (МКР) – базируется на уравнениях в дифференциальной форме, при этом дифференциальные операторы заменяются конечно-разностными соотношениями различной степени точности.

Метод контрольных объемов (МКО) - метод сочетает в себе простоту и факторизацию МКР это позволяет моделировать максимально быстро, не теряя при этом точности расчетов.

Методы конечных элементов (МКЭ) – метод базируется на уравнениях тепломассопереноса в интегральном виде. Система значительно сложнее принятой в МКР, ее решение требует больших ресурсов памяти и немалого времени.

Векторный метод конечных элементов (ВМКЭ) - метод основан на использовании специально организованных векторных базисов, их использование позволяет строить аппроксимации математических моделей в терминах естественных векторных переменных.

5. Алгоритм построения ЛПС

Моделирование течения расплава по литниковой системе показывает последовательность заполнения полости формы, выявляет процессы, происходящие при заливке, позволяет исследовать влияние различных конструкций литниковой системы на последовательность заполнения формы и образование литейных дефектов, частой причиной которых является конструкция литниковой системы.

Таким образом, задачей исследования является необходимость объединения систем автоматизированного моделирования (пакеты прикладных программ) и методикой моделирования процессов заполнения. Это позволит быстро разработать литниково-питающую систему для получения конкретной отливки без брака.

Процесс подготовки к расчету заполнения состоит из нескольких этапов:

1. С помощью программы «КОМПАС 3D» создаются электронные модели детали (рис. 2), отливки (рис. 3) и литниково-питающей системы (рис. 4).

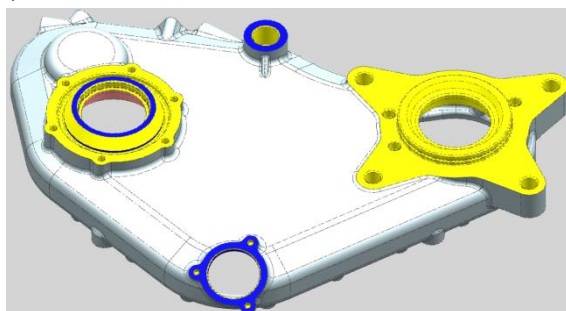


Рис. 2. Электронные модели детали

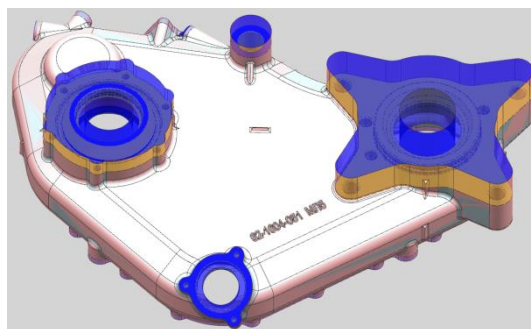


Рис. 3. Электронные модели
отливки

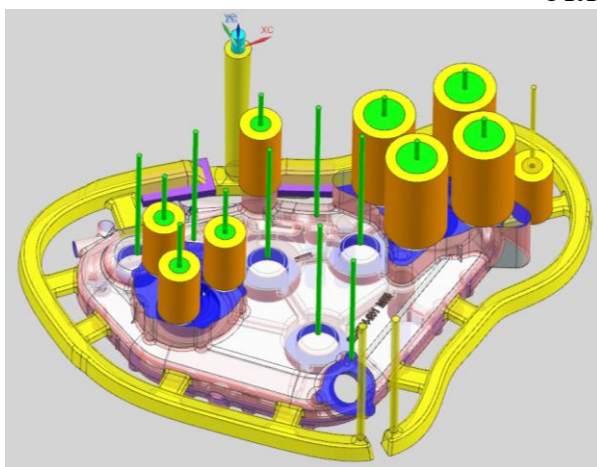


Рис. 4. Электронные модели литниково-питающей системы

2. Проводится анализ затвердевания в Magmasoft (рис. 5).

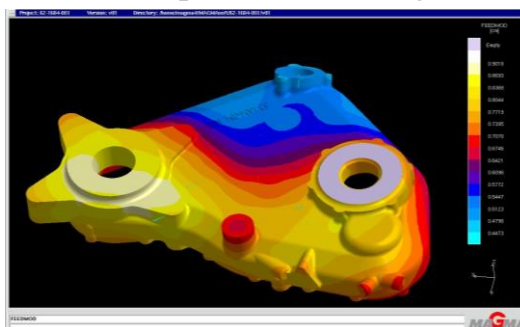


Рис. 5. Анализ затвердевания

3. Анализируется ЛПС на дефекты в Magmasoft (рис. 6).

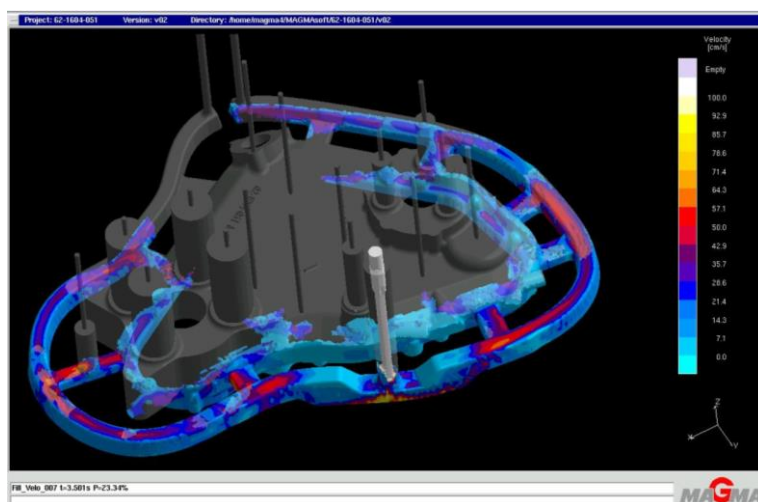


Рис. 6. Анализ ЛПС на дефекты

4. Проектирование оснастки (рис. 7).

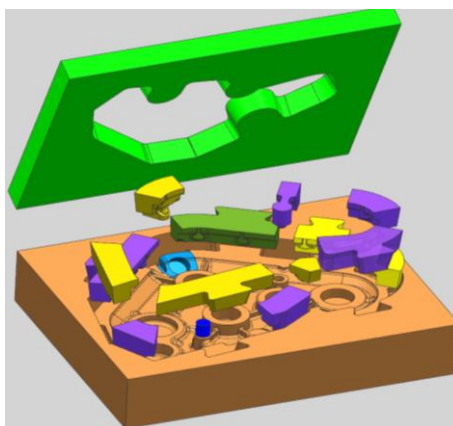


Рис. 7. Проектирование оснастки

6. Альбом типовых эффективных ЛПС.

Изучили книгу Н.М. Галдина «Литниковые системы для отливок из легких сплавов»(1978 г.), предназначенная для инженерно-технических работников литейного производства. По книге мы составили альбом эффективных частей ЛПС.

- Форма стояка в плане предпочтительна квадратная, а не цилиндрическая, для сокращения завихрений потока и создания ламинарного движения сплава. Однако следует понимать, что при цилиндрической форме стояка, процесс потери тепла при течение сплава будет минимальным, что является преимуществом цилиндрического стояка над стояком другой формы (рис. 8).

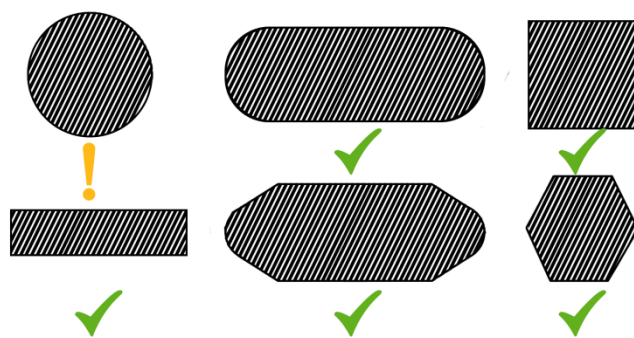


Рис. 8. Формы стояка

- Приведённые начальные участки позволяют вводить расплав в коллектор снизу вверх, что обеспечивает отделение шлаков и дополнительное снижение скорости потока в коллекторе (рис. 9).

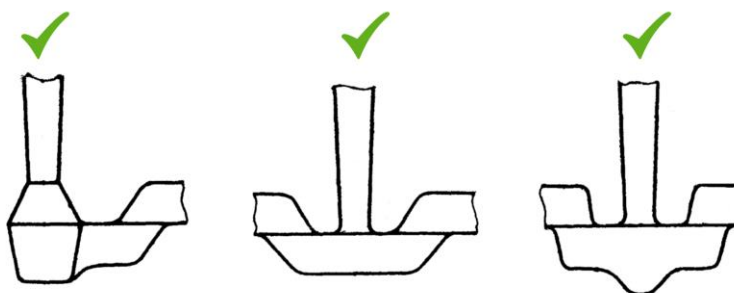


Рис. 9. Способ введения расплава в коллектор

- Для габаритных или протяжённых отливок используют сужающийся коллектор. Он обеспечивает более равномерное заполнение сплава по сравнению с коллектором постоянного сечения за счёт увеличения скорости сплава по ходу движения.

Принцип проектирования сужающегося коллектора следующий: после каждого питателя, площадь сечения коллектора сокращается (рис. 10). Для сокращения турбулентности потока в местах изменения сечений, рекомендуется переходы выполнять плавными.

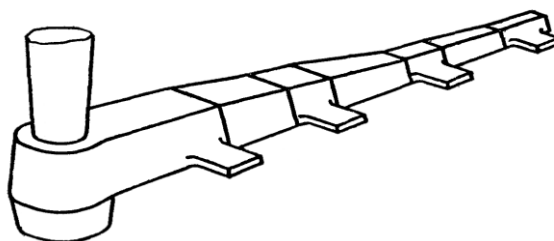


Рис. 10. Сужающийся коллектор

- Система с уменьшающимися питателями обеспечивает более равномерное распределение металла по питателям, чем обычная (рис. 11). Но в системе с уменьшающимися питателями последовательно возрастает скорость потока, что нежелательно, ведь это приводит к перемешиванию сплава и образованию вторичных шлаков.

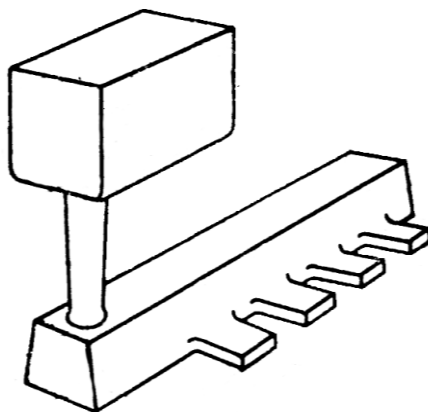


Рис. 11. Система с уменьшающимися питателями

- При применении сосредоточенного подвода расплава наблюдается наибольший разброс механических свойств отливки. Поэтому, питатели распределяют по площади отливки. Рассредоточенный подвод металла способствует резкому снижению неравномерности свойств отливки (рис. 12).



Рис. 12. Способы подвода расплава

Список литературы:

1. Сайт с различными видами литья. <https://www.stankoff.ru/blog/post/489>
2. Сайт с различными видами литья. <https://extxe.com/640/litnikovye-sistemy/>

3. Сайт с примерами ЛПС, с их типами систем.
<https://stankiexpert.ru/spravochnik/litejnoe-proizvodstvo/litnikovaya-sistema.html>
4. Сайт с сравнением программ, используемых для моделирования литейных процессов.
5. <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-kompyuternyh-programm-dlya-modelirovaniya-liteynyh-protsessov>
6. Сайты с краткими характеристиками программ, их функциями и типами. <http://lvmflow.ru/text/11-14.pdf>
7. https://castsoft.ru/work/articles/cm_46_02.html
8. Сайт с сравнительным анализом компьютерных программ для моделирования литейных процессов.
<https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-kompyuternyh-programm-dlya-modelirovaniya-liteynyh-protsessov>

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ В АО ААК «ПРОГРЕСС»

М.А. Мастобаев

Преподаватель С. В. Волкова

*Филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньев
Кафедра самолёто- и вертолётостроения*

Актуальность данной темы заключается в том, что магнитопорошковый контроль используется в настоящее время для определения микродефектов в ферромагнитных материалах.

Им проверяют стальные трубы, трубопроводы, муфты, зубчатые колёса, литые изделия, рамы, несущие металлоконструкции и др.

Метод успешно используется на самых ответственных объектах «Газпрома», «Транснефти», «Роснефти», «РЖД», «Росатома» и других крупных предприятий в России.

Объектом исследования является магнитопорошковый контроль на предприятии.

Цель научно – практической работы заключается в анализе порядка проведения магнитопорошкового контроля изделий в АО ААК «ПРОГРЕСС».

Для выполнения данной работы ставились задачи по ознакомлению с видами неразрушающего контроля, магнитопорошковым методом, его дефектами, используемым оборудованием, материалами.

Виды неразрушающего контроля или же основные методы неразрушающего контроля делятся на 11 видов. А именно: магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновой, тепловой, оптический, радиационный, акустический, проникающими веществами, вибро-акустический, визуальный (ВИК).

Магнитопорошковый контроль относится к магнитному методу неразрушающего контроля.

Так чем же сущность магнитопорошкового контроля? Деталь с дефектом намагничивают и через нее проходят магнитные волны поля, образуя полярности детали. Далее на поверхность детали наносится суспензия. Частицы магнитной суспензии магнитятся на место дефекта и оседают, делая его более контрастным и видимым для наблюдателя (контролёра).

Для проведения магнитопорошкового контроля была выбрана заготовка детали «Кронштейн», которая изготовлена из стали марки 35ХГСЛ.

После проведения магнитопорошкового контроля отливки детали «Кронштейн» была обнаружена трещина.

Помимо трещин могут быть обнаружены и такие дефекты как волосовины, надрывы, поры, флокены, непровары.

Материалы, используемые на предприятии для проведения магнитопорошкового контроля:

1. Масло трансформаторное.
2. Чёрный магнитный порошок.
3. Холстопршивное полотно.

Среди всего оборудования для магнитопорошкового контроля можно выделить всего три основных:

- дефектоскоп магнитопорошковый,
- микротесламетр,
- намагничиватель/размагничиватель (называемый НРУ-300).

Из оборудования, которое можно заменить, я выбрал на рассмотрение НРУ-300. Так как всё оборудование на предприятии довольно новое.

Для замены НРУ-300 я выделил всего два варианта.

Первый - НРУ-700 большой по габаритам, что позволяет размагничивать большие по детали, но может мешать при его размещении в испытательной лаборатории.

Поэтому был предложен второй вариант - НРУ-450, который немного лучше 300-й версии, и немного больше по размеру рабочей камеры, что позволяет заменить практически во всех испытательных лабораториях предприятия ПРОГРЕСС.

В целом можно рассматривать оба варианта в качестве замены НРУ-300.

Для начала магнитопорошкового контроля проводят подготовку рабочей среды в испытательной лаборатории.

Подготовка среды к магнитопорошковому контролю включает в себя:

- проверку освещения,
- включение вентиляции,
- проведение проверки дисперсии жидкости и магнитных свойств порошка.

Требуется занести в журнал показатели производственной среды, чтобы температура была не менее 18 °С, влажность не более 70 %.

Магнитопорошковый контроль производится в пять этапов:

1. Подготовка – очистка рабочей поверхности детали.
2. Намагничивание детали на магнитном дефектоскопе.
3. Нанесение магнитного индикатора (порошок или суспензия), который намагничивается на место дефекта.
4. Осмотр детали (иногда при помощи оптики) на наличие дефекта.
5. Размагничивание и контроль размагничивания.

После проведения магнитопорошкового контроля детали уже полученные результаты заносят в журнал регистрации заключений. Где записывают годные детали и неисправимый брак вместе с их общим количеством.

Такие же данные заносят и в компьютерную программу «АСУ ПРОГРЕСС».

В итоге проделанной работы скажем, что магнитопорошковый контроль является популярным методом неразрушающего контроля стальных деталей.

Плюсами данного метода является то, что он позволяет быстро и эффективно обнаруживать дефекты за несколько минут. Что является быстрым контролем в сравнении с капиллярным контролем, который проводится часами.

К минусам можно отнести плохое выявление внутренних дефектов. В данном случае лучшим вариантом для измерения внутренних дефектов является акустический метод контроля.

В ходе работы были рассмотрены 11 видов неразрушающего контроля, а также изучен магнитопорошковый контроль вместе с этапами проведения.

РЕИНЖИНИРИНГ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Мезенцев В.А.

Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение

«Гимназия №7»

Начальник бюро Е. Ф. Клюкман

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания «Прогресс»

им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Описание проекта:

Мы изучаем реинжиниринг в литейном производстве

Чтобы помочь АО ААК «Прогресс» и ООО ВР «Литейное производство»

Выполнять точную обрезку литниково-питающих систем на роботизированном комплексе по обрезке литников

При помощи 3D сканирования литниково-питающих систем

Чтобы снизить время на конструкторско-технологическую подготовку литейного производства

Обратная разработка (обратное проектирование, обратный инжиниринг, реверс-инжиниринг) — 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.

Копирование различных механизмов и машин без фактической разработки. Позволяет минимальными затратами воспроизвести удачную конструкцию, но есть случаи копирования и неудачных машин.

Примеры:

- Советский грузовик АМО-3 был практически полной копией американского грузовика «AutoCar-SA».
- Советский лодочный мотор «Москва» был практически полной копией очень удачного американского мотора *ScottAtWater*.
- Пример неудачного выбора прототипа для обратной разработки — советский лодочный мотор «Вихрь», копия немецкого мотора *Koenig*.
- Советский самолет Ту-4, за исключением двигателей, является почти точной копией американского Boeing B-29 Superfortress.

В нашем случае, мы предлагаем упростить реинжиниринг на производстве путём внедрением 3D сканеров в эксплуатацию.

В настоящий момент все измерения, в основном, происходят при помощи штангенциркуля, изобретённого в 17 веке, который измеряет линейные размеры деталей, при этом достаточно точно. За счет такого прибора можно до десятых и сотых долей миллиметров определить наружные и внутренние размеры заготовок, линейные размеры и глубину (рис. 1).

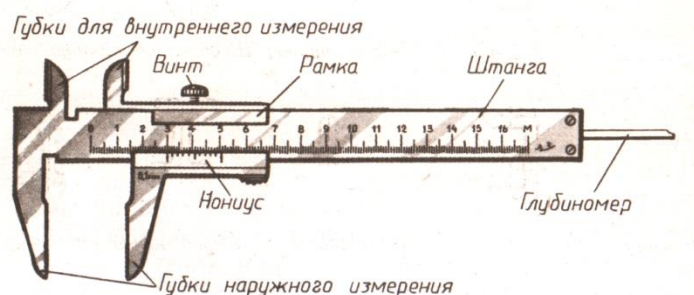


Рис. 1. Штангенциркуль

Также на производстве широко распространён и микрометр – прибор, имеющий своё начало в 19 веке, для проведения измерений высокой точности, его используют в промышленности для осуществления максимально точных измерений (Рис. 2).



Рис. 2. Микрометр

Но измерения этими приборами вручную и перенос значений в программу – процесс, занимающий довольно длительное время, а ведь его можно сократить при помощи устройства 20 века - 3D сканера.

3D-сканер – стационарное или небольшое ручное устройство для сканирования объектов со сложной пространственной геометрией. Простые сканеры обрабатывают изображения в плоскости, а 3D сканируют физические объемные предметы, выводя информацию полигональной моделью или облаком точек.

3D-сканирование - процесс анализа реального объекта или окружающей среды для сбора данных о его форме и, возможно, его внешнем виде (например, цвете). Собранные данные затем могут быть использованы для построения цифровых 3D-моделей.

Во время процесса сканирования аппаратом создается множество точек, огибающих объект. Далее они реконструируют предмет и переносят его на монитор. Тоже касается и цветов.

3D сканеры применяются в: медицинских учреждениях, инженерии, производстве, дизайне, компьютерных технологиях, киноиндустрии (рис. 3).



Рис. 3. 3D сканер в медицине



Рис. 4. Вид 3D сканера

3D сканер имеет вид обычной камеры. То есть информация собирается только с тех поверхностей, на которые попадал световой луч. Различия между ними заключаются в том, что сканер тщательно исследует объект и выдает точное расстояние от точек к поверхности. Это позволяет видеть фигуру сразу в трех областях.

Полноценное моделирование несет в себе несколько сканирований. Это необходимо для подробного анализа. Все данные выкладываются в общую систему, а там уже происходит привязка плоскостей и конвейер (моделирование).

Табл. 1. Список популярных 3D сканеров

Модель	Бренд	Изображение	Страна	Характеристики
FARO Focus Laser Scanner	FARO		США	Масса – 4.2 кг (с аккумулятором) Точность измерения расстояния – ± 1 мм (S-серия), ± 3 мм (M-серия) Время работы от батареи – 4,5 часа
Shining EinScan SE	Shining 3D		Китай	Разрешение камеры: 1.3 MPix; Количество камер: 2; Минимальная область сканирования: 30 x 30 x 30 мм; Расстояние до объекта: 290-480 мм; Точность сканирования: 0,1 мм; Габариты: 570x210x210 мм; Вес: 2,5 кг;
Calibry	Thor3D		Россия	Рабочая температура среды $+5^{\circ}\text{C}$ – $+35^{\circ}\text{C}$ Точность сканирования до 70 мкм Разрешение камер 2.3 мп. Количество камер 3 шт. Зона сканирования от 86x115 мм до 144x192 мм Скорость сканирования 3 000 000 точек/с Рабочее расстояние до объекта 45 - 100 см Габариты 165x85x274 мм
FARO Design ScanArm 2.0	FARO		США	Масса – 9,5-9,8 кг Точность сканирования – ± 75 мкм Скорость сканирования

				— 600 000 точек/сек
Go! SCAN SPARK	Creaform		Канада	Точность сканирования 0.05 мм Разрешение камер 3.1 мп Количество камер 4 шт. Зона сканирования 390x390 мм Рабочее расстояние до объекта 300 мм Габариты 89x114x346 мм
Spectrum	RangeVision		Россия	Точность сканирования до 0.04 мм Разрешение камер 3,1 мп. Количество камер 2 шт. Минимальная зона сканирования 133x100x100 мм Максимальная зона сканирования 520x390x390 мм Габариты 450x100x200 мм Вес 7 кг
Ciclop	bq		Испания	Количество камер - 1 Максимальная область сканирования - 205x205 мм. Точность - 0,5-5 мм. Скорость сканирования - 3-4 мин.
RangeVision NEO	RangeVision		Россия	Размер окна сканирования - 200x150x150 мм Размеры объекта сканирования - от 3 см до 1,2 метра Рабочее расстояние до

				объекта: 300 мм Точность сканирования – 0.05 мм Количество камер: 2 шт (цветные) Разрешение камер: 2 Мрх Диаметр платформы автоматического стола - 20 см Максимальная нагрузка на стол – 20 кг
Autoscan DS-EX PRO	Shining 3D		Китай	Технология сканирования - структурированный свет Разрешение камеры – 1,3 Мрх Точность сканирования – < 10 микрон Рабочая область - 100x100x75 мм Габариты - 260x270x420 мм Вес - 5 кг.
Stonex X300	Stonex		Италия	Расходимость пучка – 0.37 mrad Диапазон измерений: 1.6 – 300 м Частота сбора данных – до 40.000 точек в секунду Встроенная камера – 10 мрх Разрешение – (2560 2560) x 1920 рх Время работы: >3 ч

3D сканирование имеет место в техническом производстве для быстрого создания модели по уже готовой детали. Но качеству 3D модели способны помешать дефекты в отливках и шероховатость поверхности. Рассмотрим виды литья и их эффективность для сканирования.

Литье в землю (литье в песчано-глинистые формы)

Литье в землю является сравнительно простым и экономичным технологическим процессом (рис. 4). Во многих отраслях машиностроения (автомобилестроение, станкостроение, вагоностроение и др.) при массовом производстве отливок чаще всего применяется этот метод.

- шероховатость поверхности отливок превышает 0,3 мм, на поверхности часто наличествуют раковины и неметаллические включения. Поэтому сопрягаемые поверхности деталей, заготовки которых получают таким методом, всегда обрабатывают резанием.



Рис. 4. Литье в песчано-глинистые формы

Литье по выплавляемым моделям

- это процесс, в котором для получения отливок применяются разовые точные неразъемные керамические оболочковые формы, получаемые по разовым моделям с использованием жидких формовочных смесей.

- Шероховатость поверхности отливок соответствует 4—5-му классу чистоты по ГОСТу 2789—59.

Литье в кокиль

Кокильное литье – это литье металла, осуществляемое свободной заливкой кокилей. Кокиль – металлическая форма с естественным или принудительным охлаждением, заполняемая расплавленным металлом под действием гравитационных сил. После застывания и охлаждения, кокиль раскрывается и из него извлекается изделие. Затем кокиль можно повторно использовать для отливки такой же детали (рис. 5).



Рис. 5. Литье в кокиль

Отливки в кокиль не имеют пригара. Шероховатость поверхности отливок определяется составами облицовок и красок, наносимых на поверхность рабочей полости формы, и соответствует $Rz = 80\text{--}10\text{ мкм}$, но может быть и меньше.

Литье под давлением

Принцип процесса литья под давлением основан на принудительном заполнении рабочей полости металлической пресс-формы расплавом и формировании отливки под действием сил от пресс-поршня, перемещающегося в камере прессования, заполненной расплавом.

- Высокая точность, низкая шероховатость поверхности (практически не требует обработки).

Литье под регулируемым давлением

К литью под регулируемым давлением относят способы литья, сущность которых заключается в том, что заполнение полости формы расплавом и затвердевание отливки происходит под действием избыточного давления воздуха или газа (рис. 6) и (рис. 7).

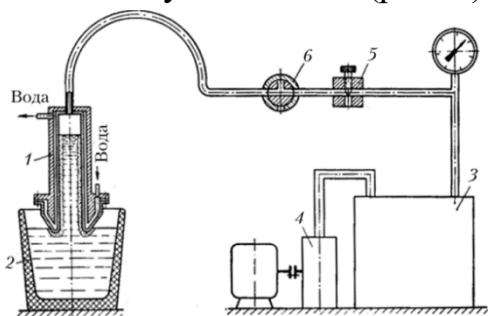


Рис. 6. Литье под регулируемым давлением

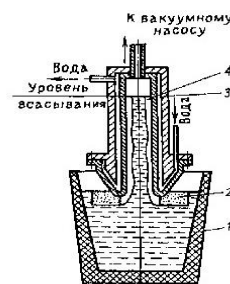


Рис. 7. Литье под регулируемым давлением

- Главными преимуществами являются возможность получения заготовок с минимальными припусками на механическую обработку или без неё и минимальной шероховатостью необработанных поверхностей.

Литье в оболочковые формы

Литье в оболочковые формы (рис. 8) появилось как попытка автоматизировать изготовление разрушаемых форм. На нагретую модель, выполненную из металла, насыпается смесь песка с частицами

неполимеризованного термореактивного материала. Выдержав эту смесь на поверхности нагретой заготовки определенное время, получают слой смеси, в котором частицы пластмассы расплавились и полимеризовались, образовав твердую корку (оболочку) на поверхности модели. При переворачивании резервуара излишняя смесь ссыпается, а корка, с помощью специальных выталкивателей, снимается с модели. Далее, полученные таким образом оболочки, соединяют между собой склеиванием силикатным клеем, устанавливают в опорах и засыпают песком, для обеспечения прочности при заливке металла (рис. 9). Точность размеров $\pm 5\%$, параметры шероховатости $Ra = 1,25—2,5$ мкм

Оболочковая форма

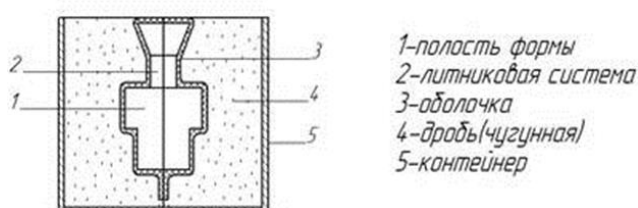


Рис. 8. Оболочковая форма

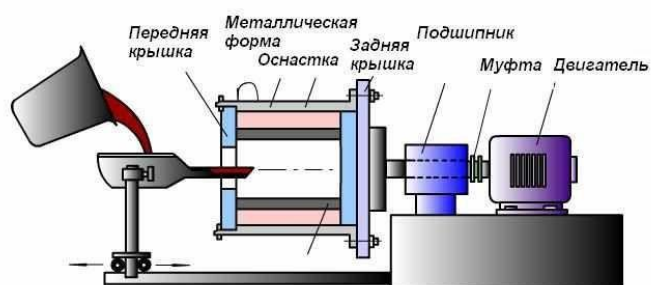
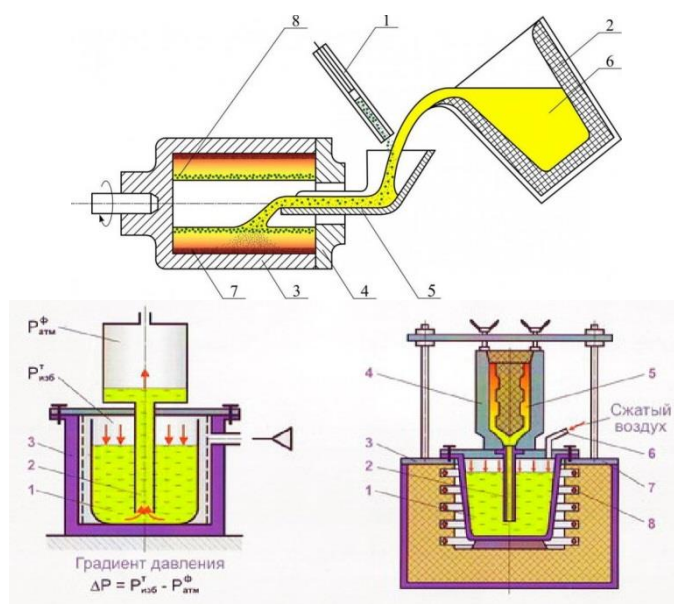


Рис. 9. Техника литья оболочковой формы

Центробежное литье

Принцип центробежного литья заключается в том, что заполнение формы расплавом и формирование отливок происходят при вращении формы либо вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси, либо при её вращении по сложной траектории.

- отсутствие раковин, неметаллические включения, шлака.

Литье по газифицируемым моделям

Технология литья по газифицированным моделям является одной из самых перспективных и развивающихся в настоящее время технологий литья. Эту технологию можно отнести к способу литья по выплавляемым моделям, но в отличие от данных сходных способов модель удаляется (газифицируется) не до заливки, а в процессе заливки формы металлом, который вытесняя (замещая) «испаряющуюся модель» из формы, занимает освободившееся пространство полости формы.

- высокое качество поверхности отливок позволяет в некоторых случаях совсем отказаться от механической обработки, которая была бы необходима при другом способе изготовления.

Литье металла в ХТС

Холодно-твердеющие смеси (рис. 10) – это специальные смеси, которые после изготовления не требуют нагрева в сушильных печах. Благодаря связующим составляющим и отвердителям, они самозатвердевают на воздухе за 10-15 мин. Эта технология очень похожа на традиционную (литье металла в песчано-глинистые формы), только в виде связующего вещества для смесей песка применяют искусственные смолы. Для отверждения смол применяется продувка стержневых ящиков различными третичными аминами.

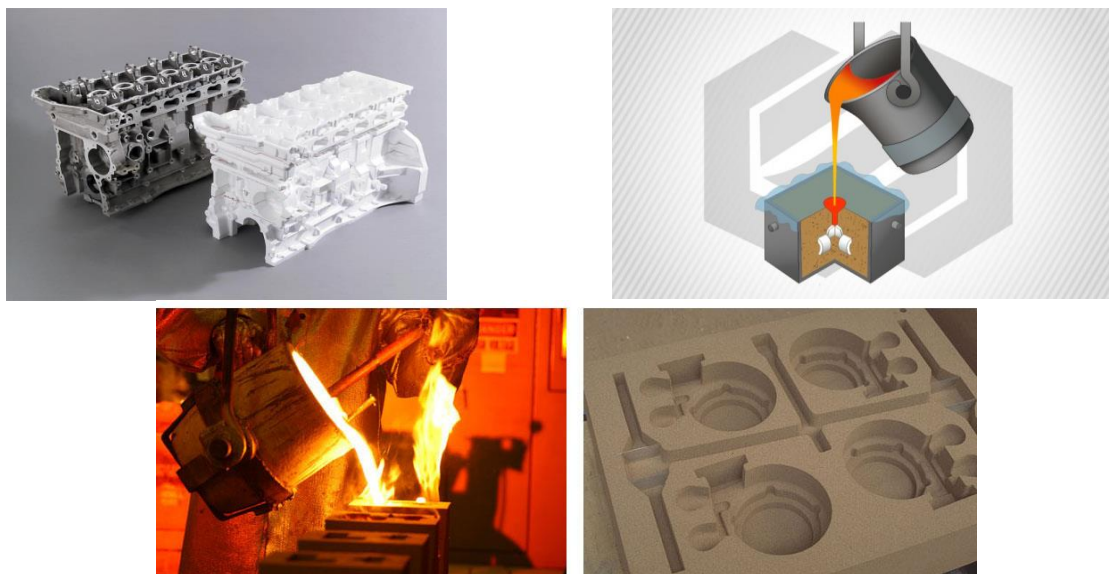


Рис. 10. Литье металла в холодно-твердеющие смеси

Технология литья в ХТС позволяет обеспечить высокое качество поверхности литья, отсутствие газовых дефектов и засоров в отливке.

На основе вышесказанного наш выбор пал на литьё металла в ХТС, так как его преимущество также заключается в следующем:

- ✓ обеспечивается чистота поверхности, соблюдается точность геометрических размеров отливки, достигается высокое качество изделий;
- ✓ деформация при производстве форм отсутствует, количество дефектов минимальное;
- ✓ за счет использования более простого оборудования себестоимость продукции снижается;
- ✓ появляется возможность автоматизации процесса приготовления смесей;
- ✓ сокращаются энергозатраты за счет отсутствия операции сушки;
- ✓ снижается трудоемкость финишных операций;

Наше предложение:

Анализируя скан-рынок, наш выбор пал на 3D сканер Calibry – профессиональный, доступный и простой в использовании (рис. 11). Одним из критериев отбора была мобильность и именно это главный плюс Calibry, – он ручной и переносной, а не стационарный.



Рис. 11. 3D сканер Calibry

Стоимость ручных сканеров варьируется от 300 тыс. р. до 1,5 миллионов рублей

С учётом преимуществ над конкурентами цена Calibry не столь высока. Стоимость данного прибора составляет 429 000 рублей.

На данный момент на предприятии используется стационарный сканер, который может сканировать лишь поверхность объектов, тем самым выдавать весьма упрощённую модель, которую придётся дорабатывать практически с нуля. Благодаря новому сканеру появится возможность сканировать также внутренние рельефы, что упрощает работу в дальнейшем.

Заключение:

В ходе проекта нам удалось добиться следующих результатов.

- Мы изучили реинжиниринг в литейном производстве

- Изучили существующие виды литья
- Анализировали рынок 3D сканеров
- Подобрали оптимальный вариант сканера для предприятия
- Снизили время на конструкторско-технологическую подготовку литейного производства

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАБОТНИКА ПРИ ПОМОЩИ ПРИНЦИПА 5С

С. А. Мурзаев, Л. А. Колчанов

*Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 8*

Начальник бюро Е. Ф. Клюкман, инженер-конструктор Д. Е. Козлов

*Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания
«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев*

Отдел главного металлурга

Цель: выяснить, как мог бы повлиять принцип 5С на инженерно-технических работников (ИТР).

Задача: применить один из принципов 5С для создания эргономичного рабочего пространства для инженера.

Важность: Для крупных предприятий машиностроения, таких как авиационный завод «Прогресс», от качества выполняемой работы ИТР зависит качество создания продукции которое предприятия.

Система 5С представляет собой совокупность организационно-технических мероприятий по рациональной организации рабочих мест, обеспечивающую безопасность работы и рост производительности труда. Основные цели 5С:

1. эффективно использовать рабочее место, рабочее пространство;
2. предотвратить потери времени для поиска нужных предметов, документов;
5. улучшить санитарно-гигиенические условия;
6. создать комфортные условия работы.

Система получила своё название по первым пяти буквам классических принципов:

1. 1С – Сортировка;
2. 2С – Систематизация;
3. 3С – Содержание в чистоте;

4. 4С – Стандартизация;
5. 5С – Совершенствование.

Система устанавливает принципы, выполнение которых направлено на создание оптимальных условий выполнения операций, поддержание порядка, чистоты, аккуратности, экономии времени и энергии для повышения производительности, предотвращения несчастных случаев, снижения загрязнения окружающей среды.

Мы же остановимся поподробнее на одном из принципов данной системы.

«Систематизация» — это создание на основании первого принципа «Сортировки» более удобной системы расположения предметов и документов, которая позволяла бы быстро и просто найти их и использовать.

Правила «Систематизации»: – быстрота, легкость и безопасность доступа к предметам; – визуализация способа хранения и контроля наличия, отсутствия или местонахождения нужного предмета; – свобода перемещения предметов и эргономика рабочего места.

Возникновение наиболее распространенных форм дискомфорта, испытываемых пользователями компьютеров, часто может быть связано с неправильным расположением экрана компьютера, клавиатуры и мыши. Часто дискомфорт возникает, когда эти устройства расположены слишком высоко или слишком низко, либо слишком далеко или слишком близко к пользователю. Слишком высокое или слишком низкое расположение монитора заставляет пользователя вытягивать или наклонять голову и шею; нахождение в этих неудобных позах дольше определенного небольшого промежутка времени быстро вызывает дискомфорт. В то же время слишком высоко расположенный экран компьютера обычно подвергает воздействию большую поверхность глаза, что приводит к более быстрому высыханию защитного слезного слоя, чем в других случаях. Основной принцип эргономики заключается в том, что работа должна быть удобной для специалиста и не заставлять его приспосабливаться к своей работе.

Для повышения комфорта и удобства мы предлагаем заменить следующие элементы рабочего места инженера.

На сегодняшний день на предприятии рабочее место инженера оснащается плоским монитором. Мы предлагаем использовать изогнутый монитор. В данном случае преимущества от использования изогнутого монитора сводятся к повышению производительности труда. Тот факт, что изогнутый монитор меньше утомляет глаза, позволяет работать дольше. Доказывает проведенное в 2016 году исследование: «влияния интенсивной работы за компьютером на глаза» показало следующее:

- Общее ощущение дискомфорта при работе с плоским монитором возникает на 33% чаще, чем при работе с изогнутым монитором;
- Усталость глаз при работе с изогнутым монитором возникает на 10% реже, чем при работе с плоским монитором.

Это основное преимущество использования изогнутых мониторов в офисе, а кроме того, они отлично зарекомендовали себя в ультраширокоформатном сегменте. Благодаря близкому к концентрическому охвату широким изогнутым монитором вашего поля зрения количество окон и приложений, которые можно одновременно открыть на экране, заметно возрастает.

К примеру, можно взять самый доступный из многих представленных монитор. Это Samsung C24RG50FZI. Модель, как и все прочие за данную цену, имеет относительно хорошие характеристики что вполне отлично подойдет каждому сотруднику. \ Средняя стоимость 18 тыс. руб.

Далее перейдём к креслу инженера.

На данный момент у большинства работников завода стоят обычные стулья, кресла что приводит к постоянному напряжению в теле. Мы предлагаем заменить их на эргономичные кресла. Эргономичное кресло позволит сотруднику работать без лишнего напряжения, которое негативно сказывается на его работоспособности; именно напряжённая, неудобная, «неразгруженная» поза является одной из причин заболеваемости опорно-двигательного аппарата у ИТР.

1. Кресло должно обеспечивать сотруднику соответствующую характеру и условиям труда физиологически рациональную рабочую позу.

2. Кресло должно обеспечивать длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности.

3. При невозможности покинуть рабочее место длительное время конструкция кресла должна обеспечивать условия для отдыха.

4. Кресло должно создавать условия для поддержания корпуса человека в физиологически рациональном положении с сохранением естественных изгибов позвоночника.

5. Конструкция кресла не должна затруднять рабочих движений.

6. Кресло должно включать следующие основные элементы: сиденье, спинку и подлокотники. Цена кресла составляет примерно 5000 рублей.

И третье что мы предлагаем заменить клавиатуру специалиста.

Эргономичные клавиатуры имеют изогнутую форму, могут состоять из двух частей, разделенных пустым пространством или дополнительными кнопками. Она помогает снизить нагрузку не только на кисти рук, но и на

предплечья и плечи, из-за чего сотрудник будет выполнять свою работы быстрее, соответственно качественнее.

Сейчас существует огромное разнообразие производителей клавиатур. Мы же остановились на варианте Microsoft Ergonomic Keyboard так как она является самой доступной из всех имеющихся на данный момент. Цена её варьируется от 4000 до 5000 рублей.

Сейчас мы хотели бы от эргономики рабочего места перейти к навыкам специалиста, которые повышают его производительность.

Первым делом мы хотим выделить скоропечатание. Это навык позволяет вам печатать на клавиатуре, не глядя на неё. Он увеличивает скорость набора знаков на клавиатуре, так необходимого для использования программных продуктов, таких как Microsoft Office, Teamcenter, NX, AutoCAD и др. При этом без освоения техники быстрой и слепой печати ни о каком уверенном пользовании ПК не может быть и речи. Энтузиасты подсчитали: способ слепого набора текста позволяет экономить в среднем 3 рабочих недели в году.

Touch Typing Study — отличный онлайн-тренажер для начинающих пользователей. На сайте доступен бесплатный обучающий курс для тех, кто хочет научиться печатать двумя руками. Он состоит из 15 уроков, в течение которых обучающегося постепенно знакомят со слепым методом набора текста, поэтапно увеличивая сложность и добавляя новые клавиши в арсенал.

По словам преподавателей компьютерной грамотности, на обучение уйдет не один десяток часов. Ежедневные занятия по 10-15 минут на клавиатурном тренажёре значительно увеличат скорость печати помогут избежать опечаток при наборе самых сложных текстов.

Средний взрослый читает 200-400 слов в минуту. Между тем, методики быстрого чтения позволяют увеличить этот показатель как минимум вдвое, а значит оперативно обрабатывать большие объемы информации. Таким образом, скорочтение позволяет прочитать и ознакомиться с текстом объёмом 80 страниц за 56 минут.

Скорочтение — это навык, который помогает быстро структурировать и усваивать текстовую информацию. Чтобы его развить, пригодится ряд специальных методик.

Задача скорочтения оптимизировать процесс чтения, чтобы воспринимать более крупные единицы информации, используя способность мозга «достраивать» недостающие части картины по имеющимся данным. Для этого есть специальные методы и способы скорочтения.

Обучение навыкам скоропечатания и скорочтения можно организовать на базе учебного центра Прогресс.

Так же мы бы хотели затронуть информационное пространство. Его эффективная организация обеспечивает быстроту, легкость и доступ к информации.

Для этого можно использовать:

1. Создание внешних ссылок (быстрая ссылка на конкретный каталог) для сокращения затрачиваемого времени;
2. Добавление быстрых команд (использование иконок на рабочей панели);
3. Использование сочетаний горячих клавиш (минимизирует затраты времени на поиск команд, и задаются самостоятельно).

Таким образом, эргономичный дизайн играет решающую роль в сокращении потерь времени и энергии в процессе производства, объединяет в единое целые элементы рабочего места (средства труда, предметы труда и рабочую силу) с целью обеспечения условий, которые позволили бы исполнителю осуществлять качественную деятельность с минимальным расходом энергии и времени и ощущением хорошего состояния организма. Исходя из аспектов эргономики, главным объектом внимания является работник. Поэтому необходимо предоставить ему комфортное рабочее место.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Н. С. Петров

Преподаватель А. А. Юрин

*Филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньев
Кафедра самолёто- и вертолётостроения*

Аннотация. В статье рассмотрен проект разработки технологических процессов изготовления деталей для беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки (далее – БПЛА ВВЗ), проектируемого рабочей группой студентов НИРС при научно-производственной лаборатории «Производственная сборка изделий авиационной техники» филиала. В связи с актуальностью развития беспилотных летательных аппаратов и активного внедрения их в различные сферы деятельности и народного хозяйства, необходимым является проектирование новых БПЛА,

способных выполнять различные задачи, а также разработка технологических процессов изготовления деталей и их сборки.

В данной статье рассмотрены процессы изготовления деталей для проектируемого БПЛА ВВЗ. На примере нескольких деталей из металлов и композиционных материалов разработан процесс их изготовления, а также изготовления требуемых средств технологического оснащения производства.

Ключевые слова: проект, проектирование, БПЛА, технология, технологический процесс, композиты, материалы, Компас-3D, Mastercam, фрезерование, вакуумная инфузия.

Abstract. The article considers a project for the development of technological processes for the manufacture of parts for an unmanned aerial vehicle for vertical takeoff and landing (hereinafter referred to as VVZ UAV), designed by a working group of students of the NIRS at the research and production laboratory "Industrial assembly of aviation equipment products" of the branch. Due to the relevance of the development of unmanned aerial vehicles and their active introduction into various fields of activity and the national economy, it is necessary to design new UAVs capable of performing various tasks, as well as the development of technological processes for manufacturing parts and assembling them.

This article discusses the manufacturing processes of parts for the designed VVZ UAV. On the example of several parts made of metals and composite materials, a process for their manufacture, as well as the manufacture of the required means of technological equipment for production, has been developed.

Key words: project, design, UAV, technology, technological process, composites, materials, Compass-3D, Mastercam, milling, vacuum infusion.

Цели проекта:

5. Исследование возможностей изготовления БПЛА вертикального взлета и посадки в условиях АО ААК «ПРОГРЕСС».

6. Изучение имеющихся технологий изготовления изделий из композиционных материалов.

7. Проведение конструкторских и технологических работ с использованием современных САПР (SolidWorks, Mastercam, Компас-3D).

8. Разработка рабочих управляющих программ для изготовления деталей БПЛА, а также средств технологического оснащения, необходимых для изготовления деталей и узлов из полимерно-композиционных материалов (далее - ПКМ).

9. Зарождение производства БПЛА на АО ААК «ПРОГРЕСС».

На первом этапе выполнения работ определены возможности базового предприятия – АО ААК «ПРОГРЕСС» – на предмет производства

беспилотных летательных аппаратов. В настоящее время на предприятии внедрены и активно применяются технологические процессы механической обработки деталей из металлов и неметаллов на оборудовании с ЧПУ, а также технологии изготовления изделий из полимерно-композиционных материалов (в том числе стекло- и углепластиков). Особенно актуальной является возможность изготовления изделий из ПКМ, так как конструкция проектируемого БПЛА вертикального взлета и посадки, с целью снижения массы аппарата, предполагает изготовление большей части деталей планера и винто-моторных групп именно из таких материалов.

На следующем этапе изучены существующие технологии изготовления изделий из ПКМ, а также технологии, применяемые, на АО ААК «ПРОГРЕСС».

Далее разработаны 3D-модели для проектируемых деталей и узлов, а также выполнены 3D-сборки. Данный процесс позволяет постоянно контролировать и корректировать массу конструкции. Все разработанные модели подвергаются компьютерному инженерному анализу – проверке их прочностных характеристик при помощи SolidWorks, что обеспечивает оптимальную массу конструкции при сохранении заданных прочности и жесткости.

Разработанные 3D-модели классифицируются по группам:

- 1 Модели деталей и узлов из алюминиевых сплавов (рис. 1 и рис. 2).
- 2 Модели деталей и узлов из ПКМ (рис. 3).

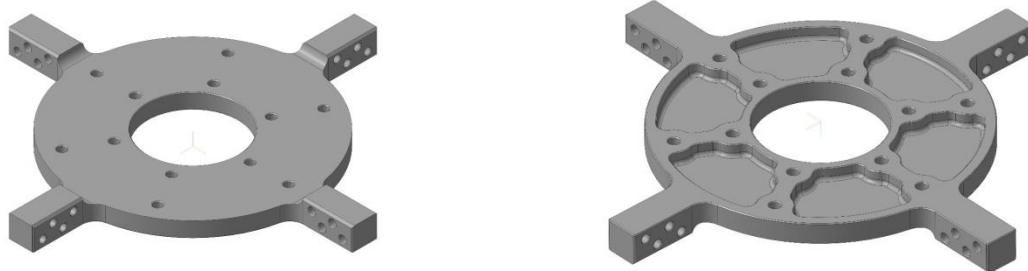


Рис. 1. Модель детали «Рама моторная»
(расчетная масса 0,602 кг)

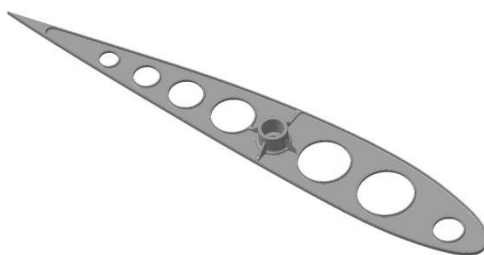


Рис. 2. Модель детали «Нервюра концевая»
(расчетная масса 1,546 кг)

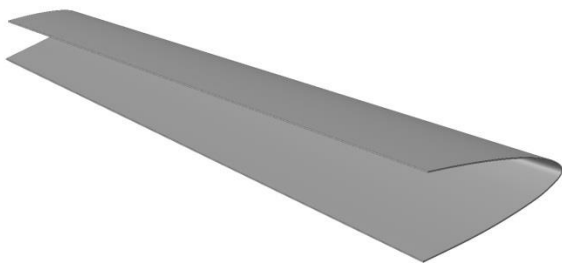


Рис. 3. Модель носовой кромки крыла

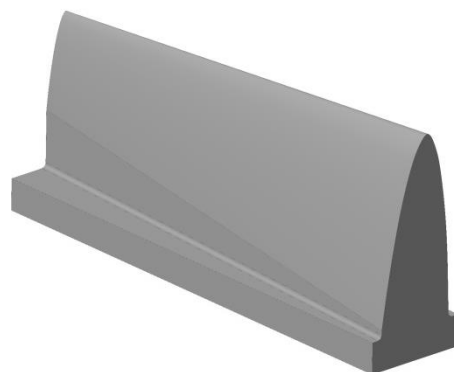


Рис. 4. Модель приспособления для выклейки передней кромки крыла

Первую группу моделей используем для непосредственной разработки управляющих программ их механической обработки на станках с ЧПУ.

По моделям из второй группы предварительно создаются модели оснастки, необходимой для их изготовления. Далее модели оснастки используются аналогично моделям из первой группы (рис. 4).

После этого начинается этап разработки управляющих программ для станков с ЧПУ (рис. 5-13). Для разработки управляющих программ применяется программное обеспечение MasterCam 2021. Для обработки деталей габаритом до 450 мм предлагаем применить фрезерный станок с ЧПУ DMU 50 ecoline.

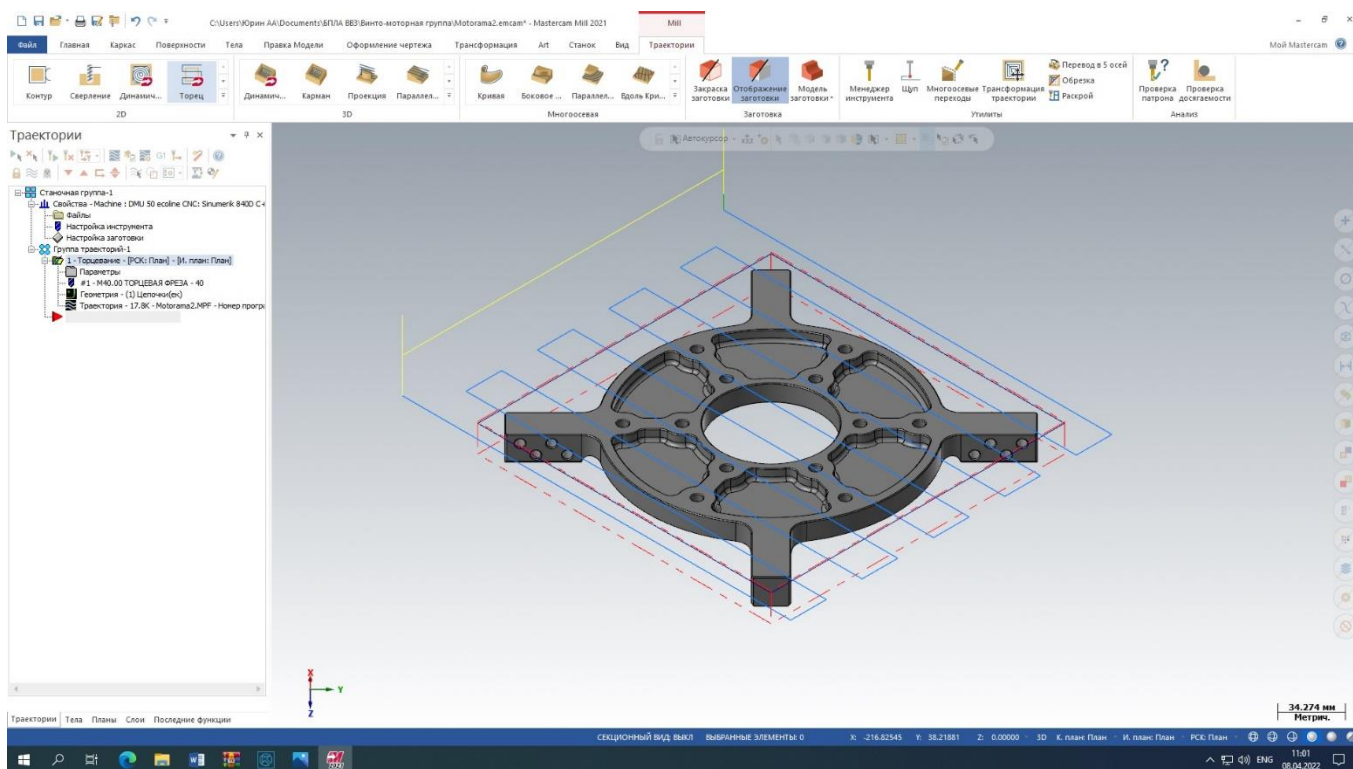


Рис. 5. Траектория для торцевания заготовки

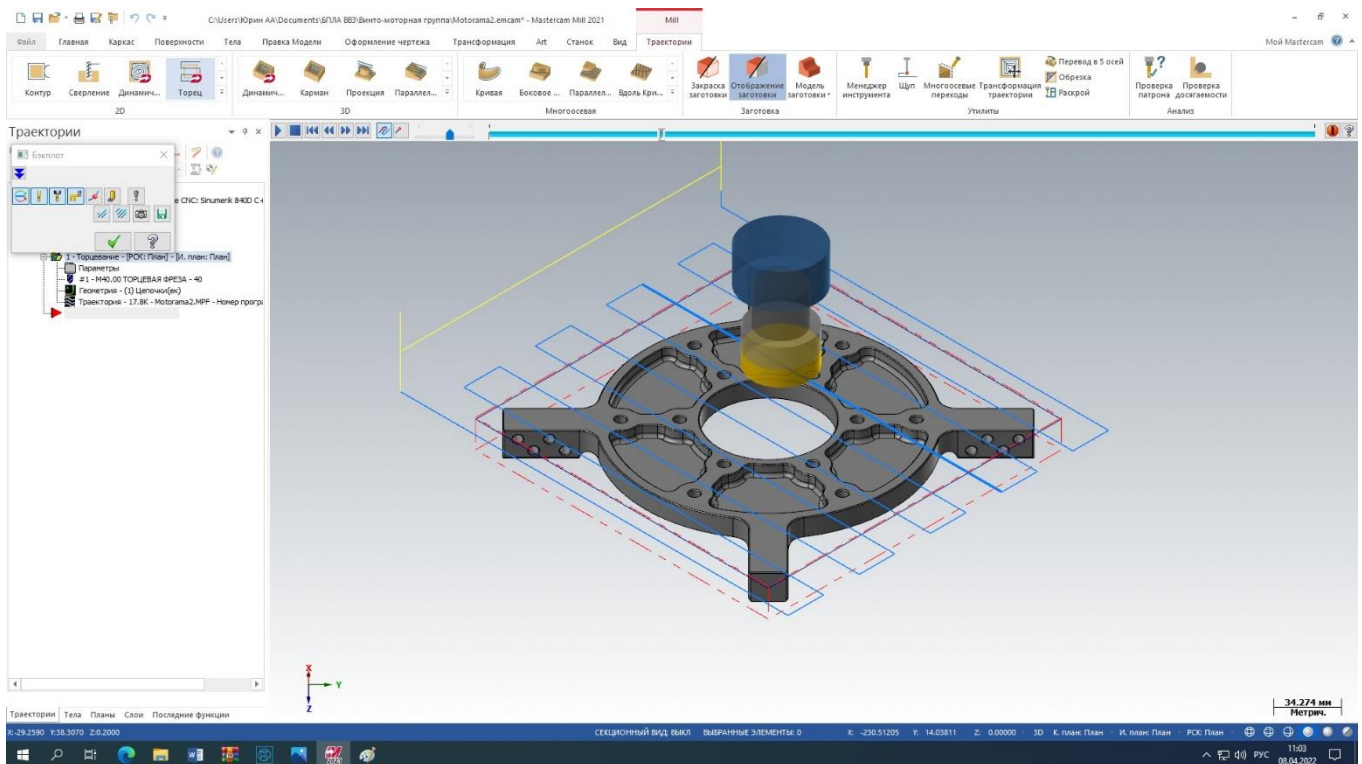


Рис. 6. Симуляция обработки по траектории

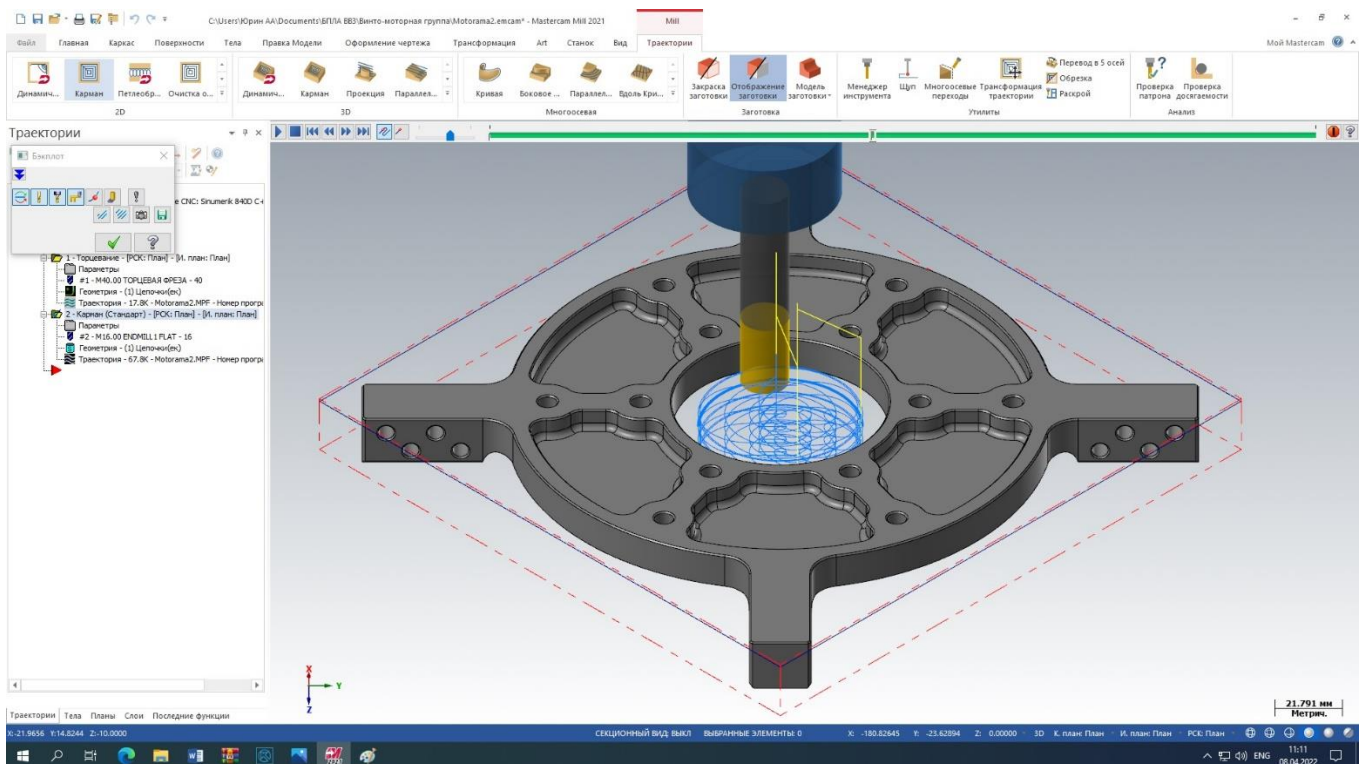


Рис. 7. Симуляция обработки центрального отверстия

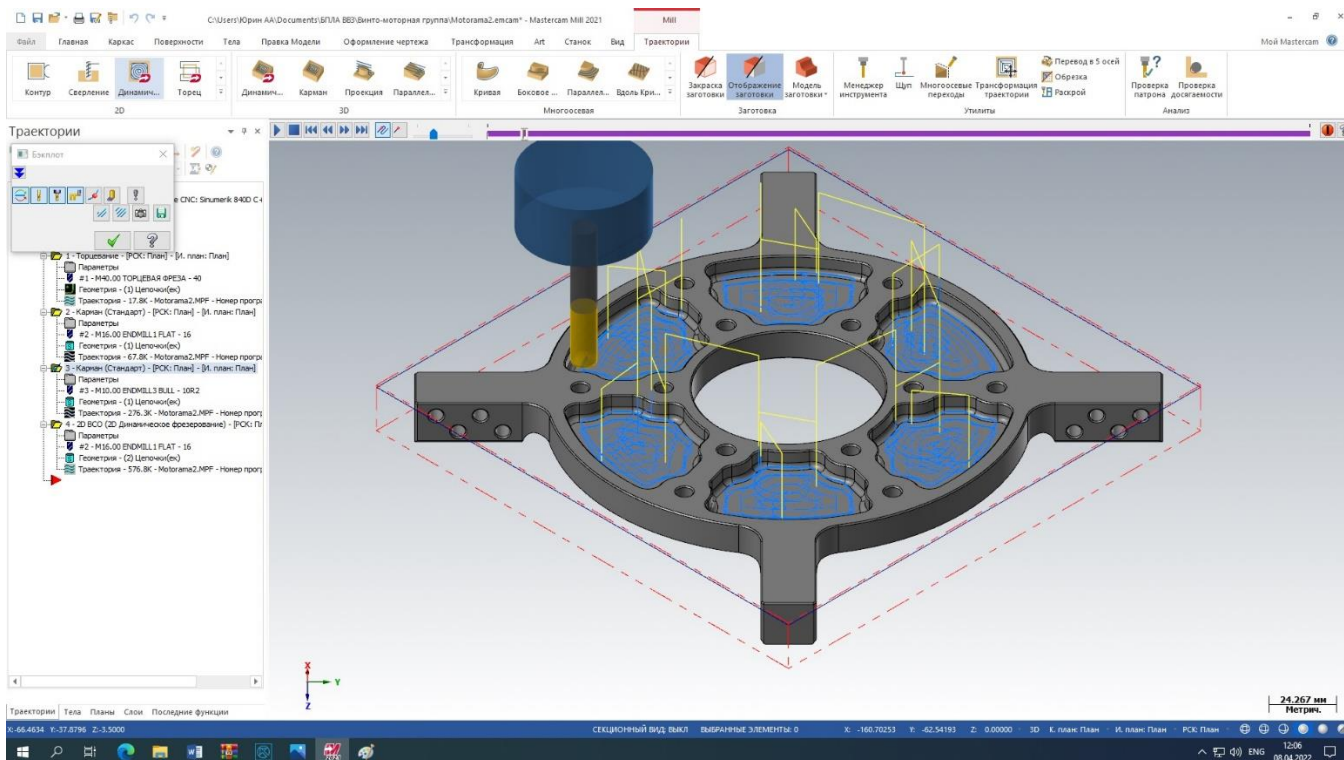


Рис. 8. Симуляция обработки карманов

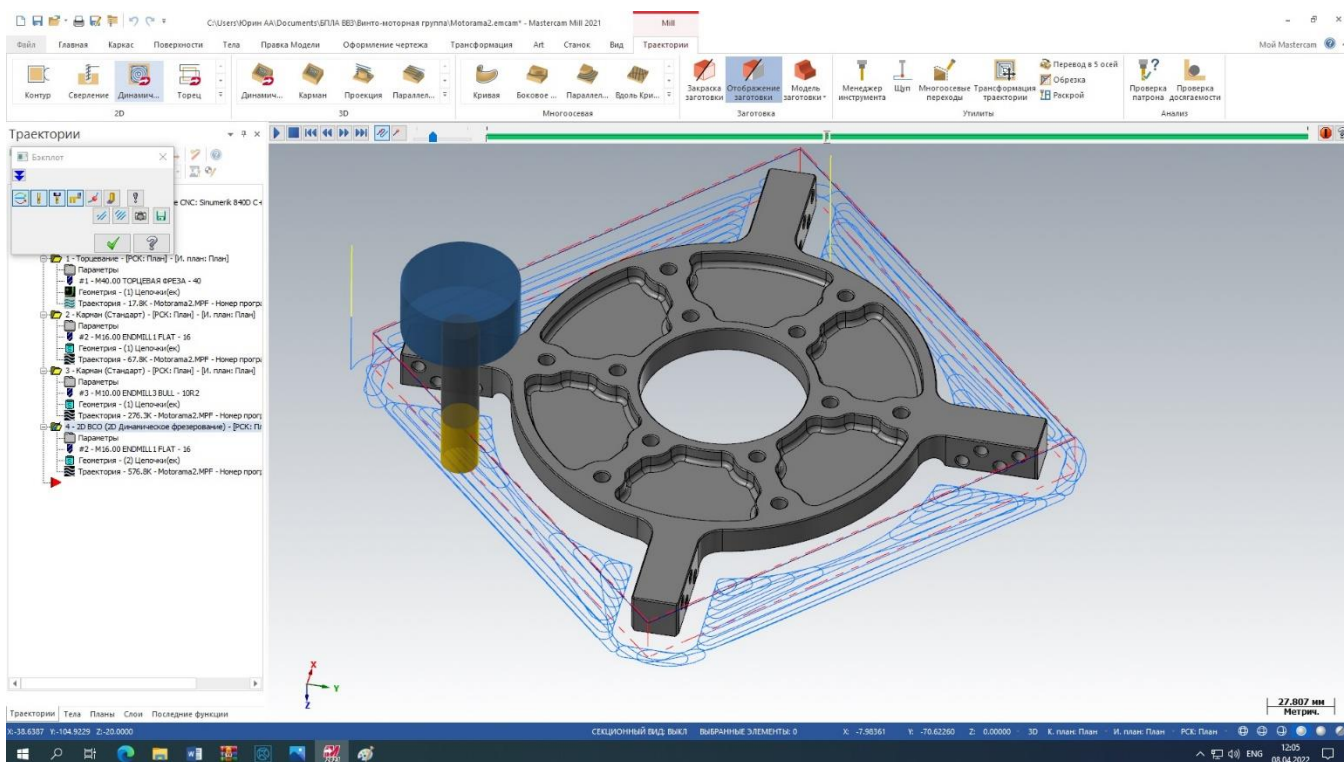


Рис. 9. Симуляция обработки наружного контура

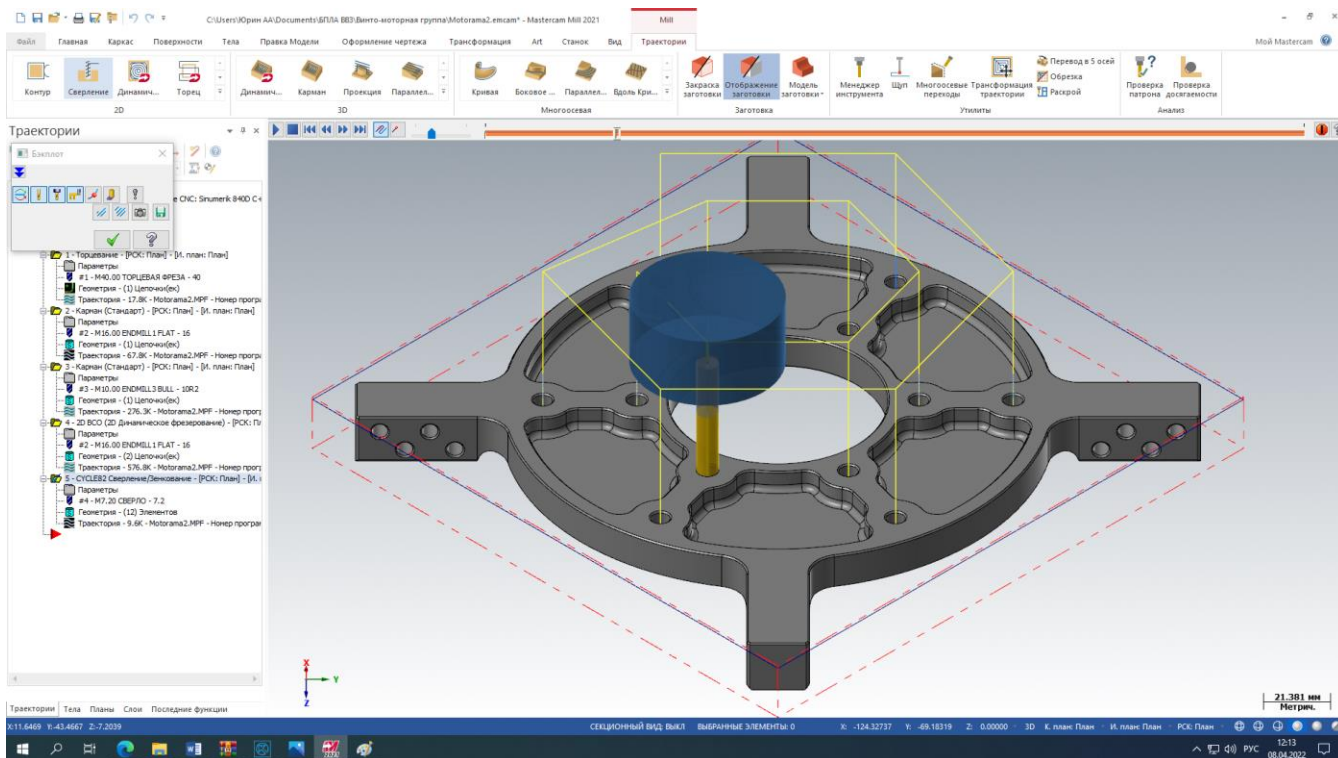


Рис. 10. Симуляция сверления отверстий

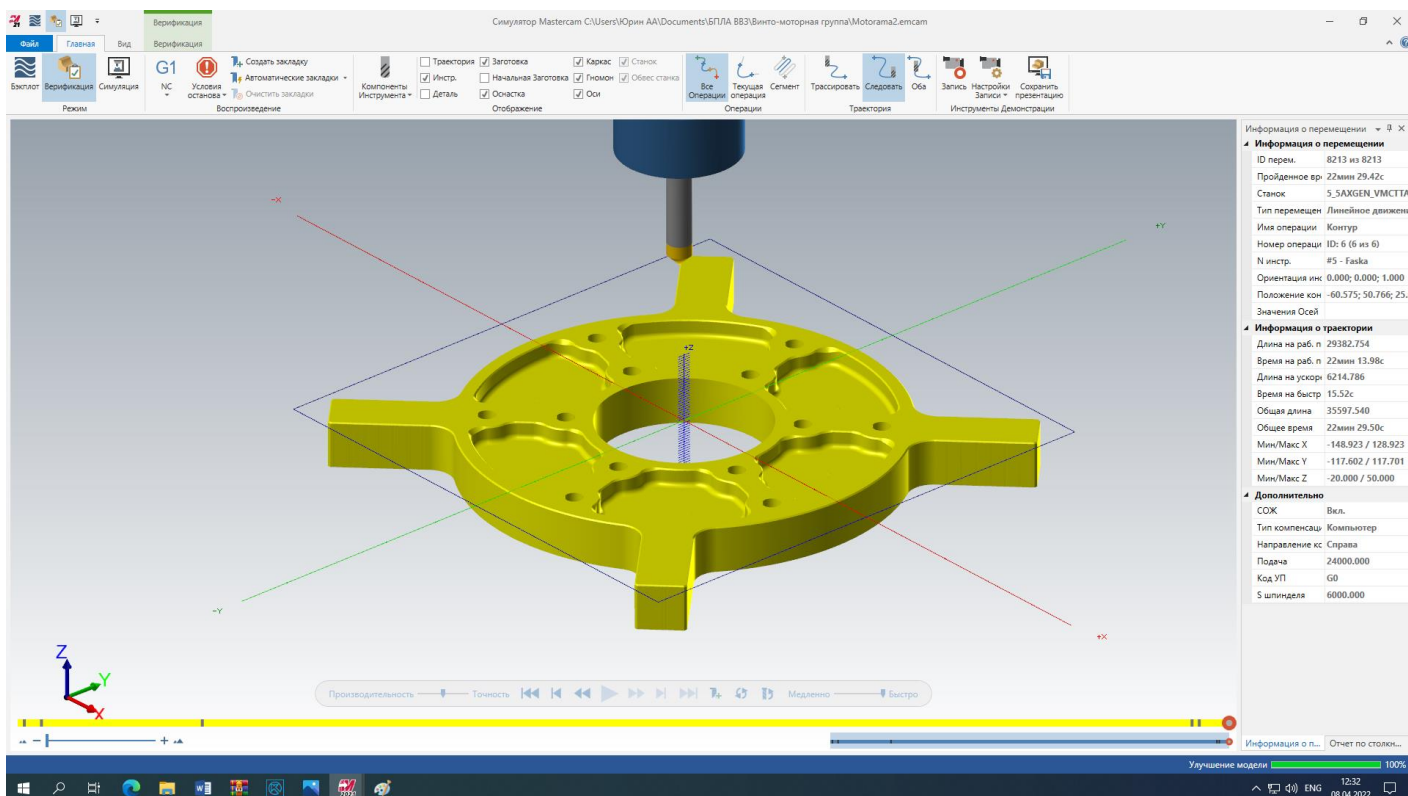


Рис. 11. Результат выполнения операции в симуляторе

Аналогичным образом разрабатываем управляющие программы для последующих операций и остальных деталей (рисунки 12-13).

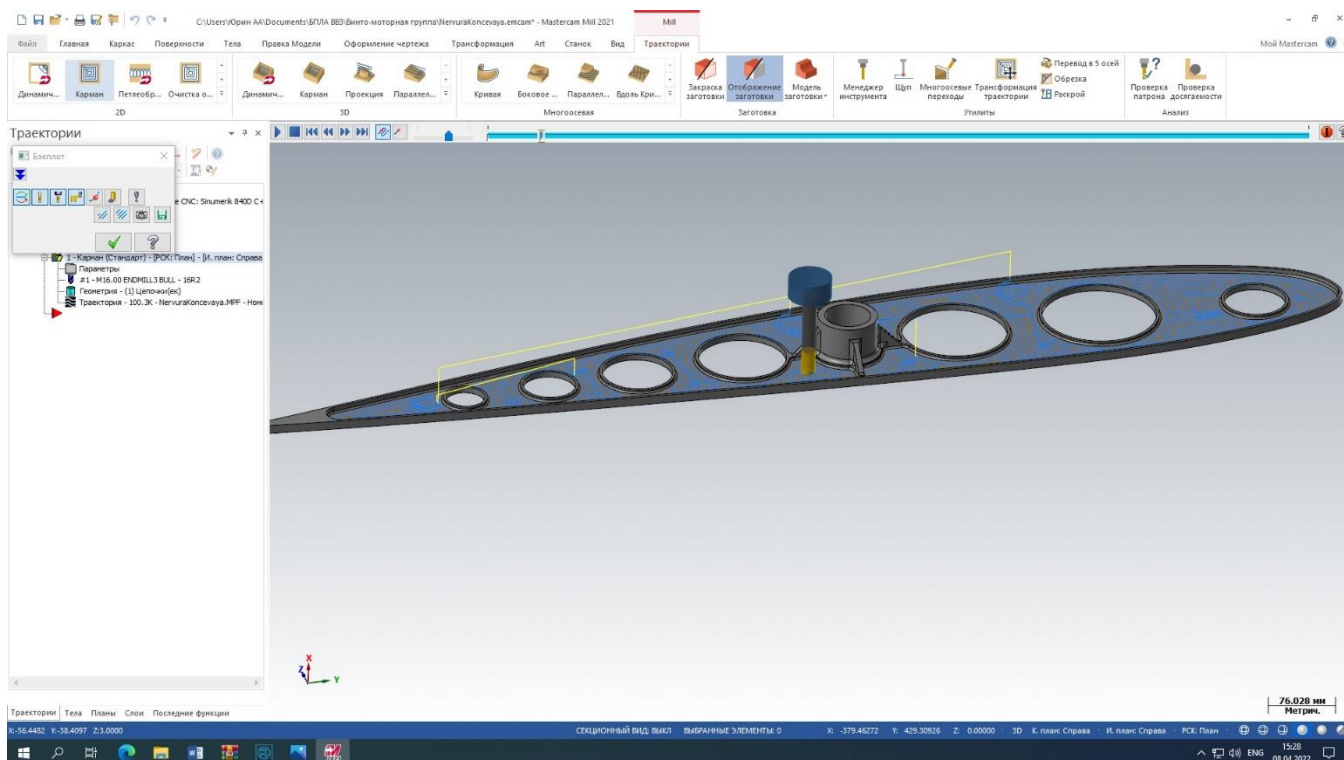


Рис. 12. Симуляция обработки детали «Нервюра концевая»

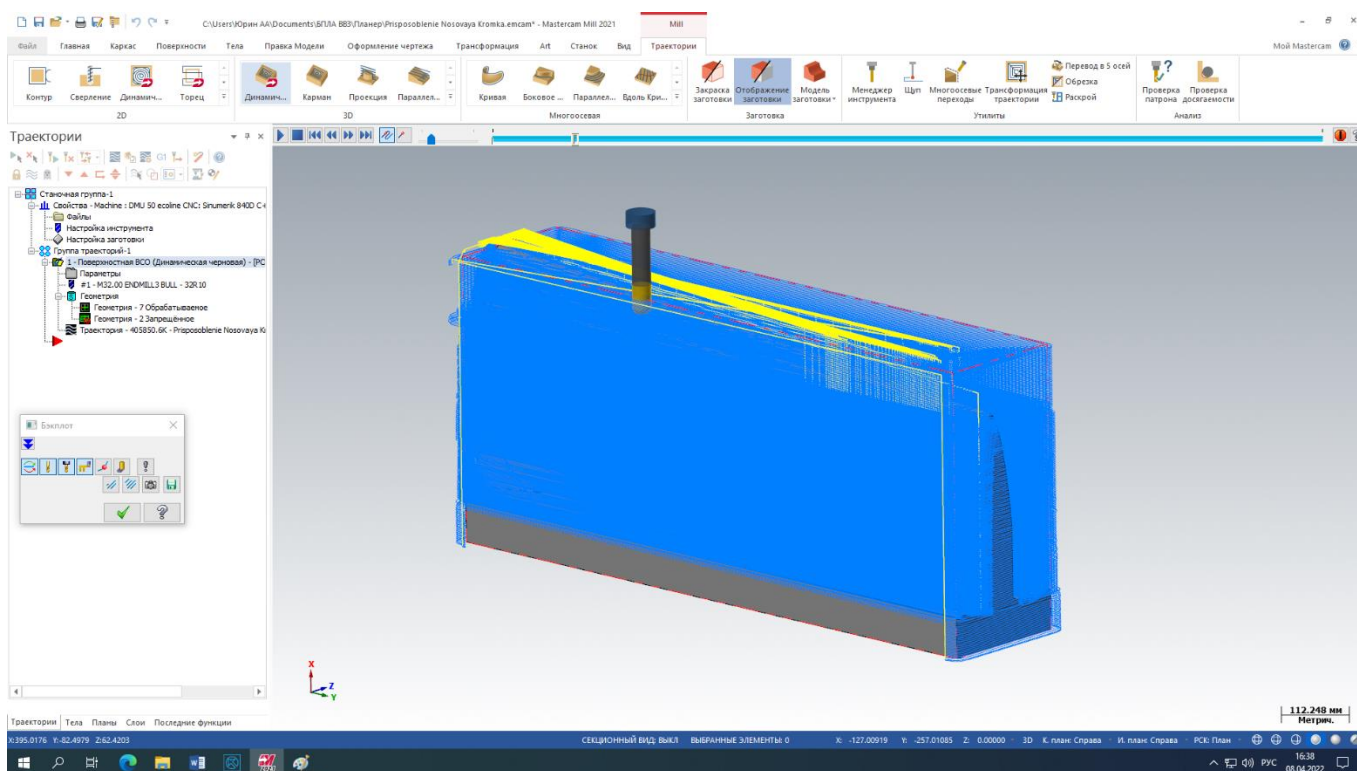


Рис. 13. Симуляция обработки приспособления для выклейки передней кромки крыла

В результате проведенных работ предлагается проработанная конструкция отдельных деталей и узлов проектируемого БПЛА

вертикального взлета и посадки, их электронные модели и разработанные управляющие программы для их изготовления.

При разработке технологических процессов изготовления деталей учитываются технологические возможности АО ААК «ПРОГРЕСС». Все это позволяет сделать первый шаг в освоении изготовления БПЛА силами предприятия.

Список литературы:

1. Холодников Ю.В. СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТОВ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-2. – С. 214-221; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9584>

2. Сайт «Полимерные композиционные материалы»; URL: <https://p-km.ru/index.html>

3. Сайт «Mastercam в России и СНГ»; URL: <http://mastercam-russia.ru/index.html>

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ШУМ

В. И. Серов, В. Н. Беседина

*Преподаватель А. Ю. Серезкина, мастер производственного обучения
И. В. Ильченко, преподаватель Е.В. Самойленко, преподаватель Е. В. Лезина
Краевое государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Приморский индустриальный колледж»*

Аннотация. Основным вызовом современного информационного общества являются увеличивающиеся информационные нагрузки, вызванные информационным шумом, приводящие к отрицательным эффектам. В работе рассматривается явление информационного шума как неотъемлемого компонента современной информационной среды; описываются его источники; рассматриваются вопросы влияния информационного шума на человека.

Ключевые слова: Информационный шум, медиаэкология, информационная перегрузка, избыток информации, электронная коммуникация, СМИ, информационное поле.

Annotation. The main challenge of the modern information society are the increasing information load caused by informational noise, resulting in negative effects. The article discusses the phenomenon of noise as an integral component of the modern information environment; describes its sources; discusses the impact of information noise on individuals, and issues of adaptation and resistance of man to the influence of noise in the modern media environment.

Key words: information noise, mediaecology, information overload, information overload, electronic communication, media.

Тема работы актуальна, так как одной из глобальных проблем современного общества является проблема экологии. На сегодняшний день, имея экономическую, политическую и социальную значимость, экология стала объектом особого внимания ученых, законодателей, общественных деятелей. Изменения экологической обстановки приводят к изменениям предметного пространства. Действительно, находясь ежедневно в огромном пространстве, человек окружает себя множеством различных зрительных объектов, фиксируя осознанно или неосознанно свой взгляд на чередовании форм и их ритме, изменении света и цвета. Это приводит к отсутствию осознания того, насколько усиливается нагрузка на зрение, посредством которого мозг получает и перерабатывает визуальную информацию об окружающем мире. Соответственно, предметно-пространственная среда постоянно оказывает влияние на психофизиологическое состояние человека.

Отсутствие зрительных акцентов в большой предметно-пространственной обстановке приводит к дискомфорту, повышает раздражительность, нервозность, вызывает депрессивные состояния и психические заболевания. Из этого следует, что визуальная среда также является экологическим фактором, наряду с производственными загрязнениями и отходами, радиацией, истощением природных ресурсов. Мы поставили перед собой цель узнать, можем ли мы минимизировать своими силами визуальный шум.

Задачи:

1. Изучить, что такое визуальный шум и как он влияет на психику человека.

2. Как минимизировать визуальный шум и при этом сохранить стиль.

Введение.

Психическое здоровье личности является важнейшим условием нормальной жизнедеятельности. Оно во многом зависит от окружающей информационной среды. Информация может быть для личности негативной как в плане своего содержания, так и в плане своей избыточности,

приводящей к информационной перегрузке мозга. Информационная перегрузка напрямую связана с явлением информационного шума.

Информационный шум - это любая информация, обрушивающаяся на индивида, за исключением жизненно важной, находящаяся за пределами информационных потребностей индивида, мешающая поиску и переработке релевантной информации.

Сейчас происходит информационная революция, информация перестала быть недоступной, ценной и фундаментальной. Теперь в один клик можно изучить Вселенную, понять правила ведения бизнеса, узнать 25 рецептов салата оливье, осилить технологию монтажа гипсокартона.

Источники шума:

Телевидение - главный злодей нашего времени. Мегапотоки ненужной информации: реклама, ТВ-шоу, новости, фильмы, а ещё просто переключение каналов в поисках чего-нибудь интересного.

Интернет. Второй по величине генератор информационного шума. С его появлением разрушились все барьеры на пути к нужной и ненужной информации.

Человек полагает, что он владеет ситуацией в интернете, что попадает именно туда, куда он хочет. А вы не замечали, как за поиском ответа на свой вопрос вы перелопатили десяток сайтов, прочитали несколько липовых отзывов, просмотрели пару рекламных блоков, а ещё частенько проверяли почту и отвечали в чате социальной сети?

Реклама. Она везде и всюду, она обволакивает нашу жизнь: баннеры, билборды, буклеты, бегущие строки, контекст. С ней по-настоящему сложно бороться: на неё все равно обращаешь внимание, как ни крути, она въедается уже на подсознательном уровне.

Из всего сказанного можно сделать простое заключение: мы погружаемся в информацию, мы ею буквально пропитаны.

Как бороться с информационным шумом? Чем опасен визуальный шум? В чём его вред?

Он постоянно нагружает мозг работой; утомляет, мешает уснуть (после «созерцания» кокофонии цвета и форм мозг дольше успокаивается); не даёт сконцентрироваться; утомляет; снижает обучаемость (работоспособность).

Для кого ОСОБЕННО опасен визуальный шум?

для детей школьного возраста (малышам до 3 лет яркие цвета и разнообразие форм может даже пойти на пользу);

для тех, кто регулярно недосыпает, долго отключается, спит тревожно и часто просыпается ночью.

Как существенно уменьшить визуальный шум в помещении?

На этой бытовой войне у нас есть серьёзный противник - маркетинг.

Для производителей всего, что попадает к нам в дома, в кабинет, критически важно обратить наше внимание в магазине на свой товар, это единственный способ его продать. В корпорациях вроде Procter&Gamble или CocaCola на эту цель работают целые департаменты. Огромные команды маркетологов, дизайнеров и психологов тестируют на фокус-группах тысячи сочетаний цветов и форм, чтобы достичь пика визуального шума, а значит, продаж

Как же дать глазам и мозгу отдохнуть?

5 шагов к визуальной тишине:

Шаг 1. Уберите «дубликаты» с глаз. Пусть в зоне видимости останется только то, чем вы пользуетесь постоянно. Остальное – в шкаф!

Шаг 2. Снимите этикетки с флаконов с бытовой химией и уходовыми средствами.

Шаг 3. Берите пример с шеф-поваров и сомелье - декантируйте! Перелейте всё жидкое и пересыпьте всё сыпучее в прозрачные или монокромные тары простой формы. Если нужно – подпишите. Выбирайте нейтральные цвета и обходите стороной геометрично-скульптурные ёмкости: много граней = много шума

Шаг 4 (для продвинутых) - покупайте бытовую химию и уходовые средства на розлив, а сыпучие продукты – на развес.

Шаг 5. Уберите в закрытый шкаф все книги или купите электронную.

Мы решили создать для своего дома собственный бренд наклеек для кухни и ванной.

У нас много красивых баночек. Снимаем старую цветную этикетку, (используем фен или замачиваем тару с этикеткой в воде).

Рисуем и распечатываем на простой белой бумаге на лазерном принтере вот такие милые наборы стикеров (рис. 1).



Рис. 1. Набор стикеров

После мы вырезаем нужные нам надписи, берем широкий скотч и наклеиваем его на нашу этикетку, после обрезаем лишнее.

Следующим этапом намочим нашу этикетку и легким движением снимаем белый слой бумаги со скотча. Когда вся бумага будет удалена, останется только изображение на скотче, можно клеить на банку или контейнер с любой поверхностью (рис. 2).



Рис. 2. До и после использования стикеров

Поверьте, держится очень хорошо. Можно будет в дальнейшем мыть эти баночки, с ними ничего не случится.

Вывод

Информация несет двойные функции, с ней нужно уметь работать, вовремя дистанцироваться и не делать ее центром своего мира.

Проблема выработки невосприимчивости к влиянию информационного шума требует пристального внимания и изучения. Очевидно, что характер вопроса междисциплинарный и требует внимания специалистов различных областей знания — медиапсихологии, медицины, теории информации, физиологии, медиаэкологии, медиаобразования, теории коммуникации, психиатрии, социальной гигиены, гигиены труда. В современных условиях крайне важным навыком в борьбе с информационным шумом будет способность личности анализировать, уметь расставлять приоритеты, критически мыслить, находить и отфильтровывать нужную информацию, структурировать информацию, организовывать свое информационное поле. Для предупреждения негативного влияния информационного шума требуется повышение формирования высокой информационной культуры и практики рационального и безопасного потребления.

Мы постарались следовать 5 шагам и минимизировать шум, создав наклейки для себя, так колледжа, для завода. Мы предлагаем попробовать воспользоваться нашими шаблонами и создать дома, на работе единый минималистический стиль.

«ТЕХРУМ» НАСТОЛЬНАЯ ИГРА НА АССОЦИИИ

В. Д. Казанцев, А. А. Яганина, Н. А. Картамышева

Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение № 7

*Заместитель начальника учебного центра Д. А. Лаптев, начальник
мастерской, мастер В. Ю. Даронин, ведущий специалист И. С. Епифанцев
Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания «Прогресс»
им. Н. И. Сазыкина» в г. Арсеньев
Учебный центр*

Аннотация. Актуальность исследования. Поиск и выявления «будущих» технических кадров для нужд предприятия относится к одной из важных проблем. Перспективы престижного трудоустройства в будущем, рост профессиональной карьеры, стабильный гарантированный доход и социальное благополучие содействуют оздоровлению морально - нравственного состояния молодых людей, пересмотру жизненных ценностей и идеалов, а также вселяют уверенность в завтрашнем дне, что положительно воздействует не только на личность, но и на гармонизацию состояния общества в целом.

Ключевые слова: Технические кадры, трудоустройство.

Abstract. The relevance of research. The search and identification of "future" technical personnel for the needs of the enterprise is one of the important problems. Prestigious employment prospects in the future, professional career growth stable guaranteed income and social well-being contribute to the improvement of the moral state of young people, to revision of life values and ideals, as well as they inspire confidence in the future, and this has a positive affect not only on the individual, but also on the harmonization of the society state as a whole.

Key words: Technical personnel, employment, young people.

Цель работы. Совместно с руководителями проекта разработать интересный инструмент концепт настольной игры под названием «Техрум» методика которого должна быть едина, независимо от того, будет ли это являться учебной, исследовательской или проектной деятельностью, в четыре этапа: техническое задание, технический проект, рабочий проект, испытания.

При помощи полученных знаний в техническом классе Учебного центра АО ААК, разработать настольную игру для профориентации молодёжи позволяющий выявить людей, обладающих хорошим логическим

мышлением, техническим складом ума, определенной стратегией «победителя», которые в дальнейшем должны выбрать технический профиль.

Проблема. В современном мире конкурентоспособность на рынке труда обеспечивается глубоким и разносторонним уровнем образования (включающим определенную управленческую, экономическую, информационно - технологическую подготовку) и потенциальной готовностью управлять структурными подразделениями завода (цехами и отделами), далее предприятием в целом, что является перспективным направлением в развитии рыночной экономики и требует достаточно широкого спектра профессиональных качеств.

Соответственно, приоритетными становятся знания в области информационных технологий и технических дисциплин. Резко повышаются требования к научному уровню и творческому потенциалу специалистов различных уровней квалификации.

Текст материала исследования. Игра — это феномен не только человеческой жизни, но и феномен жизни в целом, играют не только дети, но и взрослые, даже животные. До наших дней дошли достаточно древние игры, упоминания которых, были 3 тыс. — 4,5 тыс. лет назад.

Существуют различные способы классификации настольных игр:

По типу используемых предметов, по количеству игроков, по динамике, по характеру игры, по содержанию. Например: классические, интеллектуальные, логические, психологические, ходилки, азартные и т.д.;

Многие игры по своим особенностям разные, но бывает попадаются схожие элементы. В каждой настольной игре есть своя спецификация, к примеру: игровое поле, жетоны, кубики, карты, фишки и тому подобное, каждая из которых определяет специальную функцию согласно правилам игры и ее тематике.

Наша цель создания игры: профориентация молодёжи, популяризация профессий технической, инженерной направленности, выявление людей с техническим складом ума, а также для веселого времяпровождения в техническом классе завода прогресс.

Для воплощения идеи:

Нам потребовались знания в области информационных технологий.

Мы использовали такие программы как Adobe Photoshop, Компас 3D, Google Chrome, Excel, Power Point, Microsoft word, Corel Draw, Paint. Для создания игры нужно иметь идею, а для того, чтобы она появилась, нужно во что-то поиграть или увидеть процесс игры. Мы выбрали игру — «Иманджинариум». Сыграли в неё, и она нам очень понравилась. Именно это и с подвигло нас к созданию собственной игры.

Итак, игровое поле:

В разработанной игре присутствует красочное ярко оформленное не совсем привычное как в похожих играх, игровое поле (формата А2) состоящее из лестницы с цифрами, специальными полями с условиями, стрелочек (вперед-назад), спроектированное в программе для работы с растровой графикой Adobe Photoshop .

Карточки ассоциации:

Для создание собственных карт ассоциаций использовалась программа Corel Draw для работы с векторной графикой. Все картинки по своему сюжету разнообразны. Могут быть просто нелепые и не мыслимые. Но даже на такие картинки участнику игры необходимо будет придумать ассоциацию.

Жетоны:

За основу создания жетонов участников для выбора определенных карт ассоциаций была взята информация по группам обрабатываемых материалов, используемых в машиностроении, самолёта – вертолётостроении и прочих. Каждый материал имеет свое буквенное определение. Сталь, нержавеющая сталь, чугун, алюминий и т.д. – всего их 6

Фигуры:

Фишки участников были спроектированы в программе Компас 3D и созданы в виде шахматных фигур из алюминиевого сплава Д16 на участках учебно-производственной мастерской с учётом их специфики. Аналогичным способом были созданы игральные кости «Кубики». Чертёж фишки её 3d модель, сделанную на ЧПУ станке фигуру.

Правила игры:

После создания основных атрибутов игры мы приступили к разработке правил. Для начала каждый игрок выбирает себе Шахматные фигуры (фишки) и набор цветных жетонов. Для определения первого, ведущего используются либо жетоны, либо игральные кубики. После выбора ведущего фишки всех игроков ставятся на старт. Колода с карточками-иллюстрациями перемешивается и каждому игроку выдается на руки по 6 карточек. Ведущий загадывает ассоциацию на одну из своих карт, говорит её вслух остальным игрокам и выкладывает её на стол рубашкой вверх.

На полях с номерами с 1 по 6 ассоциация описывается 1 словом, на полях 7-16 двумя словами, от 17-27 ассоциация загадывается тремя словами. Основная задача игроков — угадать, какую именно из выложенных на столе карточек загадал ведущий, и проголосовать за нее.

Нашей Фишкой являются - Специальные поля. Попадая на них, игрок обязан загадать ассоциацию на определённую тему. Всего видов 3.

1) спец поле мозг нужно загадать ассоциацию, связанную с механизмами, например, домкрат, тиски, клапан

2) спец поле красный флажок требуется загадать ассоциацию, связанную со средствами СИЗ к примеру: противогаз, каска, перчатки, защитные очки, униформа сварщика и т. п.

3) спец поле стружка игрок загадывает ассоциацию, связанную с инструментами, например, штангенциркуль, молоток, напильник

Если же игрок не может загадать ассоциацию к примеру, из-за недостатка технических знаний ему предлагается второй вариант прохождения спец поля бросить игральные кубики. Сделав игру, мы приняли решение провести бета тест для выявления и исправления всех недочетов, устранения лишних механик и балансировки игрового поля.

В первом этапе мы сыграли с разными группами тестеров. Во втором мы спросили, что в игре понравилось, что не понравилось, хотели ли они играть ещё. Проанализировав эти данные, мы приступили к третьему этапу корректировки игры.



Рис. 1. Игра «Техрум» со всеми атрибутами

Вывод. В конце хотелось бы рассказать какая получилась игра, по нашему мнению, Оригинальная, интересная подразумевающая использование технических знаний. Также игра техрум развивает коммуникативные навыки. А наличие специальных полей позволяет выявить наиболее подготовленного участника с техническим складом ума. Если проработать данную игру с психологами её можно использовать при собеседованиях, а также для отбора персонала.

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

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА АО ААК «ПРОГРЕСС» С 2010 г. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Е. Ф. Клюкман, Р. Н. Алексеев

Главный металлург Д. В. Штрак

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания

«Прогресс» им. Н. И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Аннотация. В статье описано состояние аддитивных технологий в литейном производстве на АО ААК «ПРОГРЕСС» по состоянию на 2022 г.: развитие аддитивного производства с 2010 г., а также перспективы развития и пути решения задач.

Ключевые слова: 3D принтер, литейное производство, аддитивные технологии, прямое цифровое производство, литьё сплавов.

Тема данного проекта связана с литейным производством в АО ААК «ПРОГРЕСС». Предприятие имеет оборудование и технологии для изготовления точных отливок из титановых сплавов, а именно вакуумно-дуговые печи. С помощью вакуумного термического оборудования можно получать детали с высокими механическими свойствами из специальных сталей.

В 2008 году на АО ААК «ПРОГРЕСС» было решено освоить изготовление корпусного магниевого литья. С декабря 2012 года на базе предприятия реализуется проект «Создание центра специализации по производству отливок из магниевых сплавов». Создание данного центра позволяет изготавливать литейную продукцию для всех предприятий холдинга «Вертолеты России», а также сторонних предприятий. В ходе этого проекта был введен в эксплуатацию технологический комплекс нового литейного производства на основе технологии холодно-твердеющей смеси (ХТС) на базе нового литейного цеха. Выпуск литейной продукции к 2023 г. должен выйти на показатель 140 тонн в год продукции гражданского назначения.

Для получения магниевых и алюминиевых отливок установлен комплекс систем заливки под низким давлением в песчаные формы из ХТС, позволяющий получить тонкостенные, крупногабаритные отливки, такие как корпуса редукторов для изделий КА-52, Ка-62, МИ 8, Ка-26.

Внедренная установка FORTUS 400mc сократила сроки и стоимость конструкторских работ, работ по изготовлению оснастки. Внедренное

оборудование позволило снизить брак, снизить вес отливок на 15%, уменьшить трудоемкость, повысить точность.

Узким местом является производство стержней и форм. В связи с увеличением спроса на литые детали, требуется наращивание мощностей с обеспечением при этом высокого качества форм. Необходима сквозная автоматизация, однородность всего производственного процесса в части информационных технологий, легкая и естественная сопрягаемость отдельных его частей.

Новые технологии позволяют поставить АО ААК «ПРОГРЕСС» на одно из первых мест в России по внедрению лучших новинок технического прогресса, повышают производительность труда и снижают себестоимость продукции, а также ускоряют процесс сборки авиационной техники.

Вышеперечисленные факторы повышают темпы освоения вертолетов Ка-52 «Аллигатор» и среднего вертолётa Ка-60/62, а также другой летательной техники.

Совместно с ДВФУ на базе предприятия был создан роботизированный участок постлитейной обработки магниевых и алюминиевых отливок. Новая технология позволила увеличить производительность труда в части механической обработки сложных отливок.

Сегодня АО ААК «ПРОГРЕСС» признанный в стране лидер в области технологий магниевого литья. В связи с планируемым ростом собственного производства вертолетов, опережающим ростом потребностей в цветном литье в Холдинге "Вертолеты России", в смежных отраслях авиационного и космического машиностроения, в том числе у высокотехнологичных предприятий Дальневосточного федерального округа в АО ААК «ПРОГРЕСС» развитию этого направления уделяется значительное внимание.

Решение задач можно решить при условии завершения сквозной автоматизации технологического процесса с использованием идеологии цифрового производства. Пример текущего литейного производства показан на Рис. 1.





Рис. 1. Фото с производственных площадок литейного производства

Аддитивное производство для АО ААК «ПРОГРЕСС» позволяет получить отливку из металлических сплавов в течение одного-двух месяцев, в то время как по традиционной технологии с применением станков с ЧПУ и модельной оснастки, необходимо 4-6 мес, не менее.

На АО ААК «ПРОГРЕСС» используются технологии 3d печати по песку и пластику. Материалы и сами установки 3D печати иностранного производства. Нет установок для технологии литья по выплавляемым моделям, а принтер по песку не справляется с требованием производства в поставках литья. Кроме того, при поломке принтеров существует риск срыва ГОЗа из-за невозможности своевременно поставить отливки в механические цеха.

Значительная номенклатура отливок выполняется исключительно на литейной оснастке, полученной в установке 3d печати S-Max импортного производства.

Производство литейных форм аддитивным методом без использования модельной оснастки – узкое место литейного производства. Существуют несколько проблем в этом направлении:

- Промышленные 3D принтеры дорого стоят: в зависимости от материалов, стоимость начинается от 30 млн руб. Т.е. необходимы существенные инвестиции.
- В случае поломки иностранного 3D принтера существует риск невозможности приобрести комплектующие, что влечёт к срывам ГОЗа.
- Необходимость приобретать для иностранных 3D принтеров иностранные расходные материалы, что удлинит логистическую цепочку поставок и косвенно влияет на техпроцесс.

- Отсутствуют достаточные помещения в литейном производстве для размещения новых 3D принтеров, а те помещения что имеются, требуют капитального ремонта.

- На данный момент на АО ААК «ПРОГРЕСС» отсутствуют технологии изготовления аддитивных литейных форм для литья по выплавляемым моделям.

Разберём проблему в части ЛВМ (литья по выплавляемым моделям):

1. Конструктор за 10 дней разрабатывает пресс-форму: ЭМ отливки, чертёж отливки, ЭМ пресс-формы, чертёж пресс-формы, печатает и согласовывает чертежи;

2. Программист пишет программу на обработку элементов пресс-формы. Этот этап длится до 50 дней, т.к. возникают проблемы:

- а. на складе отсутствуют необходимые заготовки и необходимо переписать программу для новых заготовок;

- б. отсутствует ранее используемый инструмент, необходимо переписать программу с учётом имеющегося инструмента;

- с. Вышел из строя станок, необходимо написать программу для другого станка.

3. Цех даёт информацию о проблемах с заготовками, оборудованием и инструментом с задержкой около 1-2 месяцев. Что приводит к потере времени на ожидание до полу года. Когда все подготовительные мероприятия выполнены, пресс-форму обрабатывают за 2,5 часа.

Данные проблемы организационного характера. Минимально возможное время для изготовления отливки по технологии ЛВМ в традиционном понимании – не менее месяца. Применяя аддитивные технологии, возможно изготовить отливку и поставить её в механический цех менее чем за месяц. А при отработке техпроцесса, за неделю. На Рис. 2 показана ЭМ отливки и пресс-формы АО ААК «ПРОГРЕСС», на которую было написано 4 программы для обработки на станке ЧПУ, потери на ожидание составили около 6 мес, а обработка была выполнена за 2 часа 8 мин.

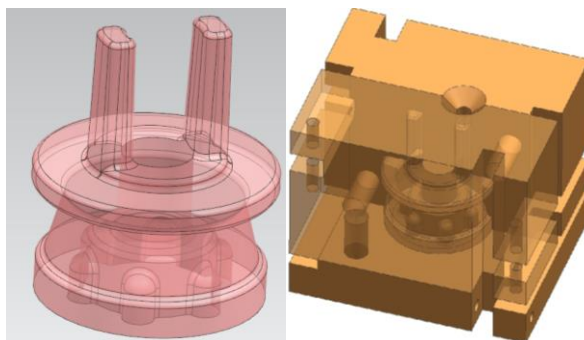


Рис. 2. Пресс-форма АО ААК «ПРОГРЕСС» и ЭМ отливки

Предлагается расширить узкое место производственной цепочки в части производства литейных форм на мелкосерийные позиции отливок. Мелкая серия преобладает в производственной программе АО ААК «ПРОГРЕСС» и ООО ВР «Литейное производство».

1. Для этого приобрести оборудование, увеличивающее мощности в части производства аддитивных литейных форм из песка не менее чем в 2,5 раза, по сравнению с текущей мощностью установки S-Max.

2. Приобрести установку 3D печати для технологии ЛВМ.

3. Провести анализ импортонезависимости при приобретении аддитивного оборудования в части материалов и комплектующих, а также программного обеспечения.

4. Создать отдельное бюро по направлению аддитивных технологий с дальнейшей перспективой преобразования в самостоятельную структурную единицу (цех/отдел).

5. Провести работы по внедрению 3D сканирования в техпроцесс аддитивных технологий.

Комплекс данных решений позволит выполнять ГОЗ и сторонние заказы в части поставок отливок в более ритмичном режиме и сократит риски задержек производства.

На 2021 г., АО ААК «ПРОГРЕСС» - единственное предприятие холдинга «Вертолеты России», где аддитивное производство применяется в промышленном масштабе.

В 2010 г. были приобретены и введены в промышленную эксплуатацию 3D принтеры Fortus 400 mc и Fortus 900 mc. Назначение: изготовление модельной оснастки из пластика ABS для изготовления отливок из сталей, магниевых и алюминиевых сплавов в песчаные формы гравитационным методом литья и литья под низким давлением.

Время на проектирование и изготовление литейной оснастки в среднем было 6 мес, стало 2 мес.

В 2013 г. введён в промышленную эксплуатацию 3D принтер S-Max.

Назначение: прямое цифровое изготовление песчаных форм для литья под низким давлением и литьём гравитационным методом.

- 3D принтер отработал 8620 станко-часов по состоянию на 2021 г.;
- Режим работы принтера: в 3 смены (2020-2021 г.);
- Сокращение затрат в сравнении с традиционной технологией ориентировочно на 22,2 млн рублей в год;
- Количество освоенной номенклатуры отливок: 285 шт.

- Время изготовления отливки с момента получения КД: было 8 мес, стало 3 мес.

В 2020 г. заключены два контракта со сторонними поставщиками на сумму по 250 000 руб. на поставку аддитивных моделей деталей из материалов, недоступных для производства на АО ААК «ПРОГРЕСС».

В 2021 г. заключено соглашение с Министерством образования и науки РФ, а также ДВФУ о разработке импортонезависимого 3D принтера с учётом производственной линии АО ААК «ПРОГРЕСС».

Также в июне 2021 г. был проведён первый в мире чемпионат профессионального мастерства WorldSkills по компетенции «Литейного производства» на АО ААК «ПРОГРЕСС». Организатором и главным экспертом выступил Е.Ф. Клюкман. На чемпионате присутствовали представители Литейный завод ПАО «КАМАЗ», Академии Ростех, холдинга «Вертолеты России», а также участники и эксперты АО ААК «ПРОГРЕСС». Одна из составляющих чемпионата – аддитивное производство литейных форм.

Подробнее о развитии аддитивного производства на АО ААК «ПРОГРЕСС» проиллюстрировано на Рис. 3.

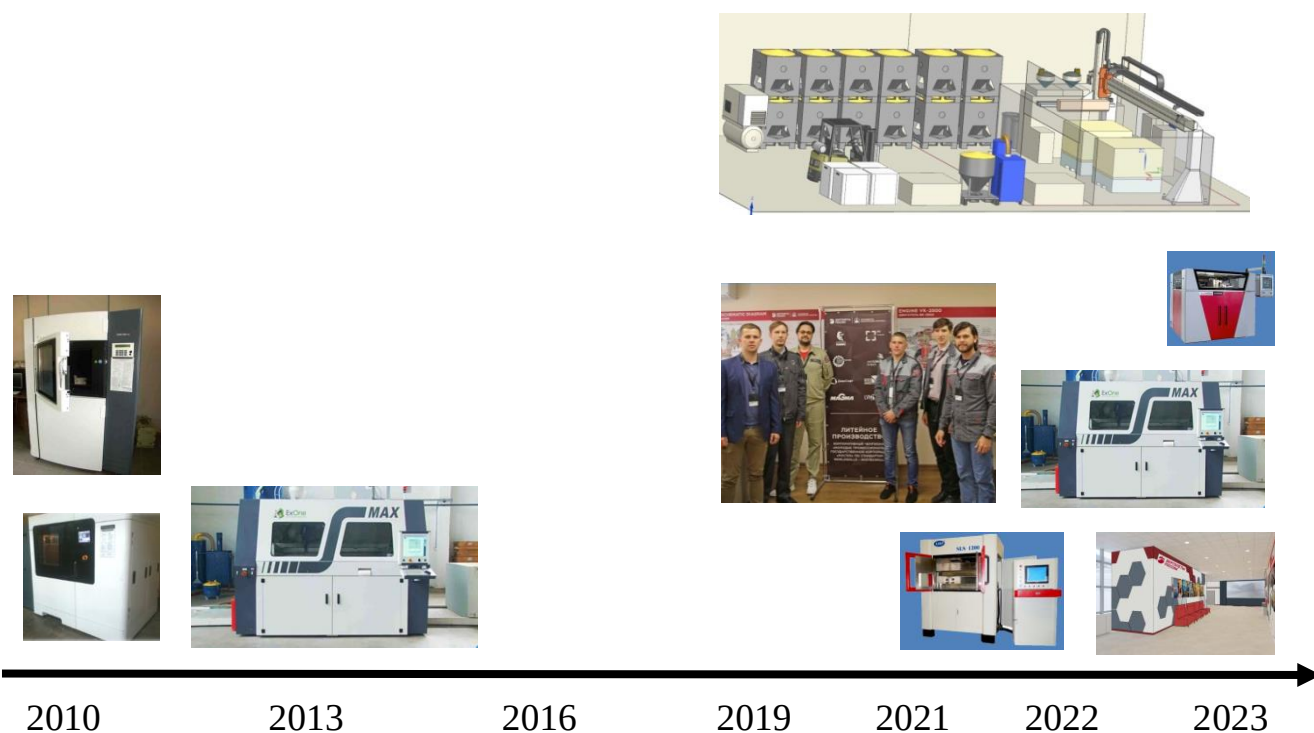


Рис. 3. Развитие аддитивного производства на АО ААК «ПРОГРЕСС»

В плане до 2023 года помимо 3D принтера ДВФУ РТКПринт ввести в эксплуатацию SLS-принтер для лазерного спекания песка, фотополимерный 3d принтер для производства мастер-моделей в ЛВМ-технологии, а также аналог 3d принтера S-Max.

О проекте ДВФУ РТКПринт.

Целью проекта является создание в АО ААК "ПРОГРЕСС" высокотехнологичного производства основной литейной технологической оснастки (литейных форм, стержней), основанного на принципах прямого цифрового производства песчаных форм с использованием разрабатываемой в проекте технологии и оборудования роботизированной струйной 3D печати, в том числе предельно крупногабаритных изделий. При выполнении проекта достигается:

- вся совокупность известных преимуществ аддитивных технологий;
- снижение капитальных затрат при расширении литейного производства за счет отказа от приобретения дорогостоящего импортного оборудования прямого производства крупногабаритных песчаных литейных форм средствами аддитивных технологий (например, аддитивных машин S-Max фирмы-производителя ExOne, USA);
- ослабление ограничений на габаритные размеры изготавливаемой литейной оснастки;
- снижение рисков санкционных ограничений при продаже высокотехнологичного оборудования, применяемого в мире, в том числе, при производстве вооружений;
- снижение рисков критической зависимости производства от импортного сырья, материалов, комплектующих, обслуживания и ремонта;
- повышения эффективности производства за счет интеграции некоторых этапов разрабатываемого технологического процесса, а также расходных материалов и комплектующих, с хорошо освоенными на предприятии и обеспеченными оборудованием технологиями литья в холоднотвердеющие смеси;
- обеспечение гибкости производства литейной оснастки, как в части номенклатуры изделий, так и быстрой масштабируемости в случае увеличения объемов производства.

Основными задачами, на которые направлен проект, являются разработка, создание и постановка на производство:

- технологии роботизированной струйной 3d-печати песчаных литейных форм;
- комплекс оборудования, в том числе роботизированная ячейка, для производственного участка 3d-печати песчаных литейных форм.

Основное оборудование участка роботизированного аддитивного производства представлено на Рис. 4.

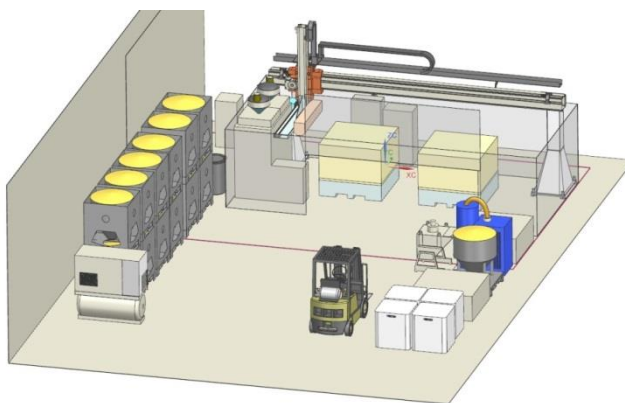


Рис. 4. Эскиз 3D принтера ДВФУ

В состав разрабатываемого РТКПРинт согласно ТЗ будут входить:

1. Промышленный робот-манипулятор, предназначенный для перемещения в рабочей зоне по заранее заданной программе печатающего агрегата в составе:

а) многоосевой манипулятор (закупается); количество осей уточняется не позднее отчетного периода 1 (на стадии эскизного проектирования);

б) дополнительная линейная ось (закупается); необходимость и технические данные уточняются на отчетном периоде 1 (на стадии эскизного проекта) и на отчетном периоде 2 (на стадии технического проекта);

в) контроллер промышленного робота (закупается);

г) пульт дистанционного управления (закупается);

д) системное программное обеспечение (закупается).

2. Струйный печатающий орган (печатающий агрегат), предназначенный для подачи дозированных микрообъемов жидкого вещества для связывания формовочного песка в нужной последовательности по командам системы управления, в составе:

а) система струйных печатных головок (закупается);

б) устройство приема и распределения подготовленного формовочного песка (разрабатывается);

в) устройство выравнивания и калибровки по высоте песчаного слоя (разрабатывается);

г) система управления печатающим агрегатом (закупается, дорабатывается, разрабатывается); содержание и объем разработки уточняются на отчетном периоде 1 (на стадии эскизного проекта) и на отчетном периоде 2 (на стадии технического проекта).

3. Модуль очистки и парковки печатающего агрегата, предназначенный для удаления излишков материала печати и связующего в процессе работы, а также для предохранения печатных головок от высыхания во время простоя (разрабатывается).

4. Технологический стол, предназначенный для использования в качестве несущей поверхности при послойном выращивании изделия – литейной формы (разрабатывается).

5. Вспомогательные устройства, предназначенные для приготовления, временного хранения и выдачи компонентов струйной печати в составе:

- а) бункер-питатель формовочного песка (закупается, дорабатывается);
- б) питатель жидких компонентов: связующего вещества, промывочных растворов (закупается, дорабатывается);
- в) системы подачи компонентов в рабочую зону (закупается, дорабатывается).

6. Вспомогательные системы роботизированного комплекса в целом в составе:

- а) система обеспечения заданной точности манипулирования исполнительным органом (разрабатывается);
- б) система обеспечения безопасности персонала при работе с РТКПринт (разрабатывается);
- в) вспомогательные составные части (СЧ): узлы и элементы механических, электрических, информационных сопряжений, кабели, трубы и шланги и др. элементы, обеспечивающие целостное функционирование робототехнической части (закупается, дорабатывается).

7. Система управления РТКПринт (система управления верхнего уровня) включающая следующие основные СЧ:

- а) верхний уровень интеграции систем управления промышленным роботом, печатающим агрегатом, система защиты персонала, информационно-коммуникационная подсистема (разрабатывается);
- б) математическое и программное обеспечение системы управления (закупается, дорабатывается);
- в) человеко-машинный интерфейс верхнего уровня (разрабатывается).

8. Система обеспечения бесперебойного питания для обеспечения корректного завершения процесса при аварийном отключении электропитания (закупается).

9. Система автоматизированной технологической подготовки производства литейных форм, включающая следующие основные СЧ:

- а) программный продукт класса CAD (дорабатывается), сопрягаемый по форматам файлов с используемыми в АО ААК "ПРОГРЕСС" программными продуктами;
- б) автоматизированная система оперативной разработки и коррекции управляющих программ РТКПринт "у станка" (разрабатывается).

10. Вспомогательный трехмерный принтер для изготовления стержней, формирующих непрямолинейные гидравлические каналы малых диаметров (закупается); технические данные и требования к наличию уточняются на отчетном периоде 1 (на стадии эскизного проекта) и на отчетном периоде 2 (на стадии технического проекта).

11. Эксплуатационная документация на РТКПринт (разрабатывается).

12. Технологическая документация на процесс ТПринт (разрабатывается).

Импортонезависимость разрабатываемого комплекса обеспечивается следующим образом:

- требование к проекту выполняется путем исключения использования закрытого импортного математического и программного обеспечения комплекса. Весь программный комплекс разрабатывается на основе ОС свободного доступа, средствами общедоступных языков программирования и будет предоставлен Заказчику – АО ААК "ПРОГРЕСС", в документированном открытом коде. Кроме того, согласно договору, Заказчику будет предоставлена техническая документация в полном объеме, включая основные виды схем электрических, технологическую документацию по наладке (например, по калибровке печатных головок) и др., т.е. информация, которую зарубежные производители обычно не предоставляют конечному пользователю.

- Закупки импортных комплектующих, произведенные в первом этапе работ определяются тем, что изделия с требуемыми техническими характеристиками не производятся в РФ. Вместе с тем, они относятся к изделиям широкого общепромышленного назначения, взаимозаменяемы, доступны на мировом рынке, в т.ч. в станах ЮВА. Таким образом, критической зависимости разрабатываемого комплекса от импорта комплектующих не создается.

Первоочередная задача – выполнение обязательств перед Министерством образования и науки РФ в части разработки РТКПринт в рамках соглашения. Это общая задача ДВФУ и АО ААК «ПРОГРЕСС».

ДВФУ выполняет непосредственную разработку и изготовление 3d принтера, в т.ч. закупку комплектующих и материалов. АО ААК «ПРОГРЕСС» выполняет подготовку производства, разработку технических документов, например чертежей на специальную технологическую оснастку и оборудование, изготовление оснастки, строительно-монтажные работы и другие виды работ.

Отчёт перед Министерством образования и науки РФ от Прогресса идёт по трём направлениям: ежемесячный, ежеквартальный и полугодовой.

Весь проект разделён на пять этапов, длительностью по полгода и заканчивается 31 декабря 2023 г.

На данное полугодие (один из пяти этапов) перед АО ААК «ПРОГРЕСС» по проекту с ДВФУ стоят следующие задачи в части организации производства и подготовки технической документации:

- Комплект КД для СТО (специальной технологической оснастки);
- Программа и методики исследовательских испытаний параметров качества изготовленных литейных форм на S-Max;
- Протоколы и акт исследовательских испытаний литейных форм S-Max;
- Отчет о результатах расчета и обоснования необходимой точности пространственного перемещения печатающего агрегата;
- Комплект РКД действующего макета печатающего агрегата;
- Метрологическая экспертиза (акт проведения) технического проекта РТКПринт;
- Перечень (приобретение) оборудования и материалов для оснащения литейного производства;
- Изготовление оборудования для оснащения литейного производства;
- Разработка ТЗ на проектно-сметную документацию по модернизации литейного производства;
- Разработка проекта реконструкции помещений литейного производства;
- Строительно-монтажные работы помещений литейного производства.

Помимо технических задач, существуют дополнительные задачи и отчёты, на которые необходимо тратить аналогичное количество времени. Таких задач 44, например подготовка бухгалтерских отчётов или отчётов для электронного бюджета согласно регламенту соглашения АО ААК «ПРОГРЕСС» с Министерством образования и науки РФ.

Также задачами развития аддитивного производства на АО ААК «ПРОГРЕСС» являются:

- Приобретение и введение в эксплуатацию аналога 3D принтера S-Max;
- Анализ, выбор, приобретение и ввод в эксплуатацию 3D принтера для литья по выплавляемым моделям;
- Создание экспо-центра развития литейных технологий на АО ААК «ПРОГРЕСС»;

- Приобретение и ввод в эксплуатацию 3D сканера для включения в цепочку аддитивного производства.

- Создание и развитие инженерной поддержки для обеспечения бесперебойного функционирования аддитивного производства.

Были проведены патентные исследования в рамках создания ДВФУ РТКПринт, как аналога S-Max и последующего его внедрения в производство на АО ААК «ПРОГРЕСС».

Тема патентных исследований: «Устройства и способы цифрового производства песчаных форм для автоматизированного литья металлов»

Для ускорения проектирования и производства мировые лидеры машиностроения внедряют аддитивные технологии. Создание литейных форм методами послойного синтеза позволяет сократить производственную цепочку, отказавшись от таких операций, как изготовление мастер-моделей, изготовление литниковой системы, формовка частей формы (засыпка смесью). Это приводит к сокращению времени производства и снижению на порядок стоимости формы.

По данным на 2017 год в России было около 1250 предприятий, которые производят отливки. Однако уровень автоматизации низок, 78% отливок производится на механизированных линиях и машинах вручную. В связи с этим разработка автоматизированных методов создания литейных форм является одним из приоритетных форм развития отрасли.

В условиях активного развития аддитивных технологий в мире можно выделить тенденцию внедрения 3D принтеров в сектор индивидуальных, узкоспециализированных машин. На этом фоне выигрышно выглядят принтеры для получения песчано-полимерных форм. Их востребованность связана с тем, что в мировой металлургии неизменно присутствует сегмент производства изделий небольшим тиражом (опытные партии, отработка технологий). Надо отметить, что производство и проектирование оснастки при выпуске серий до 50 единиц почти никогда не окупали своей стоимостью, но с появлением аддитивных технологий решение подобных «единичных задач» делает производство рентабельным. С внедрением в технологический процесс 3D принтеров сроки выпуска металлического изделия сократились.

208 патентных документов, относящихся к устройствам и способам цифрового производства песчаных форм для автоматизированного литья металлов, зарегистрированы в 7 странах мира, также выявлены европейские заявки и международные заявки, поданные по процедуре РСТ.

В Таблице 1 приведено распределение патентных документов по годам публикации и странам.

Табл. 1. Количество патентных документов по годам публикации и странам

Коды и названия стран	Годы публикации патентных документов										Всего по стране
	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
CA - Канада						1					1
CN - Китайская Народная Республика			2	1	14	16	29	27	72		161
EP - европейская заявка					1						1
JP - Япония									1		1
RU - Россия				1		4	5	10	6	4	30
US - США		1		1	1		1	2	3		9
WO — международная заявка							1	2			3
DE-Германия	1										1
GB — Великобритания		1									1
Всего в году	1	2	2	3	16	21	36	41	82	4	208

На основе таблицы можно сделать вывод, что среди стран патентования абсолютным лидером по количеству документов является Китай (161 патентный документ и 77% от общего количества релевантных документов соответственно), второе место занимает Россия (30 патентов, что составляет 14% от общего количества релевантных документов), а на третьем месте находится США (9 патентных документов, что составляет 4% от общего количества релевантных документов).

Патентные исследования проведены согласно ГОСТ Р 15.011-96. Поиск информации осуществлен по направлениям, обеспечивающим выбор устройств и способов цифрового производства песчаных форм для автоматизированного литья металлов.

В результате поиска отобраны наиболее эффективные технические решения, содержащие сведения о последних научно-технических достижениях в этой области.

Всего отобрано 208 источников патентной информации.

Проведено исследование технического уровня и тенденций развития устройств и способов цифрового производства песчаных форм для автоматизированного литья металлов.

Многие предприятия проводят реконструкцию литейного производства, ориентируясь на новые технологические процессы, материалы и перспективное оборудование. Основная цель реконструкции — расширение объемов производства, повышение качества изделий, отвечающих современным требованиям заказчика, снижение сроков изготовления и себестоимости продукции, а также улучшение экологической ситуации и условий труда.

Учитывая активный и стабильный рост интереса к исследуемой тематике в последние годы, высокую долю иностранцев среди заявителей на территории России, а также высокую патентную активность Китая можно сделать вывод, что устройства и способы цифрового производства песчаных форм для автоматизированного литья металлов являются не просто актуальными, но и перспективными разработками.

Предполагается высокий спрос на отечественные технологии и сырьевую базу. Ожидается наличие спроса и со стороны малых предприятий, ориентирующихся на мелкосерийное производство литевых изделий, а также инжиниринговых компаний, занимающихся разработкой конструкций литевых изделий и литевой оснастки. Предлагаемые аддитивные технологии позволяют потенциальным пользователям сократить издержки и сроки разработки изделий.

Цель проведения патентных исследований - исследование технического уровня и тенденций развития - достигнута.

Целесообразно в дальнейшем осуществлять поиск информации с периодичностью в 3-5 лет.

АО ААК «ПРОГРЕСС» и его дочерняя компания ООО «ВР Литейное производство» изготавливают для сторонних заказчиков отливки из металлов и детали с механической обработкой, полученные методом литья. Основные потребители отливок АО ААК «ПРОГРЕСС» – предприятия холдинга Вертолёты России. На 2021 г. 90% номенклатуры отливок предприятий холдинга Вертолёты России передано на аутсорсинг в АО ААК «ПРОГРЕСС» и успешно поставляется потребителям. Рассмотрим объём поставок для анализа применимости внедрения аддитивного производства и требуемую сумму инвестиций.

Согласно общероссийскому классификатору видов экономической деятельности, отливки из металлов в наибольшей степени необходимы четырём видам организаций, см. Таблицу 2.

Табл. 2. Классы предприятий-потребителей отливок по ОКВЭД

Код ОКВЭД	Вид деятельности
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

Для оценки общего состояния отрасли-потребителей отливок в РФ произведён автоматизированный анализ данных, выполненный аудиторской фирмой «Авдеев и К» на основе бухгалтерской отчётности предприятий РФ, собранной Росстатом и ФНС.

Для расчёта финансовых показателей в данном разделе, представлен анализ по медиане. Альтернативой расчёту по медиане является среднее арифметическое. Команда проекта приняла решение провести анализ показателей организаций по данной методике, т.к. медиана оценивает среднее, нивелировав влияние выбросов, и точнее характеризует совокупность изучаемых параметров. Также показатели организаций имеют распределение, не близкое к нормальному распределению, т.е. среднее арифметическое не может являться адекватной оценкой, кроме показателя по структуре активов. В конце раздела представлена формула расчёта показателей.

Рентабельность продаж

Рентабельность продаж (рис. 5) показывает, сколько копеек прибыли от продажи находится в каждом рубле полученной организацией выручки.

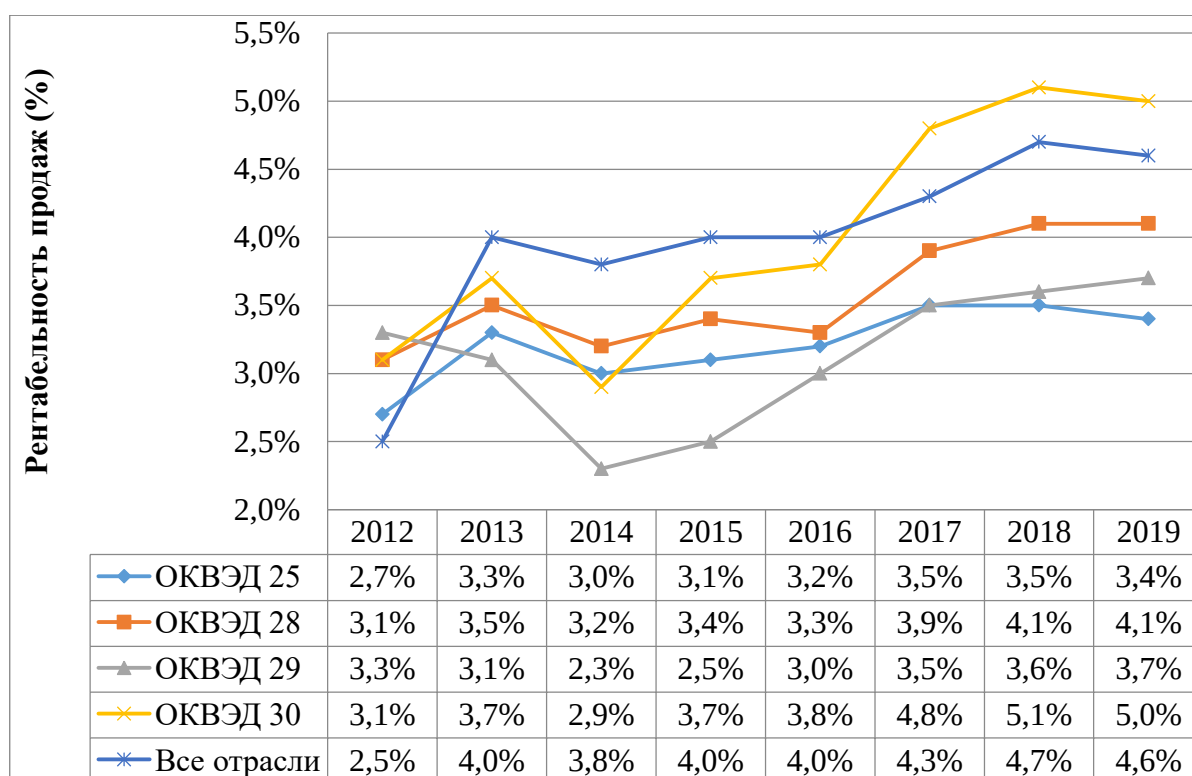


Рис. 5. Рентабельность продаж 2012-2019 г.

Исходя из графика, в 2019 году рентабельность продаж составляет от 3,4% до 5%. В целом по РФ рентабельность продаж организаций всех отраслей равнялась +4,6%.

Норма чистой прибыли

Главное отличие от рентабельности продаж в том, что норма прибыли показывает, какую прибыль организация получает в итоге после вычета не только всех производственных расходов, но и процентов по кредитам, результата от изменения валютных курсов, налогов и прочих расходов (и доходов). В 2019 году данный показатель для ОКВЭД 25 и 28 идентичны и составляют 1,8% и 2,2 % соответственно, что ниже чем в среднем по всей стране – 4,6% (рис. 6).

Предприятия по ОКВЭД 30 в динамике по норме чистой прибыли соответствует средней по РФ

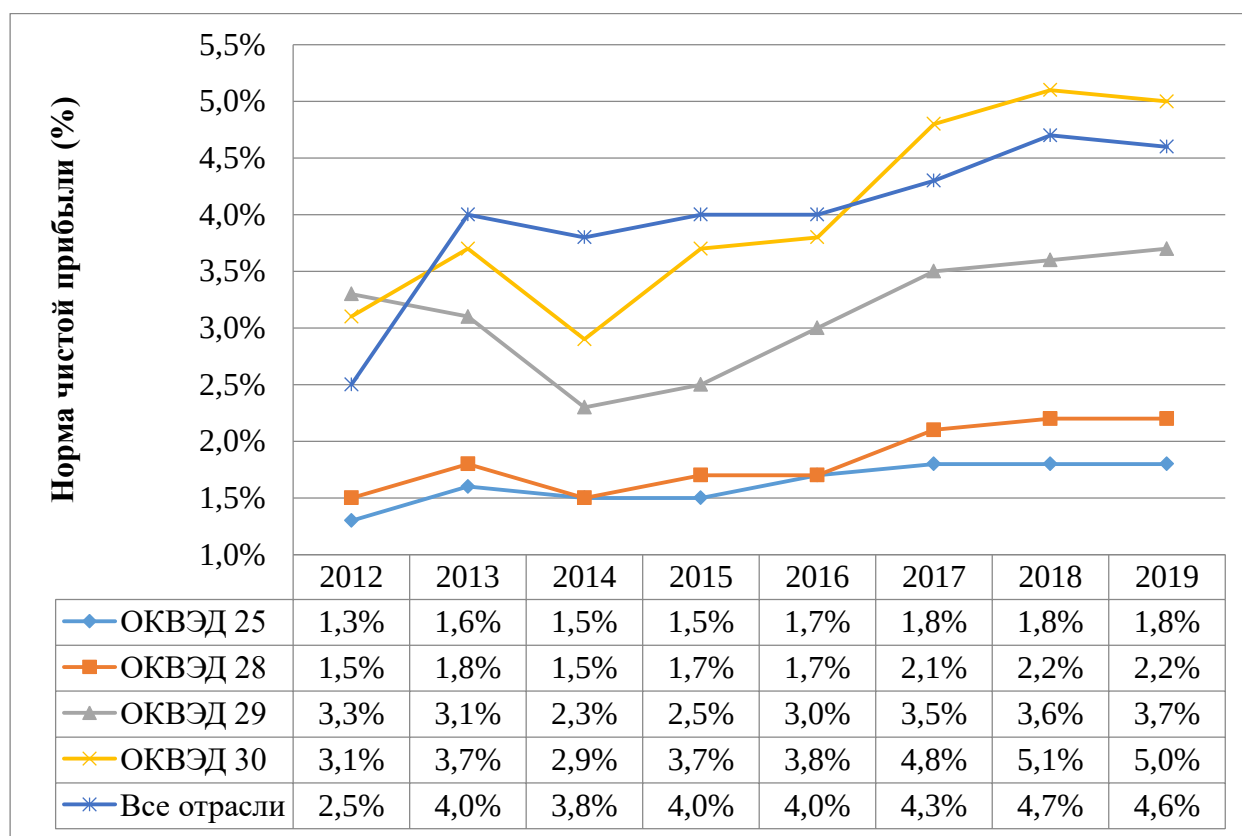


Рис. 6. Норма чистой прибыли 2012-2019 г.

Структура активов

Одной из основных характеристик вида деятельности организации является структура активов. Так, в фондоёмких отраслях весьма велика доля внеоборотных активов, а, к примеру, в торговле – оборотных. На Рис. 7 приведена структура активов организаций, занимающихся производством прочих транспортных средств и оборудования, и в целом российских предприятий (кроме банков и страховых компаний).

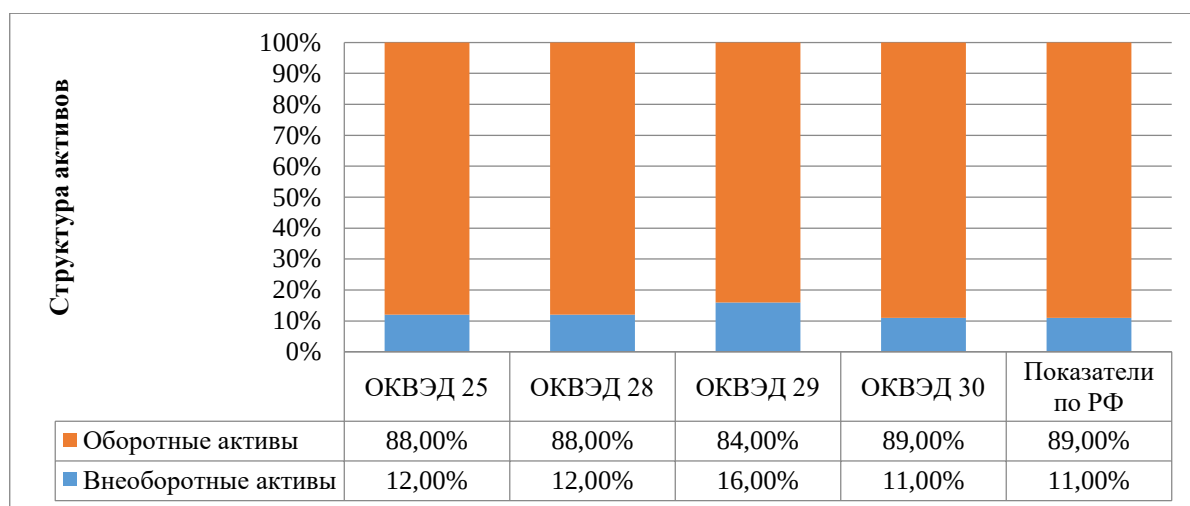


Рис. 7. Структура активов отраслей РФ

Доля собственных средств

Один из важнейших показателей финансовой устойчивости организации, является показатель соотношения собственных и заёмных средств организации. Чем выше доля собственных средств в общем капитале, тем надёжнее финансовое положение предприятия. В то же время на этот показатель влияют макроэкономические факторы (в т.ч. общий финансовый кризис и др.) и особенности того или иного вида деятельности. Поэтому важно оценить динамику изменений по годам, см. Рис. 8.

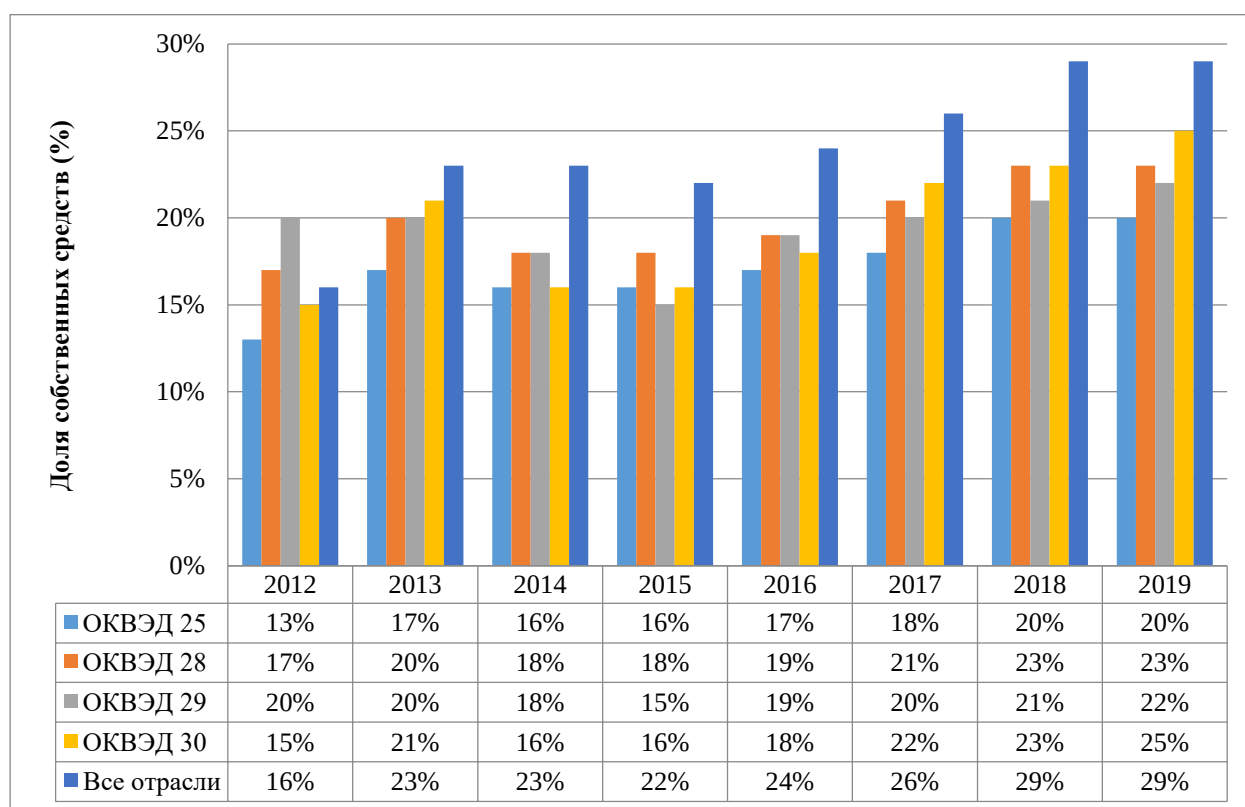


Рис. 8. Доля собственных средств за 2012-2019 г.

Последние данные указывают, что в четырёх рассматриваемых отраслях, предприятия располагают долей собственных средств не менее 20-25%. Доля собственных средств отраслей по РФ составляет 29%.

Коэффициент текущей ликвидности

Соотношение оборотных (ликвидных) активов и краткосрочных обязательств характеризуют способность предприятия своевременно отвечать по своим финансовым обязательствам. Этот важный показатель – коэффициент текущей ликвидности. Во многом он зависит от особенностей бизнеса и отрасли. Динамика изменения коэффициента в последние восемь лет у предприятий рассматриваемых отраслей и всех российских компаний представлена ниже, см. Рис. 9.

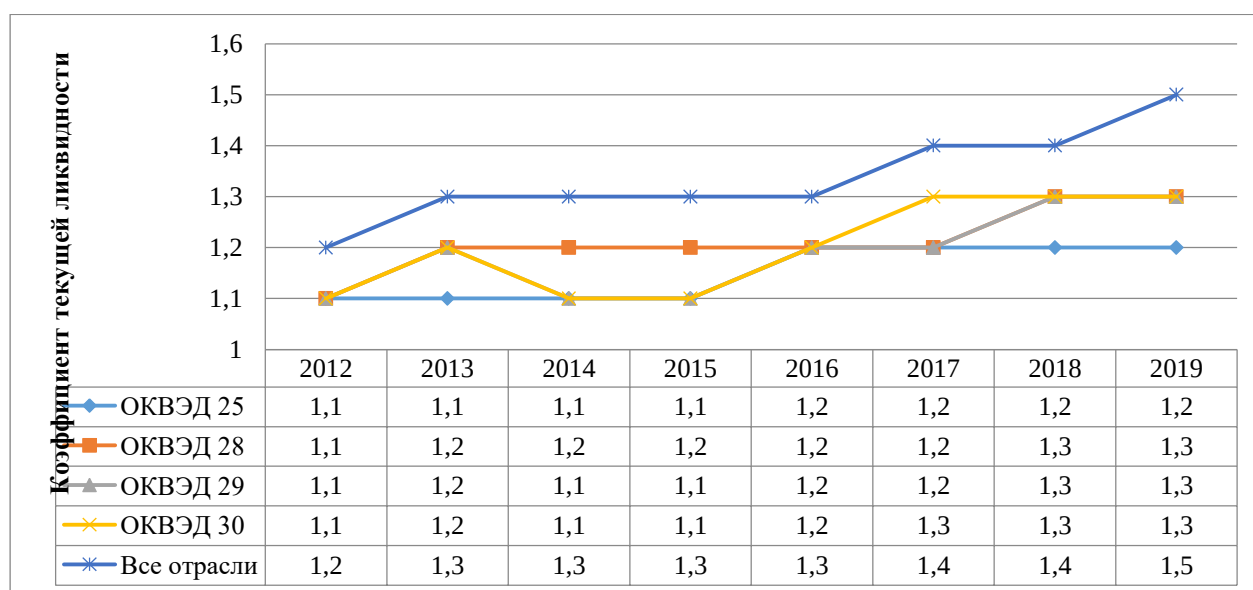


Рис. 9 Коэффициент текущей ликвидности организаций за 2012-2019 г.

Рассчитанные показатели ликвидности отраслей ОКВЭД 25, 28, 29 и 30 практически идентична, однако ниже, чем у предприятий РФ. Существует риск неплатежей поставщикам и прочим контрагентам для отрасли ОКВЭД 25.

Оборачиваемость активов

Значимой характеристикой вида деятельности является показатель того, насколько быстро объём вложенных в бизнес средств возвращается в виде полученной выручки. Отношением годовой выручки к стоимости всех активов – является показатель оборачиваемости активов, см. Рис. 10.

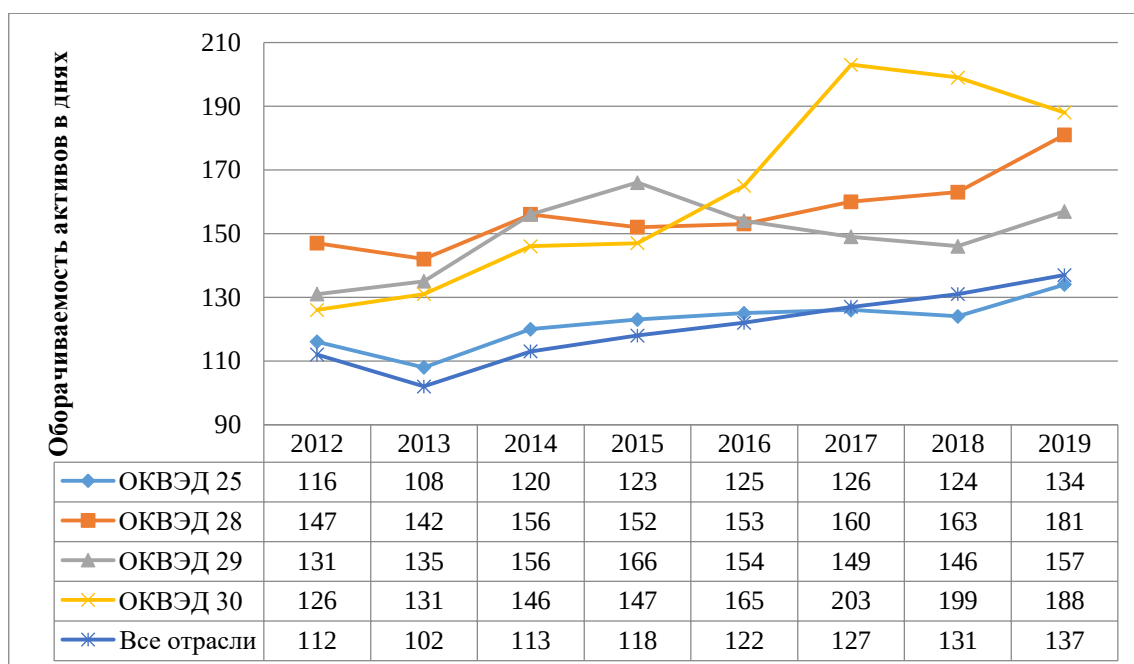


Рис. 10. Сравнение оборачиваемости активов предприятий отрасли

Типичное предприятие отрасли ОКВЭД 30 «Производство прочих транспортных средств и оборудования», получает выручку, равную всем своим активам за 188 дней. В целом по отраслям этот показатель равен 137 дням. Оборачиваемость сильно зависит от характера деятельности.

Основной вид деятельности текущих и потенциальных заказчиков отливок АО ААК «ПРОГРЕСС» - это ОКВЭД 30 «Производство прочих транспортных средств и оборудования». Класс ОКВЭД 30 относится к «Разделу С – Обрабатывающие производства» классификатора 2020 года ОКВЭД-2 и содержит пять кодов, см. Табл. 3, с кратким описанием вида деятельности.

Табл. 3. Подклассы ОКВЭД 30

Код ОКВЭД	Вид деятельности
30.1	Строительство кораблей, судов и лодок
30.2	Производство железнодорожных локомотивов и подвижного состава
30.3	Производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования
30.4	Производство военных боевых машин
30.9	Производство транспортных средств и оборудования, не включённых в другие группировки

Ниже представлен детальный анализ финансовых показателей предприятий РФ по ОКВЭД 30, как наиболее актуальных в сегменте потребителей отливок АО ААК «ПРОГРЕСС».

Анализ предприятий ОКВЭД 30

Предлагается к рассмотрению анализ специалистов АО ААК «ПРОГРЕСС», направленный на успешно функционирующие заводы отрасли, исключая те, которые не работают, т.е. не генерируют выручки, см. Табл. 4. В первую очередь команду проекта интересуют крупные предприятия, т.к. команда проекта выдвинула гипотезу, что предприятия подходящие под ОКВЭД 30, но имеющие выручку десятки (сотни) миллионов, могут сдавать помещения под непрофильные виды деятельности и не являются ценными для данного маркетингового исследования.

Табл. 4. Классификация предприятий по выручке

Класс предприятия	Выручка, рублей	Кол-во предприятий	Анализ
Нанопредприятия	До 10 млн	485 предприятий	Нет
Микропредприятия	10-120 млн	611 предприятий	Нет
Малые предприятия	120-800 млн	182 предприятий	Нет
Средние предприятия	800 млн – 2 млрд	45 предприятий	Да
Крупные предприятия	Свыше 2 млрд	56 предприятий	Да

Для характеристики масштабов деятельности организаций, приняты показатели выручки, утверждённые Постановлением Правительства РФ от 04.04.2016 №265 «О предельных значениях дохода, полученного от осуществления предпринимательской деятельности, для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства», а также выделена дополнительная категория (до 10 млн. рублей). Далее представлен детальный анализ финансовых показателей средних предприятий, см. Табл. 5.

Табл. 5. Финансовые показатели средних предприятий по ОКВЭД 30

Финансовый показатель	Год							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Показатели финансовой устойчивости								
Коэффициент автономии	0,32	0,31	0,31	0,29	0,32	0,4	0,34	0,27
Коэффициент финансового левериджа	2,01	1,6	1,71	1,52	1,63	0,9	1,02	2,26
Коэффициент мобильности имущества	0,63	0,67	0,8	0,72	0,75	0,73	0,73	0,82
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	-0,11	-0,16	0,03	-0,01	-0,01	0,1	0,11	0,14
Коэффициент обеспеченности запасов	-0,23	-0,27	0,08	-0,03	-0,06	0,39	0,22	0,34
Коэффициент покрытия инвестиций	0,46	0,38	0,37	0,34	0,45	0,51	0,52	0,35
Коэффициент манёвренности собственного капитала	-0,14	0,15	0,25	0,12	0,19	0,39	0,47	0,47
Показатели платежеспособности								
Коэффициент текущей ликвидности	1,09	1,07	1,06	1,02	1,05	1,53	1,34	1,23
Коэффициент быстрой ликвидности	0,53	0,46	0,72	0,53	0,65	0,87	0,8	0,85
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,02	0,02	0,09	0,05	0,07	0,15	0,13	0,14

Показатели рентабельности								
Рентабельность продаж	4,8%	1,9%	3,9%	1,7%	4,7%	7,7%	8,3%	5%
Рентабельность продаж по ЕВИТ	5,1%	3,8%	2,1%	1,5%	5,3%	7%	7,7%	5,2%
Норма чистой прибыли	2,6%	0,8%	0,5%	0,2%	1,7%	4,3%	3%	2,2%
Коэффициент покрытия процентов к уплате	2,45	1,09	1,84	1,04	1,83	7,22	3,97	2,76
Рентабельность активов	3,6%	0,4%	1,3%	0,2%	1,9%	5,8%	4,5%	3,4%
Рентабельность собственного капитала	10,8%	5,5%	6,7%	2,3%	14,1%	14,1%	11,7%	30,3%
Фондоотдача	5,97	5,54	7	5,02	6,48	5,07	5,75	12,83
Показатели оборачиваемости								
Оборачиваемость оборотных активов, в днях	131	179	154	196	169	187	197	174
Оборачиваемость запасов, в днях	62	70	84	80	57	94	94	69
Оборачиваемость дебиторской задолженности, в днях	57	65	55	75	65	69	62	73
Оборачиваемость активов, в днях	252	259	288	301	269	379	319	271

Ниже представлен детальный анализ финансовых показателей крупных предприятий РФ по ОКВЭД 30 с выручкой более 2 млрд рублей в год, см. Таблицу 6.

Табл. 6. Финансовые показатели крупных предприятий по ОКВЭД 30

Финансовый показатель	Год							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Показатели финансовой устойчивости								
Коэффициент автономии	0,42	0,42	0,27	0,38	0,3	0,33	0,35	0,39
Коэффициент финансового левериджа	1,37	1,28	1,23	1,28	1,64	1,37	1,24	1,45
Коэффициент мобильности имущества	0,63	0,63	0,61	0,64	0,69	0,72	0,7	0,71
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	0,09	0,14	0,04	0,09	0,1	0,11	0,18	0,14
Коэффициент обеспеченности запасов	0,21	0,21	0,1	0,22	0,25	0,26	0,36	0,38
Коэффициент покрытия инвестиций	0,59	0,55	0,46	0,5	0,44	0,53	0,54	0,44
Коэффициент манёвренности собственного капитала	0,11	0,16	0,1	0,21	0,26	0,32	0,36	0,43
Показатели платежеспособности								
Коэффициент текущей ликвидности	1,33	1,24	1,13	1,23	1,19	1,5	1,46	1,31
Коэффициент быстрой ликвидности	0,71	0,66	0,62	0,69	0,73	0,8	0,81	0,8
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,07	0,11	0,07	0,08	0,06	0,17	0,15	0,13
Показатели рентабельности								
Рентабельность продаж	5,4%	5,4%	4,4%	4,1%	5,2%	9,7%	9,6%	8,2%
Рентабельность продаж по ЕВИТ	4,8%	5,4%	3,5%	3,7%	3,6%	8,9%	9,1%	8,2%
Норма чистой прибыли	2,5%	2,3%	1,3%	1%	1,2%	5,5%	6,2%	5,8%
Коэффициент покрытия процентов к уплате	5,41	2,57	1,54	1,62	2,28	4,25	5,87	6,64
Рентабельность активов	3,4%	3,2%	0,8%	1%	1,6%	4,9%	6,4%	11,8%
Рентабельность собственного капитала	14,5%	10%	4,3%	3,9%	6,4%	15,8%	17,7%	31,5%
Фондоотдача	5,61	5,01	4,49	4,45	4,71	4,44	4,88	8,86
Показатели оборачиваемости								
Оборачиваемость оборотных активов, в	133	139	163	214	199	275	249	141

днях								
Оборачиваемость запасов, в днях	69	79	82	77	76	114	115	59
Оборачиваемость дебиторской задолженности, в днях	51	51	67	105	86	104	93	56
Оборачиваемость активов, в днях	244	266	290	352	341	391	376	215

Проанализировав финансовые показатели отрасли, имеет место вывод – что на предприятиях по ОКВЭД 30 поддерживается удовлетворительная ликвидность. Для предприятий отрасли по ОКВЭД 30 существует некоторый риск неплатежей контрагентам. Коэффициенты оборачиваемости предприятий отрасли как крупных, так и средних находятся примерно на одинаковом и приемлемом уровне. Относительно непродолжительная оборачиваемость запасов говорит о грамотном оперативном управлении ими.

Предприятия по ОКВЭД 30 стабильны и ликвидны. Отрасль нуждается в улучшении коэффициентов платежеспособности и рентабельности. Вопрос себестоимости может быть решён снижением себестоимости производства и ростом объёмов. Для этих целей нужны целенаправленные инвестиции, далеко не всегда доступные заводам данной отрасли, и что более важно – далеко не на всех предприятиях имеются подготовленные площадки для реализации проектов – что потребует дополнительных инвестиций. На АО ААК «ПРОГРЕСС» имеется мощная база литейного производства и общая техническая инфраструктура, в т.ч. цифровая, что располагает к реализации комплекса мер для оптимизации этапа изготовления литейных форм при производстве отливок гражданского назначения.

Прогноз реализации отливок предприятиям гражданского сектора от АО ААК «ПРОГРЕСС» до 2026 г., см. Таблицу 7, подразумевает поставку отливок в т.ч. для следующих изделий:

1. Гражданский вертолёт Ансат;
2. Гражданский вертолёт Ка-62;
3. Пассажирский самолёт Ил-114-300;
4. Кортеж Augus;
5. Турбовентиляторный двигатель ПД-14;
6. Турбовальный двигатель ВК-2500 и др.

Табл. 7. План поставок отливок АО ААК «ПРОГРЕСС»

Контрагент	Сумма в млн рублей				
	2022	2023	2024	2025	2026
АО «Редуктор-ПМ»	244	288	302	316	330
ПАО «Роствертол»	27	52	55	57	60
АО ААК «ПРОГРЕСС»	57	59	62	65	68

АО «У-УАЗ»	159	166	174	182	190
АО «РСК МИГ»	11	11	18	18	18
АО «Авиастар»	18	18	25	25	25
ПАО Корпорация «Иркут»	5	2	2	2	2
АО НПЦ «Салют»	21	15	24	30	45
АО «ОДК»	30	31	33	34	35
ПАО «Радиозавод», г. Кыштым	5	5	5	6	6
АО «Красный Октябрь»	11	12	13	13	13
АО «НПП «Радар-ММС»	7	7	8	8	9
АО "ГМКБ" Радуга им. А.Я. Березняка	7	11	15	15	16
ФГУП «НАМИ»	17	-	-	-	-
Итого	619	677	736	771	817

Также на АО ААК «ПРОГРЕСС», ввиду высокого качества литья и наличия у данного завода компетенций, поступают заявки на производство мелкой серии отливок для следующих гражданских изделий:

1. Ближне-среднемагистральный самолёт МС-21;
2. Лёгкий транспортный самолёт Ил-112;
3. Офшорный вертолёт Ми171А3;
4. Многоцелевой вертолёт Ми-38 и Ми-8;
5. Турбовентиляторный двигатель ПД-8;
6. Двухконтурный турбореактивный двигатель для учебных самолётов АИ-222-25;
7. Двигатель для вертолёт лёгкого класса ВК-650В и др.

Однако ввиду загрузки существующей установки аддитивного изготовления песчаных форм импортного производства, вероятность выполнения таких заказов АО ААК «ПРОГРЕСС» низка. В результате заказчики потенциально начнут искать поставщиков отливок на азиатских и европейских рынках.

В данном контексте интересен случай с отливками на ПД-14, когда АО «ОДК» приобретал корпусное литьё (левый блок рисунка 2.1.4-1) в Китае по цене ориентировочно 5 млн рублей за отливку. Затем поставщиком АО «ОДК» по данным отливкам стал АО ААК «ПРОГРЕСС», реализует аналогичные отливки по цене ориентировочно 1 млн рублей с использованием установки S-Max с 2019 г.

Объём поставок отливок АО ААК «ПРОГРЕСС» на 2020 г. ко всему рынку отливок РФ составляет 1,26% в денежном выражении. Подробнее в разделе «Маркетинговый анализ и сбыт продукции».

Объём инвестиций на 3D печать

Ниже представлены ориентировочные инвестиции на реализацию проекта 3D печати, см. Таблицу 8.

Табл. 8. Объём инвестиций

Вид принтера	Инвестиции, млн руб.	Год ввода в эксплуатацию
РТКПринт (ДВФУ)	245 – бюджетные деньги 250 – собственные средства	2024
в т.ч. лазерный принтер		2022
Аналог S-Max	100	2023
ЛВМ-принтер	80	2023
3D сканер	5	2023
Итого	435	

Объём поставок отливок с 2022 г. в течение пяти лет (см. Таблицу 7) составляет 3620 млн рублей. Объём инвестиций в 3D печать составляет 12% от суммы планируемой выручки. Команда проекта выдвигает гипотезу, что 3D печать позволит повысить объёмы продаж, сократит затраты на изготовлении модельной оснастки и повысит рентабельность продаж.

В связи с изложенным, развитие аддитивных технологий на АО ААК «ПРОГРЕСС» перспективно и развивается в соответствии с потребностями заказчиков отливок в части сокращения сроков поставок.

Команда проекта проанализировала этапы развития и текущее состояние аддитивного производства АО ААК «ПРОГРЕСС», обнаружены проблемы литейного производства, которые возможно решить с помощью аддитивного производства, предложены решения задач. Также проанализирован рынок сбыта отливок – конечного продукта для литейного производства, в котором участвует аддитивное производство.

Решения направлены на расширение узких мест, а также внедрения 3d печати в ранее консервативные виды литья, в частности литья по выплавляемым моделям.

Экономический расчёт показал целесообразность внедрения аддитивной печати и окупаемость проекта в течение 4-5 лет.

Список литературы:

1. Внутренние документы АО «Вертолеты России»;
2. Внутренние документы АО ААК «ПРОГРЕСС»;
3. 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 «МОДЕЛИРОВАНИЕ», Е.Ф. Клюкман, Ю.О. Герман.

4. Межгосударственный стандарт ЕСТД «Термины и определения основных понятий» ГОСТ 3.1109-82, Москва, Стандартинформ, 2012;

5. Классификатор ОКВЭД

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/

6. Сайт для анализа количества предприятий по ОКВЭД в РФ

<https://www.testfirm.ru/otrasli/>

7. Российской Ассоциации Литейщиков ruscastings.ru

8. Сайт проверки и анализа российских юридических лиц и предпринимателей rusprofile.ru.

РОБОТИЗАЦИЯ ОКРАСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.Н. Батищева

Техник-технолог А.С. Узельман

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания

«Прогресс» им. Н. И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Аннотация. Мировой опыт применения робототехники в авиационной промышленности показывает возможность внедрения роботизированных технологий в окрасочное производство. Современные роботы точны, удобны и функциональны, это позволяет эффективно использовать их для нанесения ровного, высококачественного лакокрасочного покрытия на детали и изделия.

В данной работе будет рассматриваться возможность роботизации процесса нанесения лакокрасочных покрытий в АО ААК «Прогресс».

Ключевые слова: роботизация, роботизированный комплекс, роботизированные технологии, окраска, лакокрасочный материал, лакокрасочное покрытие.

Окраска - важная часть технологического процесса производства изделий авиационной техники, которая обеспечивает защиту материала от коррозии и придает эстетичный внешний вид. Грамотно осуществлённая окраска гарантирует качество и долговечность лакокрасочного покрытия, сохранность деталей от влияния внешних факторов.

В настоящее время требования к качеству финишного покрытия поверхностей деталей и изделий постоянно возрастают. Необходимость

улучшения качества внешнего вида окрашенных изделий требует создание окрасочных линий и участков, использующих прогрессивные решения в технологии нанесения лакокрасочных материалов.

Процесс нанесения лакокрасочных покрытий задействует значительные ресурсы предприятия: площади, электроэнергию, расходные материалы, обеспечение экологических норм. Применение новых технологических решений нанесения покрытий позволит оптимизировать производственные расходы.

Основными предпосылками применения роботизированных комплексов на производстве являются:

1. Обеспечение соответствия производства современному мировому уровню:

- сохранение лидирующих позиций, недопущение возникновения технологического отставания;
- возможность применения современных перспективных технологий, оборудования, программных продуктов.

2. Повышение производительности:

- увеличение мощности производства (количество продукции в единицу времени);
- пиковые загрузки. Возможность резко увеличивать производительность на отдельной операции для устранения узкого места.

3. Повышение экономической эффективности:

- снижение себестоимости (снижение трудоемкости, снижение материальных затрат);
- снижение затрат на содержание площадей.

4. Кадры:

- отсутствие на рынке необходимого количества квалифицированного персонала;
- снижение/исключение влияния опасных и вредных производственных факторов, тяжёлых условий труда;
- снижение затрат на персонал (простой, сверхурочные, текучесть персонала, обучение);
- повышение эффективности труда.

5. Качество:

- повышение качества выпускаемой продукции;
- обеспечение точности и повторяемость технологических операций;
- исключение влияния человеческого фактора.

Таким образом, для улучшения данных показателей современному производству необходимо вставать на путь автоматизации/роботизации.

По данным, приведенным на 2019 г., среднее количество роботов в промышленности на 10 000 работников показано в таблице 1.

Табл. 1. Среднее количество роботов в промышленности в регионах

Регион	Среднее количество роботов в промышленности на 10 000 работников, ед.
Азия	118
Европа	114
Америка	103
Россия	5
Мир	113
Мир (машиностроение)	23

Представленные данные свидетельствуют о низком уровне роботизации в РФ.

Для внедрения в АО ААК «Прогресс» роботизированных технологий специалистами предприятия проводятся совместные работы с АО «Центр роботизированных технологий» (АО «ЦРТ»).

«В современном мире только автоматизация производственных процессов позволит выдержать конкурентную борьбу».

1. Цель исследования

1) Анализ окрасочного производства АО ААК «Прогресс» на предмет выявления перспективного направления для внедрения роботизированного комплекса окраски.

2) Формирование технического задания, запрос и получение технико-коммерческого предложения на поставку и монтаж роботизированного комплекса окраски.

3) Расчет экономической эффективности от реализации проекта.

2. Описание работы

В результате оценки технологических процессов окраски изделий Ка-52, Ка-62 на предмет внедрения роботизированных технологий были определены направления для возможности реализации данного проекта. Основываясь на опыте АО «ЦРТ» в роботизации окрасочных производств и предоставленных в наш адрес данных, был произведен подробный анализ каждого из направлений.

Выполнение окрасочных работ внешней поверхности вертолета в сборе;

Выполнение окрасочных работ крупногабаритных сборочных узлов и агрегатов.

При рассмотрении возможности внедрения роботизированного комплекса для данных технологических переделов были определены основные особенности и сформулированы задачи, требующие решения.

Основные особенности:

- большие габариты объектов;
- отсутствие 3D моделей окрашиваемых объектов;
- наличие большого количества закрытых зон (при окраске агрегатов);
- многоцветная окраска фюзеляжа, наличие информации (рисунки, надписи и символы).

Задачи, требующие решения:

- Задача №1 «Получение фактической 3D модели окрашиваемого объекта»;
- Задача № 2 «Подбор или разработка программного продукта для автоматического построения траектории движения робота вокруг окрашиваемого объекта»;
- Задача № 3 «Обеспечение кинематики движения краскопульта на работе»;
- Задача № 4 «Подбор малярного оборудования для монтажа и интеграции, включая решения по подаче краски, обеспечения климатических параметров, параметров воздухообмена и пр.»;
- Задача № 5 «Монтаж конструкции, обеспечивающей движение краскопульта в существующей камере покраски с учетом имеющихся ограничений по нагрузке»;
- Задача № 6 «Многоцветная окраска фюзеляжа (нанесение камуфляжа)»;
- Задача № 7 «Нанесение рисунков, надписей и символов».

На сегодняшний день на рынке РФ нет компаний, предоставляющих готовые решения, объединяющие все необходимые направления.

Специалистами АО «ЦРТ» была проведена детальная проработка каждой поставленной задачи и проведен анализ поставщиков, предоставляющих оборудование и программное обеспечение. Имеются следующие решения:

Задача № 1 «Получение фактической 3D модели окрашиваемого объекта»

Решение: для получения точной модели крупногабаритного изделия для последующей роботизированной обработки к наиболее близкими по техническим характеристикам можно отнести следующие 2 варианта:

1) применение стационарных сканеров;

Одним из возможных решений по сканированию является переносной лазерный сканер Leica RTC360 (или аналог) продемонстрирован на рис.1.



Рис. 1. Переносной лазерный сканер

2) роботизированная система сканирования (TSS) объектов на базе промышленного робота-манипулятора (или аналог) на рис. 2.

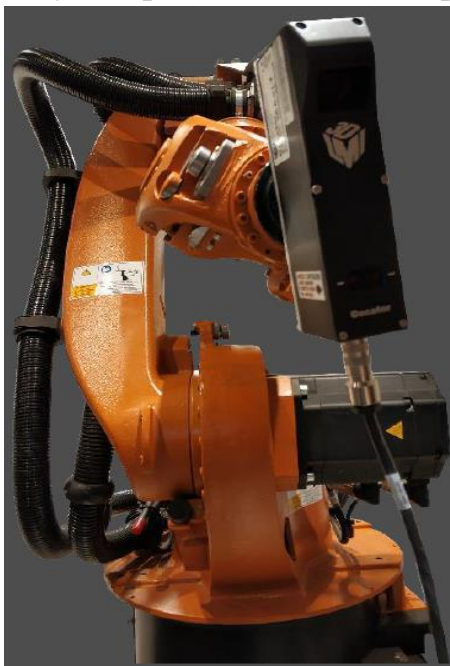


Рис. 2. Промышленный робот-манипулятор

Системы сканирования № 1, № 2 отличаются методом сканирования и точностью полученных данных.

В первом и втором варианте необходимо прорабатывать практическое преобразование полученных триангуляционных и полигональных моделей в твердотельные 3D модели и экспорт данных в NX для дальнейшей обработки и хранения.

Для оценки практической применимости данных решений по сканированию и получению 3D моделей окрашиваемого объекта необходимо проведения испытаний и/или ОКР.

Задача № 2 «Подбор или разработка программного продукта для автоматического построения траектории движения робота вокруг окрашиваемого объекта».

Решение: готового решения по данному направлению нет.

Определены варианты программных продуктов, требующие проверки работоспособности:

- 1) ПО Delfoi Robotics Paint
- 2) SprutCAM
- 3) OSTOPUZ
- 4) ПО для автоматического построения траектории. Разработка МАИ
- 5) RobotStudio Painting PowerPac 2021.2 для роботов ABB
- 6) ROBOGUIDE PaintPRO – решение для роботов FANUC

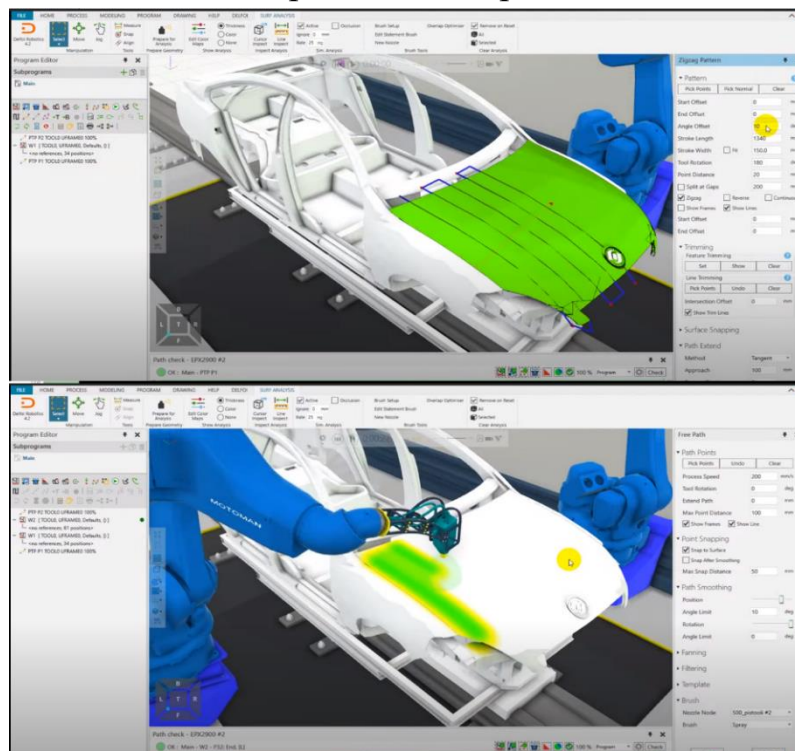


Рис. 3. Для оценки практической применимости данных решений необходимо проведение ОКР.

Задача № 3 «Обеспечение кинематики движения краскопульта на работе».

Решение:

Концепция 1. Трек установлен в стационарной позиции с одной стороны камеры на всю длину вертолета (рис. 4).

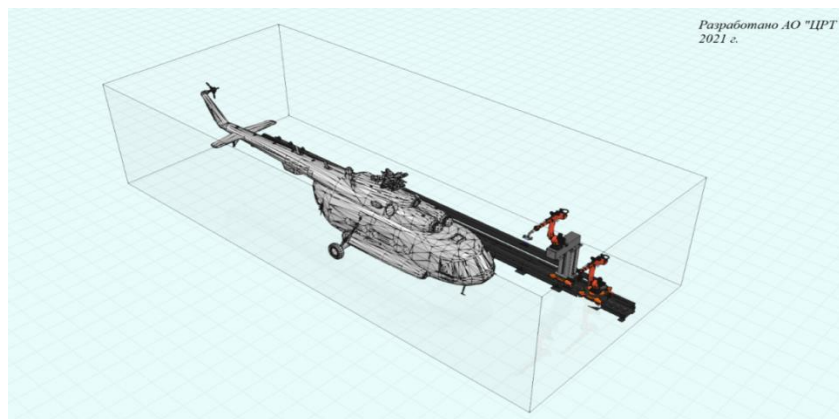


Рис. 4. Концепция 1

Концепция 2. Два трека установлены в стационарной позиции с двух сторон от вертолета (рис. 5).

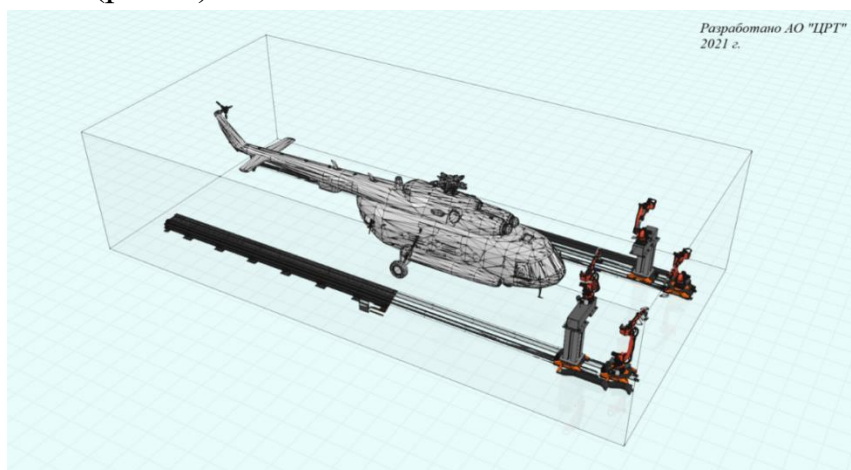


Рис. 5. Концепция 2

Концепция 3. Треки устанавливаются с двух сторон, один трек в стационарном исполнении, второй трек расположен на автоматизированных транспортных тележках (рис. 6).

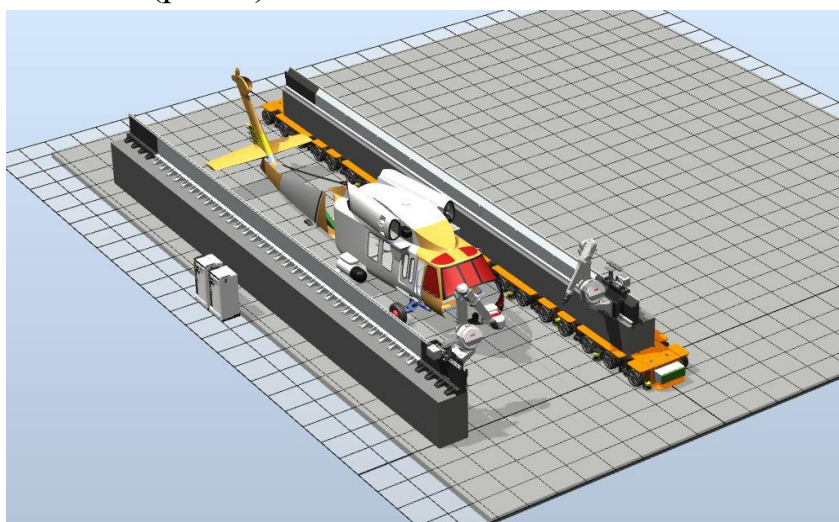


Рис. 6. Концепция 3

Концепция 4. Транспортные тележки или мобильные платформы с установленными на них роботами-манипуляторами.

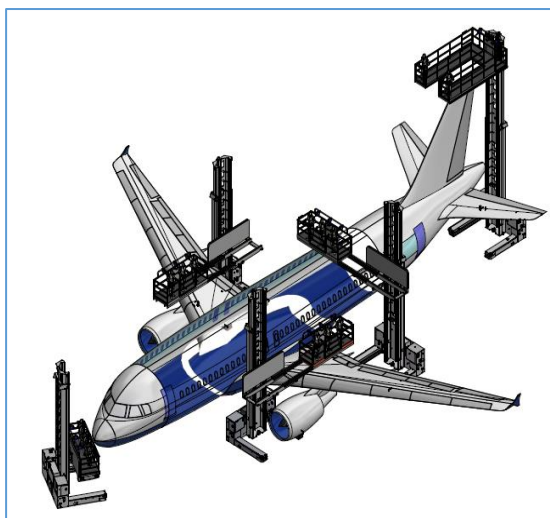


Рис. 7. Концепция 4

Для определения возможности применения каждой из концепций необходимо проведение ОКР.

Задача № 4 «Подбор малярного оборудования для монтажа и интеграции, включая решения по подаче краски, обеспечения климатических параметров, параметров воздухообмена и пр.»



Рис. 8. Система нанесения



Рис. 9. Система подачи краски

Целесообразно провести ОКР и испытания для определения возможности применения используемых на предприятии ЛКМ с каждым из типов оборудования. А также определение оборудования, обеспечивающего лучшее качество покрытия и расход материала.

Задача № 5 «Монтаж конструкции, обеспечивающей движение краскопульты в существующей камере покраски с учетом имеющихся ограничений по нагрузке»

Решение: для определения возможности и последующего монтажа роботизированного комплекса в существующий цех покраски необходима разработка проектной документации.

Задача № 6 «Многоцветная окраска фюзеляжа (нанесение камуфляжа)»

Решение:

1) нанесение ЛКП печатающими устройствами (головками).



Рис. 10. Цифровая аэрография

Рекомендуется провести ОКР по нанесению используемых на предприятии лакокрасочных материалов имеющимися в настоящее время на рынке печатающими устройствами (головками) для определения возможности промышленного применения.

2) роботизированная аэрография;

Наиболее перспективный метод комбинированного роботизированного нанесения рисунка краскопультом и аэрографом.



Рис. 11. Роботизированная аэрография

3) технологии нанесения рисунка, находящиеся в стадии разработки и тестовой эксплуатации:

- EcoPaintJet Durr — инновационная система для автоматического нанесения лакокрасочного покрытия без избыточного распыления.

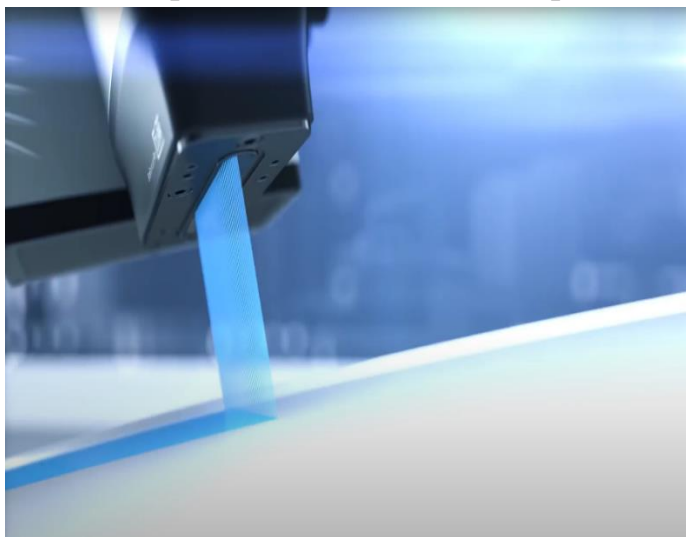


Рис. 12. Система нанесения EcoPaintJet Durr



Рис. 13. Концепт роботизированного окрасочного решения ABB PixelPaint

Задача № 7 «Нанесение рисунков, надписей и символов»

Решение: необходимо решение для точной многоцветной печати на стационарно неподвижном роботе. Решение пока недоступно.

Выполнение окрасочных работ лопастей.

При рассмотрении возможности внедрения роботизированного комплекса для выполнения окрасочных работ лопастей были определены основные особенности.

Основные особенности:

- большие габариты объекта;

- выполнение операции подготовки поверхности перед окраской (нанесение шпатлевки, шлифование);
- высокие требования по толщине наносимого слоя и, соответственно, привесу изделия;
- монтаж конструкции, обеспечивающей продольное перемещение робота, в существующей камере окраски.

При выполнении технологического процесса окраски лопастей наибольшую сложность представляет операция подготовки поверхности, включающая в себя нанесение шпатлевки и последующее ее шлифование. На сегодняшний день роботизировать процесс подготовки поверхности под окраску не представляется возможным, ввиду невозможности контроля роботом силы прижима шлифовального инструмента и высокой вероятностью нарушения структуры стеклоткани, что является недопустимым. Текущий ручной метод обеспечивает качественную подготовку поверхности, позволяет контролировать силу прижима шлифовального инструмента, минимизирует возможность появления брака.

Таким образом, роботизированная окраска внешней поверхности вертолета в сборе, крупногабаритных сборочных узлов, агрегатов и лопастей на сегодняшний день не представляется возможной. Для реализации данных проектов необходимо проведение НИР и ОКР. Также, оценивая возможность внедрения роботизированного комплекса для выполнения окрасочных работ внешней поверхности вертолета в сборе, крупногабаритных сборочных узлов, агрегатов и лопастей, следует отметить, что даже при оптимистичном ожидаемом уменьшении ФОТ и прямых материальных затрат максимально возможный экономический эффект не оправдывает стоимости внедрения роботизированного комплекса из-за низкой серийности производства.

Выполнение окрасочных работ деталей.

Основываясь на производственном плане выпуска изделий вертолетной техники в АО ААК «Прогресс», производство можно отнести к мелкосерийному, соответственно, целесообразно проанализировать состав изделий на предмет выявления ДСЕ с признаками серийности.

Для выявления ДСЕ с признаками серийности была проработана номенклатура деталей из металлических материалов, проходящих малярную обработку до сборки. Детали изделия Ка-52, окрашиваемые до сборки, представляют обширную номенклатуру – около 10 000 позиций (18 000 шт.) имеют разные габаритные размеры (min – 10x10 мм, max – 2500x1000 мм), а также конфигурацию. Анализ показал, что применение сложного роботизированного решения, позволяющего учитывать габаритные размеры и конфигурации всей номенклатуры деталей не позволит достичь

экономической эффективности от внедрения роботизированного комплекса, а значит, необходимо выявить группу однотипных изделий.

Для окраски металлических деталей до сборки применяется следующее оборудование: окрасочные камеры, окрасочно-сушильный конвейер. Для окраски деталей на конвейере выбирается номенклатура сходная по конфигурации и габаритным размерам. Номенклатура деталей изделия Ка-52, окрашиваемая на конвейере, составляет – 5 000 позиций (9 000 шт.), что составляет ~ 60 % от общего количества обрабатываемых деталей.

Таким образом, для группы деталей, проходящих малярную обработку на окрасочно-сушильном конвейере, применение роботизированного комплекса имеет потенциально высокую оценку.

Проведя подробный анализ и определив группу изделий, для которой применение роботизированной технологии окраски является потенциально выгодным решением, специалистами АО ААК «Прогресс» было сформировано техническое задание на поставку и монтаж роботизированного комплекса для выполнения окрасочных работ, со стороны АО «Центр роботизированных технологий» было сформировано технико-коммерческое предложение:

Роботизированный комплекс для выполнения окрасочных работ в АО ААК «Прогресс»

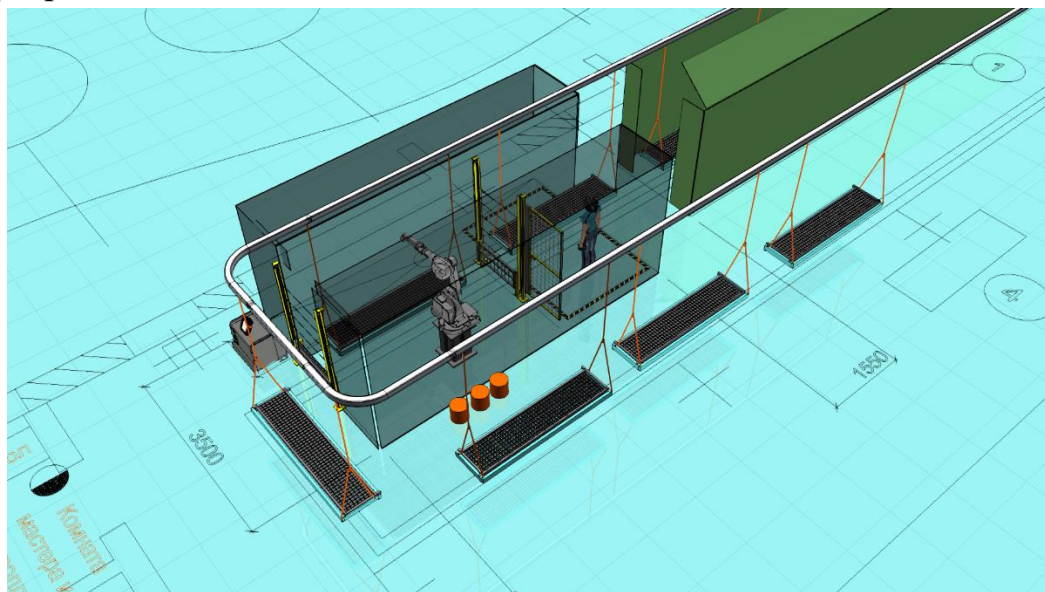


Рис. 14. Роботизированный комплекс

1) В роботизированную ячейку включены следующие основные компоненты: робот-манипулятор, окрасочное оборудование, система управления ячейкой, система безопасности.

2) Номенклатура деталей:

Изделие Ка-52 - 5 000 позиций (9 000 шт.);

Изделие Ка-62 ~ 2 000 позиций.

3) Для окраски будут использованы следующие виды лакокрасочных материалов:

Грунтовки: ЭП-0215, ЭП-076, АК-070.

Эмали: ЭП-140, ХВ-16, ЭП-1143.

В роботизированной установке будут использоваться готовые составы лакокрасочных материалов. Текущий ручной метод обеспечивает необходимые точные пропорции, качество и стабильность состава ЛКМ.

4) Нанесение ЛКМ будет осуществляться внутри окрасочной камеры при следующих условиях:

Температура воздуха (15 – 35) °С.

Влажность воздуха (35 – 80) %.

5) Робототехнический комплекс будет расположен внутри существующей окрасочной камеры и интегрирован с конвейерной линией.

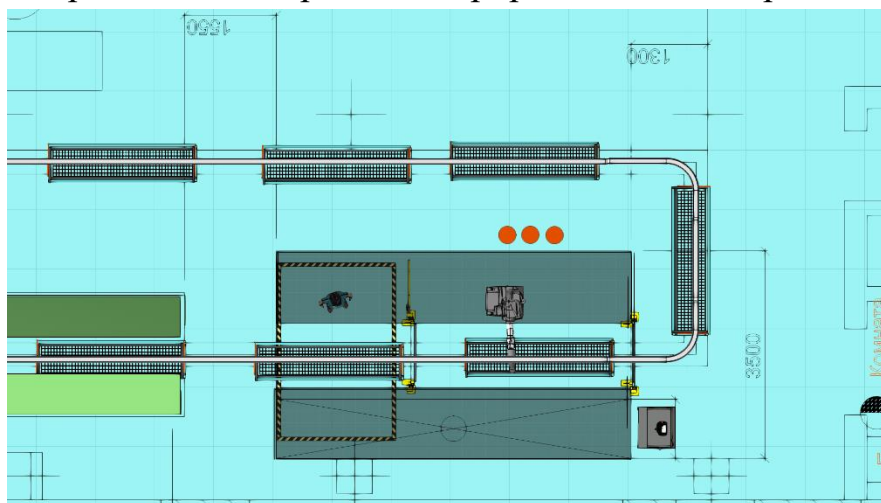


Рис. 15.

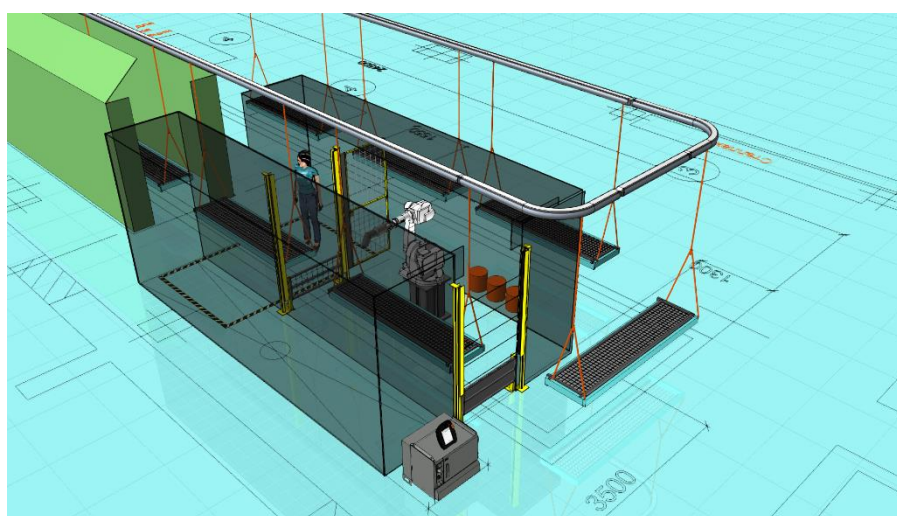


Рис. 16.

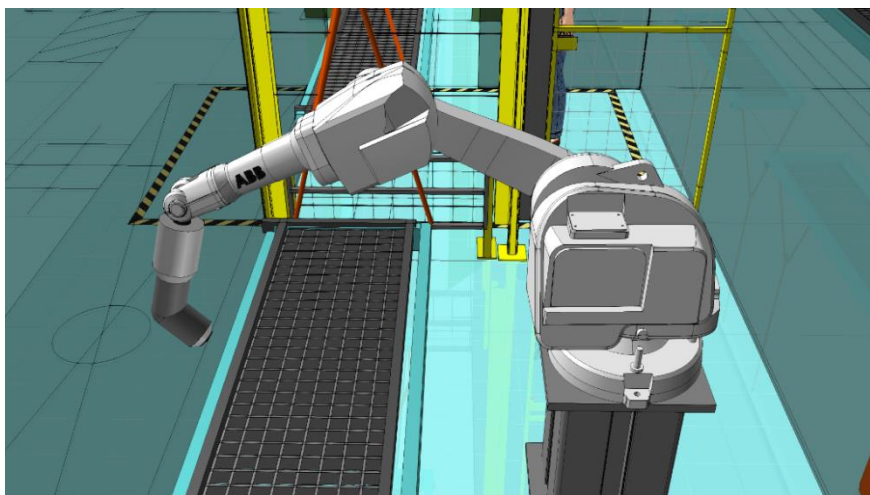


Рис. 17.

6) Последовательность и принцип работы робототехнического комплекса:

- оператор укладывает изделия на подвесную раму;
- рама с уложенными деталями заезжает в покрасочную камеру;
- робот начинает работу при выполнении следующего условия – все устройства безопасности в периметре замкнуты;
- датчики определяют наличие рамы с деталями в зоне окраски, и робот начинает свою работу;
- робот окрашивает все содержимое рамы, нанося покрытие под разными углами;
- после покраски всех изделий на раме робот останавливается;
- рама поступает в зону контроля и подкраски внутри покрасочной камеры;
- после этого рама поступает в камеру сушки;
- высохшие окрашенные детали снимаются/переворачиваются оператором.
- цикл повторяется.

Выводы

1) В результате оценки технологических процессов окраски и подробном анализе каждого технологического передела определена номенклатура деталей изделия Ка-52 - 5 000 позиций (9 000 шт.), изделия Ка-62 ~ 2 000 позиций, для которой применимо создание и внедрение роботизированного комплекса окраски.

2) АО ААК «Прогресс» было получено технико-коммерческое предложение на поставку и монтаж роботизированного комплекса для

выполнения окрасочных работ. Для последующего принятия решения и планирования этапов внедрения проводится экономический анализ.

3) Ввиду сложившейся геополитической обстановки специалистами АО ААК «Прогресс» выданы рекомендации АО «ЦРТ» по рассмотрению возможности внедрения отечественных материалов для данного производства.

4) Сформирована инициативная группа для проведения экономического анализа.

5) По предварительным данным применение роботизированного комплекса позволит увеличить производительность, снизить расход лакокрасочных материалов, уменьшить количество брака, исключив влияние человеческого фактора.

Список литературы:

1) Давлетшин Р.Р. Системный анализ роботизированного комплекса покраски // Молодой ученый. 2019. № 39. С. 183-186.

2) Ступина Е.Е., Ступин А.А., Чупин Д.Ю., Каменев Р.В. Основы робототехники. 2019.

3) Материалы семинара по роботизации производства. 13-14 октября 2021 г. Москва.

4) Техничко-коммерческое предложение на поставку и монтаж роботизированного комплекса для выполнения окрасочных работ.

ПЕРЕРАБОТКА СТРУЖКИ ОТ МОДЕЛЬНОГО ПЛАСТИКА ДЛЯ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОЗДАНИИ ОСНАСТКИ

Р. А. Богданов Радимир, А. Я. Кравцов

Н. А. Дроздова Начальник бюро

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания

«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Аннотация. В данной статье авторами рассматриваются способы переработки стружки от модельного пластика, который остаётся после обработки на ЧПУ, а также их экологической утилизации. Произведён анализ и предложения по улучшению имеющихся способов переработки и утилизации на производстве. Произведены расчёты экономических последствий решений, связанных с проблемами поднятыми в этой статье.

Рассматриваются особенности и сложности утилизации пластиковых отходов. Исследуются способы получения качественного материала после переработки. Проведён опрос среди работников модельного участка для выявления самого эффективного и менее трудозатратного способа.

Ключевые слова: переработка, модельный пластик, экология, утилизация, экструзия.

В настоящее время объём производства всего мира вырос более чем в сто раз, благодаря значительному расширению научных открытий и внедрению их в новейшие технологии. Весомый вклад в новые технологии внесли и химические и биологические науки. На базе их открытий были созданы новые материалы из синтетических полимеров, которых ранее не было на Земле. По своим свойствам эти материалы стали совершенно незаменимыми и абсолютно необходимыми. Однако, наряду с положительными качествами, у этих синтетических продуктов есть один существенный недостаток – они, в отличие от многих природных материалов, выполнив свои функции, не уничтожаются достаточно быстро под действием света, тепла, микроорганизмов, а продолжают существовать в виде долгоживущих отходов, причиняя в некоторых случаях непоправимый ущерб живой природе.

Классификация отходов полимеров

Отходы термопластичных пластмасс можно классифицировать следующим образом (рис. 1):

- Технологические отходы производства образуются при синтезе и переработке термопластов и других видов пластмасс. К технологическим отходам относятся остатки исходного сырья, образовавшиеся в процессе производства и частично или полностью утратившие показатели качества. Технологические делятся на устранимые и неустраиваемые.
- Отходы производственного потребления накапливаются в результате выхода из строя или прекращения срока использования полимерных изделий
- Отходы общественного потребления, включающие полимеры, которые не накапливаются в процессе жизнедеятельности населения.

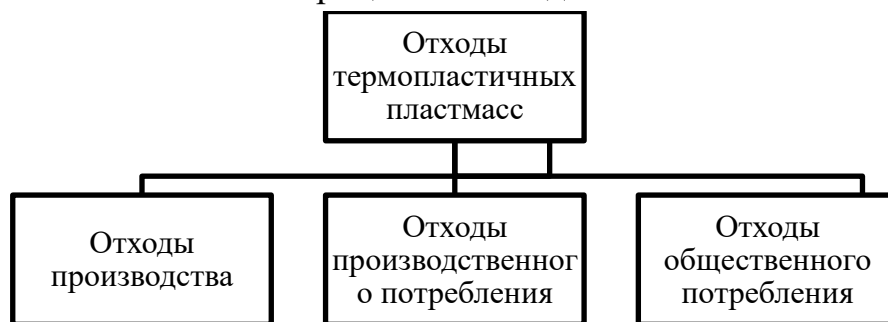


Рис. 1. Классификация отходов

В экономически развитых странах принят комплексный подход к решению проблемы использования полимерных отходов в качестве вторичного полимерного сырья. Важно отметить, что большинство экспертов в развитых странах считают, что полимерные отходы нужно в обязательном порядке выделять из основной массы ТБО и утилизировать отдельно, так как они практически не разлагаются в естественных условиях при вывозе на захоронение, а при сжигании являются одним из основных источников токсичных выбросов.

Утилизация пластиковых отходов методом сжигания также используется и на производстве «АО АКК «Прогресс» им. Н. В. Сазыкина» в цехе 115. А именно сжигается от 10 м³ стружки модельного пластика SIKABLOCK, основным компонентом которого является полиуретан (см. рис. 2).



Рис. 2. Стружка модельного пластика

Особенности пластика SIKA

На производстве при изготовлении оснастки на фрезерных станках, используются плиты из модельного пластика SIKABLOCK. Модельный пластик SIKABLOCK – это блочные полиуретановые пластины немецкого производства. Данный вид материала является термопластом и имеет возможность вторичной переработки. Данный пластик является оптимальным продуктом применяемым в различных областях промышленности, например, для изготовления дизайн-моделей, моделей для контроля данных, шаблонов или стержневых ящиков. Предлагается множество различных типов модельных плит, с различной плотностью от 0,08 до 1,75 г/см³ и размерами, вплоть до 2500x1200x400 мм. Максимальная абразивостойкость, прекрасная податливость механической обработке, очень высокая прочность (см. таблица 3). Высокоплотный полиуретановый модельный пластик применяется для изготовления форм и технической оснастки, моделей для контроля данных, калибровочных шаблонов, оснастки

для формовки листового металла, моделей и строжневых ящиков в литейном производстве.

Табл. 1. Физико-механические характеристики SIKABLOCK

Физико-механические характеристики		
Плотность	1,2	г/см ³
Твердость по Шору	D84	-
Прочность на изгиб	110	МПа
Модуль упругости	2,550	МПа
Сопротивление сжатию	105	МПа
Сопротивление удару	25	кДж/м ²
Абразивная стойкость	230	мм ³
Критическая температура тепловой деформации	78	°C
Коэффициент термического расширения	68x10 ⁻⁶	K ⁻¹

Также данный вид пластика тратится на изготовления частей литниковых систем (выпоры, питатели), где требования к геометрии и надёжности уступают требованиям основной части оснастки. Откуда появляется следующая проблема использования SIKABLOCK в деталях, которым требуется меньшие физико-механические характеристики. Поэтому получаемый материал после переработки стружки должен заменить часть пластика для изготовления выпор и питателей.

Это позволит снизить расходы модельного пластика, а также упростит часть задач на модельном участке.

Цель нашей работы, это разработать метод переработки модельного пластика SIKABLOCK. Снизить экономические затраты и решить проблему выброса опасных веществ при сжигании полиуретана.

1. Проблема

При обработки модельного пластика, около 51% всей пластиковой плиты, идёт в отходы в виде стружки. В среднем в неделю объёмы стружки составляют порядка 2 м³; в месяц 10 м³ и более. Весь объём стружки утилизируется методом сжигания без вторичной и последующей переработки.

Чтобы наглядно показать сколько стружки сжигается, были сделаны расчёты по десяти деталям (762.89.8.163.401, 762.89.8.171.302, 762.89.8.163.501, 762.89.8.443.401, 850.89.8.985.501, 762.89.8.159.201,

762.89.8.159.501, 850.89.9.985.301, 762.89.9.159.302, 111.89.8.187.515)
таблица 2.

Табл. 2. Исследуемые детали

№ оснастки	Объем заготовки, см ³	Объем детали, см ³	% детали	% стружки
762.89.8.163.401	4640,1	1333,17	28,73	71,27
762.89.8.171.302	22068,5	17384,13	78,77	21,23
762.89.8.163.501	2880	1137,8	39,5	60,5
762.89.8.443.401	7803	3781,58	48,46	51,54
850.89.8.985.501	4582,5	2676,8	58,41	41,59
762.89.8.159.201	84314	58372,72	69,23	30,77
762.89.8.159.501	23316	10809,43	46,36	53,64
850.89.9.985.301	137400	101967,1	74,21	25,79
762.89.9.159.302	22785	3746,97	16,44	83,56
111.89.8.187.515	1544,73	512,54	33,18	66,82
		Ср. значение	49,329	50,671

Из таблицы видно, что почти 51% модельного пластика из заготовки превращается в отходы, которые после утилизируются и не используются (см. рис. 3).



Рис. 3. Диаграмма расхода SIKABLOCK

Отсюда вытекает две проблемы: экономическая и экологическая.

1.1 Экономическая

Экономическая проблема заключается в том что модельный пластик имеет достаточно высокую стоимость (см. таблица 3).

Табл. 3. Стоимость модельного пластика SIKA BLOCK M-960

1000x500x50 мм (0,025 м ³)	17,384 рублей
1000x500x75 мм (0,0375 м ³)	19,575 рублей
1000x500x100 мм (0,05 м ³)	31,365 рублей

Этот же пластик используется в создании части литниковой системы такие как выпоры и питатели. Например для расчетов будем использовать деталь с уже спроектированной литниковой системой, выбранной в случайном порядке, ввиду сложности подсчёта использования материала на всех деталях. Электронная модель (см. рис. 4) детали, на которой с помощью инструмента «Анализ» измеряем объёмы литниковой системы, которая изготавливается так же как и сама деталь, но требования к ней менее жесткие.

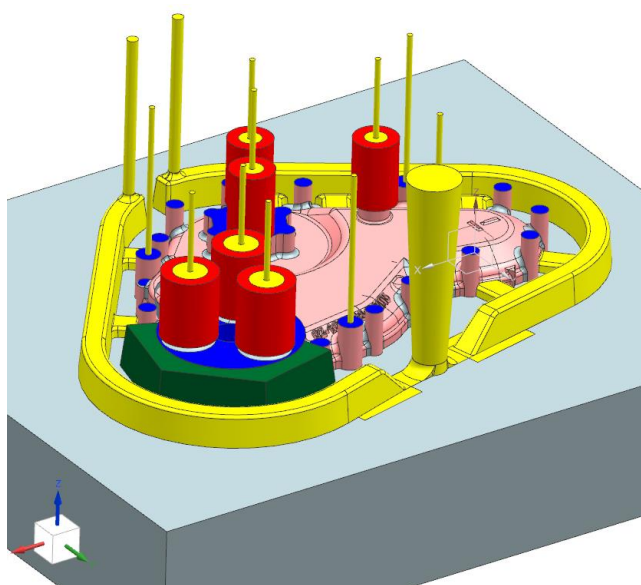


Рис. 4. Электронная модель детали

Измерив, получаем что на данную литниковую систему было использовано 0,00242 М³ модельного пластика, далее посчитаем объём SIKA BLOCK M960 с габаритами 1000*100*500 мм, получили результат равный 0,05 М³.

$$0,00242 * 20 = 0,0484 \text{ М}^3$$

Получаем что из одной пластины с габаритами 1000*100*500 мм, можно сделать примерно 20 таких литниковых систем.

1.2 Экологическая

Экологическая проблема состоит в том, что весь объем стружки сжигается и не используется в качестве сырья для вторичной переработки.

Полиуретан имеет пониженную пожароопасность, другими словами горит только при очень высоких температурах, и только при прямом контакте с открытым огнём. При горении полиуретана выделяются очень опасные газы, в числе которых HCN (синильная кислота) эти газы способны за короткое время убить или отравить человека. При температуре выше +170 градусов по Цельсию полиуретан начинает разлагаться с выделением летучих сгораемых газов. В продуктах термоокислительной деструкции и неполного сгорания полиуретана содержатся пары изоцианатов, цианистый водород, метан, этан, бутан и другие насыщенные и ненасыщенные углеводороды.

2. Способ переработки

Мы же в свою очередь предлагаем, стружку модельного пластика не просто утилизировать путем сжигания, а использовать в качестве вторичного сырья для переработки блоков SIKABLOCK.

2.1 Утилизация и переработка пластика

Процесс сбора и переработки пластиков отходов происходит по следующей схеме (см. рис. 5):



Рис. 5. Этапы переработки

Весь процесс переработки происходит в два этапа:

- Сортировка, главным образом проходит ручным способом. Удаляется загрязнение, лишние элементы;
- Пластик измельчается и переплавляется в новую форму, или измельчается в хлопья, затем прогревается перед процессом грануляции.

Достоинство переработки отходов из пластика

- Экономия не возобновляемых ископаемых видах топлива, таких как нефть;
- Снизить потребление применяемой энергии;
- Сократить количество твердых отходов;
- Снизить выброс углекислого газа (и других токсичных веществ) в атмосферу.

2.2 Предложение по переработке

При повторном использовании пластика после его переработки, нужно учитывать, что пластик не будет полностью соответствовать параметрам, какие он имел до переработки. Поэтому использование его как материала основных и точных деталей для оснастки мы сочли не целесообразным. А использовать в качестве материала для моделирования части литниковой системы (выпоры, питатели). К моделированию и эксплуатации, которых требования к точности, твёрдости ниже, чем к основной детали. А их геометрия складывается из простых примитивов цилиндр, параллелепипед, конус.

Переработкой пластиковых отходов (полиуретана) на территории Российской Федерации занимаются такие предприятия как:

- ГК «ЦЕССОР»;
- НПФ «ВИТУР»;
- ООО «РУСПОЛИМЕР».

Также в процессе подготовки был изучен и проанализирован технологический процесс и проведён опрос среди работников модельного участка. В процессе которого было выявлено:

- процесс получения готового материала не должен нести в себе существенные изменения в рабочем процессе, а также сложность его изготовления, включая вредность выделяемых газов при переработке. Поэтому изготовление цельного блока по формату покупаемых модельных плит является нецелесообразным;

- нецелесообразность склеивания из 5-6 переработанных отрезков в один большой блок модельного пластика для заготовки, так как склейка – это сложный и дорогой процесс, а главное очень продолжительный по времени;

- что пластик, который по своим качествам уступает оригинальному, можно применить в моделировании литниковой и питательной системах. А именно в выпорах и питателях цилиндрической формы, большая часть которых, создаётся на токарном станке без использования ЧПУ. В настоящее время используются нарезанный оригинальный пластик формы параллелепипеда для вытачивания цилиндрических и конусных выпор или

питателей негативно влияет на оборудование, а также является «неудобной» задачей для токаря.

Поэтому предлагается, чтобы переработанный пластик был цилиндрической формы, что существенно упростило бы работу специалистам на модельном участке.

При проектировании предложения были учтены следующие факторы:

- Объём полученной стружки, 49% материала уходит в стружку, которая после отвозится на полигон и сжигается;
- Материал стружки, небольшие куски пластмасса, срезанные режущим инструментом, длиной не больше 4 см;
- Прочие отходы, в контейнер вместе со стружкой выбрасываются, также отходы пиломатериалов;
- Время переработки;
- Удобство;
- Экономическое обоснование.

Предлагается перерабатывать пластик с помощью термопласт автомата насадкой, в результате чего будет получен цилиндрический пластик. Получать материал, а далее производить нарезку изделия по необходимости (см. рис. 6).

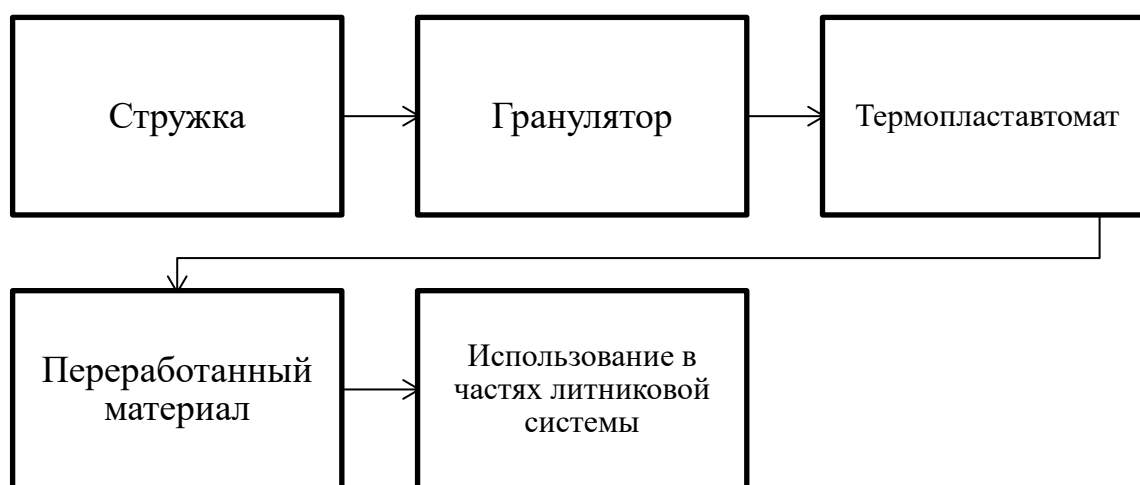


Рис. 6. Графическое представление процесса

Гранулятор нужен для измельчения и упаковывания стружки в гранулы, для более правильной работы термопласт автомата, так как в случае загрузки стружки будет осуществляться закупоривание в бункере термопластавтомата.

Термопластавтомат, литьевая машина под давлением, суть метода которой состоит в том, что полимер, поступающий в гранулированном виде в специальный инъекционный цилиндр, нагревается до вязкотекучего

состояния, пластицируется, гомогенизируется, а затем под высоким давлением и с большой скоростью впрыскивается в сомкнутую литьевую форму. В форме полимер охлаждается (при литье термопластов) или отверждается (при литье реактопластов), переходит в твердое состояние, после чего готовое изделие извлекается из формы. В настоящее время в промышленности реализуются различные технологические схемы процесса литья под давлением, что, естественно, не может не влиять на разнообразие конструкций литьевого оборудования.

Схема работы (см. рис. 7) литьевого оборудования. Перерабатываемый материал вручную или специальными транспортными устройствами подается в бункер 1 установленный над загрузочным отверстием инъекционного (материального) цилиндра 2. Предпочтение отдается гранулированным материалам, так как по сравнению с порошкообразными они лучше транспортируются, не прилипают к стенкам бункера, не склонны к сводообразованию, менее гигроскопичны и легче дозируются.

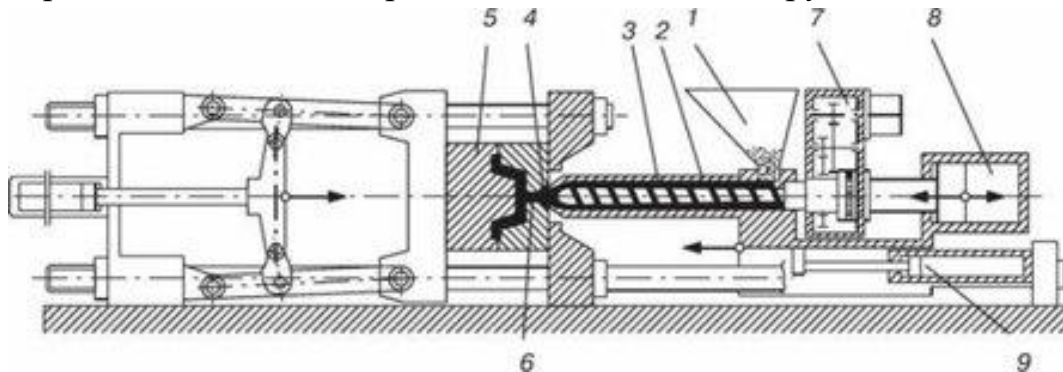


Рис. 7. Схема литьевой машины с пластикатором шнекового типа

В ряде случаев в бункере устанавливается ворошитель, улучшающий подачу материала в материальный цилиндр; устройство для подсушки материала; датчики заполнения и другие устройства. Из бункера материал через загрузочное отверстие поступает в материальный цилиндр. Современные машины в подавляющем числе случаев оборудованы шнековыми пластикаторами: в материальном цилиндре 2 находится шнек 3, имеющий приводы как для вращательного 7, так и для возвратно-поступательного 8 движений. В момент загрузки материала шнек вращается и обеспечивает продвижение полимера вдоль своей оси к соплу 4, находящемуся в конце материального цилиндра. Во время транспортировки от загрузочного отверстия к соплу материал нагревается за счет подвода тепла от нагревателей, установленных на внешней поверхности материального цилиндра, плавится, гомогенизируется и пластицируется. Нагреватели (чаще всего это нагреватели сопротивления, реже —

индукционные) распределяются вдоль материального цилиндра по зонам обогрева, причем каждая из зон имеет свои датчики и систему независимого регулирования температуры. Во избежание залипания материала на стенках загрузочного отверстия и вблизи его в области соединения материального цилиндра с бункером предусматривается зона водяного охлаждения.

Сопло материального цилиндра при переработке материалов с большой вязкостью, обладая значительным гидравлическим сопротивлением (сопло открытого типа), препятствует выходу расплава полимера, подаваемого шнеком, наружу. В области перед соплом начинает скапливаться доза полимера, а так как шнек продолжает вращаться, то в этой области создается давление (давление пластикации), которое, воздействуя на шнек, стремится отодвинуть его и таким образом расширить объем для набираемой дозы. Устройство машины позволяет перемещение шнека вдоль своей оси. Так продолжается до тех пор, пока не будет набран необходимый объем дозы. В случае переработки полимеров с низкой вязкостью расплава на время набора дозы сопло запирается специальным клапаном (сопло закрытого типа).

После того как в шнековом пластикаторе набралась необходимая доза полимера, сопло материального цилиндра подводится с помощью привода 9 к предварительно сомкнутой форме 5. Создается осевое усилие на шнек, направленное в сторону сопла. В накопленном объеме полимера создается высокое давление (давление впрыска) и полимер, преодолевая гидравлическое сопротивление сопла открытого типа, или через открывшийся клапан сопла закрытого типа устремляется через литниковую систему 6 формы в ее оформляющую полость. После заполнения формы полимер в течение некоторого времени выдерживается под давлением, а затем происходит либо его охлаждение (при переработке термопластов), либо отверждение (при переработке реактопластов). Затем форма размыкается и из нее извлекается готовое изделие.

Стоит отметить, что готовое изделие можно получить любой формы, если выточить матрицу. Но мы рассматриваем модель с получением материала цилиндра, параллелепипеда, или конуса (см. рис. 8)

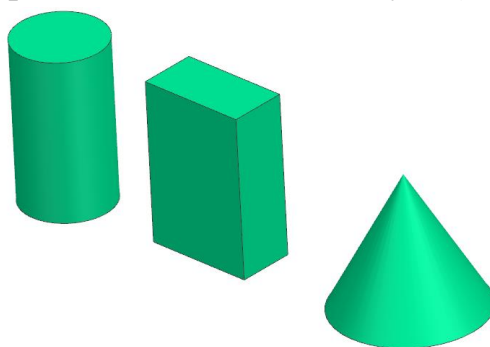


Рис. 8. Простейший вид получаемого материала

Данный материал, отлично подойдёт для замены оригинального SIKABLOCK при использовании для создания части литниковой системы в стержневом ящике, призматической (см. рис. 9), цилиндрической (см. рис. 10) форм.

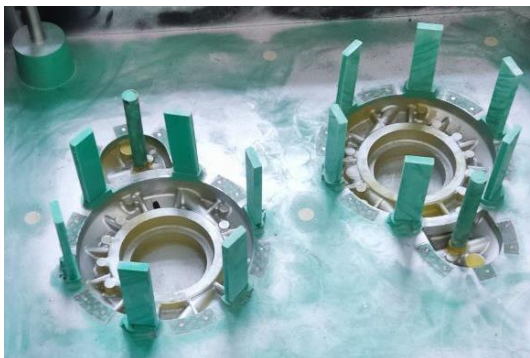


Рис. 9. Части литниковой системы (выпоры), материалом для которых может служить переработанный пластик (параллелепипед)



Рис. 10. Части литниковой системы (выпоры), материалом для которых может служить переработанный пластик (цилиндр)

3. Результат

Получаемый материал, который отлично подойдёт для использования его в таких элементах оснастки как выпоры и питатели. Экономический эффект будет получен уже через 14 месяцев. А вопрос об экологичной утилизации отходов модельного пластика будет закрыт путём его технологической переработки.

3.1 Технологический

В работе предлагается перестать тратить оригинальный пластик и вместо него использовать переработанный пластик, без ущерба качеству стержневого ящика. Также создать более удобную форму пластика для токарного станка, что существенно упрощает работу токарю, а также снижает технологический урон станку.

3.2 Экономический

Стружки 51% по стоимости – это 15000 рублей, с самого большого блока, которая после утилизируется. Количество материала на выпоры и питатели, которые делаются из оригинального пластика варьируются, но для примера были взяты 10 деталей, и общий объём потраченного на них материала для изготовления простых элементов литниковой системы 0,4 м³. А это примерно 8 модельных плит, то есть 240000 рублей. Учитывая, что сейчас за месяц утилизируется 10 м³ стружки от модельного пластика, а при внедрении такой системы весь пластик будет перерабатываться и позволит сократить расходы SIKABLOCK.

3.3 Экологический

Благодаря, переработке и вторичному использованию отходов пластика, мы сокращаем объём сжигания полиуретана и уменьшаем выброс токсичных веществ в атмосферу. Улучшает экологическую составляющую производства, позволяет осуществить цикл безотходного производства.

Вывод

В данной статье была разработана и предложена система переработки пластиковых отходов на производстве АО ААК «Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» для цеха 115. Было предложено запустить процесс переработки пластиковой стружки от SIKABLOCK. Процесс, предлагаемый к внедрению, помогает сократить расходы производства и улучшить экологическую ситуацию. Снизить расходы пластика предлагается за счёт замещения пластика на часть литниковой системы материалом, полученным в результате переработки. Получение заготовок для выпоров и питателей формы, близкой к форме деталей, сократит расходы на обработку и повысит технологичность процесса. В результате будет получен цикл безотходного производства, сократится выброс опасных веществ, таких как: синильная кислота, изоцианата, цианистый водород, метан, этан, бутан и другие насыщенные и ненасыщенные углеводороды.

Был произведен предварительный расчет экономического эффекта от внедрения способа переработки пластика. В связи с тем, что ведение статистики затруднено, данные для расчёта собирали непосредственно у рабочих на участках производства, работающих с модельным пластиком.

Предлагаем внедрить в цехе 115 рассмотренный процесс переработки пластика.

Список литературы:

1. Экструзия древопластиков: технологии и тенденции [электронный ресурс]: <http://www.drevoplastic.ru/ekstruzia-drevoplastika.html>

2. Медунецкий В.М., Солк С.В., Лебедев О.А. Опыт единичного и мелкосерийного производства оптико-механических систем // Изв. вузов. Приборостроение. 2016. Т. 59, №7. С. 600–604. DOI: 10.17586/0021-3454-2016-59-7-600-604.

3. Ревяко М.М., Прокопчук Н.Р. Теоретические основы переработки полимеров: учеб. пособие. Минск: БГТУ, 2009. 305 с. Ширяева Л.С., Куценко А.А., Пономарева К.В. Литье металлов и пластмасс с использованием синтез-мастер-моделей (форм) и аддитивных технологий // Сборник материалов IX Всерос. научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 18-21 апр. 2017 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». Кемерово, 2017. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0306005-.pdf>

4. Тужилин С.П., Лопатина Ю.А., Свиридов А.С. Переработка полимерных материалов методом свободного литья в вакууме // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 7. С. 93–100. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-7-93-100

5. Новиков, А. К., Матвеев, А. К., Егорова, Е. А., Солтовец, Г. Н., Матвеев, К. С., Пятов, В. В. (2010), Способ переработки отходов жестких полиуретанов, Витебский государственный технологический университет, № а 20101025, заявл. 07.07.2010, опубл.30.06.2012, Бюл. № 3 (86).

6. Швецов, Г. А. (1988), Технология переработки пластических масс, Москва, Химия, 512 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.Ф. Клюкман, Д.С. Борзенко

Главный металлург Д.В. Штрак

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания

«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Аннотация. В статье описана концепция литья по выплавляемым/выжигаемым моделям в условиях АО ААК «ПРОГРЕСС», применение аддитивных технологий в данном направлении на 2022 г., а также перспективы развития, задачи производства и предлагаемые решения.

Составлено экономическое обоснование внедрения аддитивного производства в технологию литья по выплавляемым моделям.

Работа состоит из 14 страниц и содержит 10 иллюстраций и 4 таблицы.

Ключевые слова: 3D принтер, литьё по выплавляемым моделям, аддитивные технологии, серийность производства отливок.

Введение

Тема данного проекта связана с литейным производством в АО ААК «ПРОГРЕСС». Предприятие имеет оборудование и технологии для изготовления точных отливок из титановых и стальных сплавов, а именно вакуумно-дуговые печи. С помощью вакуумного термического оборудования можно получать детали с высокими механическими свойствами из специальных сталей.

Цель проекта – создание современного участка литья по выплавляемым моделям для повышения качества литья, увеличение объёма выпуска годной продукции, а также повышение эффективности производства за счёт применения аддитивных технологий. Срок реализации по 31 декабря 2023 г.

Проблематика

До 2021 г. литьём по выплавляемым моделям на АО ААК «ПРОГРЕСС» изготавливались отливки из сталей и титановых сплавов. В 2021 г. принято решение остановить производство титанового литья и сосредоточиться на стальном. Существуют две основные проблемы:

- Большие производственные площади по отношению к объёму выпускаемой продукции;
- Высокая себестоимость отливок по технологии ЛВМ.

На Рис. 1 представлены текущие литейные мощности для ЛВМ.



Рис. 1. Пример используемого оборудования: печи, шприц-машина, бойлерклав.

Планируется приобретение нового оборудования для ЛВМ, см. Рис. 2.

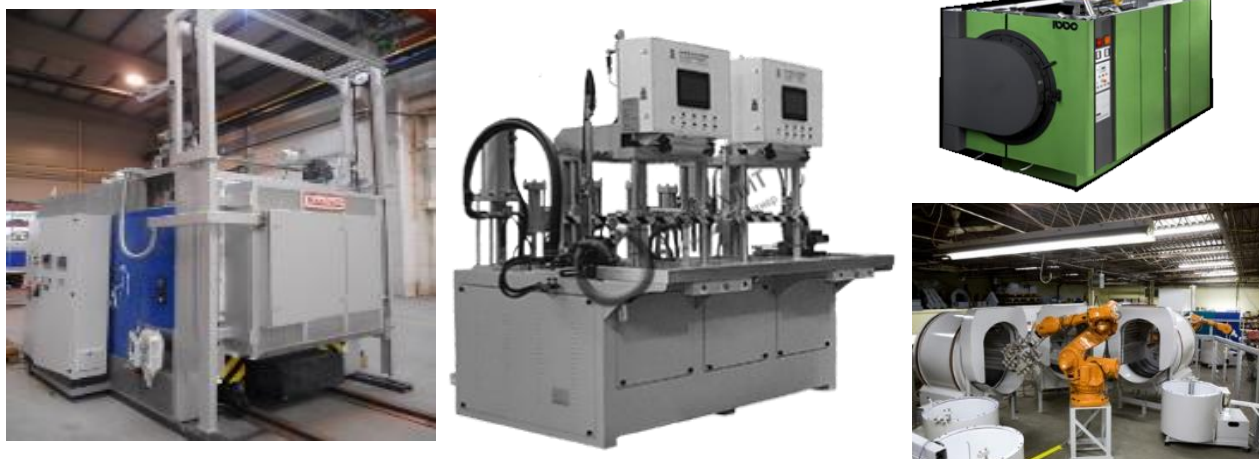


Рис. 2. Новое оборудование: печь, роботизированный комплекс нанесения огнеупорного покрытия, шприц-машина, бойлерклав.

Новое оборудование позволит сократить себестоимость и занимаемые площади. Остаётся проблема при производстве точного литья по технологии ЛВМ для единичного и мелкосерийного производства. Задача в проектировании и изготовлении пресс-форм (см. Рис. 3), необходимых для традиционного производства отливок по технологии ЛВМ. Также для отработки технологии литья и геометрии отливки, выгоднее использовать прототипы отливок до изготовления пресс-форм. Это позволяет:

- Устранить возможные доработки пресс-форм, которые возникают при традиционной литейной технологии без отработки процессов на прототипах, полученных с помощью аддитивных технологий;
- Предоставить механическому цеху прототип отливки для отработки техпроцесса и написания программ ЧПУ;
- Исключить из техпроцесса проектирование и производство пресс-форм для мелкосерийного производства.



Рис. 3. Пример изготовления пресс-формы производства АО ААК «ПРОГРЕСС» и пресс-форма в разобранном виде (справа).

Пресс-формы изготавливаются по комбинированной технологии:

- На слесарном участке - полностью;
- Частично на станках с ЧПУ, частично на слесарном участке.

Пример затрат времени на проектирование и изготовление пресс-формы приведены в Таблице 1.

Табл.1. Затраты времени на изготовление пресс-формы

Специалист	Задачи и длительность работ
Конструктор	10 дней: ЭМ отливки; Чертёж отливки; ЭМ оснастки; Чертёж и паспорт оснастки; Согласование документов.
Программист	<u>49 дней</u> на разработку: 4 программы ЧПУ; 4 карты наладки.
Литейное производство	Ориентировочно 6 мес занимается подбором: • материалов; • инструмента; • технологического оборудования. <u>За 2 часа 8 минут</u> выполняет обработку деталей (расчёт в САМ программе). Реальное время ориентировочно 5,5 час.

Из таблицы следует, что общие затраты по времени составляют 6 мес, и включают в себя значительное время на ожидание и переделы. ЭМ модель пресс-формы и отливки, по которой составлена Таблица 1, см. на Рис. 4.

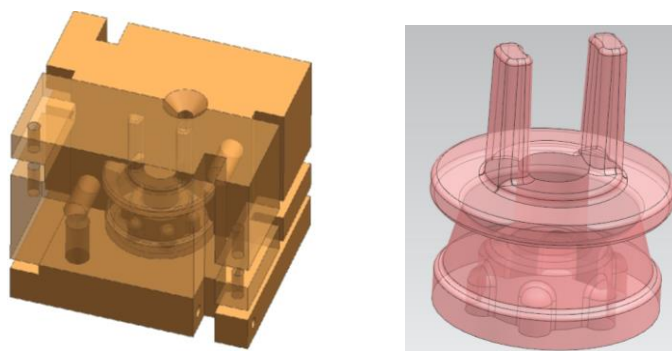


Рис. 4. ЭМ пресс-формы и отливки

Для изготовления мелкой серии отливок, в т.ч. которых нужно 1-2 шт., необходимо изготавливать дорогостоящую пресс-форму (стоимость смотреть

в разделе Экономика), и ожидать 2-6 мес от момента старта работы по проектированию пресс-формы до получения первого образца отливки. Например, на Рис. 5 показаны детали АО ААК «ПРОГРЕСС» из сплава ВНЛ-3, которых требуется по 2 шт.

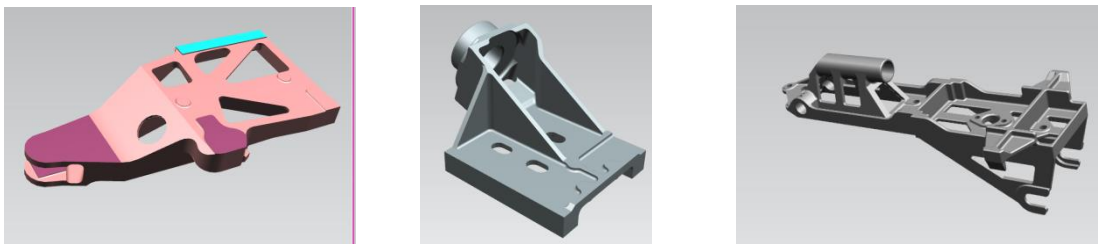


Рис. 5. Примеры ЭМ деталей для литья по технологии ЛВМ

Предлагаемое решение

Предлагается приобрести оборудование и материалы для производства мастер-моделей для технологии ЛВМ. Пример такого оборудования показан на Рис. 6. Перед АО ААК «ПРОГРЕСС» стоит задача – перед приобретением оборудования проанализировать, подходят ли материалы мастер-моделей для литья по технологии ЛВМ в условиях АО ААК «ПРОГРЕСС». Т.к. существует несколько десятков видов материалов для текущей задачи, но специфика литейных технологий не всегда позволяет применять их.



Рис. 6. Оборудование для изготовления фотополимерных мастер-моделей для литья по технологии ЛВМ.

Исследовательские работы

В поисках решения проблем и улучшения производства были проведены тестовые работы по изучению материалов для аддитивного производства мастер-моделей в условиях технологии литья АО ААК «ПРОГРЕСС». Для тестовых работ были заказаны и получены образцы моделей отливок со сложной геометрией для изготовления выплавляемых моделей из разных материалов. Образцы изготовлены с использованием аддитивных технологий, по методу SLA, см. Рис. 7.

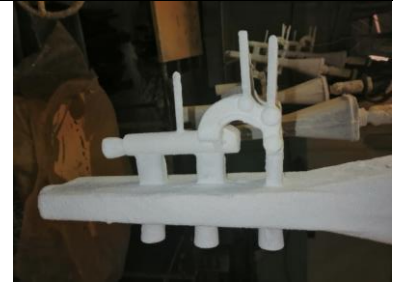


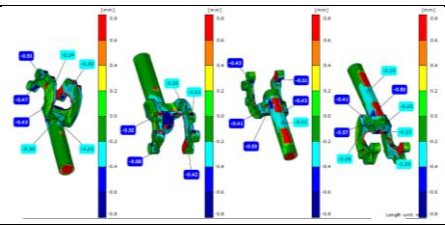
Рис. 7. Образцы моделей

Полученные образцы прошли полный технологический цикл. Предварительно закрепив на стояк, детали были обсыпаны, воск вытоплен. Полученные корки просушили и загрузили в печь для выжигания самих моделей. Для процесса выжигания потребовалось около 180 минут. На следующем этапе полученные корки были залиты металлом. После обрезки литниковой части отливки прошли АТОС и Рентген. Полученные детали полностью соответствуют чертежу, АТОС в пределах допуска, на рентген снимках дефекты отсутствуют. Часть фото техпроцесса смотреть на Табл. 2.

Таб. 2. Детализация исследовательских работ

Иллюстрация	Описание изображения
	Простановка аддитивных моделей на стояки.

	Создание корки модели для заливки
	Комплект корок
	Погрузка в печь корок после вытапливания воска в ванне
	Настройка режимов печи
	Завершение термообработки
	Простановка защитных материалов перед заливкой

	Залитые формы, материал Сталь ВНЛ-3
	Отливки с литниками
	Отливки после обрезки литниково-питающей системы
	Рентген-анализ отливок
	АТОС-анализ отливок
	Готовая отливка

Из полученных результатов, можно сделать выводы, что данная технология полностью подходит для внедрения на нашем предприятии. Переоборудование производства не потребует значительных вложений. Необходимо только приобрести SLA принтер и расходные материалы.

Результаты рентгена

Ниже кратко приведены результаты рентгеноконтроля отливок, изготовленных по технологии 3D печати мастер-модели для разных материалов

Модельная масса ВИАМ. Результат рентгена дефектов не обнаружил. Качество отливки удовлетворительное. ABS-пластик. На отливке обнаружено скопление пор, которое не допускаются по ПИ 1.2А.226-2008, качество отливки неудовлетворительное, данный дефект возможно устранить.

Objet FullCure720 (фотополимер) производства ДВФУ. Рентгенографическая лаборатория выявила большие участки скопления пор по всей поверхности отливки, которые не допускаются по ПИ 1.2А.226-2008. Качество отливки неудовлетворительное. Устранение данного дефекта невозможно.

Акура 60 (фотополимер) производства «SIU System». Рентгенографическая лаборатория выявила участки скопления пор и усадочной раковины на поверхности отливки, которые не допускаются по ПИ 1.2А.226-2008. Качество отливки неудовлетворительное. Устранение данного дефекта возможно.

Синий воск. Рентген-контроль обнаружил усадочную раковину, которая не допускаются по ПИ 1.2А.226-2008, устранения данного дефекта возможно. Поврежденная геометрия отливки ошибочно воспринялась рентген-лабораторией как незалив, и учитываться в качестве дефекта не будет.

ПММА (полиметилметакрилат). Результат рентгена выявил незначительное скопление усадочных раковин на одной из отливок. На второй отливке дефекты не обнаружены. Качество отливок удовлетворительное. Возможно устранения дефекта.

По результатам сканирования геометрических размеров отливок на установке ATOS, геометрия всех отливок находятся в допуске. В таблице 3 сравнение материалов для 3d печати по основным характеристикам.

Табл. 3. Сравнение материалов 3d печати

Характеристики	Модельная масса	ABS-пластик	Фотополимер (ДВФУ)	Фотополимер (SIU System)	Синий воск	ПММА
Соответствие изготовленной модели электронной модели отливки, результат ATOS	Не проводилась	Удовл.	Хорошо	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
Прочность моделей	Удовл.	Отлично	Отлично	Отлично	Неудовл.	Отлично
Качество обсыпки	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично	Отлично
Качество поверхности	Отлично	Отлично	Неудовл.	Удовл.	Отлично	Отлично
Результат рентген контроля	Отлично	Хорошо	Неудовл.	Удовл.	Хорошо	Отлично
Геометрические размеры	Не проводилась	Удовл.	Удовл.	Хорошо	Удовл.	Удовл.

В результате работ наиболее положительные результаты показали материалы:

- Синий воск;
- ПММА.

Для использования в серийное производство комиссия рассматривает возможность повторного проведения дополнительных работ на всех предоставленных материалах, при проработке поставщиками данных замечаний и их устранений. Возможности повторной отправки материалов, подходящие по своим свойствам под имеющийся технологический процесс на ПАО «Прогресс».

Экономика проекта

С 2011 года на АО ААК «ПРОГРЕСС» было изготовлено 160 комплектов пресс-форм на общую сумму 20 390 519,60 рублей. Часть этих пресс-форм использовалась для изготовления 1-2 опытных отливок и никогда позднее не применялась.

Средняя стоимость пресс-формы 127 440,75 рублей. Специалисты АО ААК «ПРОГРЕСС» посчитали себестоимость изготовления мастер-моделей с использованием аддитивных технологий, см. Таблицу 4.

Табл. 4. Анализ стоимости изготовления мастер-модели аддитивным способом, 1 шт.

Марка 3D принтера	Стоимость оборудования	Наименование материала	Стоимость	Кол-во материала на 1 деталь	Стоимость	Время изготовления
Kings3d 450Pro	173550 дол	Фотополимер Kings3D KS168C	248,40 долл/кг	9,7 гр	2.4 дол	0,25 часа
Zongheng3D super maker sla400	68500 евро	смола SOMOS X11122	360евро/кг	54 гр.	19,45 евро	2.5 часа
Voxeljet VX500 PMMA	840 000 евро	Порошок ПММА	-	-	5000 руб	24 часа

Стоимость изготовления существенно меньше стоимости изготовления пресс-формы. Время для отработки новой номенклатуры деталей, сокращается до нескольких дней, в зависимости от технологии изготовления. Найдём точку окупаемости и зависимость целесообразности применения аддитивного производства по технологии ЛВМ от серийности отливок, см. Рис. 8, 9 и 10.

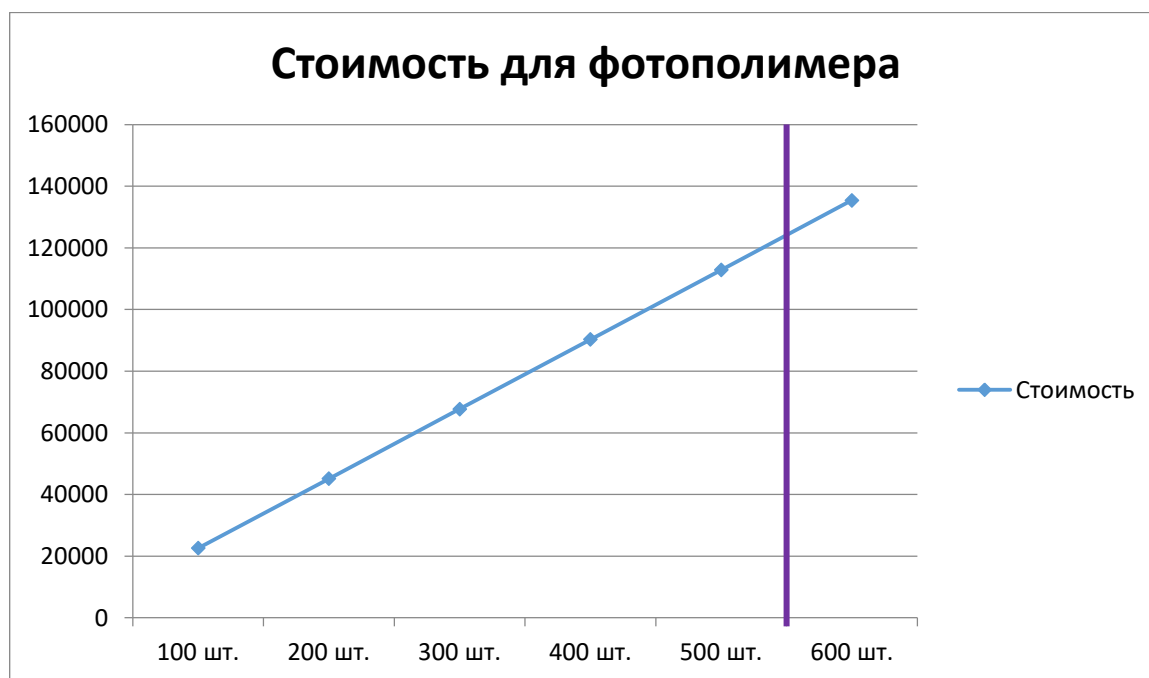


Рис. 8. Анализ стоимости для фотополимера

Партия, когда выгодно использовать мастер-модели из фотополимера, составляет 500 шт.

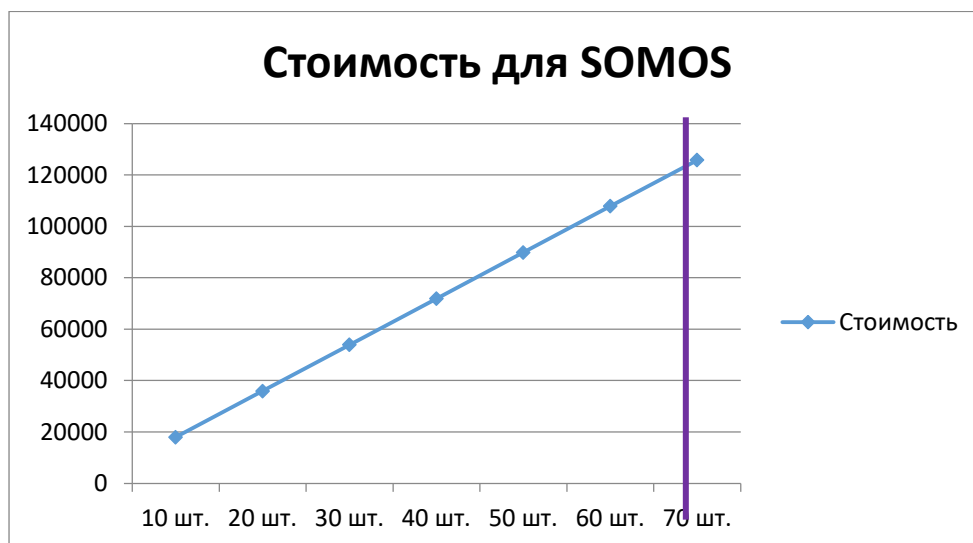


Рис. 9. Анализ стоимости для смолы SOMOS

Партия, когда выгодно использовать мастер-модели из материала Somos, составляет 60 шт. и менее.

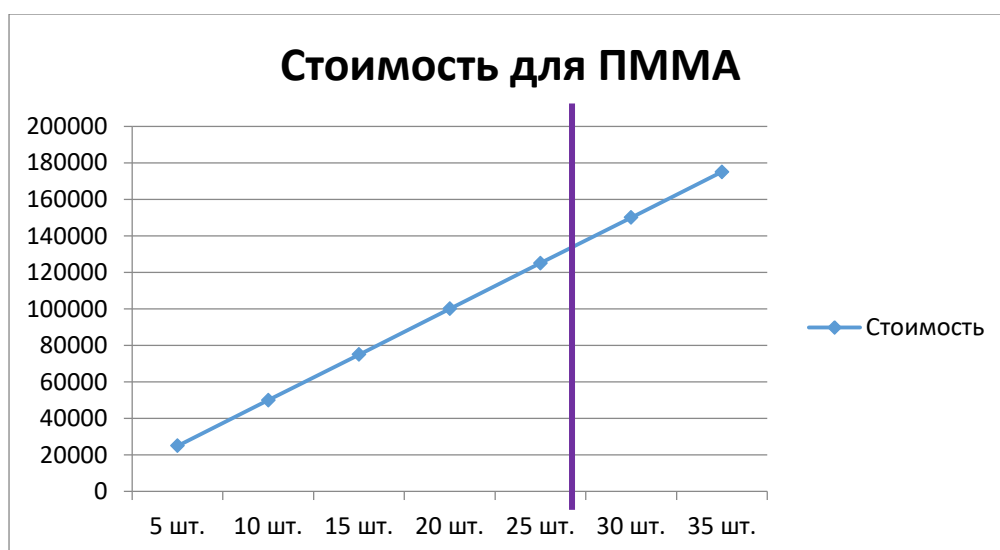


Рис. 10. Анализ стоимости для ПММА-порошка

Исходя из анализа материалов, аддитивные мастер-модели выгодно применять при партии для самого дорогого материала, менее 25 шт. Анализ материалов показал, что возможно использовать более дешёвые материалы, и данная работа выгодна вместо изготовления пресс-форм, при партии менее 500 шт.

В работе проанализированы проблемы литейного производства, даны результаты исследований и обосновано с экономической точки зрения использование аддитивных технологий при литье по технологии по выплавляемым моделям.

На АО ААК «ПРОГРЕСС» значительная номенклатура литья по выплавляемым моделям входит в диапазон, при котором выгоднее использовать аддитивные мастер-модели, а не изготавливать дорогостоящие пресс-формы.

Данное направление развивается в комплексе с аддитивным производством на АО ААК «ПРОГРЕСС», и позволит не только экономить на производстве пресс-форм, но также сократит затраты по времени получения отливок с 2-6 мес, до 1-2 недель.

Список литературы:

1. Внутренние документы АО «Вертолеты России»;
2. Внутренние документы АО ААК «ПРОГРЕСС»;
3. 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 «МОДЕЛИРОВАНИЕ», Е.Ф. Клюкман, Ю.О. Герман.
4. Межгосударственный стандарт ЕСТД «Термины и определения основных понятий» ГОСТ 3.1109-82, Москва, Стандартиформ, 2012;
5. Коммерческие предложения поставщиков материалов и оборудования для аддитивных технологий 2021-2022 гг.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ КРЫЛА ЭКРАНОПЛАНА

А. С. Гомольский

к.т.н., доцент Б. С. Ноткин – Департамента компьютерно-интегрированных производственных систем

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет» в г. Владивосток

Аннотация. Для расчета аэродинамики летательных аппаратов все чаще используют численные методы моделирования. Основным

конструктивным элементом экраноплана является крыло. В данной работе рассматривается изучение влияния геометрических размеров крыла и специальных торцевых шайб на его аэродинамику в неограниченном потоке воздуха и при экранном эффекте.

Ключевые слова: численное моделирование, аэродинамика, экранный эффект, SolidWorks Flow Simulation.

Abstract. Numerical modeling methods are increasingly used to calculate the aerodynamics of aircraft. The main structural element of the ekranoplan is the wing. This paper considers the study of the influence of the geometric dimensions of the wing and special end washers on its aerodynamics in an unrestricted air flow and with ground effect.

Key words: numerical simulation, aerodynamics, ground effect, SolidWorks Flow Simulation.

Введение

Определение аэродинамических характеристик крыла является важной инженерной задачей. Ее решение требуется при проектировании различных видов летательных аппаратов, например, экраноплана. Экраноплан это высокоскоростной летательный аппарат, способный летать на сравнительно малых высотах относительно водной поверхности за счёт взаимодействия крыльев с отражённым от них воздухом. Основными аэродинамическими параметрами крыла является подъемная сила F_z , лобовое сопротивление F_x и коэффициент аэродинамического качества $K = F_z/F_x$ [2]. Сложность определения этих сил для реальных тел вызвана влиянием множества факторов, таких как скорость движения, давление окружающей среды, плотность среды, форма тела и т. д [4, 6]. На сегодняшний день для решения этой задачи используются метод натурных испытаний, с применением масштабных моделей, или методы численного моделирования. Недостатком метода натурных испытаний является необходимость изготовления физической модели крыла, что является дорогостоящим процессом. Численные методы позволяют провести на ранних этапах аналогичные исследования, не прибегая к изготовлению реальных прототипов.

Цель исследования: изучение влияния параметров профиля крыла на его аэродинамические характеристики в условиях действия экранного эффекта с помощью численного моделирования.

Описание работы

В качестве исследуемого профиля крыла выбран профиль А-12 [1]. Этот выбор осуществлен на основе аэродинамических характеристик, полученных в результате численного моделирования в среде SolidWorks Flow Simulation. Сечение исследуемого профиля представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Изображение профиля крыла А-12

На аэродинамику крыла при экранном эффекте влияют следующие характеристики: ширина b , размах l , относительное удлинение $\lambda = l/b$, максимальная толщина профиля C , угол атаки α , расстояние от экрана до нижней поверхности крыла h и относительная высота $h_o = h/b$. Все основные размеры профиля крыла представлены на рисунке 2.

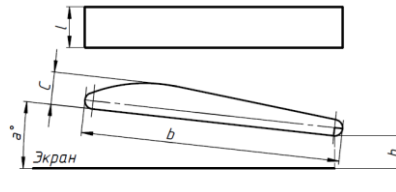


Рис. 2. Геометрические характеристики крыла

Важнейшими аэродинамическими параметрами крыла являются значения коэффициентов подъемной C_{fz} силы и силы лобового сопротивления C_{fx} . Данные коэффициенты определяются по формулам:

$$C_{fz} = 2F_z / \rho S v^2 ; C_{fx} = 2F_x / \rho S v^2, \quad (1)$$

где ρ – плотность среды; S – площадь крыла.

Методика проведения исследования

Первоначально модель исследуемого крыла продувается свободным потоком воздуха, без влияния экранного эффекта, для получения функциональных зависимостей коэффициентов подъемной силы C_{fz} и силы лобового сопротивления C_{fx} от скорости воздушного потока v , относительного удлинения крыла λ , толщины C , ширины профиля крыла b и угла атаки α . Результатом численного моделирования являются значения действующих на поверхность крыла сил F_z и F_x . Зная значения этих сил, а также геометрические размеры крыла и плотность среды определим значения коэффициентов C_{fz} и C_{fx} . При моделировании температура окружающей среды 293К, давление 101325 Па, скорость потока воздуха 100 м/с.

При моделировании так же проводилось изучение влияния торцевых шайб на аэродинамику крыла, их эффективность подтверждается рядом исследований [2, 3]. Пример продувки крыла в свободном потоке представлен на рисунке 3а. На рисунке 3б представлен пример продувки крыла торцевыми шайбами и экраном.

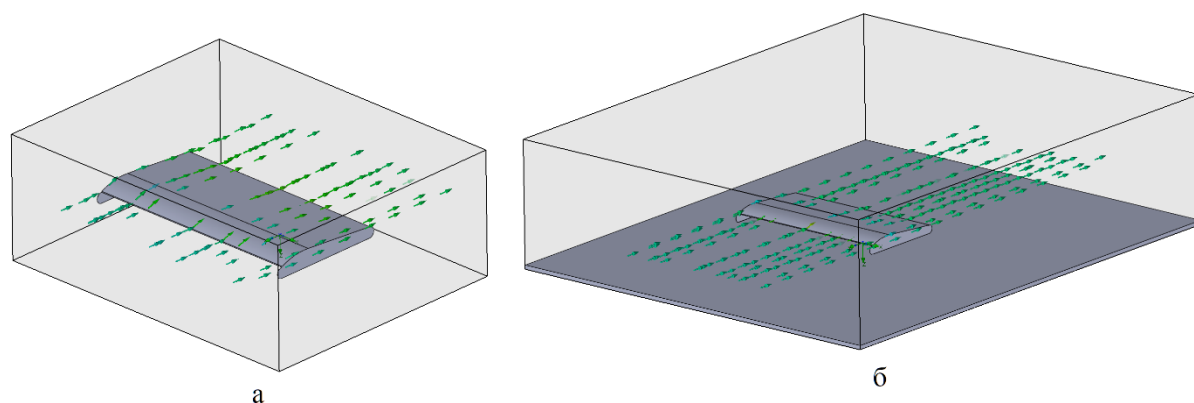


Рис. 3. Пример продувки крыла А-12 без торцевых шайб в свободном потоке воздуха а) и с торцевыми шайбами над экраном б)

Результаты моделирования

Получены значения коэффициентов подъемной силы C_{fz} и силы лобового сопротивления C_{fx} для исследуемого профиля крыла. При моделировании относительное удлинение крыла λ задано равным 20, угол атаки крыла $\alpha=4^\circ$, толщина шайбы 2 мм. При угле атаки $\alpha=0^\circ$ происходит значительное падение аэродинамических качеств крыла. Эмпирические значения коэффициентов для различных конфигураций крыла в свободном потоке воздуха без экранного эффекта занесены в таблицу 1.

Табл. 1. Значение коэффициентов C_{fx} и C_{fz} в зависимости от геометрии без экрана

Ширина b , м	Толщина C , мм	Торцевые шайбы, мм	C_{fx}	C_{fz}	K
1	60	Без шайб	0,0163	0,153	9,37
5	300		0,0157	0,155	9,67
10	500		0,0158	0,159	10
1	60	200	0,0233	0,329	14,11
5	300	200	0,0172	0,189	10,94
10	500	200	0,0168	0,171	10,2

Увеличение ширины крыла b приводит к снижению значения коэффициента подъемной силы и общему ухудшению аэродинамического качества крыла K , чем уже крыло, тем лучше его аэродинамические характеристики. Однако значительное уменьшение ширины крыла b , и его компенсация за счет длины l не всегда может быть целесообразной. При чрезмерном увеличении размаха крыла возрастает нагрузка на его конструкционные элементы, увеличивается колебания крыла, что приведёт к снижению управляемости и стабильности полета, а также к увеличению

требования к прочностным характеристикам материалов. Установка по торцам крыла специальных шайб способствует повышению динамических характеристик крыла даже при полете без учета экранного эффекта.

Проведено изучение влияния толщины и ширины крыла на аэродинамику. При моделировании исследуемые крылья были без шайб, а угол атаки крыла $\alpha=4^\circ$. Данные численного моделирования представлены на рисунке 4. Стоит отметить, что данные на графиках отражают то, как изменяются коэффициенты относительно эталона, в качестве эталона выступает крыло с относительным удлинением $\lambda=10$. Уменьшение толщины с шириной при $\lambda<5$ приводит к более резкому снижению аэродинамики. Падение аэродинамики происходит за счет возникновения индуктивного сопротивления, а также за счет появления эффекта перетекания давления из зоны повышенного давления расположенной под крылом в зону пониженного расположенной над верхней поверхностью крыла. Снижение лобового сопротивления от изменения относительного удлинения при $\lambda<2$ не столь значительно, как снижение коэффициента подъемной силы.

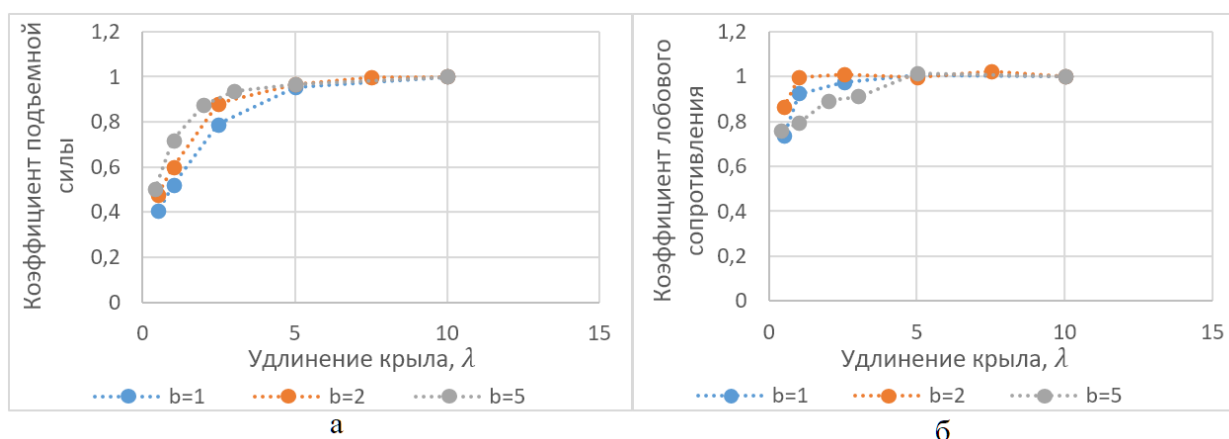


Рис. 4. Зависимость коэффициентов от толщины и ширины крыла а) коэффициент подъемной силы C_{fz} б) коэффициент лобового сопротивления C_{fx}

Проведено изучение влияния на аэродинамику крыла ширины b в зоне действия экранного эффекта. Для исследуемой модели крыла значительный прирост аэродинамических характеристик наблюдается при угле атаки от 4 до 15 градусов. Результаты моделирования зависимости коэффициентов подъемной силы C_{fz} и силы лобового сопротивления в зависимости от расстояния от крыла до экрана. Графики зависимости подъемной силы и силы лобового сопротивления от относительного расстояния h_o (рис. 5).

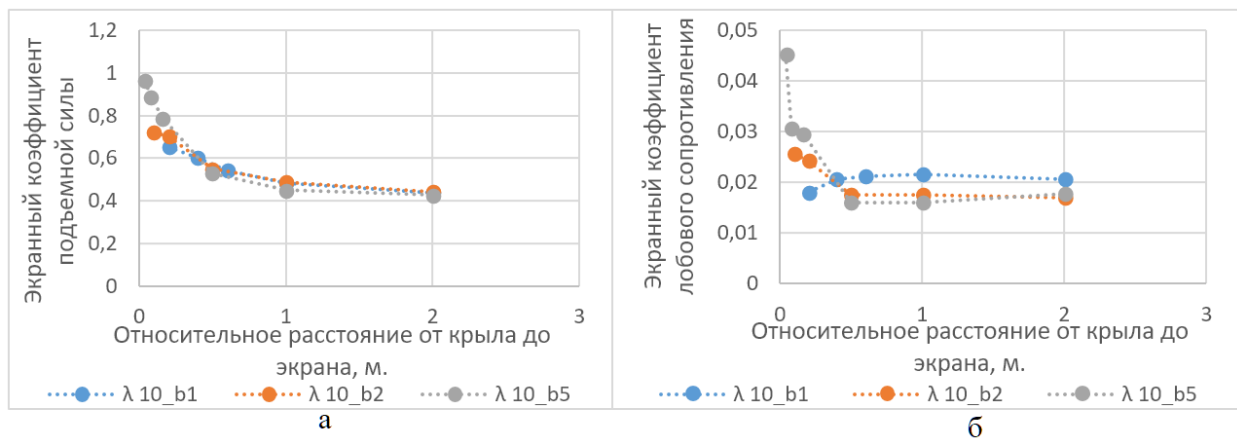


Рис. 5. Зависимость коэффициентов от ширины крыла b а) коэффициент подъемной силы C_{fz} б) коэффициент лобового сопротивления C_{fx} .

Увеличение ширины крыла мало влияет на изменение подъемной силы вблизи экранного эффекта, в то же время при малых высотах $h_o < 0,2$ увеличение толщины позволяет значительно повысить динамические характеристики.

Ввиду того, что при полете на экране с увеличением ширины крыла b наблюдается уменьшение лобового сопротивления, а прирост подъемной силы крыла C_{fz} значительно превышает негативный эффект от индуктивного сопротивления, то для экранопланов, которые рассчитаны для полета исключительно в зоне действия экранного эффекта, значительное увеличение ширины b имеет смысл.

Вывод

Проведено изучение аэродинамики исследуемого профиля крыла. Изучено влияния размеров крала на его аэродинамические характеристики в условиях неограниченного потока воздуха и при экранном эффекте. Изучено влияния специальных торцевых шайб на общую аэродинамику крыла, выявлено, что их использования позволяет значительно повысить аэродинамические характеристики крыла в сплошном потоке воздуха.

Список литературы:

1. Справочник Авиационных Профилей [Электронный ресурс]. // DOCPLAYER информ.-справочный портал. URL: <http://docplayer.com/26270002-Spravochnik-aviacionnyh-profiley.html> (дата обращения: 16.01.2022).

2. Павленко, О. В. Влияние формы законцовки на обтекание крыла / О. В. Павленко, А. М. Раздобарин, Г. А. Федоренко // Ученые записки ЦАГИ. – 2018. – Т. 49. – № 3. – С. 26-35.

3. Кальянов П.С., Применение механизации крыла в виде закрылка и предкрылка на взлетных режимах экранопланов со статической воздушной подушкой / Кальянов П.С., Лукьянов А.И., Февральских А.В., Шабаров В.В. // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – 2. – 9-14.

4. Соловьева, А. А. Моделирование распределения водного потока в программном комплексе "SolidWorks Flow Simulation" / А. А. Соловьева // Научный потенциал молодежи и технический прогресс: Материалы I международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11 мая 2018 года. – Санкт-Петербург: Индивидуальный предприниматель Жукова Елена Валерьевна, 2018. – С. 21-23.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСНЫХ ОТЛИВОК ДЛЯ ВЕРТОЛЁТА Ка-62 В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

М. Ф. Ковтун, И. И. Сабуров

*Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания
«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев*

*Общество С Ограниченной Ответственностью «ВР Литейное
производство» в г. Арсеньев*

Аннотация. Ка-62 новая жизнь советского вертолёт-разведчика. Прототипом разрабатываемой модели стал военный Ка-60, именуемый «Касатка». Поставщиком агрегатов трансмиссии и редуктора являлась австрийская компания Цоклер (Zoerkler). В силу сложившейся политической ситуации данная компания не имеет возможности поставлять свою продукцию в Россию. В целях импортозамещения Арсеньевская авиационная компания АО ААК «ПРОГРЕСС» им. Н. И. Сазыкина совместно с АО «Редуктор-ПМ» взялась за освоение и разработку отечественного редуктора с использованием аддитивных технологий. Нами были разработаны и отлиты заготовки для редуктора многофункционального вертолёт Ка-62, который предназначен для гражданской эксплуатации, но может использоваться и для военных нужд.

Ключевые слова: цоклер (Zoerkler), освоение, редуктор, импортозамещение, аддитивные технологии.

Annotation. The Ka-62 is the new life of the Soviet reconnaissance helicopter. The prototype of the developed model was the military Ka-60, called the "Killer Whale". The supplier of transmission and gearbox units was the

Austrian company Zoerkler. Due to the current political situation, this company is not able to supply its products to Russia. In order to import substitution, Arseniev Aviation Company Progress named after N. I. Sazykin, together with JSC Reducer-PM, undertook the development and development of a domestic gearbox using additive technologies. We have developed and cast blanks for the gearbox of the multifunctional Ka-62 helicopter, which is intended for civilian use, but can also be used for military needs.

Keywords: Ka-62, Zoerkler, development, gearbox, import substitution, additive technologies

Введение

На сегодняшний день санкции являются одним из ключевых политических рисков для российского и международного бизнеса. Они создают проблемы для иностранных инвесторов в отечественную экономику, а также для зарубежных партнеров и контрагентов российских компаний. Сохраняется неопределенность применения существующих ограничительных мер или появления новых. С 2012 года со стороны США и стран ЕС действует политические и экономические ограничения против России, отдельных лиц и организаций.

В связи с этим для изготовления вертолѐта Ka-62 возникает вопрос о приостановлении («заморозки») проекта. АО «Редуктор-ПМ» совместно с АО ААК «ПРОГРЕСС» начали разработку конструкторской и технологической документации для отечественного изготовления комплектующих на редуктор.

1. Цели изготовления

1. Возможность изготовления корпусных отливок на АО ААК «ПРОГРЕСС» соответствующие требованиям конструкторской и технологической документации, не уступающим требованиям зарубежных стран.

2. Освоение и проработка номенклатуры на отечественный редуктор для вертолѐта Ka-62.

3. Снижение себестоимости корпусных отливок с помощью аддитивных технологий в рамках импортозамещения.

4. Снижение массы редуктора и вертолѐта, путѐм замены алюминиевого сплава на магниевый сплав (МЛ5).

2. Описание работы (изготовления)

Мировой рынок отливок черных и цветных металлов постоянно находится в динамике. Это обусловлено развитием потребляющих отраслей (прежде всего, растущим выпуском продукции машиностроения), трансформацией глобальной экономики, изменением соотношения сил на

мировой арене, возрастающими требованиями к качеству продукции, а также инновациями в литейном производстве.

Совершенствование технологии получения отливок идёт по пути автоматизации и использования интеллектуальных технологий.

Литейные организации ожидают в 2022 году повышение спроса на литейную продукцию и окончательный выход из кризиса.

В целях исполнения поступившего заказа от АО «Редуктор-ПМ» на производство заготовок отечественного редуктора для вертолётa Ка-62 в количестве 51 позиции, специалисты АО ААК «ПРОГРЕСС», проработав номенклатуру, выделили 13 позиций для изготовления на машине литья под низким давлением с целью повышения качества отливок и сокращения сроков освоения. После утверждения метода изготовления приступили к разработке литниково-питающих систем, литейной оснастки и технологии.

Характеристики отливок:

- Материал МЛ5;
- Характерная толщина стенок отливок: 4-6 мм;

Главной задачей являлся расчёт литниково-питающих систем (ЛПС) крупногабаритных отливок со сложной геометрией на машину литья под низким давлением, данная конфигурация отливок ранее не изготавливалась на АО ААК ПРОГРЕСС, что требовало дополнительной проработки ЛПС (рис. 1).

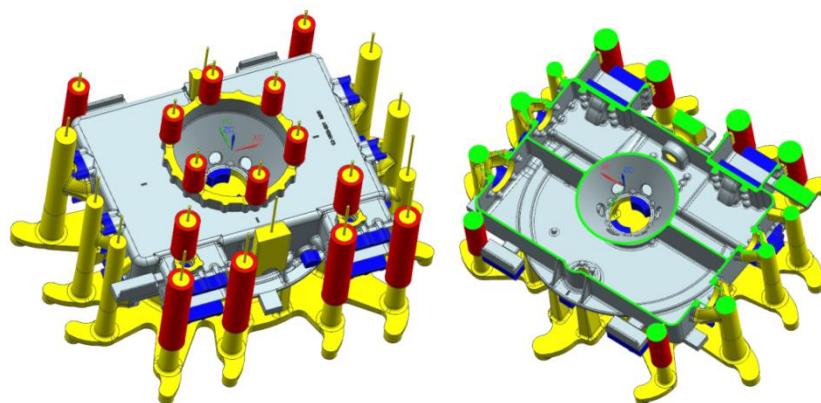


Рис. 1. Крупногабаритная отливка со сложной геометрией

Следующим этапом являлось использование программного обеспечения MAGMASOFT, а именно проливка электронных моделей отливок и разработанных литниковых систем. Перед проливкой на MAGMASOFT, технолог предоставляет параметры заливки для внесения данных в программу. Данная программа обеспечивает снижение доли брака, снижение трудоёмкости разработки ЛПС, а также длительной разработки литейной технологии (рис. 2).

MAGMASOFT – система моделирования литейных процессов, позволяющая моделировать литье в песчано-глинистые формы и кокиль, а также выявление дефектных мест и своевременной доработки питающей системы.

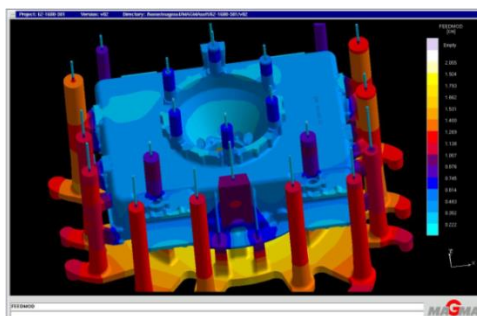


Рис. 2. Программное обеспечение MAGMASOFT.

В условиях сжатых сроков освоения и сдачи первоочередных позиций для выполнения государственного контракта, с помощью аддитивных технологий были напечатаны на принтере S-Max песчаные формы и стержня (рис. 3).



Рис. 3. Песчаные формы и стержня напечатанные с помощью аддитивных технологий.

S-Max — высокопроизводительная промышленная 3D-машина, предназначенная для прямой печати песчано-полимерных литейных форм. С её помощью можно в считанные часы изготовить прочные литейные формы любой сложности, что позволит исключить из технологического процесса длительные и дорогостоящие операции. Полученные изделия не ограничены размерами и конструктивными параметрами, и могут использоваться в качестве литейных форм, стержней, элементов кокильной оснастки, штампов и пресс-форм для литья изделий из сталей, чугуна, алюминиевых, медных и магниевых сплавов.



Рис. 4. Промышленная 3D-машина S-Max.

Позиции следующих очередей, которые по информации заказчика не будут подвергаться конструктивным изменениям, изготавливаются на станке с ЧПУ «Benazzato» согласно заданным параметрам. Из-за сложности геометрии изготавливаются отъёмные части формы с применением аддитивных технологий на 3D-принтерах FDM 400mc и Fortus 900mc (рис. 5).



Рис. 5. Печать отъёмных частей на 3D-принтере и готовая форма с отъёмными частями, изготовленная на станке с ЧПУ.

Система Fortus 900mc является наиболее мощной системой, чем FDM 400mc (Fused Deposition Modeling) — послойное наложение расплавленной полимерной нити. Она характеризуется высокой гибкостью, точностью и экономической эффективностью. Два значительных преимущества: все варианты материалов линейки трехмерных производственных систем Fortus и объемная камера печати. Производственная система трехмерного прототипирования Fortus 900mc позволяет создавать надежные и точные детали с высокой повторяемостью размером до 914x610x914 мм. Этот аппарат оснащен двумя отсеками для расходных материалов для обеспечения максимально непрерывного производства (рис. 6).



Рис. 6. Fortus 900mc и FDM 400mc.

Следующим одним из основных этапов являлась подготовка, сборка и заливка песчаных форм. Подготовка и сборка форм происходила под руководством технологов и конструкторов (рис. 7). Главной задачей на данном этапе являлась тщательная продувка форм и стержней от песка, покраска форм антипригарным покрытием, а также соблюдение геометрических параметров.

Заливка на машине литья под низким давлением осуществляется по тем же параметрам, которые технолог предоставил для MAGMASOFT.

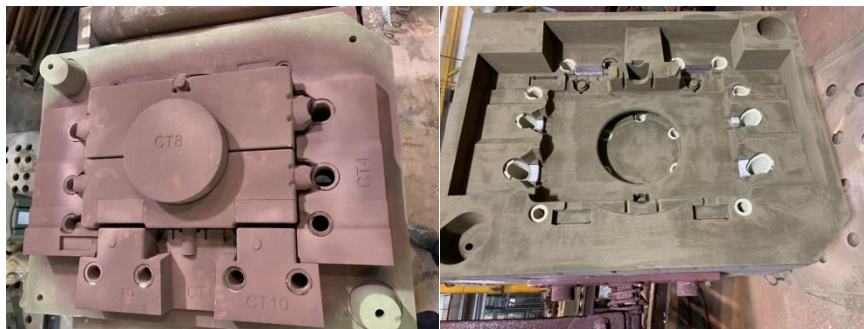


Рис. 7. Подготовка и сборка форм S-Max.

Заготовки прошедшие технологический контроль согласно конструкторской документации, направляются в адрес АО «Редуктор-ПМ». Заказчик в свою очередь проводит всесторонние исследования, а также механическую обработку. После всех испытаний, на основании технических условий и договора на поставку, заказчик должен предоставить в наш адрес заключение о получении годной продукции и запуска её в серийное производство.

3. Результат изготовления

1. Благодаря приобретенному опыту проектирования и использованию имеющихся современных технологий (S-Max, MAGMASOFT, FDM и т.д.) освоения отливок удалось выполнить согласно сжатым срокам в течение 4 месяцев.

2. До момента изготовления оснастки на станке с ЧПУ, изначально изготавливаются формы и стержни отливок на машине S-Max, для получения заключения по механической обработке в кратчайшие сроки. Это позволит учесть все доработки в литейной форме и уже по изготовленной оснастке получать качественные отливки.

3. Качество литейной продукции корпусных отливок изготовленных на АО ААК «ПРОГРЕСС» не уступает зарубежным странам.

4. Изготовленная первая партия отливок (заготовок) для редуктора на вертолёт Ка-62 и прошедшая всесторонние исследования на АО ААК «ПРОГРЕСС», направлена в адрес АО «Редуктор-ПМ» для дальнейших испытаний, а также получения заключений о годной продукции и запуска её в серийное производство.

5. Изготовление импортного редуктора будет значительно дешевле, чем приобретаемого за рубежом. Использование аддитивных технологий позволяет нам в сжатые сроки изготовить как отливки (заготовки), так и технологическую оснастку. А так же позволяет отработать технологию.

4. Выводы

Поставленные цели были выполнены и позволили сократить сроки освоения магниевых отливок для редуктора на вертолет Ка-62 до 4-х месяцев с момента подписания договора, что в сравнении со стандартной технологией изготовления оснастки срок освоения составляет более 12 месяцев. Данный подход позволяет производить освоения новых разработок до момента внедрения отливок к серийному производству.

В 2021 году благодаря такому подходу освоены отливки на авиационный двигатель ПД-8, которые предназначены для самолёта «Суперджет», а также освоена номенклатура для самолётов Ил-114 и Ту-160.

В серийном производстве на нашем предприятии изготавливается уже более 700 позиций на основе ХТС (холодно-твердеющая смесь), более 200 позиций литья в кокиль и более 600 позиций ЛВМ (литьё по выплавляемым моделям).

В дальнейших планах разработка конструкторской и технологической документации, стендовые испытания редуктора, и дальнейшего запуска в серийное производство отливок для трансмиссии на вертолёт Ка-62. Что позволит выпускать полностью Российский вертолёт с отечественными комплектующими.

Список литературы:

1. Юдкин В.С. Производство и литьё сплавов цветных металлов. Изд-во «Металлургия», 1967.
2. Бедель В.К. и Тимофеев Г.И. Литьё под низким давлением. Изд. 2-е переработ. и доп. «Машиностроение», 1968.
3. Орлов Г.М. Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм. – М.: Машиностроение, 1988.
4. Чернышов Е.А., Панышин В.И. Литейные технологии. Основы проектирования в примерах и задачах: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2011.
5. Жуковский С.С., Анисович Г.А., Давыдов Н.И. и др. Формовочные материалы и технология литейной формы. М.: Машиностроение, 1993.
6. Жуковский С.С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм: справочник. М.: Машиностроение, 2010.
7. Рихтер Р. Конструирование технологичных отливок. М.: Машиностроение, 1968.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТД В ПРОИЗВОДСТВЕ

Д. А. Дубанов, С. С. Кучева

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания

«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел технического контроля

Аннотация. Автоматизация контроля технологической документации в производстве является одной из приоритетных задач в любой производственной отрасли. Благодаря ей можно добиться значительного сокращения времени производственных процессов без потери качества.

В данной статье рассматривается автоматизация процесса учета и контроля оформляемой технологической документации (ТД) на протяжении всего жизненного цикла изделий, выпускаемых на предприятии.

Цель данного проекта – создание единой базы данных (БД), посредством которой осуществляется создание и мониторинг оформления ТД с последующим контролем над исполнением требований по заданным срокам. Данная система направлена на повышение качества выпускаемых изделий и сокращение времени оформления и утверждения документации на предприятии.

Ключевые слова: автоматизация процессов, изделие, база данных, техническая документация, контроль качества, отчётная документация.

Введение

Технологическая документация – совокупность документов, которые определяют отдельные технологические процессы. Разработка ТД – одна из задач технологической подготовки производства. На основании этой документации разрабатываются нормы труда и расхода материалов и энергии, организуют приобретение и разработку средств технологического оснащения. [1]

Технологический документ – документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию обслуживания, или ремонта изделия.

В течение всего процесса создания вертолётной техники, так же, как и при сдаче продукции, создаётся, утверждается и ведётся большое количество необходимой ТД. В процессе всего жизненного цикла ТД – от создания до окончательной сдачи, в связи с неизбежным человеческим фактором, возникают всевозможные проволочки.

Вопрос по систематическим нарушениям сроков выполнения мероприятий технической документации, оформляемой на изделия и отсутствие процедуры их контроля в нормативной документации предприятия, остро встал перед службой качества. Данная ситуация подтолкнула специалистов предприятия на написание ТЗ по разработке модуля, обеспечивающего мониторинг и контроль исполнения сроков ТД при минимальном участии исполнителей, который бы входил в существующее на заводе программное обеспечение (ПО) – Автоматизированная Система Управления «Прогресс» (далее – АСУ «Прогресс»).

Предприятие столкнулось с проблемой контроля сроков исполнения следующей ТД: карточка разрешения, решения, планы и акты исследования отказов агрегатов собственного производства, сдаточные извещения и некоторые другие документы, необходимые заказчику при сдаче продукции. К тому же, в действующей нормативной документации отсутствовала точная процедура контроля выполнения мероприятий ТД.

При сдаче изделия в цехах окончательного производства представителями службы технического контроля (далее – ОТК) и представителями заказчика (далее – ПЗ) выявлялось до 35 % от общего количества вопросов, связанных с несвоевременным выполнением мероприятий технической документации. Данная ситуация приводила к увеличению сроков процесса сдачи продукции и отклонению от приёмки изделия представителями ОТК и ПЗ.

На сбор информации о выполнении мероприятий технической документации уходило от одного до трех дней в зависимости от количества оформленных документов. При этом активно подключалось большое количество сотрудников из технологического бюро, документаторской и работников ОТК. В результате сбора информации задействованные работники вынуждены были тратить время на ее поиск, вместо исполнения своих непосредственных производственных обязанностей, что негативно сказывалось на последующем качестве выполнении поставленных задач.

Помимо вышеописанных был выявлен целый ряд других проблем:

1) Техническая документация оформлялась в разной стилистике и часто не соответствовала установленной форме, согласно требованиям, действующей на предприятии нормативной документации;

2) Несоблюдение работниками предприятия требований нормативной документации (например, некорректное указание номеров документов и номеров изделий);

3) Отсутствие системы своевременного отслеживания состояния ТД в процессе её оформления, т.е. в большинстве случаев информацией о ходе оформления документации владел только сам её непосредственный исполнитель;

4) Значительные потери времени по ряду следующих причин:

- восстановление и поиск технической документации в случае ее утери;

- невыполнение расцеховки для подразделений;

- проверка достоверности информации об исполнении мероприятий технической документации;

- корректировка технической документации при её подписании (исполнитель вынужден возвращаться на рабочее место для внесения требуемых изменений, затем вновь возвращаться к подписанту для согласования);

- оформление конструкторской, технологической, технической и иной документации согласно требованиям документации, на изделие;

- регистрация выпущенной технической документации в журналах;

5) Отсутствие процедуры анализа выпускаемой документации на изделие;

6) Затраты на постоянное копирование документации подразделениями;

7) Отсутствие отлаженной системы сбора информации обо всей оформленной технической документации на конкретное изделие.

1. Метод решения задачи

Для решения данной задачи были проведены следующие работы:

- изучение статистических данных выявленных при изготовлении изделий;

- анализ методов контроля качества на таких передовых предприятиях как ПАО «КАМАЗ», компания «ИРКУТ», и т.д.;

- рассмотрены принципы работы различных программ, предназначенных для автоматизации анализа данных по управлению качеством в производстве.

В результате проделанных аналитических работ, было принято решение на разработку модуля на базе внутризаводского ПО АСУ «Прогресс».

ПО АСУ «Прогресс» автоматизирует следующие направления деятельности предприятия: планирование, документооборот, учет движения материалов и оборудования.

АСУ «ПРОГРЕСС» позволяет:

- формировать и оперативно контролировать выполнение производственных планов предприятия, ускорить процедуры производственного планирования, повысить качество и оперативность мониторинга;
- повысить достоверность всех уровней планирования (стратегического, долгосрочного и оперативного);
- перейти к автоматизированной системе планирования и мониторинга, заменить разрозненные дублирующие и трудоемкие ручные операции по планированию на ведение процессов планирования в информационной системе.

Использование внутризаводского ПО позволило исключить:

- финансовые затраты на приобретение лицензированного программного обеспечения и последующего обслуживания;
- потери времени на доработку и модернизацию программы, которые могли возникнуть из-за отдаленности компании, осуществляющей техническую поддержку программного продукта;
- некомпетентность персонала, разрабатывающего программное обеспечение в области авиастроения.

Т.к. назначение разрабатываемого модуля заключалось в решении вопросов по учёту основной отчётной документации, было принято решение назвать программу «Учет отчетной документации».

Данный модуль с самого начала подразумевался не только как некий журнал для учета внутризаводской и исходящей документации. Его основная цель заключалась в контроле сроков своевременного выполнения мероприятий, оформленных в технической документации на протяжении всего жизненного цикла изготовления изделия.

Основным требованием, предъявленным разработчику, оперативность и достоверность используемой информации. Так же программа должна быть проста и удобна в эксплуатации с дружелюбным и красочным интерфейсом.

В результате написания и тестирования модуля пришлось пересмотреть некоторые требования, касающиеся оформления технологической документации на предприятии.

Была проведена большая работы тестовых групп, с последующим анализом службы контроля качества и разработчиком модуля, в результате чего был разработан и утвержден имеющийся вид модуля.

Описание модуля

Модуль «Учет отчетной документации» входит в состав запатентованного ПО АСУ «Прогресс». В данное время производится оформление документов на получение государственной регистрации как программа для ЭВМ.

ПО АСУ «Прогресс» разрабатывается в IDE среде Borland Builder C++ v5.0.

СУБД используемая для хранения и обработке данных НСИ, Oracle 10.0.1.

АСУ «Прогресс» – это MDI приложение обеспечивающее подключение к БД Oracle, загрузку/выгрузку модулей DLL, далее подсистемы/модули.

Подсистемы/модули АСУ «Прогресс» – это динамические библиотеки (DLL) с пользовательским интерфейсом MDI-child. Подсистема/модуль обеспечивает выполнение конкретной задачи связанной с деятельностью предприятия.

Для более простого и в то же время информационного интерфейса модуля были внедрены следующие решения:

Интерфейс модуля

Основная форма модуля разделена на три рабочие области:

- 1) Верхняя – отображает перечень технической документации;
- 2) Средняя – отображает перечень оформленной технической документации, её состояние, наличие электронной копии.

На панели инструментов находятся основные кнопки, предназначенные для создания, редактирования, утверждения проектов ТД и печати всех отчетных документов.

- 3) Нижняя – отображает информацию о ходе выполнения пунктов мероприятий ТД, выполнение/перенос сроков.

Для визуального мониторинга состояния технической документации применена цветовая идентификация:

- без цвета – ТД была создана;
- голубой – форма документа была заполнена не полностью, отсутствует основная часть информации;
- желтый – ТД утверждена;
- сиреневый – ТД была аннулирована;
- красный – подсвечивается ячейка в столбце «Просрочен ли документ» в случае, когда срок исполнения мероприятий вышел.

Общий вид основной формы модуля «Учёт отчётной документации» представлен на рисунке 1.

ЛАО АМ «УЧЕТ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

Справочники | Документы | Производство | Финансы | Опись | Администрирование | Выход | Справка

№ п/п | Тип документа

1. Технологическое указание
2. Карточка разрешения
3. Решение
4. Акт исследования агрегатов
5. Акт исследования отказов
6. Мероприятия по летучему контролю
7. Служебная записка
8. Акт анализа неисправности
9. Акт об выводе
10. План исследования

Утвержд. док-ты | Выполн. док-ты | Просроч. док-ты | Пустые док-ты | Аннулир. док-ты | 2019 | год

Издание	Наименование документа	Номер документа	№ подразделения оформившего документ	Заголовок документа	Серийный или порядковый номер	Утверждено	Дата утверждения (подписания)	Просрочен ли документ	Автор док-та	Отметка о выполнении	Сканированная копия документа	Содержание отклонения	Примечание
Ka-52	Решение	228P/01-2019	01	Управление оснований в партере ледоходом	0001	Не утверждено	08.08.2019	Не просрочен	И.И. Иванов	Не выполнено	Отсутствует		СД № 91-299-2019 от 08.08.2019
Ka-52	Решение	228P/05-2019	26	Общий вид фюзеляжа	0006	Утверждено	22.07.2019	Не просрочен	К.К. Карасев	Не выполнено	Имеется		
Ka-52	Решение	23P/15-2019	15	Предполетный осмотр изделия БТК	0004	Утверждено	16.01.2019	Не просрочен	И.И. Иванов	Выполнено	Имеется		
Ka-52	Решение	230P/17-2019	17	ОТО БТК	0004	Утверждено	18.07.2019	Не просрочен	В.П. Закасов	Выполнено	Имеется		
Ka-52	Решение	231P/17-2019	17	Тех. документация	0002	Не утверждено		Просрочен	П.Л. Петров	Не выполнено	Отсутствует		
Ka-52	Решение	232P/15-2019	15	Поврежден защитный чехол на высоковольтный провод, идущий к свече	0001	Утверждено	20.07.2019	Не просрочен	М.Р. Рохов	Выполнено	Имеется		
Ka-52	Решение	233P/17-2019	17	Отсек задний	0007	Не утверждено		Просрочен	С.С. Сидоров	Не выполнено	Отсутствует		
Ka-52	Решение	234P/17-2019	17	Монтаж жгутов эл. оборудования в левой и правой мотогондолах	0006	Утверждено	22.07.2019	Не просрочен	А.А. Афоняев	Не выполнено	Имеется		
Ka-52	Решение	235P/26-2019	26	Общий вид фюзеляжа	0005	Утверждено	25.07.2019	Не просрочен	К.К. Карасев	Не выполнено	Имеется		
Ka-52	Решение	236P/17-2019	17	Установка блока навигационной системы	0002	Не утверждено	09.08.2019	Просрочен	И.И. Иванов	Не выполнено	Отсутствует		СД № 17-299-2019 от 08.08.2019
Ka-52	Решение	238P/17-2019	17	ОТО ПЗ	0005	Утверждено	26.07.2019	Просрочен	В.П. Закасов	Не выполнено	Имеется		

Плант мер. коррекции, корректировки, предупреждения действий

№	Содержание мер коррекции, корректировок, предупреждений действий	Подраздел исполн.	Исполнитель	Срок(дата)		Срок (серия)		Срок	Срок переносен	Отметка о выполнении	Отметка БТК	Отметка куратора	Отметка ВП	Доказательная документация	
				Начало работ (дата)	Окончание работ (дата)	Начало работ (сер. №)	Окончание работ (сер. №)							Тип и номер документа	Привлеченный документ
1.1	Обеспечить зазор. В месте касания жгута на трубу маслосистемы установить ленту асбестовую ЛАЗ-10.4020 ГОСТ 14256-2000.	17	И.И. Исаев			0003	0004			✓	✓	✓	✓	Выполнено	
1.2	Выполнить работы, согласно заказу конструктора.	17	И.И. Исаев			0005	0006			□	□	□	□		
1.3	По результатам работ уточнить КД.	16	В.В. Васильчук	10.09.2019		0007				✓	□	✓	□	Извещение №41238	

Записи 135 из 150
13.09.2019 16:08:06 ASUPDB Дубинский А.А. Афоняев В.В. Васильчук
Автор документа: А.А. Афоняев
Дубликаты
Помощь | Задать вопрос | Задать модуль "Производственные вопросы"

Рис. 1. Общий вид модуля «Учёт отчётной документации»

Осуществление контроля сроков выполняется при помощи формирования отчета «Невыполненные ТД». Перед формированием отчета в фильтре (см. рис. 2) необходимо указать номер подразделения и дату.

Выборка данных для отчета Выполнение дорабо...

Подразделение исполнитель:

По дату (окончания работ):

Ok Отмена

Рис. 2. Фильтр вывода отчета «Контроль сроков»

В случае необходимости оформления технической документации в модуле предусмотрен гибкий фильтр, который производит группировку данных по заданным пользователем критериям (см. рис. 3).

Фильтрация данных

Номер документа: Утверждено: ☐

Индекс изделия: № подразделения оформившего документ:

Утверждено в период с: до: Тип и номер документа:

Заголовок:

Содержание отклонения:

Серийный или порядковый №: Подразделение исполнитель:

Срок начала работ (дата): Срок начала работ (серийный номер):

Срок окончания работ (дата): Срок окончания работ (серийный номер):

Тип документа (для контрольного отчета)

☐ Технологическое указание ☐ Мероприятия по летучему контролю

☐ Карточка разрешения ☐ Служебная записка

☐ Решение ☐ Акт анализа неисправности

☐ Акт исследования ☐ Акт об анализе

☐ Сдаточное извещение ☐ План исследования

Рис. 3. Фильтр сортировки данных по критериям

В результате отработки модуля для исключения фальсификации исполнителями данных о выполнении мероприятий были внедрены карточки контроля (см. рис. 4), которые направляются исполнителями в ОТК. Для выполнения пункта мероприятия, исполнитель прикладывает оформленную документацию к карточке контроля и согласовывает её с цеховыми представителями ОТК и ПЗ.

Корешок к карточке контроля выполнения решений 4280 Остается в подразделении исполнителя

Исполнитель 01 номер документа 104P/01-2019 номер пункта документа 1.3

Представитель ТБ ОТК _____ Дата сдачи в ТБ ОТК _____
личная подпись, расшифровка подписи

13.09.2019 Сдается в ТБ ОТК

Карточка контроля выполнения решений 4280

Исполнитель 01 Изделие Ка-52 Выявлено на сери 00004 Чертежный номер Общий вид фюзеляжа

Номер документа 104P/01-2019

доказательная документация

Код	Номер пункта документа	Дата начала работ	Серия с	Дата окончания работ	Серия по	Исполнитель	Куратор	Представитель заказчика
4280	1.3	10.07.2019	---	29.04.2020	---	И.И. Иванов	П.П. Петров	С.С. Сидоров

Начальник БТК цеха № 02 _____

Плановый срок перенесен	Причина	Куратор	Представитель заказчика

Рис. 4. Вид карточки контроля выполнения решения

В процессе работы в модуле УОД было произведено множество доработок. Модуль был неоднократно переписан. В данный момент модуль корректируется в связи с введением новых требований нормативной документации предприятия и по поступающим замечаниям пользователей.

В процессе доработок модуля был введен такой функционал, как «проставление отметок». В данном случае это является аналогом цифровой подписи, что позволяет свести процесс утверждения документации к минимуму. После добавления возможности удаленного проставления отметок всеми участниками процесса утверждения значительно сократились сроки подписания и сдачи документации. Теперь исполнителю не надо ходить по предприятию. Достаточно создать документ в модуле, прописать необходимые пункты со сроками и после утверждения куратором, ПЗ и ОТК. Пользователю остаётся всего лишь распечатать документ и отнести для окончательного подписания.

В ходе тестовой эксплуатации модуля пользователи были выявлены некоторые недоработки – пользователи научились выгружать отчётные документы в текстовый редактор, править необходимые им поля. Таким образом документ можно было подделать. Для исключения данного отрицательного фактора было разработано и воплощено несколько степеней защиты отчётных документов:

- штрих-код;
- «водяной знак»;
- история изменения документов;
- согласование пунктов документов;
- разграничение прав пользователей.

Каждому отчётному документу присваивается штрих-код с уникальной кодировкой.

Такой вид защиты, как водяные знаки, недоступен так как приобретение специализированной бумаги требует значительных финансовых затрат. Поэтому мы ввели специальный бланк с фоновым рисунком, отображающим окончательный статус документа: «Утверждено» или «Аннулировано».

Ещё одной степенью защиты стала история всех действий пользователей данного модуля, а именно – создание ТД, изменение, удаление, проставление отметок и их печать.

Каждый пункт в документе имеет несколько видов отметок (Исполнитель, Куратор, ПЗ, ОТК), что обеспечивает возможность удаленного согласования документа.

Разграничение прав доступа позволяет на начальном этапе доступа ограничить действия пользователя в модуле.

Всё вышеописанное позволило не только защитить все документы, ведущиеся в модуле УОД и пресечь всевозможные уловки пользователей, но и тщательно отслеживать все действия пользователя.

Результат выполненных работ

Автоматизация процесса оформления ТД в модуле «Учет отчетной документации» позволяет осуществлять следующее:

1) Контроль сроков исполнения мероприятий, согласно ТД. Благодаря гибкому фильтру данных модуля с последующим формированием отчетов, появилась возможность анализировать выполнение подразделениями мероприятий ТД в установленные сроки.

2) Общий доступ к данным в модуле УОД – подразделения могут самостоятельно формировать перечень невыполненных мероприятий ТД на конкретное изделие.

3) Возможность оформления ТД в полном соответствии требованиям НД действующим на предприятии. В результате чего минимизируется риск возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором.

4) Значительное сокращение потери времени на:

- восстановление и поиск необходимой ТД. При постановке на учет ТД в обязательном порядке оцифровывается и прикрепляется к проекту данного документа в модуле. Электронная копия всей оформленной документации хранится в базе данных модуля на протяжении всего жизненного цикла изделия;

- корректировка ТД. Оформление/корректировка документа доступно с любого рабочего места, на котором имеется персональный компьютер с установленным ПО АСУ «Прогресс»;

- заполнение журналов регистрации оформляемых ТД.

5) Возможность проведения полного мониторинга оформляемой ТД с момента её создания до полного выполнения в производстве;

6) Улучшение качества оформления документации и своевременное выполнение мероприятий ТД;

7) Значительное сокращение необходимости выполнения копирования в большом количестве ТД. Данный модуль позволяет хранить сканированные документы в базе данных.

8) Исключение дублирования однотипной работы различных подразделений, связанных с вводом мероприятий и сроков их выполнения;

9) Упрощение процедуры поиска и сортировки ТД на изделие;

10) Быстрый отчет по ТД (не закрытым подразделением пунктов и не оформленной документации);

11) Анализ ТД для составления отчетов по СМК.

Модуль «Учёт отчётной документации» является гибкой системой, возможности которого постоянно модернизируются с целью облегчения работы пользователей.

Для пользователей модуля в отделе технического контроля была организована техническая поддержка, которая оказывает методическое руководство.

Благодаря автоматизации контроля выполнения ТД в производстве» удалось улучшить контроль над сроками выполнения технологической документации.

Эксплуатация модуля приводит к снижению количества возникающих вопросов, связанных с выполнением технической документации, у представителей технического контроля и представителей заказчика с 35% до 5% (график представлен на рисунке 5).

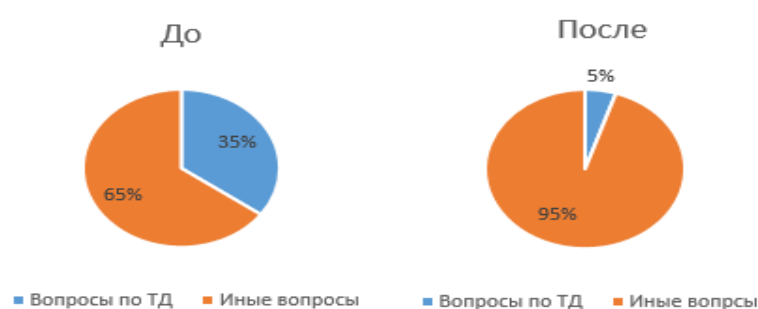


Рис. 5. График несоответствий по технологической документации до и после внедрения модуля

Так же сократилось время сбора информации о выполнении оформленной документации с 1 – 2 дней до 1 – 2 часов без отвлечения работников технологического бюро и документаторской (рисунок 6).

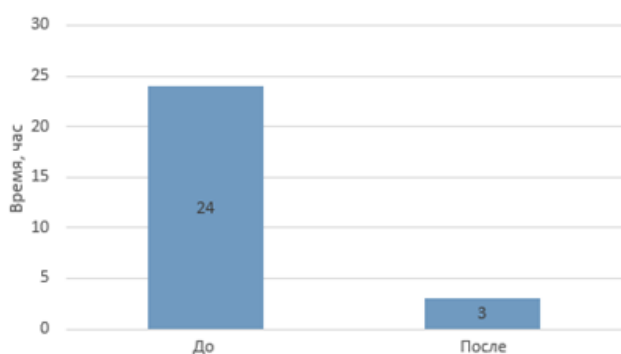


Рис. 6. График времени сбора информации на одно изделие

В результате внедрения модуля «Учет отчетной документации» был решён целый ряд сопутствующих проблем, связанных с оформлением, мониторингом и анализом технологической документации. Снизилась риски возникновения срывов цикловых графиков изготовления изделий.

Список литературы:

1. В. Г. Хомченко, А. В. Федотов Автоматизация технологических процессов и производств: Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 488 с.
2. Клюков А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. – Энергоатомиздат 1990. – 464с.
3. В.В. Ильин Система управления качеством. – эл. изд. Электрон. Текстовые дан 2006. - 222 с.
4. Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. – Феникс, 2017. – 345 с.
5. Евгеньевна Г.Б. Основы автоматизации технологических процессов и производств. - учебное пособие – Москва: издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – 441 с.
6. Голубников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация технических процессов в промышленности. - Учебн. для техникумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Химия, 1985. — 352 с.
7. ГОСТ AS 9100 «Система Менеджмента Качества - Требования для организаций авиационной, космической и оборонной отраслей».
8. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф. «Управление жизненным циклом продукции», - Анахарсис 2002. – 303 с.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СПОСОБОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ПРОСВЕЧИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ УВЕЛИЧИТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РЕНТГЕНОВСКОГО КОНТРОЛЯ

*Ю. Ю. Макарова, А. А. Савватеев, А. А. Герман
Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания
«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев
Отдел главного металлурга*

Аннотация. Радиографический метод контроля – это один из основных методов неразрушающего контроля, применяемых на предприятии

позволяющий выявить внутренние несплошности отливок, которые невозможно обнаружить при визуальном осмотре. Номенклатура литейного производства ежегодно увеличивается. Ведется разработка технологических процессов рентгеновского контроля, обеспечивая качественное проведение контроля с надежным выявлением внутренних дефектов. Технологические процессы рентгеновского контроля должны полностью соответствовать требованиям нормативной документации.

В настоящее время на предприятии применяют радиографический метод неразрушающего контроля с применением многоразовых фосфорных пластин и радиографической пленки.

Радиографический метод неразрушающего контроля с применением радиографической пленки применяют для контроля всех деталей и малогабаритных и крупногабаритных, сложных и несложных по своей конструкции отливок, при этом детали поступают на контроль большими партиями.

В работе рассматривается вопрос увеличения производительности радиографического контроля с применением радиографической пленки.

Ключевые слова: фокусное расстояние, экспозиция, усиливающий экран

Annotation. The radiographic control method is one of the main methods used at the enterprise to identify internal uncomplicities of castings that cannot be detected during visual inspection. The nomenclature of foundry production increases annually. Technological processes of X-ray control are being developed, ensuring high-quality control with reliable detection of internal defects. Technological processes of X-ray control must fully comply with the requirements of regulatory documentation.

Currently, the company uses the radiographic method of non-destructive testing with the use of reusable phosphor plates and radiographic film.

The radiographic method of non-destructive testing with the use of radiographic film is used to control all parts, both small-sized and large-sized, complex and simple in design castings, while the parts are submitted for control in large batches.

The paper considers the issue of increasing the productivity of radiographic control using radiographic film.

Keywords: focal length, exposure, intensifying screen.

В работе предлагается три способа, внедрение которых позволит увеличить производительность радиографического метода неразрушающего контроля:

- увеличение фокусного расстояния для увеличения площади контролируемой поверхности;
- применение усиливающих экранов для экспонирования нескольких радиационных толщин за одну экспозицию;
- разработка и внедрение стола, для проведения контроля позволяющего увеличить количество рабочих мест.

Предлагаемые способы не приводятся в качестве схем контроля в нормативной документации по рентгеновскому контролю деталей.

Цель исследования

Разработка и внедрение способов рентгеновского просвечивания деталей позволяющих увеличить производительность рентгеновского контроля. Соблюдение принципов рентгеновского контроля, изложенных в нормативной документации, обеспечивающих высокое качество контроля.

Увеличение фокусного расстояния для контроля нескольких отливок одновременно

Основными параметрами при проведении радиографического контроля является фокусное расстояние, напряжение, ток и время просвечивания. Эти параметры напрямую влияют на качества контроля.

Фокусное расстояние – это расстояние от источника излучения (рентгеновской трубки) до радиографической пленки. Увеличение фокусного расстояния приводит к увеличению площади контролируемой поверхности. Согласно ПИ 1.2.226-2008 принято считать, что площадь контролируемой поверхности равна площади круга, диаметр которого составляет $\frac{2}{3}$ от фокусного расстояния. В этом случае доза излучения в центре и на границе поверхности контроля отличается не более чем на 10%. Таким образом, чем больше фокусное расстояние, тем на большей площади можно располагать объекты контроля для экспонирования.

Фокусное расстояние, при котором на данный момент проводят контроль, составляет 750 мм, это позволяет контролировать за одну экспозицию от 4 до 30 отливок в зависимости от геометрии на одной кассете максимального размера. Увеличение фокусного расстояния вдвое, позволит увеличить зону рентгеновского просвечивания и контролировать от 16 до 120 отливок за одну экспозицию на четырех кассетах с пленкой максимального размера.

Схема расположения кассет для контроля отливок при фокусном расстоянии 750мм и 1550 мм представлена на рисунке 1.

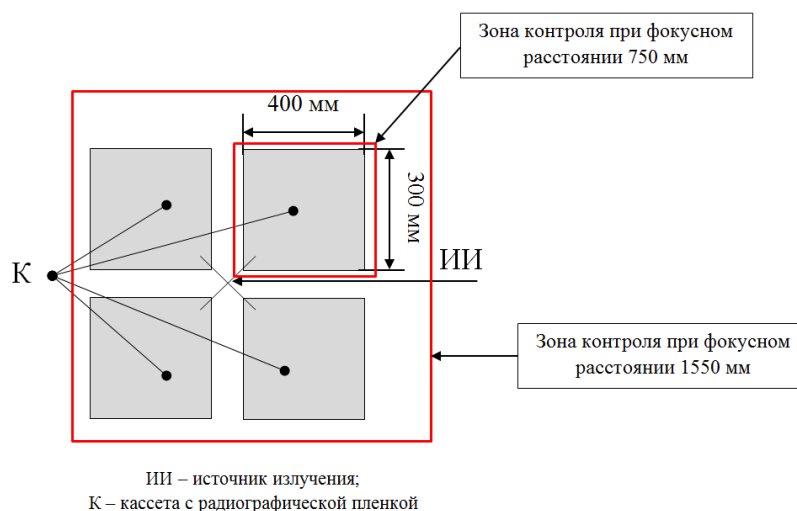


Рис. 1. Схема расположения кассет

Увеличение фокусного расстояния повысит производительность контроля в 1,5 раза малогабаритных и не сложных по геометрии отливок, поступающих на контроль большими партиями.

Контроль с применением усиливающих экранов

Радиографическая пленка по своим особенностям, в отличие от фосфорной пластины, не позволяет контролировать за одну экспозицию, значительно отличающуюся между собой радиационную толщину. При наличии нескольких толщин объект контроля размечается на участки, и экспонирование проводят несколько раз на разных режимах просвечивания, для получения оптимальной плотности почернения снимка для каждой контролируемой толщины.

Для уменьшения разности оптических плотностей различных участков отливки с большим перепадом толщин, предлагаем проводить контроль с применением усиливающих экранов.

Усиливающие экраны в рентгенографическом контроле применяют для сокращения времени просвечивания толстостенных отливок при соблюдении определенных параметров контроля. Для усиливающих металлических экранов, применяемых на предприятии для сокращения экспонирования должен строго соблюдаться режим просвечивания, а именно параметр контроля напряжения должен составлять более 100 кВ, только в этом случае происходит усиление дозы излучения.

При не достаточно большом напряжении усиливающий (металлический) экран не позволяет получить усиление, а выступает в качестве «защитного» экрана, тем самым ослабляя энергию. Это свойство экрана позволит проводить контроль за одну экспозицию для радиационной толщины значительно отличающейся друг от друга.

Рассмотрим применение усиливающих экранов на примере отливки из алюминиевого сплава.

При рентгеновском просвечивании детали согласно стандартной схеме каждая радиационная толщина контролируется отдельно на трех разных режимах просвечивания. Схема радиографического контроля на пленку без применения усиливающих экранов приведена на рисунке 2.

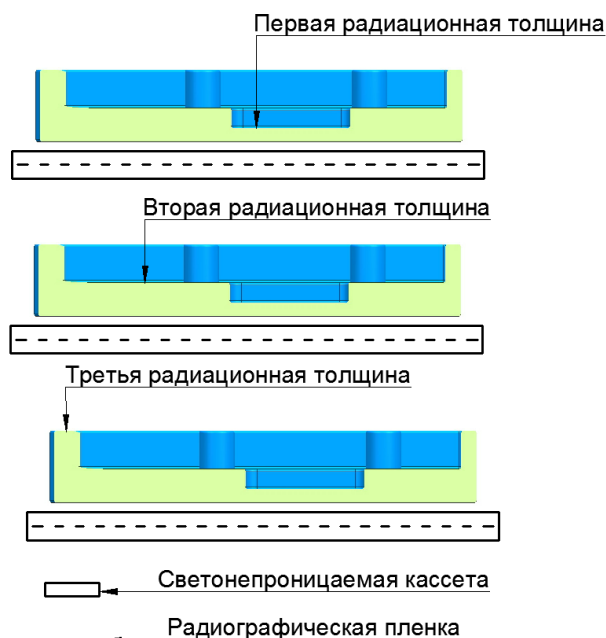


Рис. 2. Схема радиографического контроля

Применение усиливающих экранов позволит провести контроль одновременно для трех радиационных толщин за одну экспозицию на нескольких кассетах. Схема контроля приведена на рисунке 3.

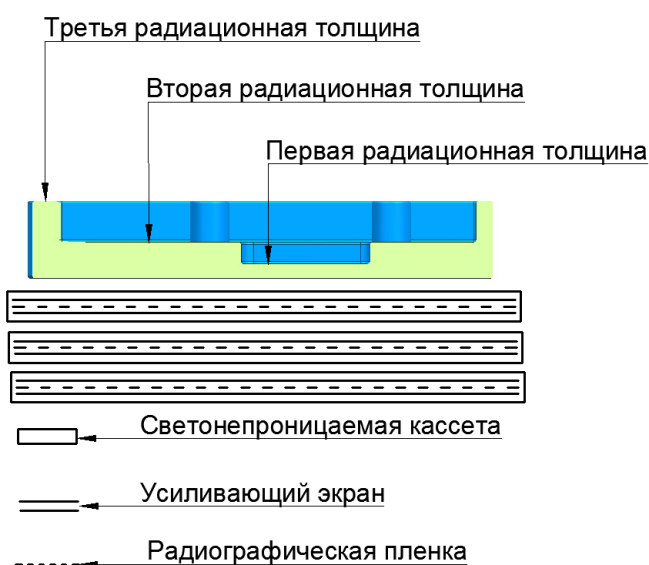


Рис. 3. Схема контроля

После проведения экспонирования с применением усиливающих экранов 100 % контроль отливки проведен за одну экспозицию. Для контроля без применения усиливающих экранов потребовалась провести три экспонирования.

Для проведения контроля отливок из магниевых и алюминиевых материалов диапазон напряжений варьируется от 30 до 90 кВ, следовательно, целесообразно применять данный метод именно для этих сплавов.

Стол для проведения радиографического контроля

Технология рентгеновского контроля с применением радиографической пленки включает в себя большое количество операций (переходов). При этом время работы рентгеновского аппарата очень мало, основная занятость уходит на подготовку к проведению экспонирования. Операции контроля представлены в таблице 1.

Табл. 1. 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 пульта рентген аппарата	Экспозиция	Переход к рентген аппарату	Снятие детали,	Снятие кассеты	Переход к проявочной машине	Развернуть кассету и вынуть пленку, установить в	Переход к кассете рентгеновской пленки	Проявление, фиксирование и сушка	Оценить рентгеновский снимок

В связи с малым размером рабочего места для рентгеновского просвечивания возможна работа на рентгеновском аппарате только одного специалиста. Увеличение времени работы рентгеновского аппарата при таких условиях практически невозможно.

Разработанный стол (рис. 4) для проведения рентгеновского просвечивания позволит предоставить на каждой камере для проведения контроля по одному дополнительному рабочему месту, что приведет к значительному увеличению производительности рентгеновского контроля с применением радиографической пленки.

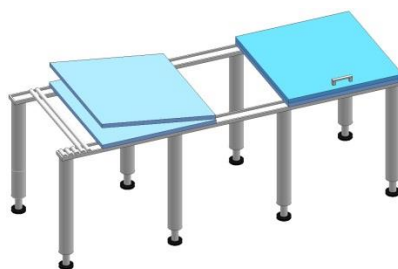


Рис. 4. Стол для проведения рентгеновского просвечивания

Изготовление стола для проведения рентгеновского контроля предлагается выполнить из материалов имеющихся на предприятии, что существенно снижает его себестоимость.

Рентгеновская лаборатория работает при двухсменном рабочем графике, изготовление шести столов для проведения контроля позволит предоставить до двенадцати дополнительных рабочих смен для двенадцати специалистов ежедневно.

Результаты исследования

Соблюдая основополагающие принципы рентгеновского контроля, при внедрении новых схем контроля, чувствительность при изменении параметров просвечивания не изменяется. Применение новых схем требует проработки режимов контроля для каждой детали.

Предложенные методы позволят увеличить производительность рентгеновского контроля в несколько раз.

Для увеличения производительности рентгеновского контроля необходимо:

- провести изменения технологических процессов рентгеновского контроля;
- закупить усиливающие экраны;
- изготовить и внедрить столы для проведения рентгеновского контроля;
- увеличить численность персонала.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

В. А. Манько, В. Е Сылка

Старший преподаватель Е. С. Бронникова

*Филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньев
Кафедра самолёто- и вертолётостроения*

Аннотация. В статье представлены результаты исследований возможности применения топологической оптимизации отдельных авиационных деталей.

Ключевые слова: топология, оптимизация, авиация, детали.

Annotation. The article presents the results of research on the possibility of using topological optimization of individual aircraft parts.

Keywords: topology, optimization, aviation, details.

Снижение массы деталей и узлов самолётных и вертолётных конструкций при сохранении их прочности и жёсткости – одна из важнейших задач, которой уделяется огромное внимание конструкторов и технологов авиационной промышленности.

Исследования, проведённые в работе, подтверждают необходимость применения новых приёмов, техник и методов автоматизированного проектирования в цифровом пространстве, применяя топологическую оптимизацию деталей и элементов авиационных конструкций.

На основе проведённых топологической оптимизации и анализа сделаны выводы о возможности применения, наряду с традиционными технологическими процессами изготовления деталей, – аддитивных технологий.

Использование передовых технологий позволит существенно снизить сроки вывода продукции на рынок и ее стоимость, сократить материалоемкость, уменьшить уровень брака деталей и комплектующих. В этой связи одним из ключевых направлений стратегии развития авиационной промышленности Российской Федерации станет разработка принципиально новых концепций и технологий разработки и производства авиатехники, в том числе, и разработка интеллектуальных адаптивных материалов и покрытий, металломатричных и полиматричных композиционных материалов, порошковых материалов для аддитивных технологий, высокотемпературных керамических, теплозащитных и керамоподобных материалов.

Актуальность разработки аддитивных технологий обусловлена возможностью существенно сокращать время от разработки изделия до выпуска готовой продукции, материалоемкость продукции, потребление энергоресурсов, а также возможностью изготовления изделий с улучшенными свойствами и сложных конструкций, которые ранее не представлялось возможным производить из-за технологических ограничений. [1].

Исследования выполнены на базе АО ААК «ПРОГРЕСС» имени Н.И. Сазыкина и лаборатории реверсивного инжиниринга Мастерских филиала ДВФУ г. Арсеньев.

Оборудование, которое применялось для проведения исследований:

графическая станция с оперативной памятью 32,0 ГБ; для печати прототипов применены: 3D принтер UV Sharebot viking; ультразвуковая

ванна Sharebot PS-40A; камера для постотверждения Sharebot SVX.

Програмное обеспечение для проведения топологической оптимизации: SOLIDWORKS, SOLID Edge, AUTODESK FUSION 360.

Цели и задачи проведённых исследований

1. Провести компьютерный инженерный анализ выбранных для топологической оптимизации деталей, провести расчёты на прочность и жёсткость.

2. Сделать выводы о возможности применения генеративной оптимизации с переводом технологии изготовления деталей на аддитивные технологии.

3. Представить результаты оптимизации, в том числе по снижению массы оптимизированных деталей.

4. Выбрать оборудование и материалы для печати металлическими порошками.

5. Сделать выводы об экономической целесообразности применения аддитивных технологий для деталей, прошедших топологическую оптимизацию.

Исследования проводились по нескольким направлениям, в частности: возможность применения перепроектирования готовых производственных деталей; возможность применения генеративной оптимизации с переводом технологии изготовления деталей с традиционных методов на аддитивные технологии.

Согласно этим направлениям, были выбраны различные детали:

Деталь №1 кронштейн задней опоры стойки шасси – реальная производственная деталь; деталь №2 типовой авиационный кронштейн.

В ходе работы был разработан алгоритм проведения исследований, представлен на рисунке 1.



Рис.1. Алгоритм проведения исследований

Проведена топологическая оптимизация и анализ всех выбранных деталей с их технологической доработкой, проведением для каждой детали анализа статического напряжённо-деформированного состояния с учётом требований, предъявляемым к деталям по критериям работоспособности и расчёта.

Исследование детали №1.

Деталь изготовлена из сплава АК6-Т1 – сплав на основе алюминия ковочный термообработка по режиму: закалка и искусственное старение, требуемый предел прочности 400 МПа, заготовка получается методомковки, коэффициент использования материала 0,22.

Согласно разработанному алгоритму проведения исследований проведён анализ напряжённо-деформированного состояния детали. Показано на рисунках 2-6.

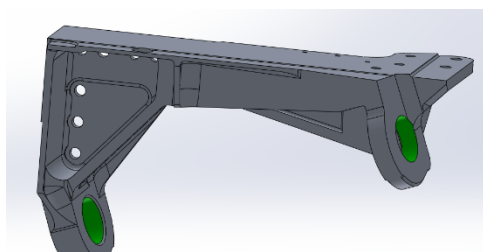


Рис. 2.
Электронная 3-D
модель детали

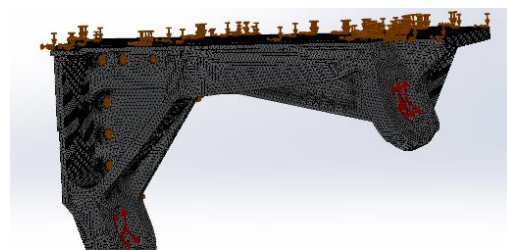


Рис. 3.
Условие нагружения
детали и сетка конечных

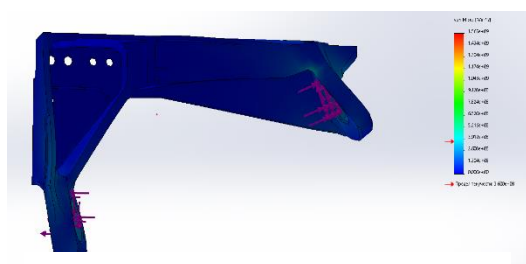


Рис. 4.
Напряжения по Мизесу
(МПа)

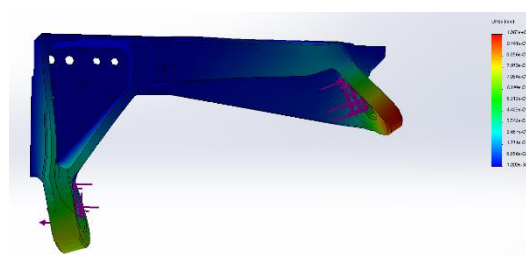


Рис. 5. Перемещения
(мм)

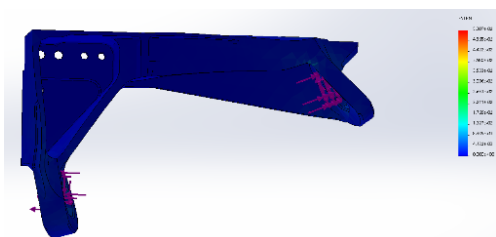


Рис. 6. Деформации

Деталь №1	Кронштейн задней опоры шасси
Материал	АК6Т1 ГОСТ 19807 – 91
Масса, кг	4,28
Результаты напряжённо – деформированного состояния	
Напряжения по Мизесу макс., МПа	1532
Перемещения макс., мм	1,065
Деформация относительная макс.	0,052
Максимальные напряжения наблюдаются в галтелях сопряжения «ухо стенка»	
Коэффициент запаса прочности для всей детали 1,2	

Выводы по анализу напряжённо-деформированного состояния детали
Результаты топологической оптимизации показаны на рисунке 7.

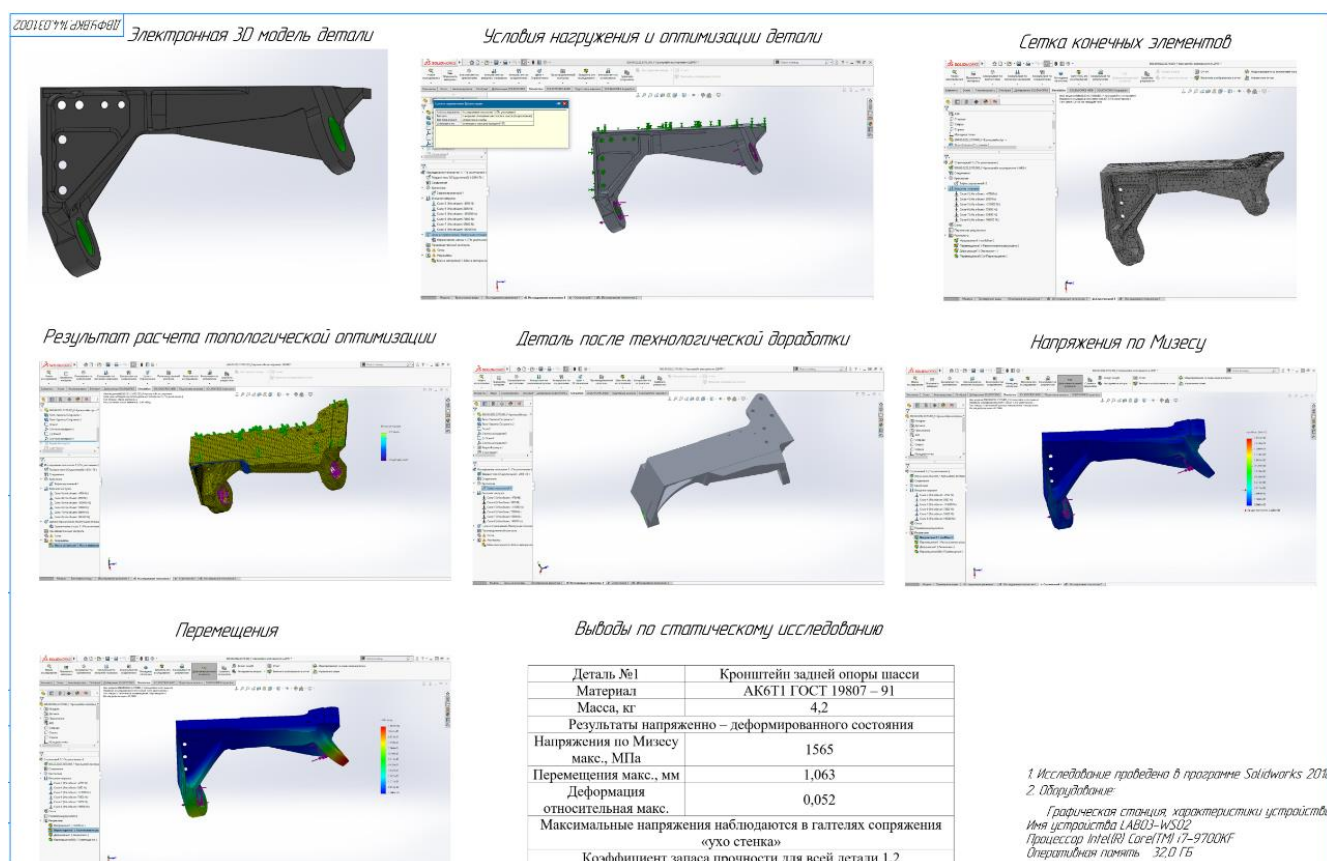


Рис. 7. Результаты топологической оптимизации

Сравнительный анализ по результатам проведённых исследований представлен в таблице 1.

Табл. 1. Сравнительный анализ показателей по результатам проведённых исследований

Показатель	Оптимизированная деталь	Неоптимизированная деталь
Масса детали (граммов)	4300	4380
Максимальные напряжения по Мизесу	260 Мпа	250 Мпа
Перемещения под нагрузкой	Максимальные 0,6...1,0 мм	Максимальные 0,6...1,0 мм
Деформации	0,052	0,052

Выводы: при проведении топологической оптимизации удалось снизить массу детали на 80 г с сохранением прочности и жёсткости детали. Однако перевод детали с традиционной технологии (заготовка поковка или штампованная поковка с дальнейшей обработкой на станках с ЧПУ, несмотря на низкий коэффициент использования материала в первом и втором случае) на аддитивные технологии в настоящее время (при данном уровне развития аддитивных технологий и отсутствии металлического порошка с необходимыми свойствами и высокой стоимостью) не целесообразен, что подтверждено и экономическими расчётами.

Проведение топологической оптимизации для реальных производственных деталей с проведением анализа напряжённо-деформированного состояния возможен. Кроме того, это даёт возможность обнаружить опасные, с точки зрения разрушения, участки и есть возможность перепроектирования детали.

Исследование детали №2

Деталь №2 изготовлена из титанового сплава ВТ3-1, с требуемым пределом прочности 950 МПа, фото детали №2 представлено на рисунке 8.



Рис. 8. Фото детали № 2

Анализ напряжённо-деформированного состояния проведён аналогично детали №1. Выводы представлены в таблице 2.

Табл. 2. Выводы по анализу напряжённо-деформированного состояния детали № 2

Деталь №2. Масса детали	0,35 кг
Материал	ВТ3-1 ГОСТ 26482-85
Напряжения по Мизесу, максимальные, МПа	130
Перемещения, максимальные, мм	0,16
Деформация	0,008
Коэффициент запаса прочности: 6,9	

Следующим этапом исследований является проведение генеративной оптимизации в программе Autodesk Fusion 360. В данном случае также задаются условия нагружения, определяется пространство для оптимизации, далее установив запас прочности, выбирается материал и способ изготовления детали (задаётся метод аддитивных технологий)

Ниже представлены два варианта из множества сгенерированных форм детали: рисунок 9 и рисунок 10. Для каждого варианта проведен анализ напряжённно-деформированного состояния (рис. 11).

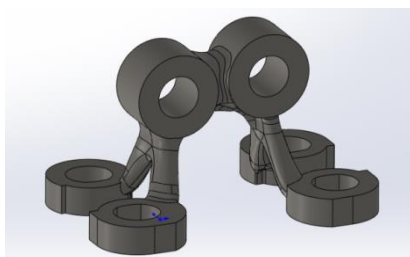


Рис. 9. Вариант 1

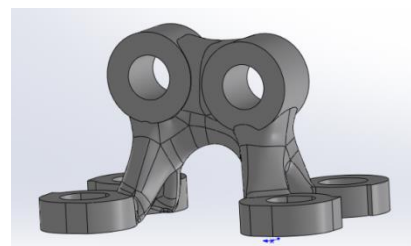


Рис. 10. Вариант 2

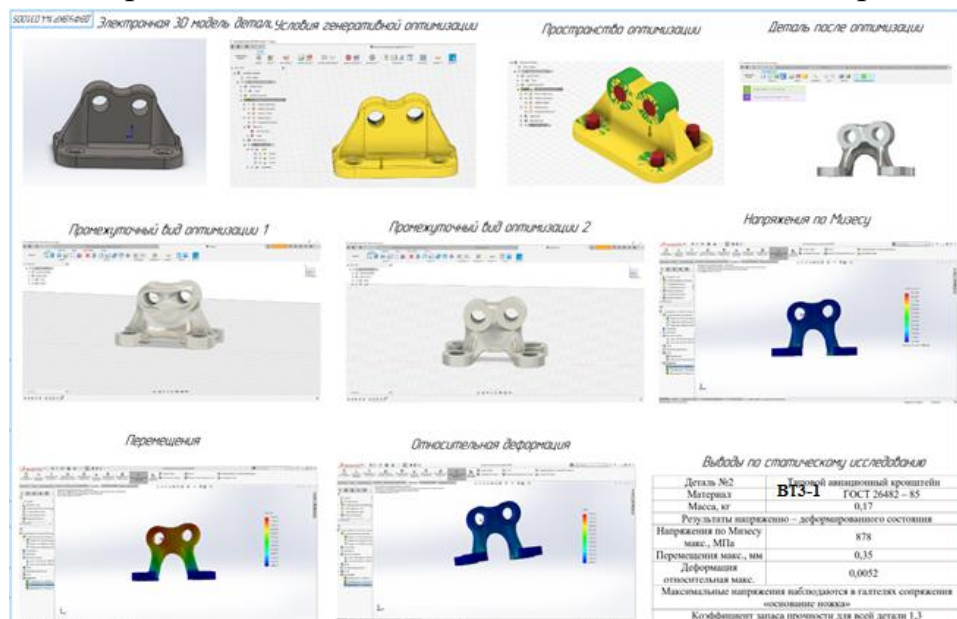


Рис. 11. Анализ напряжённно-деформированного состояния

Анализ варианта 1: по статическим нагрузкам данный вариант детали выдерживает приложенную к нему нагрузку и коэффициент запаса прочности составляет 1,2. Однако, исследования по переменным напряжениям показали, что по усталостной прочности кронштейн не выдерживает нагрузок. Поэтому принимается решение, что данный вариант сгенерированной формы детали не работоспособен.

Топологический анализ варианта 2: максимальные напряжения по Мизесу составляют 878 МПа, максимальная величина перемещения составляет 0,35 мм, максимальная деформация составляет 0,005.

По результатам анализа коэффициент запаса прочности составляет 2,0 по статической прочности. По усталостной прочности деталь выдерживает 10^6 и более циклов переменных напряжений.

После топологической оптимизации при помощи генеративного дизайна масса детали уменьшилась до 250 г., и сгенерированная форма детали требует применения аддитивных технологий, при этом коэффициент использования материала составит 0,9 и сократится время на обработку детали.

Выбор оборудования для 3-D печати

Критерии выбора оборудования: возможность работы с основными авиационными материалами: сталями, сплавами на основе алюминия, титана. габариты камеры 3D принтера для печати в соответствии с размерами деталей выбранной номенклатуры деталей, опыт производителя

Выбрано оборудование:

Принтер 3-D принтер 3D Systems DMP Factory 500, страна производитель США. Характеристики принтера: мощность лазера – 0,5 кВт, размеры рабочего стола 500x500x500 мм, толщина слоя металлического порошка при выращивании детали от 30 до 100 мкм, есть возможность создания вакуума в камере, заполнение камеры – аргон. [2]

Применяемый металлический порошок:

Выбирается металлический порошок на основе титана: Ti-6Al-4V и Ti-6Al-4V ELI, которые являются наиболее широко используемыми титановыми сплавами 5 класса и составляют более половины всего титана, используемого во всем мире. В авиационно-космической промышленности примерно 80 % данного сплава применяется для 3D-печати.

Основные технические параметры 3D-печати титанового сплава показаны в таблице 3. [3]

Табл. 3. Основные технические параметры 3D печати

Минимальная толщина стенки	0.3-0.4mm
Шероховатость поверхности (толщина слоя 30µm)	Ra 6µm Rz 20µm
Шероховатость поверхности (толщина слоя 60µm)	Ra 8-12µm Rz 30-35µm
Прочность на растяжение (горизонтальное направление) (предельная прочность)	950MPa
Прочность на растяжение (вертикальное направление) (предельная прочность)	930MPa
Предел текучести	860MPa
Модуль упругости (модуль Юнга)	116GPa
Растяжимость	10%
Твердость	320HV
Долгосрочная рабочая температура	350°C

Для упрочнения деталей и формирования благоприятной для высоких прочностных свойств обязательна постобработка. Постобработка: наиболее благоприятным режимом термической обработки сплавов (сравнительно высокие прочностные свойства, а также высокий ударной вязкости)

Ti-6Al-4V/ Ti-6Al-4V ELI, с учетом формирования глобулярно-пластинчатой структуры, является режим:

Тпп – 20°C, 2 ч., вентилятор; 550 °C, 4 ч., воздух.

Достигаемые свойства: условный предел текучести 880/ 940 МПа, предел прочности 950/ 1000 МПа, относительное удлинение 17/ 16 %. [4]

Анализируя полученные данные по прочностным и требуемым для данной детали характеристикам, делается вывод:

Деталь, полученная аддитивными технологиями, по прочностным характеристикам соответствуют заявленным параметрам.

Печать прототипов оптимизированных деталей

Перед тем как начать производство нового изделия, предварительно необходимо проводить его тестирование. Применение новейших технологий помогает сократить расходы на выполнение этой задачи при минимальных временных затратах. Чаще всего для этого используют 3D прототипирование.

В данной работе прототип детали распечатан по технологии LCD

Выбор оборудования: принтер SHAREBOT Viking.

Технология печати: LCD печать фотополимерами (смола для SHAREBOT G-MODEL WHITE).

Выбранные параметры технологического процесса печати: нормальная температура, скорость печати 10 мм/ч, время засветки первых двух слоёв – 2 мин., последующие слои – 17 сек., толщина слоя – 50...100 мкм.

Постобработка полученного прототипа заключается в обработке ультразвуковой в ванне со спиртом, при температуре 25 °C, в течение 3-х мин., при частоте 40 кГц. Постотверждение проводится в камере SHAREBOT ультрафиолетом, 10 мин. Ниже представлены прототипы двух вариантов оптимизированной детали №2 (рис. 12).



Рис. 12. Варианты прототипов оптимизированной детали

Экономические расчёты показали, что вариант технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» аддитивными технологиями эффективен при годовой программе свыше 20 шт.

Исследования, проведённые в данной работе, подтверждают необходимость применения новых приёмов, техник и методов проектирования в цифровом пространстве, применяя топологическую оптимизацию деталей.

Достижимые эффекты при использовании топологической оптимизации и аддитивных технологий: повышение коэффициента использования материалов, сокращение отходов, повышение весовой эффективности, снижение массы, обеспечение равнопрочности, сокращение сроков изготовления.

Список литературы:

1. Стратегия развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 г.
2. [3D принтер 3D Systems DMP Factory 500](#)
3. [3D-ПЕЧАТЬ МЕТАЛЛАМИ. Характеристики и особенности материалов. \(3dtoday.ru\)](#)
4. Влияние термической обработки на структуру и комплекс механических свойства сплавов Ti-6Al-4V ELI и Ti-6Al-4V. Пагина А.А. УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, [Электронный ресурс] // Электрон. текстовые дан. — <https://3dtoday.ru/upload/main/32d/32d577610083e08e7e0f84d533c005d3.png>

ТЕХНОЛОГИИ ГИБРИДНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

А. С. Мординов

Старший преподаватель С. В. Чикризов

*Филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования*

«Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньеве

Кафедра самолёто- и вертолётостроения

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности изготовления деталей с применением аддитивных технологий и технологий механообработки. Гибридные технологии, обеспечивающие совмещение функций 3D-печати деталей из

металлических материалов и 5-осевую механическую обработку в едином производственном модуле, открывают новые возможности в производстве деталей сложной конфигурации, повышают эффективность производства и сокращают технологический цикл.

Ключевые слова: гибридные, технологии, 3D-печать, механообработка.

Annotation. In article are posed the ways of manufacture improving on account of conjoint additive technology and machining usage. Hybrid technology provides combination 3D printing metal parts and 5-axis machining at united processing module, discovers new opportunities for fabricating complicate parts, raises manufacturing efficiency and reduces technological cycle.

Key words: hybrid, technology, 3D printing, machining.

Аддитивные технологии формообразования металлических деталей (технологии 3D-печати) позволяют создавать изделия с расширенными функциональными и эксплуатационными характеристиками, с заданной, в т. ч. геометрически сложной, топологически оптимизированной конфигурацией, обеспечивающей необходимые прочность и жесткость объекта с минимизированной массой. Кроме того, одним из революционных преимуществ аддитивных технологий является возможность проектировать и изготавливать сложные комплексные детали, которые раньше можно было получать исключительно как сборочные единицы (например, топливная форсунка турбореактивного двигателя Lear (General Electric) ранее состоящая из 20 входящих деталей, в настоящее время производится как одна деталь сложной конфигурации при помощи 3D-принтера).

В то же время практически все виды 3D-печати предусматривают этапы так называемой постобработки. Постобработка представляет собой дополнительную механообработку, производимую после формообразования детали на 3D-принтере, и включает в себя удаление излишних технологических элементов (в основном, поддержек, которые создаются при формообразовании деталей сложной конфигурации), и чистовую обработку ответственных поверхностей, для которых чертежом задана высокая точность и низкая шероховатость.

Указанные операции проводятся на металлорежущих станках, требуют дополнительного оснащения и могут значительно увеличить общую трудоемкость и цикл изготовления детали. Данные аспекты не находят широкого освещения в публикациях, однако для специалистов-практиков они являются весьма актуальными.

В целом можно констатировать, что в большинстве случаев аддитивные технологии на данном этапе развития не позволяют получать готовые изделия, а представляют собой процессы создания точных заготовок, нуждающихся в дальнейшей обработке. В этой связи говорить о полной замене традиционных технологий технологиями аддитивного формообразования не приходится.

Совмещение аддитивных технологий с механообработкой является эффективным способом сокращения длительности технологического цикла и позволяет создавать изделия с конфигурацией и характеристиками, не реализуемыми ранее.

Одним из методов решения данной задачи является объединение в одном рабочем модуле аддитивного получения заготовки и механической обработки ее поверхностей - в основном чистовых точных поверхностей, параметры которых невозможно обеспечить аддитивным формообразованием. В технической литературе совмещение 3D-печати и традиционной механообработки уже обозначается терминами *hybrid manufacturing* (гибридное производство) или *hybrid technologies* (гибридные технологии).

Такие гибридные технологии позволяют полностью изготавливать детали, не отправляя их на другие станки и участки после аддитивного 3D-формообразования, исключить необходимость изготовления дополнительной технологической оснастки и замкнуть процесс изготовления детали в пределах одного производственного модуля (рабочего места).

Кроме того, технологии гибридного формообразования позволяют оперативно выполнять ремонт и восстановление изношенных или даже частично разрушенных деталей, что особенно актуально для сложных и трудоемких в изготовлении изделий.

Технологическое оборудование для построения объектов методами гибридного формообразования может создаваться и уже создается на базе серийных металлорежущих станков с интеграцией в них аддитивных формообразующих модулей, либо оснащением 3D-принтеров механообрабатывающими исполнительными механизмами. При этом для полной автоматизации процессов возможна компоновка роботизированных технологических комплексов различной конфигурации. Кроме того, в состав установок гибридного формообразования могут входить системы контроля конфигурации формируемых слоев и геометрических характеристик изготавливаемых изделий, а также мониторинга и адаптивного управления

технологическими процессами.

Добавление функций 3D-печати металлорежущим станкам и обрабатывающим центрам представляет собой одно из наиболее простых и эффективных технических решений в рассматриваемой области.

В частности, компания Hybrid Manufacturing Technologies выпускает специализированные головки для лазерного наплавления порошковых металлических материалов (Directed Energy Deposition — DED) серии AMBIT (рис. 1), устанавливаемые в инструментальный шпиндель станка или в схват промышленного робота. Головки отличаются размером и формой пятна лазера и фокусного расстояния, а также интенсивностью подачи порошков. Аддитивное построение детали реализуется в соответствии с управляющей программой от СЧПУ станка.



Рис. 1. Головки лазерного наплавления AMBIT, устанавливаемые в серийно выпускаемые металлорежущие станки и промышленные роботы



Рис. 2. Аддитивные головки производства компании 3D-Hybrid Solutions

Выпускаемый Hybrid Manufacturing Technologies комплект AMBIT Series 7 состоит из головок лазерного наплавления, прошивания отверстий, чистовой обработки поверхностей и контроля их качества, а также оценки состояния внутренней структуры наплавленного материала. Кроме этого, выполняется непрерывный мониторинг оптических и температурных показателей. Еще один производитель аддитивных модулей компания 3D-Hybrid Solutions выпускает три вида головок для 3D-печати: формообразования методами DED, наплавления проволоки сваркой (Wire Arc Additive Manufacturing - WAAM) и высокоскоростного холодного напыления порошкового материала Cold Spraying (рис. 2).

DED-головки оснащаются лазером мощностью от 0,5 до 25 кВт и имеют возможность нанесения материала под углом 90° к поверхности. Размер пятна лазера варьируется в пределах от 0,1 до 10 мм и имеет круглую или прямоугольную форму. Подача металлического порошка в зону построения реализуется питателями (максимально - 4 шт.) емкостью

от 1 до 4 л. При помощи пирометров осуществляется мониторинг температуры ванны расплава.

Аддитивные модули WAAM, работающие со сварочной проволокой, позволяют наплавлять нержавеющей стали, суперсплавы на основе никеля, алюминиевые сплавы и другие материалы с производительностью от 570 см³/ч. Имеется также возможность одновременной подачи сварочной проволоки и металлических порошков для получения изделий с расширенными физико-механическими характеристиками.

Головки холодного напыления обеспечивают формообразование детали путем нанесения металлических порошков из сплавов на основе никеля, титана, меди, алюминия, ниобия, тантала, а также металлматричных композитов струей со скоростью потока частиц от 500 до 1000 м/с и производительностью 2,25 кг/ч.

Целый ряд зарубежных станкостроительных фирм выпускает металлорежущее оборудование, оснащаемое дополнительно головками лазерного наплавления металлических порошков. Данный подход отличается относительно несложными компоновочными решениями, простотой программирования обработки, малым энергопотреблением, незначительными температурными деформациями, а также более высокой точностью по сравнению с наплавлением проволоки.

При создании установок гибридного формообразования данного типа разработчики решают комплекс технических задач, включающий в себя интеграцию аддитивного модуля в структуру станка и отладку его функционирования, моделирование и оптимизацию параметров аддитивных процессов для различных материалов, анализ распределения температурных полей при построении изделия, определение свойств наплавляемых материалов и оценку их соответствия заданным значениям, разработку методов мониторинга, совмещение 3D-печати и механообработки в одной управляющей программе и др.

Одним из наиболее известных примеров такого рода является пятикоординатный обрабатывающий центр модели Lasertec 65 3D hybrid компании DMG MORI (рис. 3) с интегрированной головкой лазерного наплавления фирмы Sauer, устанавливаемой в инструментальный шпиндель.



Рис.3. 5-координатный фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI Lasertec 65 3D hybrid

Процессы 3D-печати и лезвийной обработки могут чередоваться по мере построения изделия, в т. ч. возможно получение сложных поднутрений и внутренних каналов и полостей. Создание 3D-моделей, разработка управляющих программ и их верификация осуществляется в специальных программных CAD/CAM-модулях пакета Siemens NX.

По данным DMG MORI, плотность структуры материала достигает 99,8%. Детали изготавливаются из нержавеющей сталей, никелевых сплавов, включая инконель 625 и 718, сплавов на основе карбида вольфрама и никеля, бронзовых и латунных сплавов, стеллитов, инструментальных сталей и других материалов.

На основе мониторинга параметров аддитивных процессов реализуется управление технологическими режимами, позволяющее оптимизировать процесс построения детали и обеспечить требуемое качество.

Технология гибридного формообразования DMG MORI предназначена для производства изделий различного типа и уровня сложности, применяемых в авиационной и ракетно-космической промышленности, машиностроении, энергетике, нефтегазовой промышленности, при изготовлении пресс-форм и другой технологической оснастки, а также для ремонта и восстановления

изношенных деталей, нанесения упрочняющих, износостойких, термоизоляционных и других покрытий (рис. 4).

Аналогичные разработки ведутся компаниями Yamazaki Mazak и Okuma. Первая выпускает установки гибридного формообразования Integrex i-400AM и VC-500 AM на базе токарно-фрезерного и фрезерного пятикоординатных обрабатывающих центров соответственно (рис. 5), оснащаемые головками лазерного наплавления Hybrid Manufacturing Technologies.



Рис. 4. Примеры деталей, изготовленных методом гибридного формообразования на оборудовании DMG MORI



Рис. 5. Токарно-фрезерный и фрезерный обрабатывающие центры компании Yamazaki Mazak Integrex i-400AM и VC-500 AM, оснащенные аддитивными модулями

Оборудование для гибридного формообразования с открытой рабочей зоной (обозначается индексом ОА (Open Atmosphere), в основном предназначено для изготовления изделий из нержавеющей и инструментальных сталей, никелевых, кобальтовых и вольфрамовых сплавов и других материалов.

Установки с закрытой рабочей зоной (СА - Closed Atmosphere)

оснащены системой подачи очищенного защитного газа, содержащего кислород и водяной пар в количестве не более 40 ppm (миллионных долей), и позволяют работать с алюминиевыми, титановыми сплавами и другими химически активными материалами.

Необходимо отметить, что российская промышленность также включилась в развитие гибридных технологий формообразования и в настоящее время станкостроительным подразделением концерна «Калашников» создан гибридный обрабатывающий центр IZH H600 (рис. 6), который используется в режиме опытно-промышленной эксплуатации.

В обрабатывающем центре реализована технология 3D-печати путем лазерного наплавления порошковых металлических материалов (DED-технология) и многоосевая механическая обработка в режиме ЧПУ с размерами рабочей зоны X/Y/Z - 600/500/500 мм.

По словам начальника отдела перспективных разработок концерна «Калашников» функция обрабатывающего центра IZH H600 в части оперативного и высококачественного восстановления сложных и дорогостоящих деталей производственного оборудования оказалась настолько востребованной на предприятии, что от коллег приходится буквально «отбиваться», чтобы выкроить время для проведения плановых исследовательских работ по освоению новых видов материалов и деталей.



Рис. 6. 5-ти координатный гибридный обрабатывающий центр IZH H600

К основным преимуществам технологий гибридного формообразования следует отнести:

- возможность получения изделий, имеющих сложный профиль и точные поверхности, изготовление которых традиционными методами экономически нецелесообразно;

- возможность оперативного ремонта и восстановления изношенных, частично разрушенных изделий сложной конструкции, а также исправления брака;
- снижение трудоемкости постобработки за счет сокращения или исключения переустановок детали;
- снижение себестоимости и повышение производительности производственных процессов;
- высокая гибкость производства;
- существенное сокращение заготовительного производства (литейные, кузнечно-штамповочные, сварочные переделы) вплоть до полного отказа от него;
- кратное сокращение объемов складских запасов, за счет высокой оперативности изготовления изделий.

Кроме того, гибридные технологии могут при необходимости обеспечить изготовление или восстановление сложных деталей не в условиях промышленного предприятия, а в любых удаленных пунктах ремонта и восстановления техники, имеющих в качестве оборудования гибридный обрабатывающий центр и переданную предприятием программу формообразования и механообработки.

С учетом преимуществ гибридных технологий число технических решений в области гибридного формообразования растет год от года. Данному направлению уделяется самое пристальное внимание со стороны ведущих зарубежных и части российских станкостроительных фирм, производителей аддитивного оборудования и научно-исследовательских организаций. Ряд компаний предлагает технологические комплекты аддитивного формообразования, встраиваемые в серийно выпускаемое станочное оборудование, другие выпускают полностью укомплектованные гибридные обрабатывающие центры. В перспективе можно ожидать, что такого рода модули станут стандартными опциями почти в любом металлообрабатывающем оборудовании.

В то же время одной из сложных проблем остается сертификация авиационных деталей, полученных с применением 3D-печати, особенно деталей силового каркаса, силовой установки и др. Понятно, что органы сертификации авиационной техники, как отечественные так и зарубежные, пока с определенной настороженностью относятся к использованию деталей, полученных с применением 3D-технологий, и требуется проведение дополнительных испытаний, для подтверждения надежности и безопасности таких деталей. Важно то, что с обеих сторон есть понимание необходимости выработки определенных правил

применения подобных технологий в авиастроительном производстве и в настоящее время необходимо осуществление практических шагов в этом направлении.

Список литературы:

1. Machinery Magazine, February 2022, UK, 2022, p.48-49
2. Аддитивные технологии, январь 2022, М.: ООО «ПРОМЕДИА», 2022, 43С.
3. <https://kalashnikovgroup.ru>

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Е. М. Омельченко

Научный руководитель: И. А. Баранчугов

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования*

«Дальневосточный федеральный университет» в г. Владивосток

Аннотация. Робототехника стремительно развивается. Простые роботы широко применяются в производстве, а их производительность постоянно растет, они могут выполнять все более сложные задачи. Робот всегда должен двигаться в заданную точку, для этого важно точно знать его положение и положение каждой из его частей. Точность промышленного робота зависит от многих факторов. Одним из основных источников ошибок позиционирования робота является несоответствие номинальных и фактических длин звеньев. Для решения этой проблемы необходимо проводить калибровку.

Ключевые слова: манипулятор, калибровка, позиционирование, измерительные системы.

Annotation. Robotics is developing rapidly. Simple robots are widely used in production, and their productivity is constantly growing, they can perform more and more complex tasks. The robot must always move to a given point, for this it is important to know exactly its position and the position of each of its parts. The accuracy of an industrial robot depends on many factors. One of the main sources of robot positioning errors is the discrepancy between nominal and actual link lengths. To solve this problem, it is necessary to carry out calibration.

Key words: manipulator, calibration, positioning, measuring systems.

В настоящее время существуют методы калибровки, которые позволяют идентифицировать различия между фактическими и номинальными геометрическими параметрами [1-4]. Выбор того или иного типа оборудования для исследования и контроля необходимых характеристик зависит от конкретных задач и условий предприятия, таких как допустимая погрешность измерений, габариты, вес, стоимость и многих других.

Механические методы измерения

Механические методы измерения являются наиболее распространёнными и широко применяются уже долгие годы. К механическим относят метод позиционирования пробника, когда на фланце робота закреплена полая геометрическая форма, которой необходимо коснуться тестового объекта или максимально приблизиться к нему [5]. Также существуют методы кабельных измерений с использованием тросовых датчиков [6] и машинное измерение координат при помощи координатно-измерительной машины [7].

Акустические методы

Для таких методов широко применяются ультразвуковые датчики, работающие без непосредственного контакта с объектом. Ультразвуковая волна отражается от объекта и возвращается к приемнику, зная скорость распространения звука и время между излучением и принятием сигнала, схемотехника вычисляет расстояние [8], [9]. На точность таких методов влияют многие внешние факторы, такие как температура, давление, влажность воздуха. Из-за этого условия применения этих систем сильно ограничены.

Оптические методы

Наиболее развивающееся направление, постоянно создается и улучшается множество решений. Широко применяются лазерные системы, отслеживающие отражатель цели лазерным лучом [10], или сравнивают маршрут робота с лазерным лучом [11]. Обладая очень высокой точностью, лазерные системы являются одними из самых дорогих. Также используются оптические камеры [12], положение рабочего органа робота определяется как функция времени с помощью изображения или с помощью нескольких источников света, излучение которых будет регистрироваться камерами.

Существующие современные методы измерений имеют высокую стоимость, а также являются высокотехнологичным и требуют специальных навыков для их использования. На основе изученных материалов предложены методы измерений, обеспечивающие высокую точность при

относительно невысокой стоимости и способные применяться в различных условиях.

Измерительная система на основе тросового датчика

В качестве измерительного устройства используется тросовый датчик. Он имеет простую настройку, относительно невысокую стоимость и способен работать в любых производственных условиях.

Робот и специальная стойка с тросовым датчиком размещаются на столе. Для обеспечения требований эксплуатации датчика разработана специальная стойка. Предложенное конструктивное решение обеспечивает возможность измерений большой вариации поз робота. На Рис. а) представлена данная стойка, на которой установлен сам тросовый датчик и система отклоняющих блоков с неподвижным нижним блоком и вращающейся вокруг своей оси вилкой с верхним блоком.

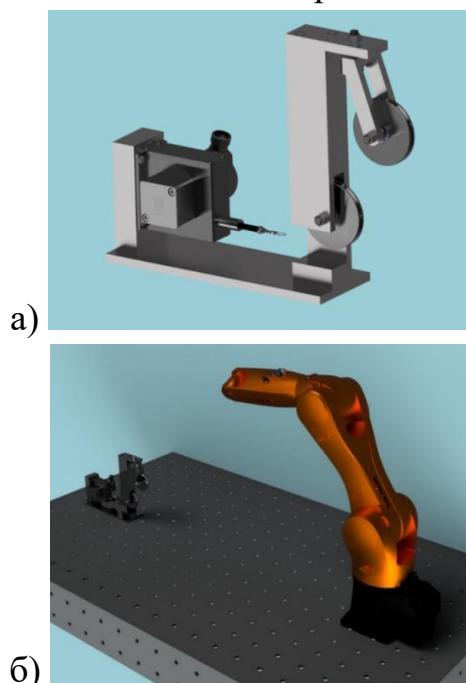


Рис. 1. Стойка с тросовым датчиком а) и общий вид б)

Блоки расположены так, что желоб нижнего блока находится точно напротив точки выхода троса из корпуса датчика, а ось вращения вилки верхнего блока совпадает с направлением выхода троса с нижнего блока. Такая конфигурация позволяет исключить заломы и перегибы троса на выходе из корпуса при различных позах и траекториях движения робота. Для закрепления троса к фланцу робота используется карабин из комплекта поставки датчика, ответная часть на фланце робота оснащена проушиной для крепления карабина. Общий вид рабочего стола показан на рисунке 1 б).

Позы робота для проведения измерений выбираются с учетом всех условий и ограничений. Выполняется большое количество измерений в

различных позах, полученные данные снимаются с датчика и загружаются в программу с оптимизационным алгоритмом.

Оптическая измерительная система на основе лазера и камеры

Предлагается использовать оптическую измерительную систему на основе лазера и камеры высокого разрешения. Суть метода заключается в фиксации пятна лазера камерой и сравнение данных с исходными значениями.

Робот устанавливается на стол, на фланце закрепляется лазер. Напротив робота ставится камера высокого разрешения. Между камерой и роботом устанавливаются два экрана, чтобы камера могла зафиксировать точку, в которую направлен лазерный луч, а рабочая программа смогла распознать эту точку и определить ее положение на экране. Первый экран матовый, попадая на него с одной стороны, лазерный луч образует четкое пятно с обратной стороны, которое фиксирует камера. Второй экран прозрачный, с заранее нанесенной сеткой. Этот экран накладывается на матовый и служит полем для калибровки камеры и дальнейшей обработки данных рабочей программой.

Общий вид измерительной системы представлен на рисунке 2 а).

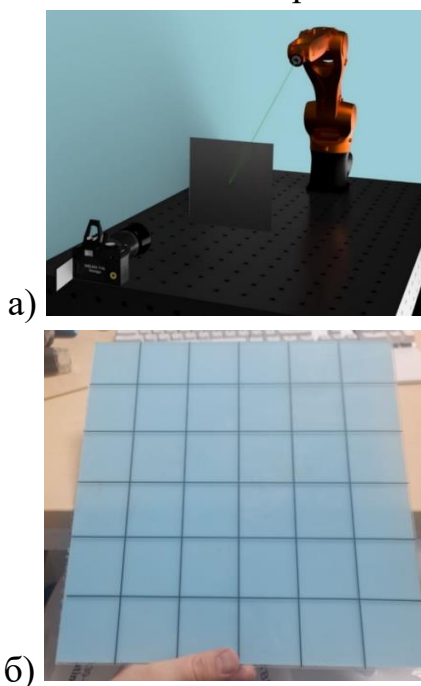


Рис. 2. Общий вид процесса измерений а) и калибровочный экран б)

Перед началом измерений камера калибруется с помощью размеченного экрана. Для робота генерируется такая программа, чтобы он целился лазером в центр экрана при этом используя максимальное разнообразие положений всех звеньев. Камера фиксирует каждое положение пятна лазера на матовом экране. Полученные снимки обрабатываются

программой и проводится анализ соответствия фактических координат центра и координат пятна лазера. На основе этих данных запускается оптимизационный алгоритм для дальнейшей калибровки робота.

Представленные методы являются универсальными и могут быть применены к различным промышленным манипуляторам в разных условиях эксплуатации, позволяют значительно сократить расходы на калибровку.

Список литературы:

1. Локтев Д. А., Алфимцев А.Н. Измерение расстояния до движущегося объекта с помощью комплексной системы видеомониторинга // Инженерный журнал: наука и инновации, 2013 г.

2. Vegard Johnsrud, 2014, Improvement of the Positioning Accuracy of Industrial Robots, Norwegian University of Science and Technology

3. P.-C. Juan, "3D Positioning Using Trilateration with Cable Encoders and Kriging Modeling," MS Thesis, Department of Mechanical Engineering, Chung Yuan Christian University, 2017.

4. Dong-jing Miao, Shuai Zhang, Jian-shuang Li, Ji-hui Zheng, "Research on error model between position of measurement point and measurement accuracy in multilateral coordinate measuring system," Proc. SPIE 11343, Ninth International Symposium on Precision Mechanical Measurements, 113431T (13 November 2019);

5. Van Brussel, H., 1990, "Evaluation and Testing of Robots," Annals of CIRP Vol. 39/2, pp. 657-664.

6. Lin, P. T., Juan, P.-C., Lin, S.-P., Lu, W.-H., & Wu, Z.-G. (2018). How End Effector Absolute Accuracy Plays A Role in Industry 4.0. 2018 14th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA).

7. Lemes, S., Cabaravdic, M., & Zaimovic-Uzunovic, N. (2013). Robotic manipulation in dimensional measurement. 2013 XXIV International Conference on Information, Communication and Automation Technologies

8. Figueroa, F., E. Doussis and E. Barbieri, 1992. Ultrasonic ranging system for 3-D tracking of a moving target. Presented at the Winter Annual Meeting, Nov. 8-13, 1992, Anaheim, CA., ASME, 345 E. 47 St., New York.

9. Marioli, D., Sardini, E., & Taroni, A. (1988). Ultrasonic distance measurement for linear and angular position control. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 37(4), 578–581.

10. ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА ПРИ РАБОТЕ В СОСТАВЕ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОДУЛЕЙ

МОРЕВ Д.С.¹, БЛОХИН Д.А.¹, КОЛЬЦОВ А.Г.¹ АО «Высокие технологии», Омск, Россия Том: 7Номер: 3 Год: 2019 Страницы: 79-86

11. Marszalec, E., & Marszalec, J. (1990). Lasers and optical fibres in robotics. *Industrial Robot: An International Journal*, 17(3), 149–153.

12. Норкина, Н. В. Определение точности позиционирования промышленных манипуляторов при помощи цифровой фото/видео камеры / Н. В. Норкина, Ф. А. Мевис // Открытое образование. – 2019. – Т. 23. – № 3. – С. 42-48.

ОСОБЕННОСТИ ПОСЛОЙНОГО НАНЕСЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПОСТРОЕНИЯ В ПЕСЧАНО-ПОЛИМЕРНЫХ 3D ПРИНТЕРАХ ТЕХНОЛОГИИ «BINDER JETTING»

Ф. А. Плешаков

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой К. В. Змеу

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования*

«Дальневосточный федеральный университет» в г. Владивосток

Кафедра технологий промышленного производства

Аннотация. Для современного производства литейных песчаных форм в единичном производстве, все чаще используют аддитивные технологии. Однако оборудование, использующее данную технологию, в большинстве своем - иностранное и потому остро встает вопрос о созданиях собственных технологий аддитивного производства. В данной работе рассмотрены особенности послойного нанесения материала.

Ключевые слова: аддитивное производство, песок, литейная форма, 3D печать.

Annotation. For the modern production of foundry sand molds in a job production, additive technologies are increasingly used. However, the equipment using this technology is mostly foreign, and therefore the question of creating our own additive manufacturing technologies is acute. In this paper, the features of the layer-by-layer deposition of the material are considered.

Key words: additive manufacturing, sand, mold, 3D printing.

На данный момент на предприятии АО ААК «ПРОГРЕСС» имеется специальное оборудование компании ExOne® изготовления литейных форм. Оборудование такого типа использует технологию аддитивного производства, где литейная форма образуется за счет послойного нанесения

песка на поверхность и печати отвердителя в нужных участках нанесенного песка [1]. Главными преимуществами данного решения является отсутствие необходимости в создании модельной оснастки и большая свобода выбора конфигурации отливок, так как получаемая внутренняя полость формы сыпучая, что позволяет легко удалять ее из формы в отличие от модельной оснастки.

Цель исследования: изучение особенностей послойного нанесения песка на экспериментальных установках.

Описание работы

Для реализации послойного нанесения песка необходимо разработать технологию дозирования песка и его равномерного распределения.

Основным наносимым материалом является кварцевый песок (Рис. 5). На предприятии АО ААК «ПРОГРЕСС» используется песок, частицы которого имеют различные формы, приближенные к сфере. Размеры частиц не превышают 0,12...0,16 мм (Рис. 5). Кварцевый песок имеет следующие характеристики (табл. 1):

Табл.1. Физические свойства кварцевого песка

Плотность	1200 кг/м ³
Температура плавления	1700°C
Твердость	7 по шкале Мооса
Коэффициент трения кварц о кварц	0,6
Коэффициент трения кварца о сталь	1,3

Исследование установки с шиберным механизмом

Для изучения особенностей нанесения песка, разработана следующая установка (рис. 1).

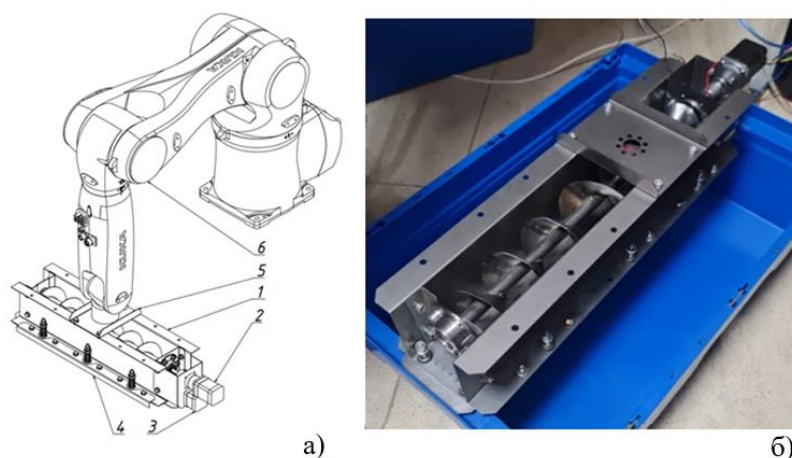


Рис. 1. Схема установки с шиберной заслонкой а) и фото установки б)

1 – бункер; 2 – шнековый механизм; 3 – шиберный механизм; 4 – выравнивающее устройство; 5 – крепление к роботу; 6 – робот манипулятор

В данной установке основным устройством дозирования и распределения песка является шиберный механизм (рис. 2). Схожий принцип имеет хоппер-дозатор распределяющий гравий на железной дороге [2]. Для того чтобы распределить песок по всей поверхности шиберного механизма используется шнековый механизм (рис. 3а). В качестве выравнивающего устройства в установке используется рапель (рис. 3б). Для перемещения всей установки используется робот манипулятор.

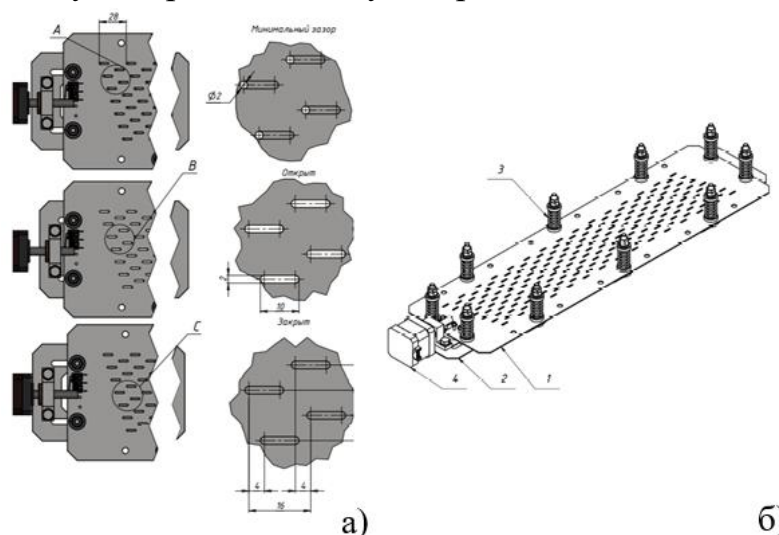


Рис. 2. Схема открытия заслонки а) и Шиберный механизм б)

1 – верхняя пластина; 2 – нижняя пластина; 3 – прижимные болты; 4 – двигатель с винтовой парой

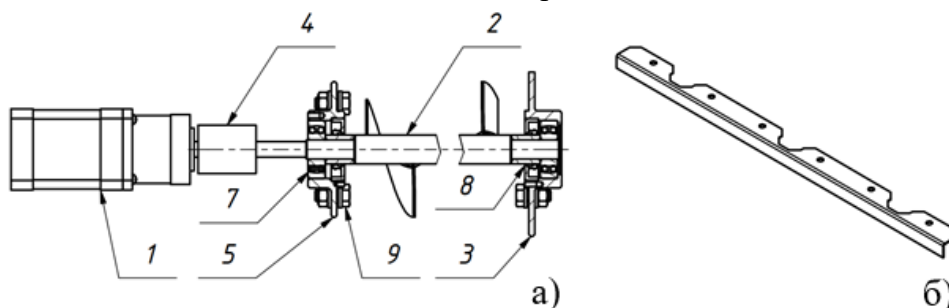


Рис. 3. Шнековый механизм а) и рапель б)

1 – двигатель; 2 – шнек; 3,5 – стакан подшипника; 4 – муфта; 7 – подшипник; 8 – манжета с пыльником. 9 – крепеж

Результаты эксперимента:

1. После первого цикла опустошения бункера появился характерный скрежет металла, вызванный попаданием песка в межшиберное пространство, что привело к заклиниванию шиберного механизма;

2. При полном заполнении бункера песок перестает высыпаться. Это вызвано увеличенной силой трения, что приводит к удержанию песка в бункере.

3. Наблюдается неравномерное высыпание песка из отверстий (рис. 4а).

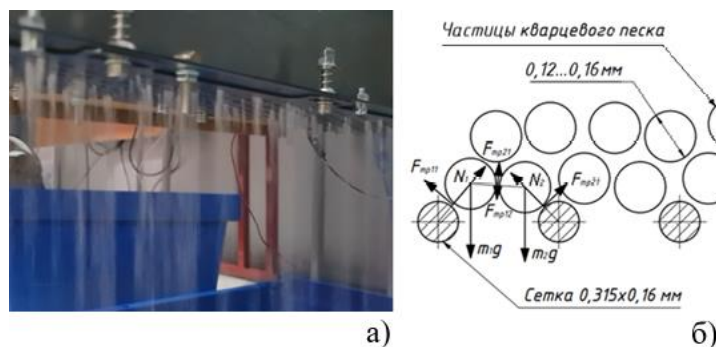


Рис. 4. Фото высыпания песка а) и схематический процесс высыпания б)

Результаты экспериментов показали неудовлетворительные результаты работы установки на основе шиберной заслонки. Необходимо использовать иную технологию дозирования песка.

Исследование установки с сеткой и вибромоторами

В новой технологии дозирования используется сетка, которая не дает в обычных условиях пропускать через себя песок (рис. 4б, 5) из-за высокого значения коэффициента трения. Чтобы песок смог пройти через ячейки, к частицам необходимо приложить усилия, достигаемые за счет применения вибрационных механизмов. Расход песка зависит от размера усилий, создаваемых вибрацией. Похожий принцип использует машина ExOne® на предприятии АО ААК «ПРОГРЕСС» [3].



Рис. 5. Фото песка и сетки под микроскопом

Для исследования данной технологии разработана новая экспериментальная установка (рис. 6).

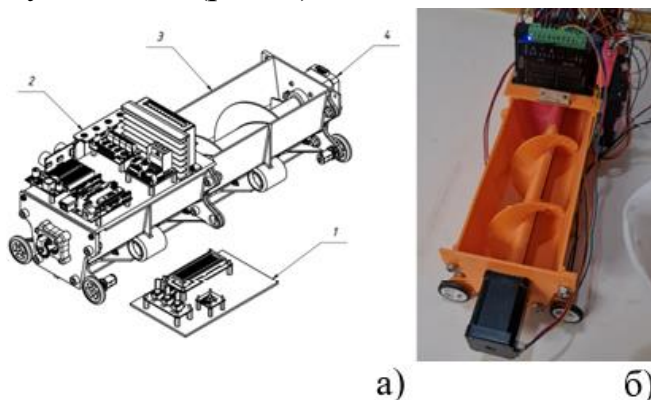


Рис. 6. Схема установки с сеткой и вибромоторами а) и фото установки б)

1 – пульт управления; 2 – система управления; 3 – бункер; 4 – шнековый механизм

Установка состоит из пластикового бункера, на дне которого установлена сетка (рис. 7). Использовались четыре колеса, позволяющие равномерно перемещать устройство нанесения. Так же изменен шнековый механизм, где манжеты, заменены на лабиринтные уплотнения (рис. 8).

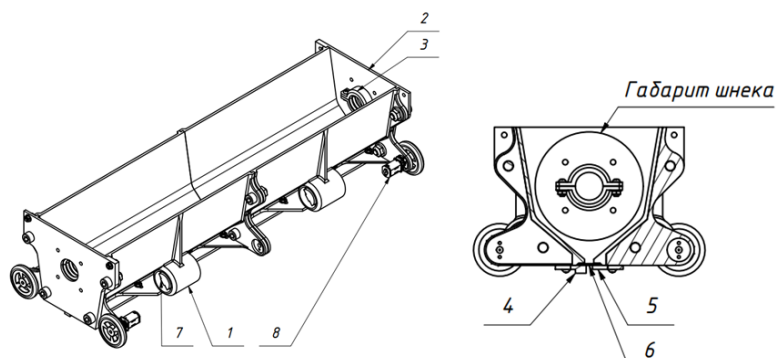


Рис. 7. Бункер

1 – часть корпуса; 2 – боковая крышка; 3 – крышка лабиринтного уплотнения; 4 – рапель; 5 – крышка сетки; 6 – сетка 0,315x0,16 мм; 7 – вибромотор; 8 – привод с колесом

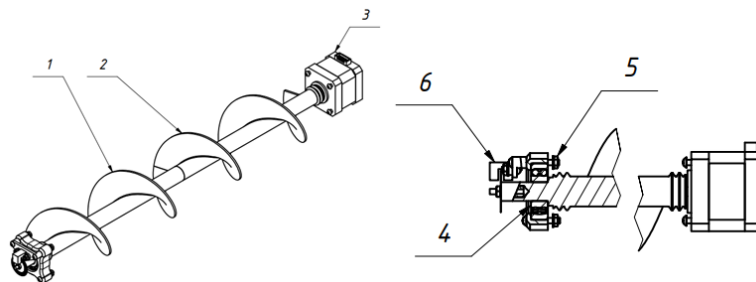


Рис. 8. Шнековый механизм

1, 2 – шнек; 3 – двигатель; 4 – подшипник; 5 – крепеж; 6 – энкодер

Результаты эксперимента:

1. С помощью установки удалось нанести слой песка (рис. 9);
2. При заполнении бункера более чем на половину наблюдается значительное уменьшения количества высыпаемого песка, это связано с ростом сил трения.



Рис. 9. Слой песка, нанесенный установкой

По итогам проведенных экспериментов, выявлены следующие рекомендации для проектирования установки по послойному нанесению материала:

1. Использование сетки и вибрационных усилий для дозирования песка;
2. Защита подшипниковых узлов от попадания песка с помощью манжет;
3. Мощность вибромоторов должна быть достаточной, чтобы сила трения не влияла на дозирование песка;

Список литературы:

1. Аддитивные технологии в машиностроении / авт. М.А. Зленко / ред. М.А. Нагайцев В.М. Довбыш. - М. : ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2017 г.. - стр. 220.
2. Специальный подвижной состав: учеб. пособие / авт. П. Сычѳв В.. - М. : ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2017 г.. - стр. 121.
3. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / авт. Гибсон Я. Розен Д., Стакер Б.. - М. : ТЕХНОСФЕРА, 2020 г.. - стр. 648.

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УЧЕБНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА SIMOTION D425 ДЛЯ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А. В. Фарзалиев

к.т.н., доцент, руководитель предметной группы П. А. Дѳяченко

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования*

«Дальневосточный федеральный университет» в г. Владивосток

Кафедра технологий промышленного производства

Аннотация. Синхронные двигатели являются важнейшим продуктом в области автоматизации, такие двигатели применяются на различных предприятиях. Контроль, поддержание работоспособности и управление не обходится без специальных установок. В данной работе будет представлен стенд для исследования таких двигателей.

Ключевые слова: наглядные методы обучения, классификация методов обучения, учебно-экспериментальный стенд, синхронные двигатели в машиностроении.

Annotation. Synchronous motors are the most important product in the field of automation, such motors are used in various enterprises. Monitoring, maintenance and management is not complete without special installations. In this paper, a stand for the study of such engines will be presented.

Key words: visual teaching methods, classification of teaching methods, educational and experimental stand, synchronous motors in mechanical engineering.

Принцип обучения остается важнейшим принципом в современном мире. В настоящее время полноценное обучение без наглядных методов сложно представить.

Преподаватель может очень долго рассказывать о технологическом процессе, как можно подключить тот или иной прибор к какому-нибудь элементу. Соответственно, студент не может представить полное представление об том или ином процессе, по словесному описанию. С уверенностью нельзя сказать, что наглядные методы обучения опираются лишь на наглядно-образном мышлении и развивают только его. Использование логических схем, моделей, экспериментальных стендов требует от студентов абстрактного-логического мышления и способствует его развитию [3].



Рис.1. Классификация методов обучения по источникам знаний.

Методы обучения принято классифицировать. Существуют множество методов обучения, наиболее востребованные и распространённые являются словесные, наглядные и практические (рис.1). Характерность данной классификации заключается в том, что она отражает видимую сторону процесса обучения.

Актуальностью данной работы является «использование специальных лабораторных установок и комплексов. Благодаря им учебный процесс

становится более увлекательным и позволяет улучшить понимание технической базы средств автоматизации, улучшить практические навыки работы с алгоритмическим и программным обеспечением автоматизированных систем. Учебные лабораторные стенды созданы для организации полноценного обучения студентов и проведения исследовательских работ. Для обучения студентов работе с современными программируемыми логическими контроллерами, а также модулями расширения, предлагается разработка нового учебного стенда на базе контроллера S7-1200 фирмы Siemens» [1]. Почему был выбран именно контроллер серии S7? Семейство этих контроллеров представляет собой серии программируемых логических контроллеров, при помощи которых можно решать широкий спектр задач в области автоматизации, такие как, системы автоматизации судовых установок, водообеспечения, технических устройств.

В данной работе будет предложено создать стенд на базе устройств управления приводами SIMOTION D425 в связке с контроллером S7-1200.

Стенд должен обеспечивать возможность подключения, настройки и регулировки параметров, а также интеграцию с верхним уровнем управления (ПЛК S7-1200).

С помощью стенда можно изменять режимы работы двигателей, исследовать характеристики, выполнять построение замкнутых систем управления.

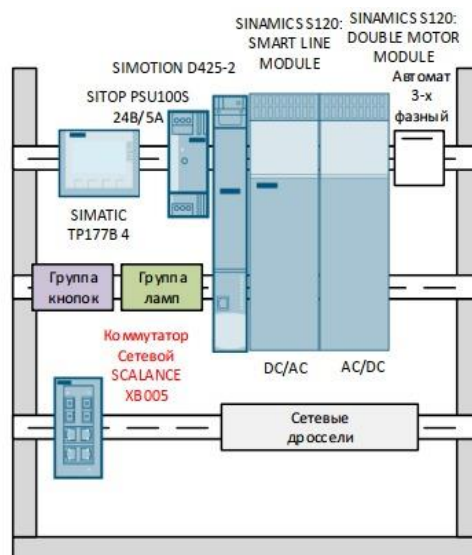


Рис. 2. Эскиз стенда для исследования систем управления двигателями

В основе оборудования находится синхронный двигатель 0.5 кВт 1FK7. Управляющая часть SIMOTION D425 Control Unit D425-2 DP/PN конфигурируется в STARTER или TIA PORTAL.

Этот модуль соединяется с управляемым инвертором, который в свою очередь подключен к 3-х фазному выпрямителю, все эти модули соединяются посредством специальных кабелей. Существуют различные варианты SIMOTION D. Это обеспечивает высокую степень гибкости и масштабируемости. Различные варианты SIMOTION D425, SIMOTION D435 и SIMOTION D445 имеет следующие характеристики:

Встроенный привод может управлять 6 осями [5]. Управляющий привод имеет коннектор SIMATIC DP, шинный соединитель для подключения к сети PROFIBUS до 12 мбит/с, с наклонным отводом кабеля, 15,8 x 54 x 39,5 мм. Так же в схеме присутствует подключения дисплея, то есть операторная панель. Так же в операторской панели существуют системы управления, такие как панель оператора для простых HMI задач. Электрическая схема, которую я предлагаю, представлена на рисунке 3.

Рис. 3. Электрическая схема стенда для исследования систем управления двигателями

Особенность применения именно синхронных двигателей, нежели асинхронных, заключается в ударных нагрузках, что позволяет сохранять постоянство частоты вращения, поэтому их можно использовать в различных механизмах, такие как, металлургической и металлообрабатывающей промышленности.

Существуют авиационные синхронные двигатели для специального применения, большинство предприятий используют микродвигатели мощностью от долей ватта до несколько сотен ватт. Достоинство использование таких двигателей заключается в поддержании постоянной частоты вращения, которая связана с частотой питающей сети.

Преимущество использование контроллеров в промышленности невозможно представить. Большинство предприятий используют именно контроллеры, чтобы облегчить человеческий труд, а самое главное это повышение производительности.

Основной задачей данной работы заключается разработка учебно-экспериментального стенда и работа с более тяжелыми системами. К тяжелым системам относится:

1. Управление технологическим процессом;
2. Управление системами авторегулирование. В этих системах формируется поддержание определенных уровней параметров.
3. Управление адаптивными система. Такие системы осуществляют управление объекта при недостаточном его описании, которая имеет вид функциональной зависимости.

Предстоящие цели проекта:

1. Проектирование конструкции стенда (построение модели в solid works);
2. Расчет механики и моделирование;
3. Сборка стенда;
4. Эксперименты на стенде.

Будучи готовый продукт будет полезен для работы студентов в технических системах и трудоустройства на промышленные предприятия.

Список литературы:

1. Митин, В. А. Разработка лабораторного стенда для изучения работы с модулями ввода-вывода промышленного контроллера на базе ПЛК-110 / В. А. Митин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 21 (207). — С. 64-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/207/50710/> (дата обращения: 21.12.2021).

2. Интерактивный лабораторный стенд на действующем ПЛК. Шилин А.А. Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

3. Осмоловская И.М. Наглядные методы обучения. Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений // Москва. 2009.

4. Синхронные двигатели 1FK7. Руководство по настройке (PFK7S), Издание 12.2006, 6SN1197-0AD16-0BP1.

5. Техника автоматизации »Системы автоматизации. Motion Control - система SIMOTION. Аппаратные платформы. SIMOTION D на базе привода SIMOTION D425, D435, D445. [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL:[https://simatic-market.ru/catalog/Siemens CA01/10014216/accessories/#10014216/info/](https://simatic-market.ru/catalog/Siemens_CA01/10014216/accessories/#10014216/info/) (дата обращения 15.03.2022).

**РАБОТЫ, ПРИНИМАВШИЕ ЗАОЧНОЕ УЧАСТИЕ В
ХІ-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«МОЛОДЕЖЬ ХХІ ВЕК»**

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

В.В. Балог

Заведующий кафедрой Пахомов С.В.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
в г. Иркутск*

Кафедра физики, механики и приборостроения

Аннотация. Рассмотрена установка, разработанная на базе упрощенной схемы системы рельсовой цепи, позволяющая по полученным трендам изменения параметров устройств разрабатывать параметрическую модель возникновения отказа. Предложена методика применения установки при проведении учебных занятий. Получены положительные моменты по повышению эффективности изучения ими методов прогнозирования и получения практических навыков замера контролируемых параметров устройств и по разработке для них программ технического обслуживания.

Ключевые слова: установка, цепь, параметр, прогнозирование.

Annotation. The installation developed on the basis of a simplified scheme of the rail circuit system is considered, which allows to develop a parametric model of failure occurrence based on the received trends of changes in device parameters. The method of using the installation during training sessions is proposed. Positive aspects have been obtained to improve the efficiency of their study of forecasting methods and obtaining practical skills in measuring the controlled parameters of devices and developing maintenance programs for them.

Key words: installation, chain, parameter, prediction.

Одной из наиболее важных и актуальных проблем транспорта и машиностроения является повышение качества и надежности деталей, механизмов машин и оборудования. Это вызвано постоянным ростом энерговооруженности оборудования современных предприятий и транспорта, внедрением автоматизированных систем обслуживания и управления.

Использование методов и средств технической диагностики позволяет значительно уменьшить трудоемкость и время обслуживания и ремонта ответственных деталей, машин и оборудования транспорта и производств, а, следовательно, и снизить эксплуатационные расходы.

Техническое диагностирование является важной составляющей ежедневной практики инженеров в области разработки и эксплуатации оборудования железнодорожного транспорта. Поэтому знание основных методов прогнозирования технического ресурса для устройств и программ их технического обслуживания в процессе эксплуатации и получение навыков обнаружения неисправностей актуально в настоящее время [1 стр. 103-112].

С этой целью была разработана установка, функциональная схема которой показана на рисунке 1, а электрическая схема на рисунке 2. Общий вид установки показан на рисунке 3. За основу была взята упрощенная схема системы рельсовой цепи (РЦ), которая является основным элементом всех устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, выполняющим функции датчиков информации о местоположении подвижного состава и используемым в качестве телемеханических каналов для передачи информации между путевыми и поездными устройствами [2 стр. 36].

РЦ представляет собой линию с очень низким сопротивлением изоляции между токоведущими рельсами, изменяющимся в широких пределах, и большой проводимостью по отношению к земле. Кроме того, такая линия работает в особых условиях, определяемых наложением переменного шунта в виде колесной пары подвижных единиц, что обуславливает специфику ее технического обслуживания и измерений [3 стр. 52-68].

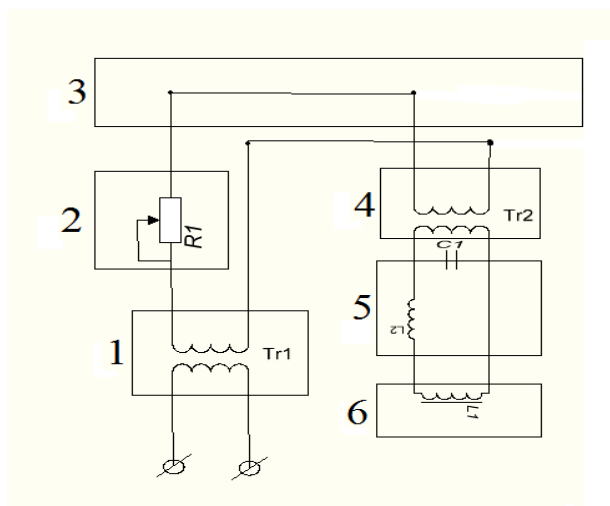


Рис. 1. Функциональная упрощенная схема системы рельсовой цепи

Особенность РЦ состоит в том, что ее элементы пространственно разобщены. Часть элементов расположена на посту, где имеются хорошие условия для наблюдения и измерений. Другая часть элементов находится на поле, где измерения и наблюдения затруднены.

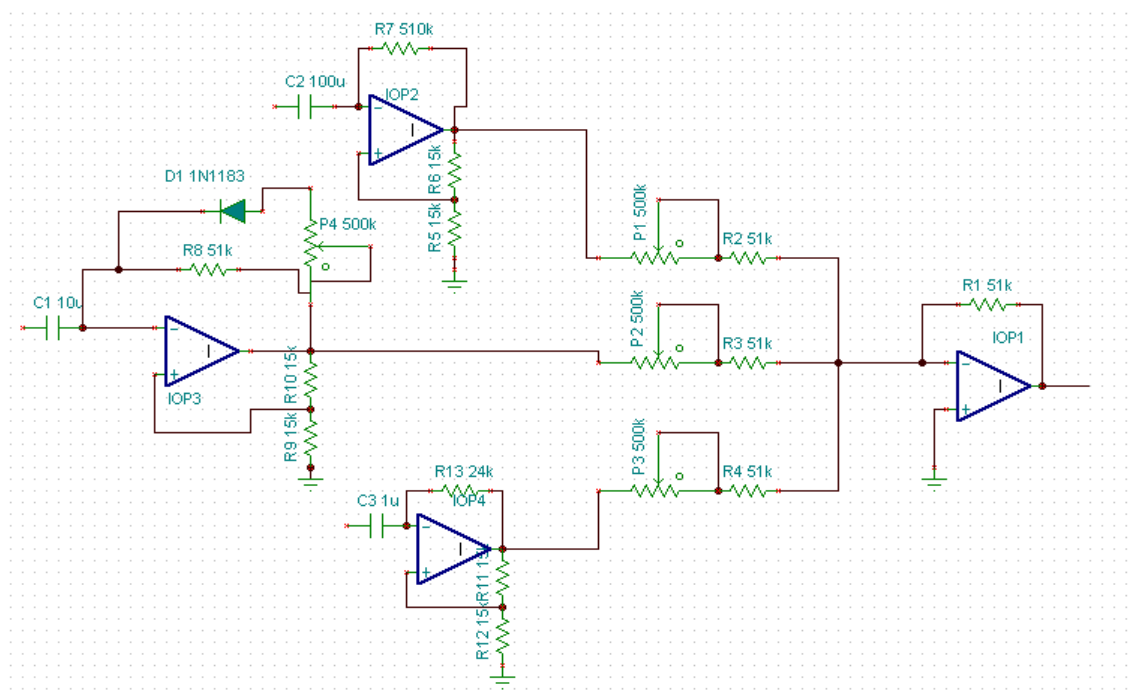


Рис. 2. Электрическая схема упрощенной системы рельсовой цепи

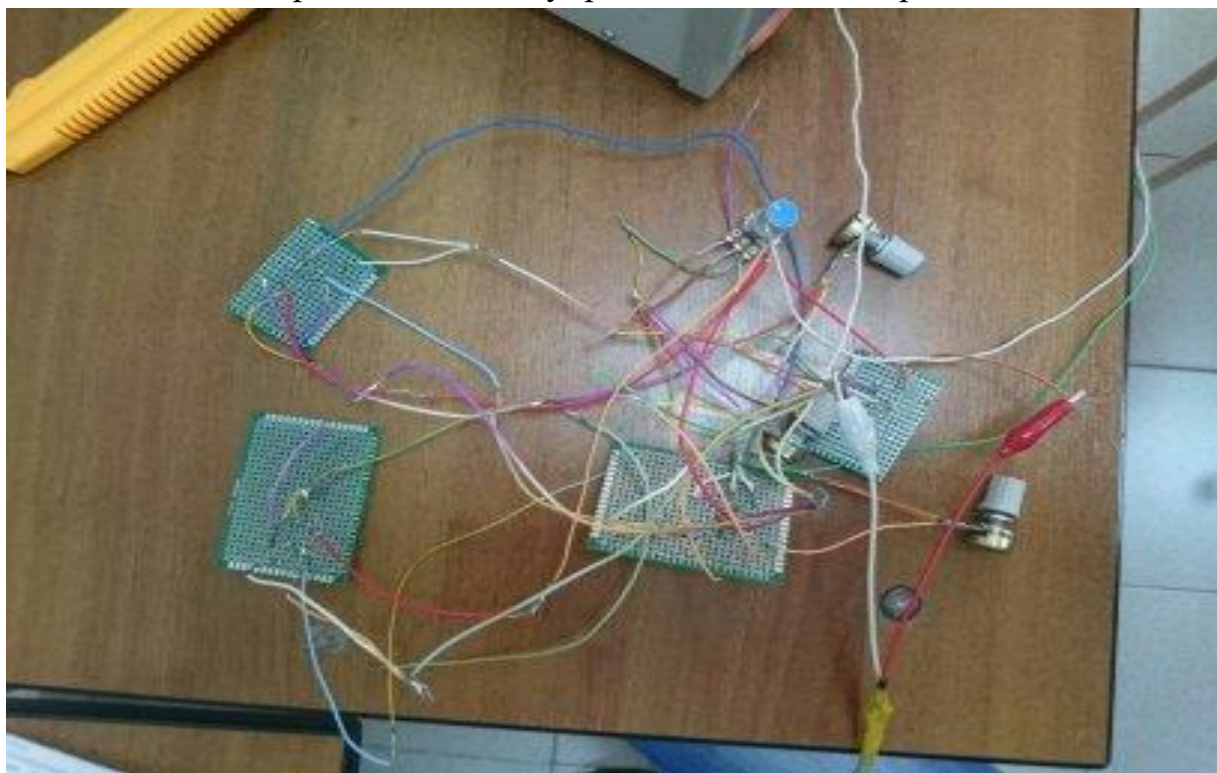


Рис. 3. Общий вид установки вне корпуса

Основными элементами установки являются (рис. 2): 1 – источник переменного тока; 2 – трансформатор; 3,4 – переключатели; 5 – переменное сопротивление; 6,7,9,10 – резисторы; 8,11 – переключатели; 12 – трансформатор; 13,14 – переключатели; 15 – конденсатор; 16 – катушка

индуктивности; 17 – резистор; 18 – переключатель; 19 – катушка индуктивности; 20 – резистор; 21 – переключатель.

Установка представляет собой прямоугольный короб с размерами 500 мм×400 мм×150 мм и с откидной задней крышкой для доступа к устройствам. На передней панели установки изображена графическая схема системы РЦ с отверстиями для доступа приборов с целью замера контролируемых параметров устройств. Во внутренней части передней панели закреплены элементы установки, имитирующие устройства системы РЦ: *Tr1* и *Tr2* – трансформаторы; *R1* – резистор; *РЦ* – рельсовый четырехполюсник; *C1* – конденсатор, *L1* и *L2* – катушки индуктивности. В верхней боковой части панели расположена в углублении панель с шестью тумблерами для имитации повышения или понижения значений контролируемых параметров устройств или прерывание этих параметров при передаче от устройства к устройству.

Технические характеристики устройств установки:

1. Операционный усилитель.

2. Переменное реле В500 К 500 кОм:

- функциональная группа: переменный непероволочный;
- функциональный тип: регулировочный;
- фактическая маркировка: А-1вт-II 1КОМ;
- номинальное сопротивление: 500 Ком;
- номинальная мощность: 1 Вт;
- сопротивление изоляции: 5000 Мом;
- интервал рабочих температур: от -60 до +125°C;
- ресурс: 25000 поворотов;
- минимальная наработка 5000 часов.

3. Постоянные резисторы:

- 6 резистора номинальным сопротивлением 15 кОм;
- 6 резистора номинальным сопротивлением 51 кОм;
- 1 резистор номинальным сопротивлением 24 кОм;
- температурный диапазон: от -55°C до +125°C;
- допустимое отклонение от номинала: ±5%.

4. Диод.

5. Двухполюсники:

- 2 конденсатора номинальной ёмкостью 10 мкФ;
- 1 конденсатор номинальной ёмкостью 1 мкФ;
- допустимое отклонение от номинала: ±10%;
- рабочее напряжение: 50 В;
- температурный диапазон: от -55°C до +125°C;

- выводы: радиальные.
- номинальная индуктивность: 14,4 Гн.

Допустимые значения параметров устройств представлены в таблице 1.

Табл. 1. Допустимые значения параметров устройств

Значения технической системы		Выходной параметр		
Вход, В	Выход, В	Устройство	Работоспособный	Дефектный
220	5	Трансформатор 1	7,2 В	5,7 В
		Переменный резистор R	500 к Ом	8,9 кОм
		Рельсовая цепь РЦ	10 Ом	680 Ом
		Трансформатор 2	7,44 В	1,85 В
		Защитный фильтр 3Ф (конденсатор)	3,21 В	1,089 В
		Путевое реле П	3,46 В	1,45 В

В процессе выполнения работы при включении установки в работу обучающиеся для заданного преподавателем устройства получают на мониторе ПЭВМ тренд изменения параметров данного устройств (рис. 4), формирующих параметрическую модель возникновения отказа.

На модели обучающиеся определяют наработки t , при которых тренд достигает нижнего предельного уровня контролируемого параметра устройства (верхние точки тренда), вычисляют периодичность их повторений и определяют объем выполнения работ на устройстве. Затем составляется программа технического обслуживания данного устройства с выполнением видов работ по программам технического обслуживания ТО-1, ТО-2 и ТО-3, где и назначается его технический ресурс.

Использование реальной установки на занятии позволяет познакомиться обучающимися с конструкцией объекта и эксплуатационной документацией по установке, улучшить навыки по выполнению практических операций по замеру параметров с получением параметрических моделей для прогнозирования технического ресурса для реального устройства, так как ранее работа проводилась чисто гипотетически.

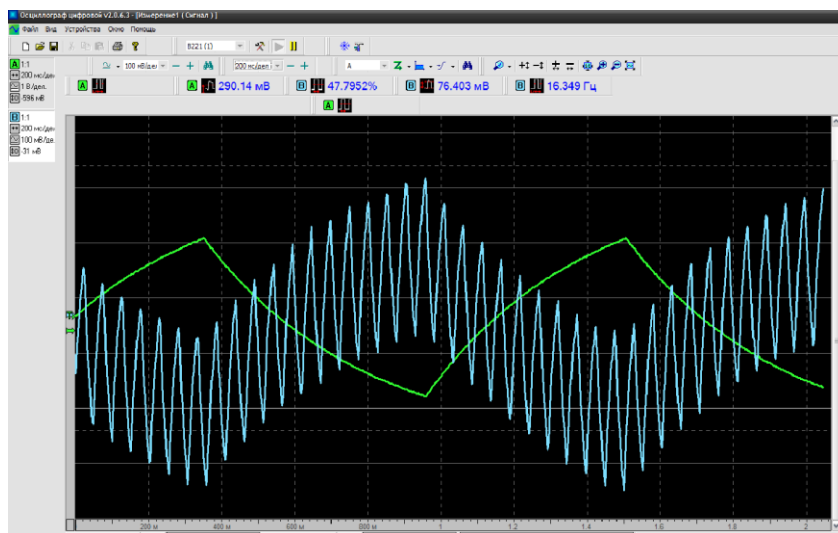


Рис. 4. Параметрическая модель возникновения отказа

Список литературы:

1. Пахомов С.В. Основы технической диагностики устройств приборов: учебное пособие / С.В. Пахомов, А.М. Сафарбаков. Иркутск: ИрГУПС, 2014. – 156 с.
2. Программы поиска места отказа в объектах и системах железнодорожного транспорта : учебно-метод. пособие / С.В. Пахомов, А.М. Сафарбаков, Ю.С. Мухачев. – Иркутск : ИрГУПС, 2013. – 88 с.
3. Сафарбаков А.М. Основы технической диагностики деталей и оборудования: учебное пособие / А.М. Сафарбаков, А.В. Лукьянов, С.В. Пахомов. Ч. 2. Иркутск: ИрГУПС, 2007. – 110 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА ТАМБУРНЫХ ДВЕРЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

А.И. Имигеева

Заведующий кафедрой Пахомов С.В.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования*

*«Иркутский государственный университет путей сообщения»
в г. Иркутск*

Кафедра физики, механики и приборостроения

Аннотация. Рассмотрен вариант системы обогрева тамбурных дверей при эксплуатации пассажирского вагона в зимнее время. Определена

основная причина замерзания тамбурных дверей в зимнее время – это наружная температура воздуха. Произведен анализ существующих нагревательных элементов и конструктивно определены элементы система обогрева тамбурных дверей. Предложены места расположения элементов в тамбурных дверях, приведен принцип работы системы обогрева тамбурных дверей. Получены положительные результаты по устранению замерзания дверей в зимнее время.

Ключевые слова: система, обогрев, дверь, элемент.

Annotation. A variant of the vestibule door heating system during operation of a passenger car in winter is considered. The main reason for freezing of vestibule doors in winter is the outdoor air temperature. The analysis of the existing heating elements was carried out and the elements of the vestibule door heating system were structurally determined. The locations of elements in the vestibule doors are proposed, the principle of operation of the vestibule door heating system is given. Positive results have been obtained to eliminate freezing of doors in winter.

Key words: system, heating, door, element.

Многие граждане нашей страны и других стран ездят на пассажирских поездах России по различным причинам и направлениям. Кто-то просто путешествует, кто-то ездит к родным и близким, будучи в отпуске или просто по необходимости, а кому-то необходимо убыть в командировку, на каникулы и т. д. Переезды пассажиров осуществляются зимой и весной, летом и осенью, т. е. в течение всего года, и все мы понимаем, как нам важна комфортная и безопасная поездка.

С этой целью ОАО «РЖД» ежегодно вводят в эксплуатацию комфортабельные пассажирские вагоны. Но их все равно пока не хватает. Пытаясь повысить качество пассажирских перевозок и уровень комфортности пассажиров, иногда принимаются неоднозначные решения руководства железных дорог. Вводят фирменные, скорые и пассажирские поезда, которые по уровню эксплуатации особенно в зимнее время не соответствуют никаким требованиям. Поэтому актуальной является задача повышение безопасности жизни пассажиров пассажирского вагона и их уровня комфорта в зимнее время [1 стр. 34-37].

Как это ни смешно, но путешествуя в современном пассажирском вагоне можно столкнуться с проблемами, которые не только повышают уровень комфортности, но и приводят к полному отсутствию уровня безопасности пассажиров.

Такой проблемой как это не странно является замерзание в зимнее время двух тамбурных дверей в торцах современных пассажирских вагонов,

которые оснащены воздушной системой автоматического открывания при нажатии на кнопки, установленные на стенках тамбурных дверей.

Главной причиной замерзания тамбурных дверей в зимнее время является наружная температура воздуха:

- до -35°C – нормальная эксплуатация дверей;
- после -35°C – наступает период «замерзания» тамбурных дверей, рисунок 1.

Что приводит к:

- невозможности пассажиров экстренно покинуть пассажирский вагон при чрезвычайных ситуациях, например, при возгорании электропроводки, задымления и т. д.;
- невозможности прохода сотрудников вагона и полиции на место возникновения конфликта между пассажирами;
- невозможности доступа медицинского персонала к заболевшим пассажирам;
- отсутствию комфорта пассажиров в его перемещении по составу и посещения знакомых или вагона-ресторана и другое.



Рис. 1. Замерзание тамбурных дверей в зимний период

Предлагается система обогрева тамбурных дверей.

Техническая схема системы обогрева тамбурных дверей пассажирского вагона приведена на рисунке 2 и рисунке 3.

В состав конструкции системы обогрева тамбурных дверей входят следующие элементы:

- термоэлектрические генераторы SP1848 в количестве 6 штук;
- полупроводниковые термодатчики LM75A в количестве 3 штук;
- соединительные провода;

– светодиоды на панели пульта управления проводника.

Термоэлектрические генераторы 3 на рисунке 3, внутри жестко закреплены винтовыми соединениями к торцевой внешней 1 и торцевой внутренней 2 стенках двери в трех местах: верхней, средней и нижней частях [2 стр. 112-137]. Они располагаются на расстояниях от концов двери по вертикали и горизонтали до 100 мм согласно рисунка 2. К генераторам 3 подведены припаянные черные (-) и красные (+) провода, которые образуя единый жгут 4, отведены и подсоединены к источнику питания.

Между стенками 1 и 2 двери по всей ее высоте закреплена жестко винтовыми соединениями перегородка 5 (рисунок 3), на которой располагаются посередине, закрепленные винтовыми соединениями, полупроводниковые термодатчики 6, параллельно генераторам 3. Провода от термодатчиков 6 соединены в один жгут 7, который подводится к светодиодам на панели пульта управления проводника.

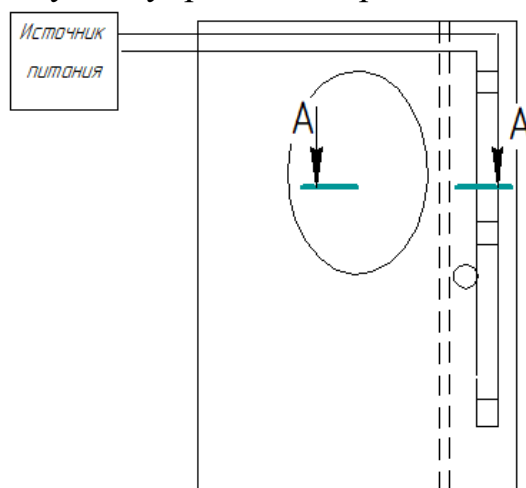
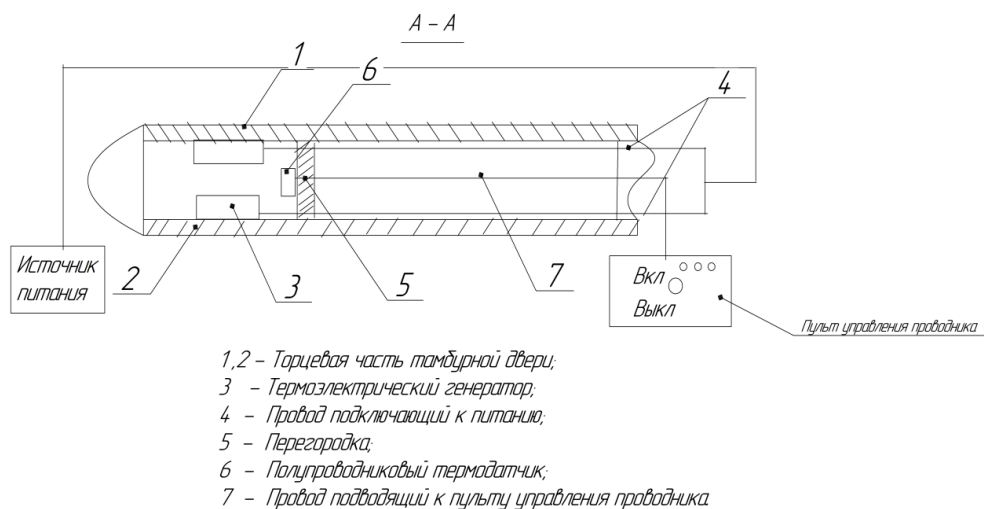


Рис. 2. Схема подключения термоэлектрического генератора



- 1, 2 – Торцевая часть тамбурной двери;
- 3 – Термоэлектрический генератор;
- 4 – Провод подключающий к питанию;
- 5 – Перегородка;
- 6 – Полупроводниковый термодатчик;
- 7 – Провод подводящий к пульту управления проводника

Рис. 3. Схема подключения термоэлектрического генератора, разрез А – А, вид сверху на тамбурную дверь

При достижении наружного воздуха за вагоном -30°C проводник на пульте управления перемещает переключатель в рабочее положение [3 стр. 43-54]. Одновременно сигналы поступают на источник питания и на включение в работу генераторов 3, которые начинают осуществлять нагрев стенок 1 и 2. При достижении заданной температуры $+30^{\circ}\text{C}$ в образованном замкнутом пространстве внутри двери полупроводниковые термодатчики 6 через проводной жгут 7 подают сигналы на светодиоды на панели пульта управления проводника, которые загораются зеленым цветом. Система обогрева тамбурных дверей обеспечивает постоянную их работу.

Отключение системы осуществляется проводником путем перемещения переключателя в выключенное состояние при достижении температуры наружного воздуха за вагоном -30°C , при этом источник питания выключается и светодиоды гаснут.

Хочется отметить и возможные действия пассажиров в случае замерзания тамбурной двери.

Одной из важных проблем замерзания тамбурной двери, является невозможность эвакуаций пассажиров при чрезвычайных ситуациях.

Можно также отметить, что чаще всего происходит сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы непосредственно в вагонах. Тем не менее, ехать в поезде примерно в три раза безопаснее, чем лететь на самолете, и в 10 раз безопаснее, чем ехать в автомобиле [4 стр. 25-31].

Знайте, что с точки зрения безопасности самые лучшие места в поезде – центральные вагоны, купе с аварийным выходом-окном или расположенное ближе к выходу из вагона, нижние полки.

Как только Вы оказались в вагоне, узнайте, где расположены аварийные выходы и огнетушители.

Выполняя эти требования проблем при путешествии в пассажирском вагоне никогда не будет особенно в зимнее время.

Список литературы:

1. Electronics Blog [Электронный ресурс] // Сайт о железнодорожном транспорте. URL: <https://vokzalzhd.ru/article/vidy-passazhirskih-vagonov.html> (дата обращения: 15.05.2019).
2. П. Хоровиц. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл; под редакцией М.В. Гальперина. М: Мир, 1986. – 600 с.
3. Сафарбаков А.М. Основы технической диагностики деталей и оборудования: учебное пособие / А.М. Сафарбаков, А.В. Лукьянов, С.В. Пахомов. Ч. 2. Иркутск: ИрГУПС, 2007. – 110 с.

4. Сальникова Е.Н. Пассажирские вагоны. Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 243 с.

ОЧИСТКА КРУПНОТОННАЖНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТОДОМ ИСКУССТВЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ

Павлова П.Л.

ученица МОБУ «Гимназия № 7» г. Арсеньев

к.х.н., доцент Фролов К.Р.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования*

«Дальневосточный федеральный университет»

Кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Аннотация. Загрязнение природных вод промышленными техногенными стоками – один из больших вызовов, который должно решить человечество. Для его решения учёные активно изучают сорбционные свойства природных компонентов, которые можно использовать для очистки техногенных вод. В проекте проблему очистки техногенных вод горнопромышленных предприятий предлагается решить с помощью искусственных геохимических барьеров.

Цель проекта – оценить возможность очистки крупнотоннажных техногенных вод горнопромышленных предприятий Приморского края методом искусственных геохимических барьеров.

Задачи проекта: 1) изучить литературу о воздействии техногенных вод на гидросферу и об их влиянии на реки Приморского края; 2) охарактеризовать метод очистки техногенных вод с помощью искусственных геохимических барьеров; 3) провести экспериментальные лабораторные исследования; 4) охарактеризовать полученные результаты.

Литературный обзор. Горнопромышленная техногенная система – это комплекс объектов, который состоит из рудников, обогатительных фабрик и хвостохранилищ, в которых размещают горнорудные отходы. Такие системы негативно воздействуют на все компоненты окружающей среды: атмосферу, биосферу, литосферу и гидросферу. Активнее всего загрязняется гидросфера в результате сброса техногенных вод (рис. 1): они формируются в рудниках (рудничные) и на хвостохранилищах (шламовые и дренажные), содержат высокие концентрации загрязняющих веществ (соединения Cu, Zn,

Pb, Fe, Mn, Al, Ca, S, As и В) [1]. В реках Приморского края это приводит к тому, что предельно допустимые концентрации превышаются (раз): по Zn – до 810, Cu – 400, Fe – 2372, Pb – 11, Mn – 14100, Al – 690, В – 28, As – 166. [2, 3].

Одним из самых перспективных методов защиты природных вод от загрязнения является метод очистки с помощью *геохимических барьеров*. Они представляют собой сооружения, где резко снижается интенсивность миграции химических элементов и их концентрация [4]. Принцип их действия приведен на рисунке 2 [5]. Для искусственных геохимических барьеров обычно используют продукты переработки руд, отходы горнопромышленного комплекса или модифицированные смеси активных минералов [6].

Экспериментальная часть проекта заключалась в лабораторном моделировании возможности очистки загрязненных вод методом искусственных геохимических барьеров с помощью метода трубок (рис. 3). Через трубки с сорбентом пропускали дистиллированную воду и модельный раствор ионов марганца (II) с массовой концентрацией 3 мг/л. В качестве сорбента использовали характерную для Приморского края почву, а также природный ископаемый сорбент таурит.

Эксперимент включал следующие этапы: 1) приготовление модельного раствора ионов марганца (II); 2) моделирование геохимического барьера – пропускание растворов через трубки с сорбентом, сбор фильтрата; 3) определение pH фильтрата; 4) определение концентрации ионов марганца (II) в фильтрате в по ГОСТ 4974-2014.

Актуальность работы. Как и во всем мире, загрязненные техногенными стоками речные воды Приморского края имеют не только рыбохозяйственное значение, но и используются местным населением для купания, питья и в быту. Это говорит о необходимости проведения исследований по поиску доступных технологий и сорбентов для очистки крупнотоннажных техногенных вод промышленных предприятий.

Результаты проекта. Эксперимент показал, что при взаимодействии растворов с выбранными сорбентами протекают реакции нейтрализации. Дистиллят стабильно переводит растворимые формы марганца из почвы в фильтрат, что также в начале происходит и с тауритом (содержание металла повышается до 0,03 мг/л), но затем концентрация металла вновь снижается (рис. 4). При пропускании модельного раствора через почву содержание ионов марганца (II) вначале постепенно снижается с 0,30 до 0,15 мг/л, но затем возрастает до 0,20 мг/л; сорбент таурит снижает концентрацию металла более чем в 30 раз – с 0,30 до < 0,01 мг/л (рис. 5).

Анализ всех полученных результатов показал, что сорбент таурит обладает высокими сорбционными способностями и его целесообразно использовать для геохимических барьеров и «зеленой» очистки крупнотоннажных техногенных вод горнопромышленных предприятий.



Рис. 1. Рудничные воды заброшенного рудника Краснореченский (слева) и загрязнение безымянного ручья рудничными водами (справа)

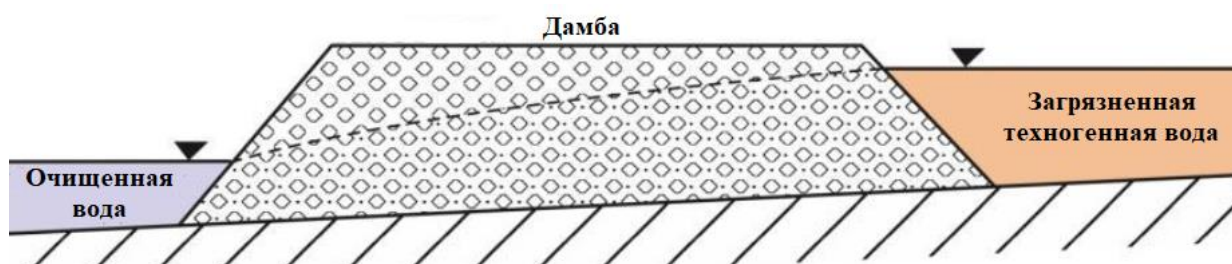


Рис. 2. Принцип действия искусственного геохимического барьера [8]



Рис. 3. Моделирование геохимического барьера методом трубок

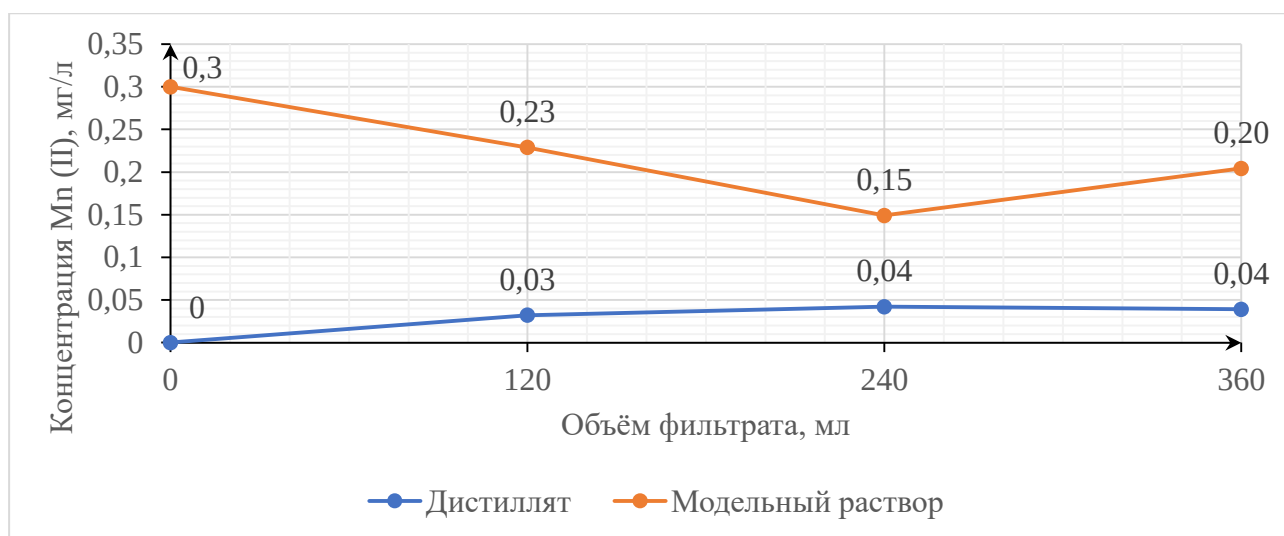


Рис. 4. Концентрация ионов марганца: очистка верхним горизонтом почвы

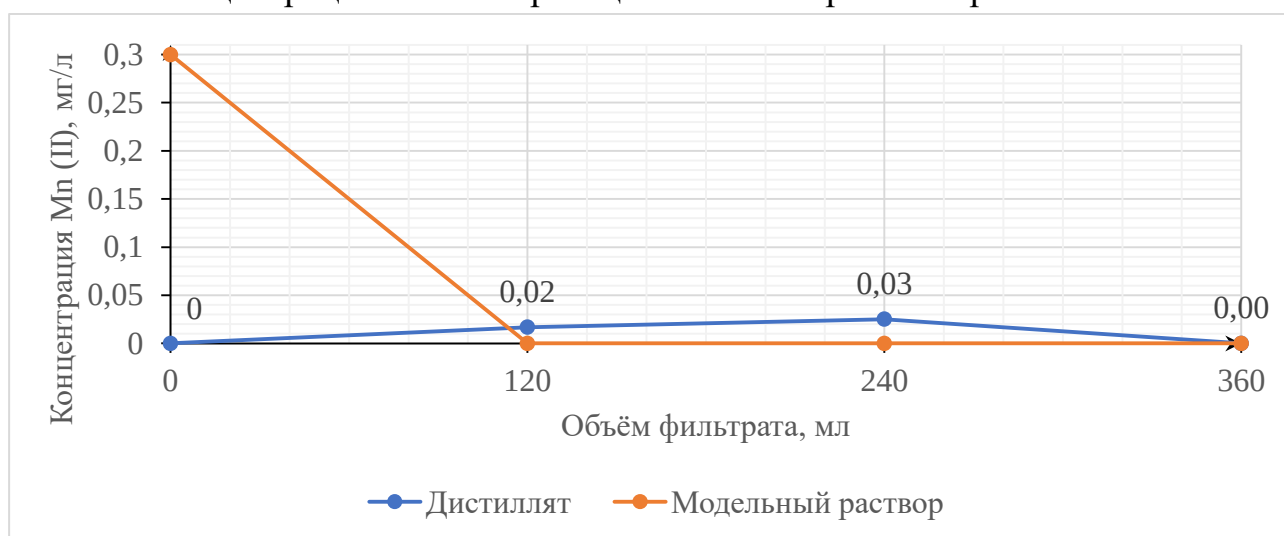


Рис. 5. Концентрация ионов марганца: очистка сорбентом таурит

Список литературы:

- 1 Зверева В.П. Экологические последствия гипергенных процессов на оловорудных месторождениях Дальнего Востока. Дальнаука, 2008. 165 с.
- 2 Frolov K.R., Pyatakov A.D., Lysenko A.I. A study of the qualitative chemical composition of technogenic waters in the tailing dumps of the Russian Southern Far East in a wide temperature range using the physicochemical modeling method // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. P. 022124.
- 3 Зверева В. П. Оценка воздействия техногенных вод Кавалеровского и Дальнегорского горнорудных районов на гидросферу Приморского края // Экологическая химия. 2019. № 4. С. 199-210.
- 4 Баюрова Ю. Л., Макаров Д. В. Искусственные геохимические барьеры для решения экологических и технологических задач // Научный

вестник Московского государственного горного университета. 2013. № 7. С. 9-17.

5 Блинов С. М., Максимович Н. Г. Методологические основы применения геохимических барьеров для окружающей среды // География и окружающая среда. СПб, 2003. С. 294-304.

6 Данченко Н. Н., Кулешова М. Л., Малашенко З. П. и др. Изучение свойств искусственных комбинированных материалов для проницаемых геохимических барьеров // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2011. №5. С. 54-60.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В СИСТЕМЕ СПО: ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

Я.В. Смирнов

преподаватель Т.В. Стеблева

*Филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньеве
Кафедра самолёто- и вертолётостроения*

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы введения демонстрационного экзамена в процедуру государственной итоговой аттестации выпускников среднего профессионального образования.

Ключевые слова: демонстрационный экзамен, стандарты WorldSkills, государственная итоговая аттестация, оценка качества знаний, среднее профессиональное образование.

Abstract. This article discusses the introduction of a demonstration exam in the procedure for the state final certification of graduates of secondary vocational education.

Key words: demonstration exam, WorldSkills standards, state final certification, assessment of the quality of knowledge, secondary vocational education.

Подготовка высокопрофессиональных, конкурентоспособных кадров является одной из самых актуальных задач системы среднего профессионального образования наряду с вопросами оценки качества образования обучающихся и выпускников, их готовности к самостоятельной профессиональной деятельности.

Независимая оценка профессиональных квалификаций в настоящее время выступает одним из действенных и важных инструментов управления персоналом. Одной из таких форм является демонстрационный экзамен далее (ДЭ, дэмоэкзамен) как инструмент взаимодействия рынка труда и профессиональной образовательной организации, подтверждающий соответствие квалификации актуальным запросам работодателей [4].

Демонстрационный экзамен необходим для подтверждения качественной подготовки выпускника в сфере профобразования, он позволяет обучающемуся в условиях, приближенных к производственным, продемонстрировать освоенные профессиональные компетенции [4]. Помимо этого демонстрационный экзамен позволяет оценить процесс: самостоятельность, скорость работы, личные качества, что для работодателей несет наибольшую ценность.

Наряду с несомненными достоинствами демоэкзамена как новой формы независимой оценки квалификаций обнаруживается ряд недостатков, от решения которых зависит возможность и качество организации и проведения демоэкзамена как новой формы итоговой аттестации.

Проведение государственной итоговой аттестации (далее ГИА), включающей демоэкзамен, с 1 сентября 2022 г. станет обязательной для всех специальностей среднего профессионального образования в РФ [1].

Перед педагогическим коллективом филиала ДВФУ в г. Арсеньеве, реализующим программы подготовки специалистов среднего звена, стоит задача по реализации демоэкзамена как формы итоговой аттестации. Согласно Проекту по обеспечению соответствия материально-технической базы филиала современным требованиям в 2020 году, созданы 5 мастерских с современной материально-технической базой по приоритетным компетенциям: Реверсивный инжиниринг; Многоосевая обработка на станках с ЧПУ; Работы на токарных универсальных станках; Производственная сборка изделий авиационной техники; Метрология КИП.

Актуальные вопросы внедрения такого экзамена в образовательный процесс СПО, с которыми столкнулось учебное заведение, а также изучение опыта и научных трудов коллег позволили выделить следующие проблемы реализации ДЭ как формы итогового испытания.

1. Требования к условиям проведения демонстрационного экзамена:

- необходимость специализированных, аккредитованных площадок, оснащённых современным технологическим оборудованием и позволяющих выполнять задания так, как это предусмотрено паспортом компетенции WorldSkills [2]. При этом оборудование имеет чемпионатный цикл жизни,

который ограничен одним-двумя годами и инфраструктурные листы претерпевают изменения каждые 1-3 года;

- контрольно-измерительные материалы, которые применяются в конкурсном движении WorldSkills не адаптированы для проведения государственной итоговой аттестации по программам среднего профессионального образования.

Возникают вопросы, когда в задании встречаются только периферийные для специальности задачи либо включаются в демонстрационный экзамен задачи, не относящиеся к профессиональной деятельности по специальности [3].

В экзаменационных заданиях по стандартам Союза «Ворлдскиллс Россия» компетенции не разделяются по уровням квалификации, в то время как по образовательным стандартам задания ориентированы на задачи разной сложности именно для рабочих и специалистов.

2. Требования к составу экзаменационной комиссии. Согласно методологии WorldSkills только сертифицированные специалисты могут принимать ДЭ [2]. Возникает необходимость подготовки своих экспертов или приглашение независимых экспертов по данным компетенциям, что является затратным мероприятием для профессиональных организаций. В период ГИА, когда у профессиональных учебных заведений одновременно будет проходить аттестация, возникнет острая нехватка экспертов.

3. Повышение квалификации преподавательского состава.

Введение новых или расширенных компетенций и направлений профессионального обучения в образовательные программы требует проведения значительной научно-методической работы, что предопределяет обязательное повышение квалификации преподавательского состава.

К системе повышения квалификации преподавателей СПО, ориентированной на традиционную модель обучения, должны быть также предъявлены новые требования.

4. Увеличение времени проведения процедуры демонстрационного экзамена. В качестве задания рекомендуется использовать задания национального Чемпионата Вордскиллс, продолжительность которого составляет три дня, в которые эксперты следят за проведением и оценивают результаты выполнения экзаменационных заданий [3, 5].

Для одновременной сдачи студентами демонстрационного экзамена требуется большее количество оборудования, числа экспертов предусмотренных инфраструктурным листом. Сроки ГИА определены федеральными государственными образовательными стандартами, при проведении ДЭ сроки будут нарушены.

Решение данных проблем, как правило, приводит к финансовым и материально-техническим трудностям организации и проведения демонстрационного экзамена и становится неподъемной ношей для учебного заведения.

К рискам проведения ДЭ также можно отнести:

5. Психологический барьер непонимания преподавателями, студентами и родителями необходимости прохождения демонстрационного экзамена. Как правило, студенты и родители не понимают, какие преимущества дают документы, свидетельствующие о прохождении экзамена [7].

Для активного внедрения демонстрационного экзамена возможно решение перечисленных проблем по следующим направлениям:

- привлечение предприятий-работодателей к участию в разработке и актуализации программ подготовки специалистов, помощи в улучшении учебно-материальной базы учебного заведения;
- практика организации сетевого взаимодействия образовательных учреждений, использование в качестве площадки проведения ДЭ производственную базу предприятия-партнера;
- минимизация требований инфраструктурных листов в отношении оборудования (возможность использовать аналоги), помещений для проведения ДЭ (использование имеющихся фондов), количества экспертов (уменьшения их количества);
- организация повышения квалификации педагогических кадров в области подготовки студентов, проведения и оценки ДЭ;
- разработка механизмов стимулирования качества и результативности педагогического труда;
- приглашение экспертов-работодателей с опытом работы по соответствующим направлениям без обучения;
- организация подготовки студентов, использование практических заданий, соответствующих стандартам WorldSkills;
- приведение в соответствие с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, профессиональных стандартов подходов к разработке контрольно-измерительных материалов;
- увеличение затрат на модернизацию материально-технической базы профессиональных образовательных организаций;
- активное информирование населения о целях и результатах демонстрационного экзамена, публичное экспертное обсуждение направлений развития независимой оценки профессиональных квалификаций [7].

При условии адаптации формы дэмоэкзамена для применения в системе СПО, его внедрение в качестве итоговой государственной аттестации будет способствовать повышению качества профессиональной подготовки, увеличению доли выпускников, трудоустроенных по полученной специальности; для предприятий представится возможность осуществлять подбор молодых специалистов, оценив на практике их профессиональные умения и навыки; для учебного заведения - возможность объективно оценить содержание и качество реализуемых образовательных программ, материально-техническую базу и уровень квалификации преподавательского состава.

Список литературы:

1. Приказ Минобрнауки России от 8.11.2021 № 800 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего профессионального образования». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/>
2. Распоряжение Минпросвещения России от 01.04.2019 № Р-42 (ред. от 01.04.2020) «Об утверждении методических рекомендаций о проведении аттестации с использованием механизма демонстрационного экзамена» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/>
3. Демонстрационный экзамен в процедуре государственной итоговой аттестации по программам СПО в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, 2019 год: итоги. Аналитический отчет [Электронный ресурс] // М.: ЦРПО, 2019. – 84 с. – Режим доступа: <https://www.crpompu.com/432225275>
4. О демонстрационном экзамене по стандартам Ворлдскиллс Россия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldskills.ru/nashi-proektyi/demonstracionnyij-ekzamen/obshhaya-informacziya.html>
5. Оценочные материалы для Демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по компетенциям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://esat.worldskills.ru/competencies>
6. Павлова О. А. Подходы к организации демонстрационного экзамена: европейский опыт и российская практика [Электронный ресурс] // Профессиональное образование и рынок труда. – 2020. – № 3. – С. 104-110. Режим доступа: DOI 10.24411/2307–4264–202010313
7. Фомицкая Г.Н. Современные подходы к реализации независимой оценки профессиональных квалификаций [Электронный ресурс] // Педагогический ИМИДЖ. 2019. Т. 13. № 3 (44). С. 452-464. – Режим доступа: DOI: 10.32343/2409–5052–2019–13–3–452–464

8. Ходак Н.А., Дегтеренко Л.Н. Проблемы проявления интеллектуальной лабильности в условиях внедрения демонстрационных экзаменов по стандартам Worldskills в системе профессионального образования [Электронный ресурс] // Азимут научных исследований: педагогика и психология: 2019. Т. 8. № 4 (29) С. 377-381. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/>

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ, УЧЕТА ЗАКЛЮЧЕНИЙ ПО МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Терентьев Г.А.

главный металлург Штрак Д.В.

Акционерное Общество «Арсеньевская авиационная Компания

«Прогресс» им. Н.И. Сазыкина» в г. Арсеньев

Отдел главного металлурга

Аннотация. В данной статье рассмотрена созданная авторами программа для регистрации, учета заключений по механическим свойствам и автоматической обработки результатов испытаний, которая позволяет значительно улучшить работу механической лаборатории и сокращает время на проведение испытаний. Ключевыми преимуществами программы являются автоматическое проведение расчетов по результатам испытаний, формирование свидетельства об испытании, возможность проведения мониторинга состояния объектов контроля и автоматическая запись результатов испытаний в электронном журнале, на основании которого можно проводить анализ статистических данных и формировать отчеты.

Ключевые слова: механические испытания, автоматизация, программы для лабораторий.

Abstract. This article discusses the program created by the authors for registration and accounting for conclusions on mechanical properties and automatic processing of test results, which significantly improves the work of the mechanical laboratory and reduces the time for testing. The key advantages of the program are automatic calculations based on test results, the formation of a test certificate, the ability to monitor the condition of control objects and automatic recording of test results in an electronic journal, on the basis of which it is possible to analyze statistical data and generate reports.

Key words: mechanical testing, automation, programs for laboratories.

Качество материала — это совокупность его свойств, удовлетворяющих определенные потребности в соответствии с назначением. Одними из таких свойств являются механические свойства, определением которых на АО ААК «Прогресс» занимается механическая лаборатория.

Механическая лаборатория ежедневно проводит большой объем испытаний по определению механических свойств различных металлов и их сплавов. С каждым годом объем испытаний, проводимых механической лабораторией, увеличивается, при этом обработка результатов испытаний и оформление свидетельств об испытании происходит вручную и занимает большую часть от времени, затрачиваемого на проведение полного цикла испытания. Все это требует оптимизации и автоматизации процесса проведения испытаний, в частности, обработки результатов испытаний и формирования свидетельств об испытании.

Также, согласно пункта 35 перечня актуальных проблем подразделений АО ААК «Прогресс», одной из актуальных проблем является отсутствие возможности предоставления отчетов и результатов испытаний механической лабораторией в электронном формате.

Для решения вышеперечисленных проблем было принято разработать программу для регистрации, учета заключений по механическим свойствам и автоматической обработки результатов испытаний.

1. Цель исследования

Целью данной работы является разработка и внедрение программы на базе производственной автоматизированной системы управления АСУ «Прогресс» которая будет обладать следующими функциями и возможностями:

- автоматическое проведение расчетов по результатам испытаний;
- возможность создания и в дальнейшем использования базы данных с методами испытаний, включающими в себя определенные формулы, правила округления и требования нормативной документации;
- формирование служебных записок и заказов на входной контроль от подразделений-заказчиков по формам, утвержденным стандартами организации;
- формирование свидетельств об испытании по формам, утвержденным стандартами организации;
- возможность мониторинга состояния объектов контроля;
- автоматическая запись информации об объекте контроля и результатов испытаний в электронный журнал, а также возможность формирования отчетов на основании данных журнала.

2. Описание работы (исследования)

2.1 Главное окно программы

Для удобства отображения главное окно программы представлено в виде сводной таблицы, каждая строка которой соответствует одной служебной записке или заказу на входной контроль (рис. 1). При выборе строки в нижней области главного окна отображаются все записи, внесенные в документ.

Для мониторинга состояния объектов контроля строки со служебными записками и заказами на входной контроль, для которых испытания проведены, окрашиваются в зеленый цвет и им присваивается статус «испытано».

Лаборатория физико-механических испытаний

Рис. 1. Вид главного окна программы

Панель инструментов главного окна содержит следующие кнопки:

- кнопки для создания, редактирования и удаления служебных записок и заказов на входной контроль;
- кнопка «Рабочее окно», открывающая окно для обработки результатов испытаний (Рисунок 3);
- кнопки для формирования и печати служебных записок, заказов на входной контроль и свидетельств об испытании в соответствии с формами, утвержденными стандартами организации, которые заранее внесены в структуру программы;
- кнопки для быстрой фильтрации по цехам и статусам испытаний;

- кнопка «Журнал», открывающая электронный журнал с результатами проведенных испытаний (рис. 6).

2.2 Создание служебной записки\заказа на входной контроль.

Создание сопроводительного документа для испытания образцов происходит в два этапа (рис. 2). На первом этапе вносится основная информация об объекте (объектах) контроля, которая является одинаковой для всех позиций в документе. Все поля на данном этапе заполняются из выпадающих списков, а номер документа присваивается автоматически. На втором этапе вносится необходимое количество записей в документ, которое должно соответствовать количеству объектов контроля для данного документа.

The image shows two side-by-side windows from a software application. The left window is titled 'Создание служебной записки\заказа на вх. контроль' and contains various input fields for creating a document. The right window is titled 'Внесение записи в документ' and contains fields for entering specific data for each record.

1 этап

Служебная записка №	112/0155-2022	Заказ на вх. контрол.	☐
Кому	Физико-Механические испытан...		
От цеха	112		
Дата	25.03.2022		
Наим. детали, образца, вещ-ва	Образцы отдельно отлитые		
Марка материала	ВНЛЗ сталь		
Режим термообработки	Т/о		
Нормат. документ	требования чертеж		
Прошу	Испытать механические свойства на соотв...		
Исполнитель (ФИО, телефон)	Иванов И.И. 55-55		

2 этап

Номер образца	-	(По		)
Обознач. по чертежу	800.30.8200.0231			
№ плавки (партия)	851Б			
№ сертификата	-			
Садка	5742			
Маршрутная карта №	115/10254-2022			
Серия №	-			
Кол-во шт.	4			
Состояние образцов	>=125			

Рис. 2. Пример создания служебной записки\заказа на входной контроль

После заполнения всей необходимой информации, с помощью кнопки печати, служебная записка или заказ на входной контроль автоматически формируется и отправляется на печать.

Доступ к созданию и редактированию сопроводительной документации образцов для испытаний имеется только у сотрудников подразделений, занимающихся оформлением служебных записок и заказов на входной контроль. Для документов, имеющих статус «испытано», возможность редактирования и удаления имеется только у начальника лаборатории.

2.3 Рабочее окно для обработки результатов испытаний.

Для начала обработки результатов испытаний в главном окне выбирается нужный документ и после нажатия кнопки «Рабочее окно» открывается окно которое разделено на три области (рис. 3).

Рабочее окно

лужбная запись №	От цеха	Дата	Наименование детали, образца, вещества	Марка материала	Режим терм.обработки	Форма свд-ва	Про
115/0628	115	24.03.2022	Образцы отдельно отлитые	МЛ5, МЛ5пч кокиль	T4	испытание на растяжение (Б.3)	Испытать механичес

Лично Тимофеев Валеревич

Количество записей 1

№ п/п	№ образца	Обозначение по чертежу	№ плавки	№ сертификата	Сдча	Маршрутная карта	Серия №
1			979A		C304		
2			980A		C304		

№ п/п	Параметры	Шифр	Ед. изм.	Формула	Нижний предел	Верхний предел	Факт. значение	Результат
1	Начальный диаметр	d0	мм				12.1	
2	Начальный диаметр	d0	мм				12.3	
1	Максимальное усилие до разрыва	rmax	кгс				2940	
2	Максимальное усилие до разрыва	rmax	кгс				2940	
3	Конечная расчетная длина	lk	мм				69.55	
3	Конечная расчетная длина	lk	мм				67.56	
4	Временное сопротивление	gb	кгс/мм ²	rmax/l0	23.5			25.5
4	Временное сопротивление	gb	кгс/мм ²	rmax/l0	23.5			24.5
5	Относительное удлинение после разрыва	@	%	(lk-l0)*100/l0	5			16.0
5	Относительное удлинение после разрыва	@	%	(lk-l0)*100/l0	5			12.5
6	Начальная площадь поперечного сечения	f0	мм ²	(3.14*power(l0,2))				115.0
6	Начальная площадь поперечного сечения	f0	мм ²	(3.14*power(l0,2))				119.0
7	Начальная расчетная длина образца	l0	мм				60	
7	Начальная расчетная длина образца	l0	мм				60	

Рис. 3. Вид рабочего окна

Первая область содержит в себе основную информацию об объекте (объектах) контроля. Вторая область содержит в себе список записей в документе и служит для переключения между объектами контроля. Третья область представляет собой таблицу с параметрами, для которых заполняются фактические значения, полученные в ходе испытаний, и параметрами, для которых происходит автоматический расчет в режиме реального времени. Третья область изначально не содержит информации. Для отображения списка параметров в третьей области необходимо выбрать метод испытаний с помощью кнопки «Выбрать метод» на панели инструментов рабочего окна, которая открывает окно со списком ранее созданных методов испытаний (рис. 4).

Создание и редактирование методов испытаний осуществляется с помощью соответствующих кнопок на панели инструментов в окне выбора метода испытаний.

Список методов испытаний

115

Выбрать

№ п/п	Цех	Наименование метода	Свидетельство
1	115	АК7ПЧ T4 отп. (ГОСТ 1583-93)	испытание на растяжение (Б.3)
2		АК7ПЧ T5 отп. (ГОСТ 1583-93)	испытание на растяжение (Б.3)
3		АК7ПЧ T6 отп. (ГОСТ 1583-93)	испытание на растяжение (Б.3)
4		АК7ПЧ T6 прилит. (ГОСТ 1583)	испытание на растяжение (Б.3)
5		АК7пч T6 твердость	испытание на твердость (Б.5)
6		АК7ч (кок.) T4 вырез. (ОСТ 1 90021)	испытание на растяжение (Б.3)
7		АК7ч (кок.) T4 отп. (ГОСТ 1583)	испытание на растяжение (Б.3)
8		АК7ч (кок.) T5 отп. (ГОСТ 1583)	испытание на растяжение (Б.3)
9		АК7ч (кок.) T6 вырез. (ОСТ 1 90021)	испытание на растяжение (Б.3)
10		АК7ч (кок.) T6 отп. (ГОСТ 1583)	испытание на растяжение (Б.3)
11		АК7ч T4 вырез. (ОСТ 1 90021)	испытание на растяжение (Б.3)
12		АК7ч T4 отп. (ГОСТ 1583)	испытание на растяжение (Б.3)
13		АК7ч T4 прилит. (ГОСТ 1583)	испытание на растяжение (Б.3)
14		АК7ч T4 твердость	испытание на твердость (Б.5)

№ п/п	Параметры	Шифр	Формула расчета	Значение миним.	Значение максим.	Ед. изм.
1	Начальный диаметр	d0				мм
2	Максимальное усилие до разрыва	rmax				кгс
3	Конечная расчетная длина	lk				мм
4	Временное сопротивление	gb	rmax/l0	20		кгс/мм
5	Относительное удлинение	@	(lk-l0)*100/l0	5		%
6	Начальная площадь поперечного сечения	f0	(3.14*power(l0,2))			мм ²
7	Начальная расчетная длина образца (Длинный образец)	l0	60			мм

Рис. 4. Окно выбора метода

Создание метода

Цех: 115 Название метода: АК7ПЧ Т4 отд.отл. (ГОСТ 1583-93)

Отм	Номер п/п	Параметр	Обозначение	Формула расчета	Значение миним.	Значение максим.	Ед. изм.	Пределы значений
☒	1	Начальный диаметр	d0				мм	☐
☒	2	Максимальное усилие до разрыва	pmax				кгс	☐
☒	3	Конечная расчетная длина	lk				мм	☐
☒	4	Временное сопротивление	gb	p_{max}/f_0	20		кгс/мм ²	☒
☒	5	Относительное удлинение после разрыва	@	$(l_k - l_0) * 100 / l_0$	5		%	☒
☒	6	Начальная площадь поперечного сечения круглого образца	f0	$(3.14 * power((d_0), 2))$			мм ²	☐
☒	7	Начальная расчетная длина образца (Длинный образец)	l0	60			мм	☐
☐		Диаметр образца после разрыва	dk					☐
☐		Конечная энергия удара	ek					☐
☐		Максимальное усилие до среза	pcr					☐

Выбор формы свидетельства: испытание на растяжение (Б.3) Выбор округления: согласно ГОСТ 1497-84 Кол-во образцов: 2

Заключение соответствия: Механические свойства образцов соответствуют требованиям ГОСТ 1583-93

Заключение несоответствия: Механические свойства образцов не соответствуют требованиям ГОСТ 1583-93

Ok Отмена

Рис. 5. Пример создания нового метода

При создании нового метода вносится следующая информация (рис. 5):

- заполняется название метода и номер подразделения, для которого планируется использовать метод;
- отмечаются необходимые параметры, используемые в методе;
- для отмеченных параметров указываются единицы измерения и пределы допустимых значений в соответствии с нормативной документацией, также указываются порядковые номера для дальнейшего удобства отображения параметров в рабочем окне;
- из выпадающего списка выбирается форма, по которой будет происходить формирование свидетельства об испытании;
- из выпадающего списка выбираются правила, по которым будет происходить округление при расчетах;
- указывается количество образцов, соответствующее одному объекту контроля;
- заполняются заключения соответствия и несоответствия, которые будут автоматически вноситься в форму печати свидетельства в зависимости

от соответствия всех значений параметров указанным пределам.

Доступ к работе с рабочим окном, включая создание и редактирование методов, имеется только у сотрудников механической лаборатории.

2.4 Формирование и печать свидетельства.

После завершения работы в рабочем окне, а именно после выбора метода и внесения фактических значений для всех объектов контроля, полученных в ходе испытаний, необходимо сформировать свидетельство. При нажатии кнопки «Печать св-ва» на панели инструментов главного окна происходит автоматическое формирование свидетельства об испытании, которое после предварительного просмотра отправляется в печать.

2.5 Электронный журнал испытаний.

Одновременно с формированием свидетельства об испытании автоматически вносится запись всех данных в электронный журнал испытаний (Рисунок 6). Данный журнал доступен для всех пользователей программы и открывается нажатием кнопки «Журнал» на панели инструментов главного окна.

В журнале встроен фильтр. Также есть возможность печати отчета и экспорта данных в документ Excel или Word. Позиции, для которых выдано заключение о несоответствии требованиям нормативной документации, окрашиваются в красный цвет с целью их визуального выделения.

ЖУРНАЛ														
Расчет трудозатрат														
№ п/п	Зубежная запись №	От цеха	Дата	Наименование детали, образца, вещества	Марка материала	Режим термо-обработки	Нормативный документ	Номер плавки	Садка	Дата испыт.	Номер свид-ва	Испытания проводил	Заключение	Сопротив. разрыв
														Н
1	1	115	15.03.2021	Образцы прилитые к	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	71ч	с-142	16.03.2021	795	О.В.Морпина	Механические свойства образцов соответствуют	620 765
2	1	115	15.03.2021	Образцы прилитые к	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	97ч	с-142	16.03.2021	795	О.В.Морпина	Механические свойства образцов соответствуют	663 796
3	1	115	15.03.2021	Образцы прилитые к	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	279ч	с-142	16.03.2021	795	О.В.Морпина	Механические свойства образцов соответствуют	736 787
4	1	115	15.03.2021	Образцы прилитые к	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	227ч	с-142	16.03.2021	795	О.В.Морпина	Механические свойства образцов соответствуют	612 637
5	1	115	15.03.2021	Образцы прилитые к	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	273ч	с-142	16.03.2021	795	О.В.Морпина	Механические свойства образцов соответствуют	690 755
6	4	115	15.03.2021	Образцы отд. отлитые	Ак7ч (АЛ9)	T4	ГОСТ 1583-93	192п	с-779	16.03.2021	784	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов соответствуют	2440 755
7	4	115	15.03.2021	Образцы отд. отлитые	Ак7ч (АЛ9)	T4	ГОСТ 1583-93	193п	с-780	16.03.2021	784	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов соответствуют	2300 755
8	4	115	15.03.2021	Образцы отд. отлитые	Ак7ч (АЛ9)	T4	ГОСТ 1583-93	199п	с-780	16.03.2021	784	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов соответствуют	2300 755
9	4	115	15.03.2021	Образцы отд. отлитые	Ак7ч (АЛ9)	T4	ГОСТ 1583-93	208п	с-780	16.03.2021	784	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов соответствуют	2360 755
10	5	115	16.03.2021	Образцы отд. отлитые	МЛ5, МЛ5пч	T4	ГОСТ 2856-79	126м	с-164	23.04.2021	805	О.Ф. Захарченко	Механические свойства образцов соответствуют	2880 2900
11	16	115	16.03.2021	образцы прип.к дет.	МЛ5	T6	79MTU-59	348ч	с-135	18.03.2021	818	О.В.Морпина	Механические свойства образцов соответствуют	739 765
12	17	115	16.03.2021	образцы прип.к дет.	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	402ч	с-162	19.03.2021	826	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов соответствуют	628 671
13	17	115	16.03.2021	образцы прип.к дет.	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	471ч	с-161	19.03.2021	827	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов не соответствуют	313 333
14	17	115	16.03.2021	образцы прип.к дет.	МЛ5	T4	ОСТ 1 90248-77	445ч	с-161	19.03.2021	826	Захарченко О.Ф.	Механические свойства образцов соответствуют	648 722

Рис. 6. Электронный журнал испытаний

Дополнительной функцией в журнал добавлена возможность проведения расчета трудозатрат сотрудников лаборатории на изготовление и испытание образцов за выбранный период времени.

3. Результаты исследования и выводы

В результате данной работы была разработана и внедрена программа для регистрации, учета заключений по механическим свойствам и автоматической обработки результатов испытаний, которая значительно улучшила работу механической лаборатории и сократила время на проведение испытаний. Также благодаря разработанной программе появилась возможность предоставления отчетов и результатов испытаний механической лабораторией в электронном формате, что решило одну из актуальных проблем предприятия.

В настоящее время программа успешно внедрена и используется при испытаниях образцов для цехов литейного производства и термообработки. Данная программа имеет перспективы для создания на ее основе аналогичных программ для всех лабораторий ЦЗЛ предприятия.

Список литературы:

1. Костин П.П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов: учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 1990. – с. 249 – 253 – ISBN 5-217-00830-X.

2. Кокнаев Н.А., Фирсова С.А. Разработка комплекса программ автоматизации обработки результатов испытаний в лаборатории механических испытаний [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2019. – №10. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/razrabotka-kompleksa-programm-avtomatizacii-obrabotki-rezultatov-ispytaniy-v-laboratorii-mexanicheskix-ispytaniy> (дата обращения: 15.03.2022).

3. Гольцев В.Ю. Методы механических испытаний и механические свойства материалов: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 228 с.

4. ГОСТ 1497 Металлы. Методы испытаний на растяжение. – М.: Стандартинформ, 2008. – с. 4 – 12.

5. ГОСТ 15467 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – с. 1.