СЕКЦИЯ 2

«НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

СОДЕРЖАНИЕ

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ УЧАСТКОВ ГАЗОПРОВОДА Акимов С.С., Жумашева Б.К. 453

АНАЛИЗ ОСТАТОЧНЫХ КОМПОНЕНТ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДХОДЯЩЕГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ Акимов С.С., Трипкош В.А. канд. техн. наук, доцент 458

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ MO-TI-NI ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАПЫЛЕНИЯ Алиев К.М., Кулаков Д.А., Крылова С.Е., д-р техн. наук, доцент 462

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСКАТНЫХ КОЛЬЦ Андреева Н.К. 468

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ И КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН Артамонов[1] А.М., Пояркова[2] Е.Н., Пояркова[1] Е.В., д-р техн. наук, доцент 472

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОКАЧКИ РУЛЕВЫХ МАШИН ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ Баймухаметов Р.И., Михайлова В.А., Шапкин Р.О., Черноусова А.М. канд. техн. наук, доцент. 476

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ Белоновская И.Д., д-р пед. наук, профессор, Погадаева Р.Р.,Еркулев А.В... 480

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ Богодухов С.И., д-р. техн. наук, профессор, Козик Е.С., канд. техн. наук, доцент, Никитин Н.А., Панферов М.А. 483

ИЗГИБНАЯ ПРОЧНОСТЬ ОКСИНИТРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ Бойназаров У.Р.., канд. техн. наук, доцент, Юршев В. И., канд. техн. наук, доцент, Петрова Л.Г. д-р техн. наук, профессор 490

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОЕКТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ Боровский А.С., д-р техн. наук, доцент, Шумилина Н.А., Панюшкина Ю.И. 496

ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ Вергизова В.Д., Ашиккалиев А.Х., Нигматуллина Л.Х. 501

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ|CU-ZN-MG ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЗАЛИВКИ БАББИТОВЫХ ПОДШИПНИКОВ Гармс Я.Е., Даминов А.Т., Ширемета Р.В., Крылова С.Е. д-р техн. наук, доцент 506

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ FE–NI ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ Гебель В. А., Букаев В. Д., Харламов А. О., Крылова С. Е., д-р техн. наук, доцент 511

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ CRM-СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ Гуньков С.А., Трипкош В.А., канд. техн. наук, доцент 518

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ Гуньков С.А., Шрейдер М.Ю. канд. техн. наук, доцент Акимов С.С. 521

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ИМПЛИКАТОРОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ БАЛАНСА ОБЪЕМОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА Даев Ж.А., д-р философии, к.т.н., ассоциированный профессор 526

АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ КАНАЛОВ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Дудоров В.Б., доцент 532

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ Дудоров В.Б., доцент, Дудорова С.И. 537

АНАЛИЗ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ Дудоров В.Б., доцент, Фаткулина Л.И. 541

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИИ Езерская Е.М., канд. пед. наук, Езерский Д.С., Щеглова А.С., Панарина О.В. 546

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ Езерский Д.С., Езерская Е.М., канд. пед. наук 554

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В СТРУКТУРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ Елагин В.В., канд.техн.наук, доцент, Глинская Н.Ю., канд.техн.наук, доцент 559

РОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ ЧПУ В МАШИНОСТРОЕНИИ Жабаев Н.У., Корнеев П.С., Габдулгафарова И.Р. 563

ДЕФЕКТЫ В ТРУБАХ. ПОИСК САМЫХ ОПАСНЫХ Игуменов А.В.,Айденов К. 569

БЕЗОПОРНЫЙ ШНЕКОВЫЙ КОНВЕЙЕР ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОРОДЫ ПРИ БУРЕНИИ Исхаков А.Р. 572

ГИБКА ТРУБ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ Исхакова Р.Р. 575

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Каменев С. В., канд. техн. наук, доцент, Рак Н. П. 579

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЦИФРОВОМ ПРОТОТИПИРОВАНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ Каменев С. В., канд. техн. наук, доцент, Халиуллина И. Р. 585

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НЕПРЕРЫВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА Т15К6 НА АЛМАЗНО-АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС Козик Е.С., канд. техн. наук, доцент, Панферов М.А. 591

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЧАСТНЫХ СЕТЕЙ Коннов А.Л., канд. техн. наук, доцент 595

О СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОПРЫСКИВАНИЯ Коннов Д.И., Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент 599

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ Fe-NI-Cr ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ Кшнякина В.А., Кускулаков С.А., Махмут Ж.М., Крылова С.Е. доктор техн. наук, доцент. 603

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КАК ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВА Магдин А. Г., канд.техн.наук, Припадчев А. Д., д-р техн. наук, профессор, Горбунов А. А., канд.техн.наук, доцент, Псянчина Р.Р. 608

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЯ СО СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ Майер М.Н., Жабаев Н. У., Габдулгафарова И.Р., Шерстобитова В.Н., канд. техн. наук, доцент 614

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ В РОССИИ Марусич К.В., канд. техн. наук, доцент, Емельянов А.Д. 618

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСТРУДЕРОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Марусич К.В., канд. техн. наук, доцент, Сокольников А.В. 621

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИЗДЕЛИЙ (ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ), АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAD, CAM, CAE – ТЕХНОЛОГИЙ Медведева Н.Ю. 627

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ Михайлова В.А., Баймухаметов Р.И., Черноусова А.М. канд. техн. наук, доцент 632

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАКОВИНЫ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕРЖНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ Морозов Н.А., канд. техн. наук, доцент, Коваль С.Ю., Деревянкин Д.В. 637

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОСТЕННОГО СТЕРЖНЯ Морозов Н.А., канд. техн. наук, доцент, Морозова И.А., Игуменов А.В. 641

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИКОПТЕРОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Овечкин М.В, канд. техн. наук, доцент, Мирзаев Р.И., Овечкин А.В. 645

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ РАЗЛИВКИ ФЕРРОСПЛАВА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Овечкин М.В, канд. техн. наук, доцент, Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Хоменко С.Г. 649

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ Подкопаева О.И. 654

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПЫТАНИЯ СТАНКОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ НА ЖЕСТКОСТЬ Поляков А.Н., д-р техн. наук, профессор, Гончаров А.Н., канд. техн. наук, Никитина И.П., канд. техн. наук, доцент..... 657

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НА ОСНОВЕ КВАРЦЕВОГО ВОЛОКНА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РАКЕТОСТРОЕНИИ Припадчев А.Д., д-р техн. наук, профессор, Горбунов А.А., канд. техн. наук, доцент, Белов С.В., Припадчева Л.В. 661

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОН БОРА В КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНОГО СУДНА Припадчев А.Д., д-р техн. наук, профессор, Ермолаева Т.А., Припадчева Л.В., Псянчина Р.Р. 666

ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДРОБЕМЕТНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Веприкова О.А. 670

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Токпаев Н.С. 675

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ОБЪЕКТЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ Родионов А.В., Пчелинцева А.А., Сергеев А.И., д-р техн. наук, доцент 681

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВКИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ DIMENSION ELITE Романенко К. С..... 686

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОНИТОРИНГА ПОД СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ Сергеев А.И., д-р техн. наук, доцент, Кириков Р.В., Кириков М.Р. 690

РАЗРАБОТКА ПОСТПРОЦЕССОРА В СРЕДЕ POSTBUILDER ПОД CAM-СИСТЕМУ NX ДЛЯ СТОЙКИ УПРАВЛЕНИЯ «MAZATROL FUSION 640M» Сергеев А.И., д-р техн. наук, доцент, Цыркаев А.А. 695

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ Сердюк А.И., д-р техн. наук, профессор, Воронин Д.Н., Гаврюшина Е.В. 699

ТЕЗИСЫ К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ Серёгин А.А. канд. техн. наук, доцент, Кравцов А.Г. канд. техн. наук, доцент 704

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОлЩИНЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ МАШИНОСТРОЕНИя Спешилова Н.В., д-р экон. наук, профессор, Юршев В. И., канд. техн. наук, доцент, Кокарева О.В., Кельдибаева А. С. 707

ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор, Исаченкова Т.С.711

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА: ИНСТИТУТ ИНТЕГРАЦИИ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор, Овечкин М.В., канд. техн. наук, доцент, Гедзь А.В., Семенов Г.В. 718

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА АН-348А НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ Тавтилов И.Ш., канд. техн. наук, Валитов Д.М. 725

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAM-СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ Терентьев А.А. 730

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ В КОНСТРУКЦИИ ЛЫЖНОГО ШАССИ САМОЛЕТА Топильский В.В., Орленко А.А., Горбунов А.А., канд. техн. наук, доцент 734

АЛГОРИТМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ Трипкош В.А., канд. техн. наук, доцент, Акимов С.С. 741

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ Тугов В.В., канд.техн.наук, доцент 746

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА ГАЗОВЫХ ХРАНИЛИЩАХ Ульянова Т.С., Акимов С.С. 752

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Фролова О.А., канд. техн. наук, доцент, Пояркова Е.В., д-р техн. наук, доцент 756

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ Фролова О.А., канд. техн. наук, доцент Чухломин А.В..... 761

ОЦЕНКА КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ Шапкин Р.О., Проскурин Д.А. канд. техн. наук, доцент, Баймухаметов Р.И. 766

ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА В МАТЕРИАЛЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ» Шепель В.Н., д-р экон. наук, профессор, Спешилова Н.В., д-р экон. наук, профессор 771

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НАПИСАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ Шерстобитова В.Н., канд. техн. наук, доцент, Белов Т.В. 776

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТИ – ВАЖНЫЙ ЭТАП ПРЕДПРОЕКТНОЙ СТАДИИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Шрейдер М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Кушнерова И.В. 779

ФОРМИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ СКЛАДОВ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ Шрейдер М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Матвеева Д.Н. 782

НИТРООКСИДИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ Эшкабилов Х. К., канд. техн. наук, доцент, Юршев В. И., канд. техн. наук, доцент..... 787

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ УЧАСТКОВ ГАЗОПРОВОДА

Акимов С.С., Жумашева Б.К.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Высокая катастрофичность последствий аварий в газовой отрасли обусловливает необходимость их предотвращения на ранних стадиях возможного развития и системного анализа средств и мероприятий по снижению рисков. Пожаровзрывоопасность газовой утечки связана не столько с ее интенсивностью, сколько с возможностью газонакопления в замкнутом пространстве.

Несомненное достоинство подземного заложения газопроводов – скрытность – имеет очевидную оборотную сторону: утечки газа также скрыты, но могут диффундировать и аккумулироваться в различных скрытых газонакопителях – подземных инженерных сооружениях, без которых современные постройки немыслимы.

Безопасная техническая эксплуатация газораспределительных систем регламентируется принятым в развитие правил безопасности систем газораспределения и газопотребления и отраслевым стандартом. Но по ряду вопросов, и в частности по организации надзора за состоянием подземных газопроводов, в нем представлены не рекомендованные, детально проработанные проверенные решения по удовлетворению требованиям правил, а постановки задач, оставляющие широкие возможности решения «на местах».

Ликвидация аварий на газопроводе начинается, прежде всего, с отключения его поврежденного участка и перекрытия газопровода запорными устройствами, расположенными на нем и у газораспределительных станций.

Целью данной статьи является повышение безопасности на отдельном участке газопровода, который пересекает пути транспортного сообщения за счет создания новых программных алгоритмов на уровне контроллера и ЭВМ с возможностью вмешательства человека.

Рассмотрим стандартную систему работы участка газопровода. Архитектура системы представляет собой совокупность следующих компонентов:

– датчики обеспечивающие контроль технологического процесса;
– подсистема пожарной охраны;
– контроллеры;
– сетевое оборудование;
– АРМ администратора и диспетчеров;
– сервер;
– ПО, реализующее основной функционал системы.

Для обеспечения телеизмерения давления в трубопроводах используются аналоговые датчики давления. Для обеспечения телесигнализации загазованности на крановой площадке, используются дискретные газоанализаторы Сигналы с последовательно включенных извещателей блокировки периметра передаются непосредственно на контроллер без использования вторичных приборов. Датчики охранной сигнализации дискретные. В системе пожарной сигнализации предусмотрены датчики автоматические (дымовые) и ручные.

Контроллеры системы принимают сигналы с технологического оборудования и автоматизированных рабочих мест обрабатывают их, в соответствии с алгоритмом. При дистанционном управлении, управляющие сигналы приходят с АРМ на контроллер, который уже в соответствии с ними формирует выходной управляющий сигнал на технологическое оборудование.

При дистанционном автоматическом режиме управления контролер, на основе сигналов с датчиков, в соответствии с логикой и уставками, программно принимает решение о том или ином необходимом действии.

Посредством сетевого оборудования осуществляется связь между АРМ на верхнем уровне и оборудованием радиосвязи. Сервер, АРМ и SCADA – система, как составные части верхнего уровня системы, решают задачи визуализации работы системы, сбора, обработки и хранения информации, формирование и печать журнала аварийных и технологических сообщений (ЖАТС), ведение базы данных, архивирование информации о ходе технологического процесса и состоянии оборудования, предупредительная и аварийная сигнализация, регистрация отклонений параметров от регламентных норм.

АРМ, сервер и установленное на них ПО, решают задачи визуализации технологического процесса и архивации логов событий.

АСУ ТП телемеханизации включает в себя следующие основные уровни:

– нижний уровень (уровень датчиков и ПЛК);

– верхний уровень (уровень АРМ).

На рисунке 1 изображена общая схема уровней управления системы телемеханизации.

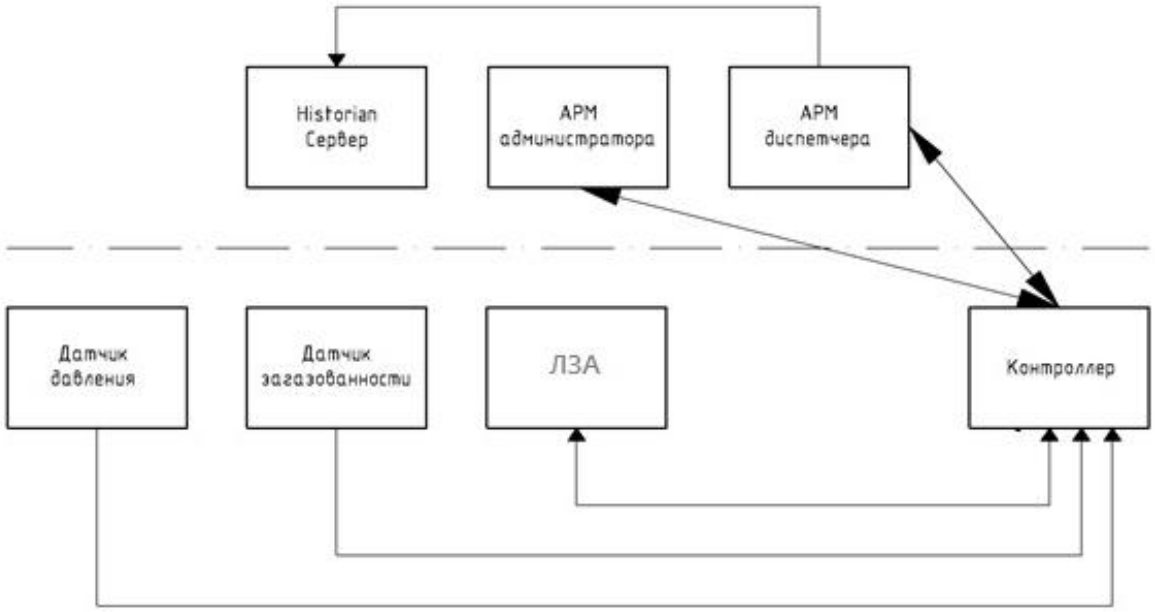


Рисунок 1 – Уровни управления АСУ ТП

На нижнем уровне основным управляющим устройством является контроллер. Он получает указания с датчиков загазованности и давления и осуществляет управление линейной запорной арматурой. На рисунке 2 изображена общая схема газопровода. Газопровод пересекает путь сообщения. Вдоль дороги устанавливаются датчики загазованности. Линейная запорная арматура территориально находится до и после пути сообщения.

На площадке линейной запорной арматуры находятся 2 датчика давления, до и после крана, а так же датчик загазованности. Управление электрозадвижкой 3, а так же снятия показаний с датчиков давления 2,4 и датчиков загазованности 1,9,11,13,15,17 осуществляет первый контроллер. Соответственно управление электрозадвижкой 7, снятие показаний с датчиков давления 6,8, а так же датчиков загазованности 5,10,12,14,16,18 осуществляет 2-ой контроллер.

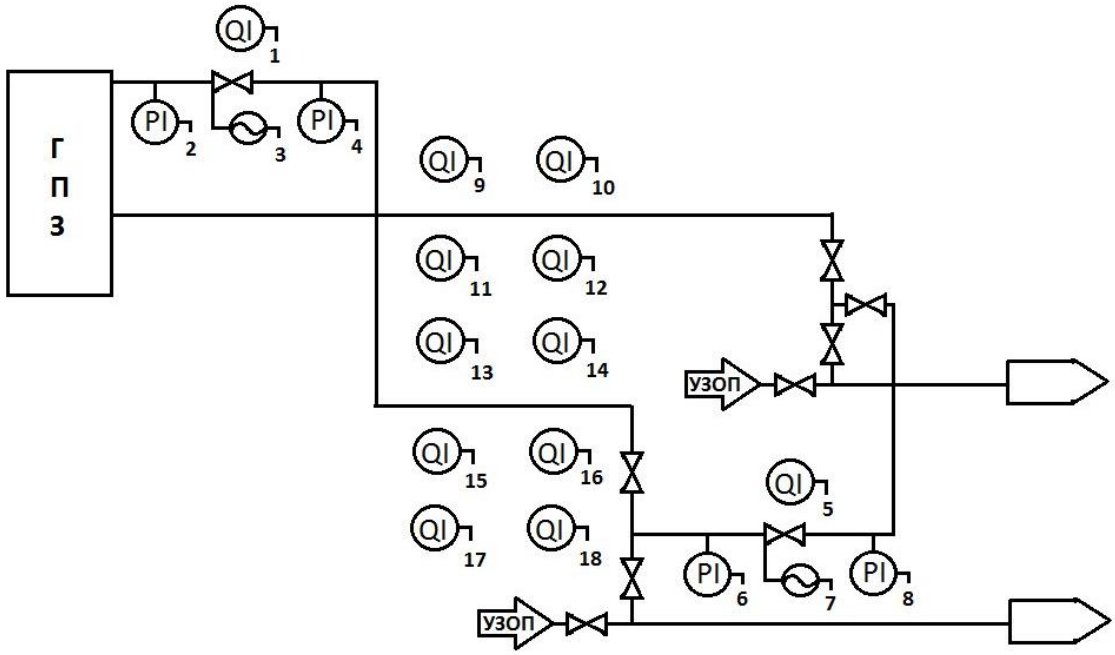


Рисунок 2 – Общая схема газопровода

Согласно цели, поставленной в данной статье, необходимо при срабатывании одного из датчиков загазованности вдоль пути сообщения, автоматически перекрыть линейную запорную арматуру 3 и 7.

При срабатывании одного из датчиков загазованности контроллер проверяет состояние линейной запорной арматуры. Если кран открыт, он немедленно подаст сигнал на закрытие, если же закрыт, то никаких команд не последуют. При этом контроллер отдает команду привязанной к нему задвижки. Вторая же задвижка остается открытой, так как привязана к другому контроллеру.

Преимуществами такого алгоритма управления являются:

– простота программного кода;

– не проверяется постоянно наличие условия;

– отсутствие дублирующего сигнала;

– проверяется состояние задвижки.

Разработанный алгоритм управления позволяет автономно закрыть линейную запорную арматуру, на участке газопровода на котором произошла утечка газа. Так же он позволяет вмешаться человеку в технологический процесс. Разработанный алгоритм прост и готов для внедрения в технологический процесс.

Список литературы

1. Акимов С.С., Жумашева Б.К. Процесс управления и контроля работы участков газопровода. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс] : материалы Всероссийской научно-методической конференции ; Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2019. – С. 672-675.

2. Арбузов, Ю.А. Алгоритм расчета технологических параметров закрепления магистральных газопроводов на слабонесущих грунтах / Ю.А. Арбузов, С.А. Белов, И.Г. Воеводин и др. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1 (21). – С. 36-41.

3. Балтин, Р.Р. Система мониторинга утечек газа через продувочные трубопроводы / Р.Р. Балтин, А.Н. Краснов, Р.А. Майский // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 62-67.

4. Даев, Ж.А. Модель автоматической системы контроля и прогнозирования загрязнения магистрального газопровода на основе нечёткой логики / Ж.А. Даев, Н.З. Султанов // Автоматизация. Современные технологии. – 2018. – Т. 72. – № 11. – С. 495-498.

5. Жумашева, Б.К. Подсистема управления газопроводом на основе СТН-3000 / Б.К. Жумашева, С.С. Акимов // В сборнике: Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии Сборник материалов IX Всероссийской конференции с международным участием, 2019. – С. 198-201.

АНАЛИЗ ОСТАТОЧНЫХ КОМПОНЕНТ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДХОДЯЩЕГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Акимов С.С., Трипкош В.А. канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На современном этапе развития человечества изучение различных производственных процессов невозможно без создания различного рода моделей. Подобные модели позволяют наиболее полно подвергать изучению проистекающие процессы в самых различных отраслях науки. Большинство задач, стоящих перед человечеством, решается при помощи моделирования, что привело к значительному развитию математического аппарата и методов моделирования. Одновременно с этим развитие получили и технические устройства, программные средства, базы данных, что дает возможности еще более глубоко изучения производственных процессов. Это делает применение лишь математического моделирования уже недостаточным в современных условиях, потому на практике исследователи все чаще прибегают к имитационному моделированию.

Имитационное моделирование (от англ. simulinion) – это распространенная разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств, специальных имитирующих компьютерных программ и технологий программирования, позволяющих посредством процессов-аналогов провести целенаправленное исследование структуры и функций реального сложного процесса в памяти компьютера в режиме «имитации», выполнить оптимизацию некоторых его параметров [1].

Имитационное моделирование обладает куда большим набором методов и средств по сравнению с математическим, чем обуславливается значительный интерес к нему в последнее время [2].

В процессе сбора и обработки данных для последующей подготовки и корректировки имитационной модели практически всегда выявляются различные погрешности в расчетах, характеризующие так называемые «остаточные компоненты» в модели. Анализ остаточных компонент (иногда используют термин «анализ остатков») является одним из наиболее важных анализов при проведении процедур верификации и валидации модели [3].

Математические методы, которые используют исследователи в процессе анализа остатков, как правило, основываются на нормальном законе распределения. Данное обстоятельство вызвано не столько широкой распространенностью данного закона распределения, сколько глубокой изученностью и значительными математическими наработками, основанного на нормальности данных. Кроме того, в практике анализа имеется известная

сложность в распознавании закона распределения, в частности, некорректная постановка самой задачи. Потому зачастую исследователи вовсе не проводят никаких проверок остаточных компонент на предмет принадлежности их к какому-либо распределению, и используют нормальное распределение. Данный подход является ошибочным и приводит к значительным отклонениям в итоговых результатах и, в конечном итоге, к ошибочным выводам и недостоверным результатам. Исходя из этого, определение принадлежности остаточных компонент конкретному закону распределения является одной из актуальных задач при подготовке имитационной модели.

Распознаванию или идентификации закона распределения остаточных компонент посвящено большое количество трудов отечественных и зарубежных ученых [4]. При этом если исключить методы, основанные на ядерных оценках (применение которых сопряжено с рядом трудностей: в частности, подбор ядерных функций и расчет размера сглаженности является более трудоемкой задачей чем, собственно, идентификация закона распределения данных), то наиболее распространенными методами являются методы, основанные на оценивание моментов величин и их характеристик.

В частности, к использованию предлагаются коэффициент асимметрии по формуле [5]:

$$As = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^3$$

и коэффициент эксцесса по формуле

$$Ex = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Также в некоторых работах рассматривается использование величины тяжести хвоста распределения [6]. В работе использовался способ расчета тяжести хвоста по формуле [7].

$$Ht = \bar{K}_{95-100} / \bar{K}_{1-95}$$

где $\bar{K}_{95-100}$ и $\bar{K}_{1-95}$ – средне значение квантилей в промежутке [1;95] и (95;100] соответственно.

При этом долгое время существовала проблема отсутствии таблиц критических значений, без которых использование предлагаемых коэффициентов не представляется возможным. В некоторых исследованиях эта работа частично решена [8].

Однако ввиду некорректной формулировки задачи однозначно принять решение о принадлежности остаточных компонент какому-либо закону

распределения не представляется возможным. Потому для этих целей предлагается способ расчета вероятностей соответствия входных данных определенному закону распределения.

Исследования проведены в лабораторных условиях на кафедре управления и информатики в технических системах Оренбургского государственного университета.

За основу исследования был взят статистический анализ предлагаемых коэффициентов [9]. Расчет предлагаемых показателей также формирует массив случайных величин, которые подвержены статистической обработке. Количество анализируемых показателей определено по формуле Дианова [10]:

$$k_p = \frac{4}{P(1-P)\varepsilon^2}$$

где P – вероятность события, ε – допустимая погрешность вычислений.

При вероятности 0,95 и погрешности 0,5 получаем 337 измерений каждого показателя.

Предварительный анализ массивов позволил предположить нормальность распределения, однако проверка критерием Колмогорова опровергла это предположение. В процессе более глубоких исследований, было определено, что полученные значения коэффициентов асимметрии, эксцесса и тяжести хвоста имеют логистическое распределение, что было доказано проверкой критерием Колмогорова.

Данное открытие позволяет использовать логит-функции для расчета вероятностей принадлежности анализируемых остаточных компонент тому или иному закону распределения. Однако открытым остается вопрос корректного подбора параметров функций, которые в значительной степени зависят как от предполагаемого закона распределения, так и от размерности анализируемых данных.

Таким образом, в статье показано, что для идентификации закона распределения остаточных компонент в процессе разработки имитационной модели целесообразно использование коэффициентов асимметрии, эксцесса и тяжести хвоста; при этом расчет вероятности принадлежности остатков тому или иному закону распределения рационально проводить с использованием логистических функций.

Список литературы

1. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование. Классика CS – 3-е издание / Аверилл М. Лоу, В.Дэвид Кельтон. – СПб.: Питер, Издательская группа BHV, 2004. – 848 с.

2. Глинский Б. М., Родионов А.С., Марченко М. А., Подкорытов Д. И., Винс Д.В. Агентно-ориентированный подход к имитационному моделированию суперЭВМ экзафлопсной производительности в приложении к

распределенному статистическому моделированию. Вестн. ЮУрГУ. Сер. Матем. моделирование и программирование. – 2012. – № 12. – С. 93–106.

3. Carson J.S. Model verification and validation //Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference, 2002. - pp. 52- 58.

4. Sargent R.G. Some approaches and paradigms for verifying and validating simulation models //Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, 2001. - pp, 106- 114.

5. Акимов С.С. Оптимизированный алгоритм определения закона распределения вероятности по выборке из генеральной совокупности / С.С. Акимов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 2. – С. 52-56.

6. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений / Е.И. Пустыльник // М.: Наука, 1968. – 288 с.

7. Акимов С.С. Оценка Хилла как ключевая оценка для распознавания тяжело- и легкохвостовых законов распределения вероятности. Научное обозрение. – 2014. – № 10-2. – С. 349-352.

8. Шепель, В.Н. Использование оценки Хилла для различения законов распределения вероятности / В.Н. Шепель, С.С. Акимов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 1 (162). – С. 75-78.

9. Шепель, В.Н. Процедура определения закона распределения вероятности по выборке данных в процессе подготовки имитационной модели / В.Н. Шепель, С.С. Акимов // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. – 2015. – № 1. – С. 101-103.

10. Дианов, В.Н. Перспективные направления повышения надежности вычислительной техники и систем управления / В.Н. Дианов // Надежность. – 2004. – №3(10). – С. 33 - 47.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ MO-TI-NI ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАПЫЛЕНИЯ

Алиев К.М., Кулаков Д.А., Крылова С.Е., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При реализации метода плазменного высокоскоростного напыления покрытий, ввиду высокой скорости потока газа и расплавленного металла покрытия присутствует очень сильная отдача, что практически полностью исключает возможность ручного нанесения покрытий. Таким образом для получения однородного слоя равномерной толщины в промышленности при нанесении покрытия высокоскоростным методом используются специальные роботизированные или механизированные установки. Технология широко применяется для создания твердосплавных покрытий для защиты от коррозии и износа плунжеров, штоков компрессоров и запорной арматуры, шиберов, каландровых валов, деталей бурового и нефтедобывающего оборудования, авиационной техники. Технология также применяется для создания подслоя при создании термобарьерных покрытий деталей газотурбинных двигателей.

Ход работы:

1) Получен образец с покрытием.

2) Образец был промыт проточной водой и тщательно высушен. Затем поверхность, подвергаемая исследованию, была протравлена 5%-ным раствором HNO_3 в эталоне. Визуально видно, что покрытие имеет серебристый цвет. Протравленная поверхность была рассмотрена в оптический микроскоп при 80-кратном увеличении. Качество поверхности удовлетворительна. Видна слоистая структура. Далее образец был изучен с помощью электронного микроскопа «JEOL»

3) С помощью электронного микроскопа была сделана фотография при 100-кратном увеличении, определена граница покрытия (рис. 1). Также определили толщину покрытий (L):

$$L = 0{,}9 \text{ мм}$$

В работе изучили структуру образования покрытий полученного данным способом с помощью электронного микроскопа была получена фотография покрытия при 200-кратном увеличении (рис. 1).

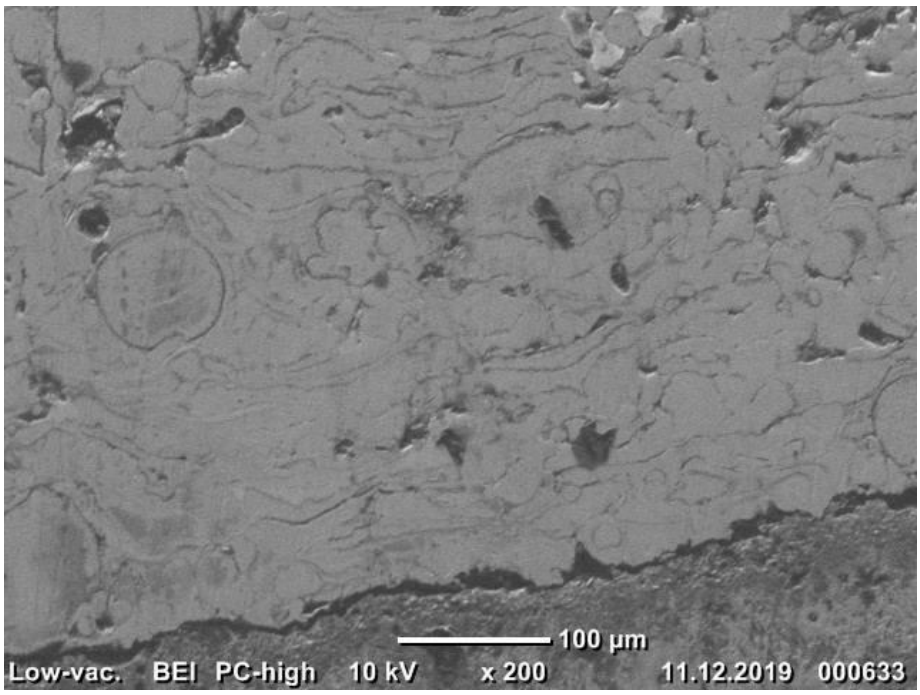


Рисунок 1 – Микроструктура покрытия при увеличении х240

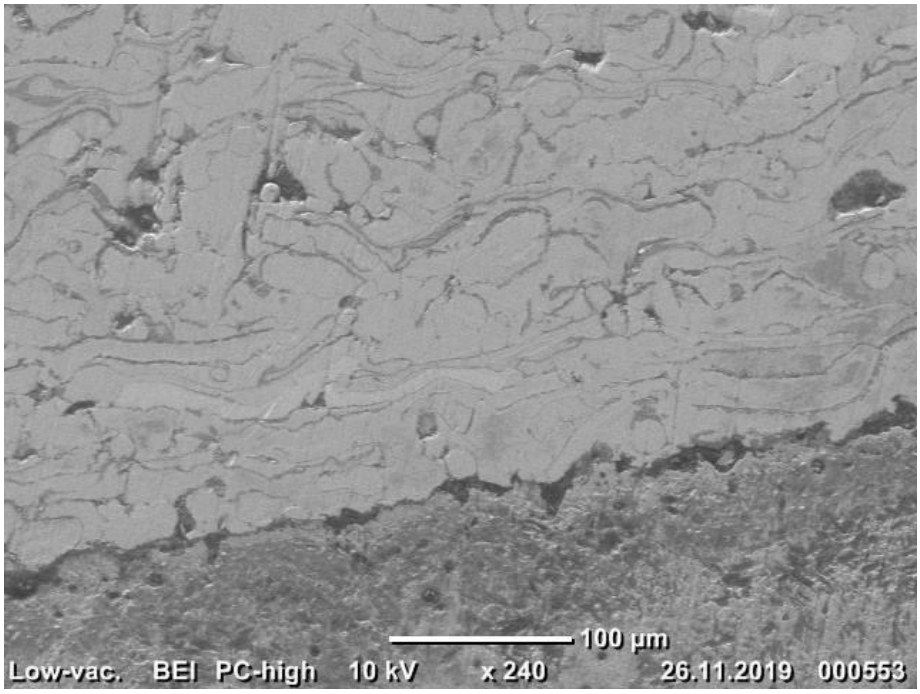


Рисунок 2 – Микроструктура покрытия при увеличении х240

Микроструктура предоставляет собой волокнистый слой толщиной не более 1 мм. В отдельных объемах поверхностного слоя присутствуют микропоры, содержащие продукты окислительного характера. Отсутствует диффузионная зона. Четко видна граница с основным металлом, которым является конструкционная низколегированная сталь марки 40Х.

Далее был проведён спектральный анализ химических элементов с помощью электронного микроскопа JEOL-6000. Спектральный анализ выполнили в различных областях основы покрытия (рис. 3). С помощью микроскопа построили диаграмму распределения химических элементов в

данной области (рис. 4), а также определили долю содержания каждого химического элемента (рис. 5).

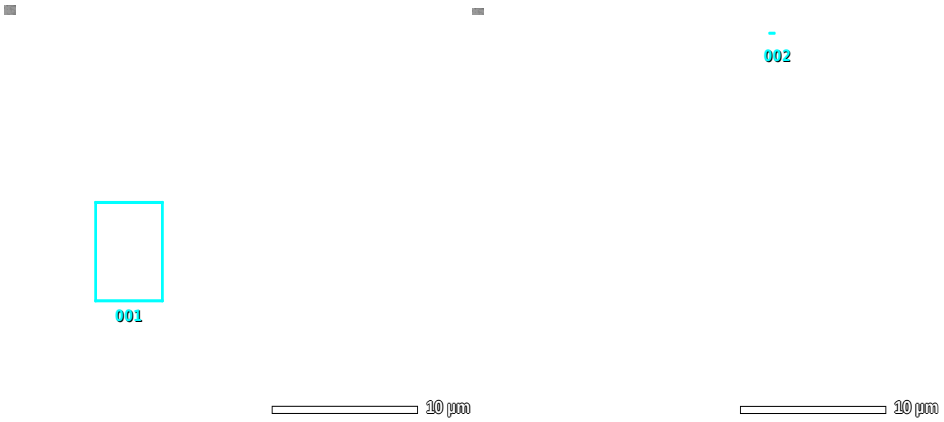


Рисунок 3, 4 – Области, подвергнутые исследованию химического состава

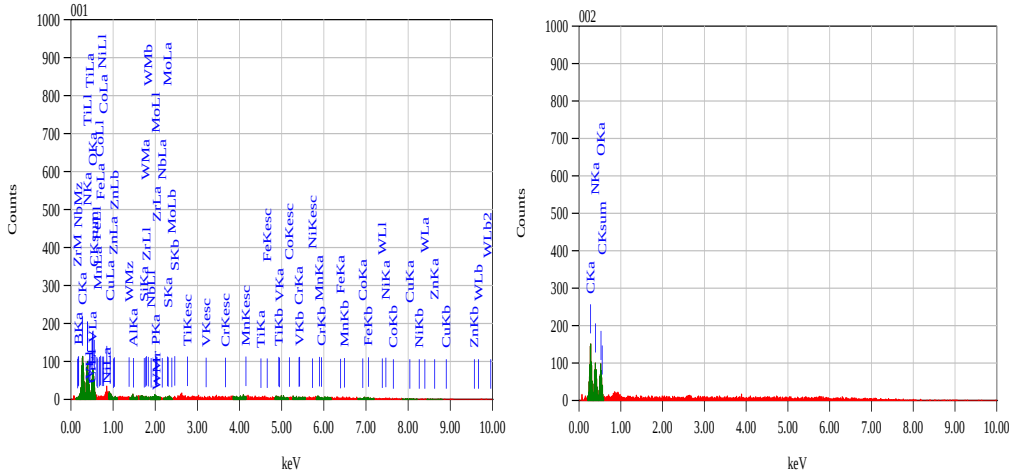


Рисунок 5, 6 – Диаграммы распределения химических элементов выделенных областей

Таблица 1- Химический состав основы покрытия , в % по массе

B	C	N	O	Al	P	S	Ni	Cu
6.32	51.66	27.79	10.12	0.35	1	0.96	1.25	0.54

Таблица 2- Химический состав основы покрытия , в % по массе

C	N	O
62.1	24.02	13.88

На данном этапе исследования можно предположить, что основными элементами нашего покрытия являются такие элементы: C; N; Cr.

Из металлографической карты распределения химических элементов по объёму покрытия видно, что Cr составляет наибольшую объёмную долю металлической основы. А такие легирующие элементы, как Mo, Cr, V и Ti равномерно распределены в металлической основе. Однако по границам слоистых частиц покрытия присутствуют отдельные элементы интерметаллического строения, типа $FeCr_3$.

В качестве микролегирующих элементов в покрытии присутствуют Mo, Ti, Ni.

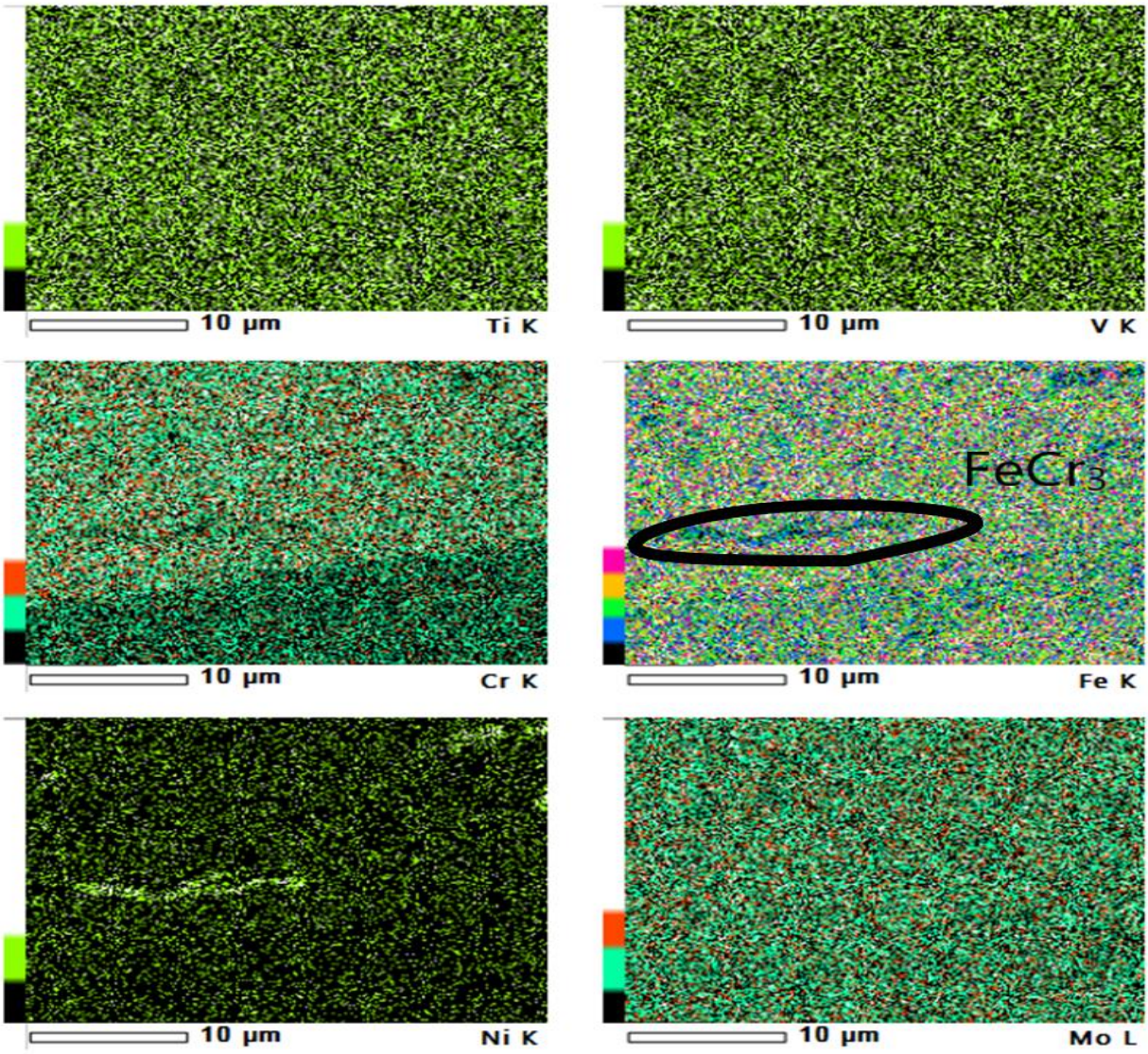


Рисунок 11 –Карта распределения элементов в покрытии

Для определения фазового состава покрытия образец подвергли исследованию методом рентгеноструктурного анализа с помощью минидифрактометра МД-10 с медным катодом для определения фазового состава опытного покрытия. При этом поверхность образца бомбардируется электронами энергией 30 кэВ в двух режимах.

Результаты рентгенофазового анализа представлены на рис 9, 10 и в таблице 1, 2.

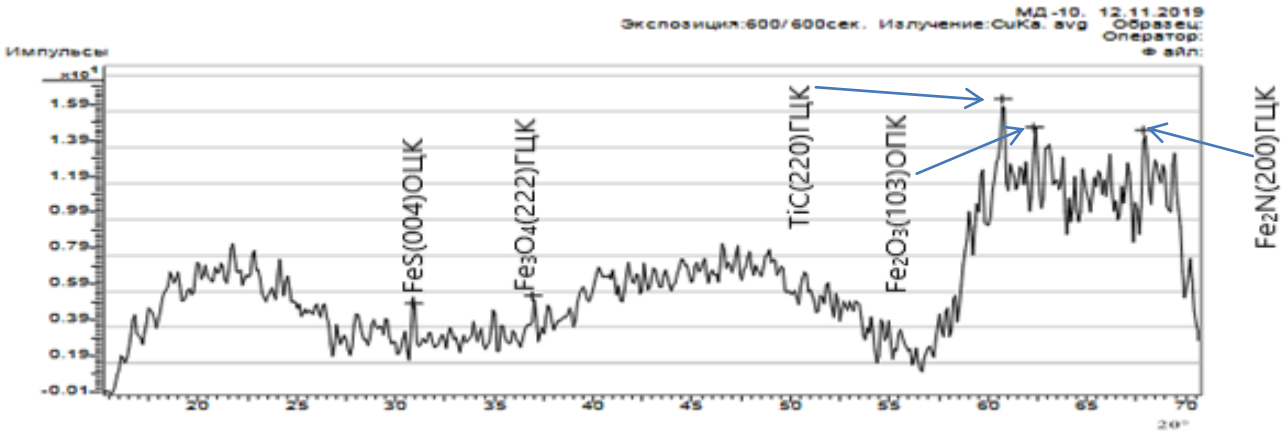


Рисунок 9 – Рентгенограмма образца при «Режиме 1»

Таблица 1 – Расшифровка пиков при режиме 1

Пучок 1 2 θ(0-70)					
№	d	2θ	HKL	Тип решётки	Фаза
1	2,89	30,9	004	ОЦК	FeS
2	2,43	36,97	222	ГЦК	Fe_3O_4
3	1,52	60,75	220	ГЦК	TiC
4	1,48	62,34	103	ОПК	Fe_2O_3
5	1,58	67,88	200	ГЦК	Fe_2N

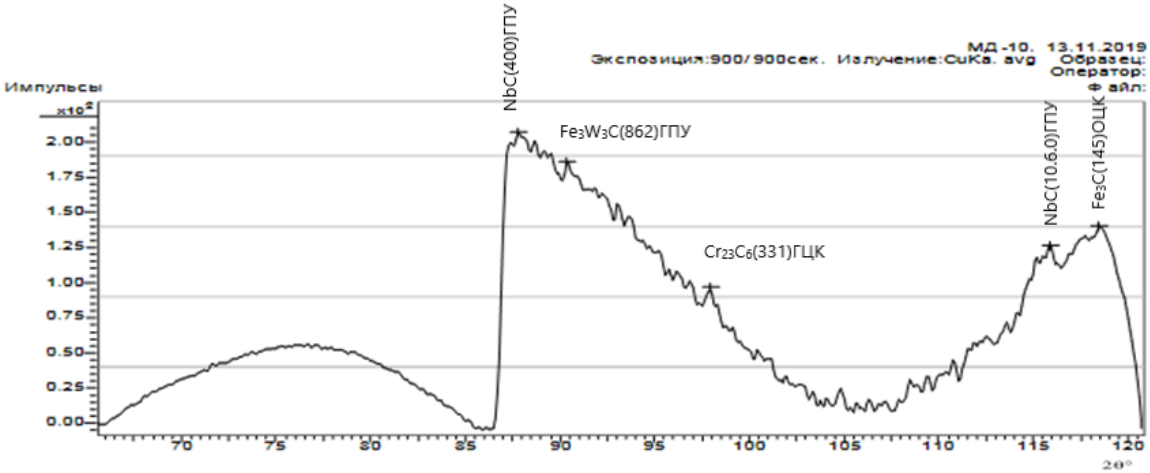


Рисунок 10 – Рентгенограмма образца при «Режиме 2»

Таблица 2 – Расшифровка пиков при режиме 2

Пучок 2 θ(70-120)					
№	d	2θ	HKL	Тип решётки	Фаза
1	1,11	87,74	400	ГПУ	NbC
2	1,09	90,38	862	ГПУ	Fe_3W_3C
3	1,02	97,93	331	ГЦК	$Cr_{23}C_6$
4	0,91	115,84	10.6.0	ГПУ	NbC
5	0,90	118,48	145	ОЦК	Fe_3C

В ходе рентгеноструктурного анализа определили, что основными упрочняющими фазами в нанесённом покрытии являются: $Cr_{23}C_6$; Fe_3W_3C и NbC, распределенные в никелевой металлической матрице.

Результат работы показывает, что основными элементами нашего покрытия являются: Fe, Ni, Cr, Ti, Mo. Структурный и рентгеноспектральный анализ покрытия позволил определить, что основной покрытия является смесь ламеллей на основе Fe+Ni, в которой основными упрочняющими фазами являются карбидные и интерметаллидные включения типа $Cr_{23}C_6$ и Fe_3W_3C.

Микрофотографии покрытия, полученные методом электронной микроскопии свидетельствуют о том, что покрытие нанесено методом плазменного высокоскоростного напыления покрытий, так как оно по структурным признакам резко отличается от подложки основного металла, не имеет переходной диффузионной зоны, свидетельствующей о признаках металлургического сплавления.

Список литературы

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

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

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСКАТНЫХ КОЛЬЦ

Андреева Н.К.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Повышение качества раскатываемых изделий, производительности и эксплуатационных характеристик – являются важными задачами при изготовлении раскатных колец.

Раскатные кольца особо популярны в судостроение, авиадвигателестроение, машиностроение, ракетостроение и многих других областях промышленности. Из них изготавливают широкую номенклатуру деталей - газотурбинные двигатели, обоймы крупногабаритных подшипников, трубы, соединительные элементы, фланцы, шестерни, обода подшипников качения и других необходимых деталей радиального типа.

Изготовление раскатных колец возможно несколькими способами.

Одним из таких способов раскатки кольцевых заготовок, является деформирование исходной заготовки вращающимися и перемещающимися в радиальном направлении наружным и внутренним раскатными валками с профилированными рабочими поверхностями, соответствующими наружной и внутренней поверхностям готового изделия. Наружная и внутренняя поверхности заготовки имеют профили, соответствующие профилированным рабочим поверхностям соответственно внутреннего и наружного валков.

При использовании такой заготовки раскатка осуществляется не путем обжима всего поперечного сечения, а изгибом ее осевого сечения в зоне с наименьшей толщиной.

Недостатком способа является его неприменимость к высоколегированным труднодеформируемым металлам и сплавам.

Также существует способ изготовления колец, при котором полую заготовку раскатывают между нажимным и опорным радиальными валками при радиальном перемещении торцевых валков от центра заготовки к ее наружной поверхности, причем это перемещение осуществляют прерывисто, а перед каждым перемещением торцевые валки разводят. В результате такой обработки исключается возможность возникновения эллипсности прокатываемого кольца и таким образом повышается качество кольца [3].

Недостатком данной технологии является сложность процесса обработки и невозможность его использования для жаропрочных труднодеформируемых сплавов.

Изготовление кольцевых деталей из материала с мелкозернистой структурой также возможно, путем горячей деформацией. Кольцо обжимают роликовым инструментом, причем внутренняя поверхность вращения обжимается роликом, ширина которого не превышает ширину заготовки, а

наружная и торцевые поверхности - по меньшей мере двумя подвижными роликами, образующими с вышеуказанным роликом калибр, уменьшающийся в соответствии с величиной обжатия заготовки, причем горячую деформацию производят инструментом, нагретым на 50-200°С ниже, чем заготовка [1]. Недостатком является низкая производительность и качество обработки по причине низких скоростей.

Оптимальным же способом получения заготовки в виде кольца с мелкозернистой структурой на данный момент является раскатка роликовыми инструментами. Вначале роликовым инструментом формируют регулярный микрорельеф поверхности за счет микрорельефа на его рабочей поверхности, а затем выглаживают поверхность микрорельефа его вдавливанием в поверхностный слой материала роликовым инструментом с гладкой рабочей поверхностью. В результате повышаются эксплуатационные характеристики раскатного кольца.

Рисунок микрорельефа при данном способе обработки может быть выполнен в виде сот с размером описанной окружности, кратной величине окружности, описанной вокруг средней величины зерна исходного материала заготовки.

Раскатку заготовки могут проводить в регулируемых термомеханических условиях созданием в материале заготовки объемно-напряженного состояния, приводящего к интенсивному измельчению структуры материала, причем внутреннюю поверхность вращения заготовки обжимают роликом, ширина которого не превышает ширину заготовки, а наружную и боковую поверхности - оправкой, образующей с вышеуказанным роликом калибр, уменьшающийся в соответствии с величиной обжатия заготовки.

Раскатку проводят при нагреве заготовки в виде кольца и ее горячее деформирование - раскаткой путем обжатия роликовым инструментом, нагретым до температуры на 50-200°С ниже температуры заготовки.

Способ осуществляется следующим образом. Исходную кольцевую заготовку с мелкозернистой не упорядоченной структурой устанавливают между оправкой и деформирующим роликом, имеющим регулярный микрорельеф, выполненный в виде сот. Также имеется деформирующий "выглаживающий ролик", расположенный сразу же после деформирующего ролика с регулярным микрорельефом на поверхности контакта с заготовкой в направлении вращения заготовки при раскатке, поверхность контакта которого упрочнена с помощью имеющегося на нем цементированного слоя, при этом данный ролик не имеет регулярного микрорельефа, выполненного в виде сот. При вращении заготовка поддерживается упорами, которые, в свою очередь, также выполняют роль выглаживающего ролика. Внутренняя поверхность вращения заготовки обжимается деформирующим и "выглаживающим" роликами, ширина которых не превышает ширину заготовки, а наружная и боковые поверхности - оправкой, имеющей регулярный микрорельеф, выполненный в виде сот, образующей с вышеуказанным роликом-

инструментом калибр, уменьшающийся в соответствии с величиной обжатия заготовки [2].

Данный вид раскатки применим для раскатки относительно небольших диаметров колец простой конфигурации, а для больших раскатываемых размеров предзаготовки, необходимо обеспечить правильность формы раскатываемого кольца дополнительными приемами, охлаждая инструмент (создавая градиент температуры), в частности осуществляя раскатку роликовыми инструментами, форма которых при их совместном действии образует замкнутую полость, которая ограничивает течение материала заготовки со всех сторон в связке с выступами и углублениями на роликах, повторяющих контур заготовки профильной формы.

При поэтапном охлаждении инструмента от 50 до 250°С обеспечивается вначале "мягкая" схема деформации, при которой поверхностные слои заготовки охлаждаются, и деформация, преимущественно сдвигового характера, передается на более глубокие слои заготовки с последующим ее "ужесточением", когда разница температуры достигает максимальной величины, а толщина заготовки становится минимальной, обеспечивающим формирование субмикрокристаллического состояния равномерно по всему объему. Поэтапное снижение температуры в процессе раскатки обеспечивает поэтапное измельчение структуры материала и тем самым позволяет увеличивать скорость деформации, что, в свою очередь, положительно влияет на создание на поверхности заготовки упрочняющего послойного микрорельефа.

Благодаря указанному приему производится не только интенсивная деформация материала заготовки в локальной области, создающая регулярный микрорельеф, но и создаются условия для его дальнейшей деформационной обработки за счет упорядочивания структуры материала. В конкретном случае деформация не распределяется, а сосредотачивается в определенной зоне в замкнутом объеме, поэтому быстрее достигается необходимая для рекристаллизации плотность дислокации. Следовательно, именно в этом объеме заготовки достигаются требуемые структурные изменения. Деформация участка благодаря применению комбинации деформирующих роликов, имеет возможность варьирования геометрическими размерами.

В результате получения раскатного кольца описываемым способом происходит повышение качества изделий и производительности обработки за счет интенсивного измельчения структуры материала заготовки. При этом повышаются эксплуатационные характеристики изделий, получаемых из раскатных колец.

Список литературы

1. Способ изготовления колец : пат. 99 106 214 А Российская Федерация, МПК В 21 Н 1/00 / Ф. З Утяшев ; заявитель и патентообладатель Институт проблем сверхпластичности металлов РАН. - № 99106214/02 ; заявл. 99.03.26.

2. Способ изготовления раскатных колец с регулярной микроструктурой : пат. 2659501 C1 Российская Федерация, МПК B 21 H 1/06 / И. В. Гайнанова, Л. В. Маслова, А. Д. Мингажев, Л. А. Исмагилова, М. М. Иванов ; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный авиационный технический университет". - № 2017126325 ; заявл. 17.07.21.

3. Способ раскатки колец : пат. 1 382 558 A1 СССР, МПК B 21 H 1/06 / П. И. Ящерицын ; заявитель и патентообладатель П. И. Ящерицын. - № 4037481 ; заявл. 86.03.17.

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ И КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН

Артамонов[1] А.М., Пояркова[2] Е.Н.,
Пояркова[1] Е.В., д-р техн. наук, доцент
[1]Оренбургский государственный университет, г. Оренбург
[2]Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва

Ключевые слова: ректификационная колонна, контактные устройства, коррозия, защитные покрытия, скорость коррозии, защитный экран.

Основными особенностями нефтегазовой отрасли является разнообразие условий переработки нефти и газа. В ходе процессов переработки наблюдаются практически все виды коррозии. Практически каждый отказ оборудования нефтегазопереработки связан с коррозионными разрушениями. В мировой экономике нефтегазовой отрасли колоссальный процент финансовых вложений отводится на борьбу с коррозией, поэтому актуальность решения вопроса снижения данных затрат не вызывает сомнений.

На текущий момент существует достаточное количество методов защиты от коррозии. Основным из них является прибавка для компенсации на коррозию и эрозию (прибавка на коррозию), однако при расчетах на длительные сроки эксплуатации, следует применять методы дополнительной защиты. Одним из них являются ингибиторы коррозии, но в большинстве процессов переработки их применение может быть затруднено из-за возможных технологических осложнений в виде вспенивания реагентов, разложения их под действием температуры и т.д. При таких условиях возникает необходимость более эффективных методов борьбы с коррозией, таких как защитные покрытия. Защитные покрытия имеют обширную классификацию, поэтому в следствие существования большого количества технологических сред и коррозионных агентов считается нецелесообразным применять один тип покрытия в разных условиях эксплуатации. Для результативного применения защитного покрытия следует провести лабораторные и опытно-промышленные испытания в конкретных для заданного оборудования технологических средах и условиях. Для своевременного определения фактического состояния и остаточного ресурса оборудования, оценки соответствия экспертизы требованиям промышленной безопасности и определения возможности и условий дальнейшей безопасной эксплуатации объекта, а также разработки рекомендаций по ее обеспечению производится экспертиза промышленной безопасности.

Данная работа содержит анализ технического состояния технического устройства опасного производственного объекта, на основании экспертизы промышленной безопасности, с целью выявления нарушений и рассмотрения способов их устранения. Объектом исследования стала ректификационная

колонна, работающая на Оренбургском газоперерабатывающем заводе (ГПЗ). Материалом исполнения является сталь 09Г2С. Температурный режим работы оборудования находится в пределах от минус 40 до плюс 220°С. Рабочим считается давление, равное 0,3 МПа. Рабочая среда – смесь углеводородов с примесями H_2S и меркаптанов.

Анализ технической и эксплуатационной документации показал, что материальное исполнение сосуда соответствует нормативным документам. Из сведений о заменах и ремонтах данного оборудования за период ближайшей эксплуатации были получены следующие комментарии: произведена проверка и ремонт опорных колец тарелок к корпусам обечаек, а также произведен ремонт и замена внутренних контактных устройств (тарелок) на обечайках.

В ходе данной работы были проанализированы результаты визуального и измерительного контроля, которые показали отклонения геометрической формы, поверхностные дефекты, повреждения металла и сварных соединений, коррозионный и эрозионный износ металла элементов сосуда. Недопустимых дефектов при вихретоковом, магнитопорошковом и ультразвуковом контролях не выявлено. По результатам измерения твердости отклонений от требований не обнаружено. В результате исследования результатов ультразвуковой толщинометрии были выявлены значительные уменьшения толщин стенок сосуда, превышающие прибавку на коррозию. Гидравлическое испытание сосуд выдержал.

На основании вышеизложенных результатов аналитической работы, запуск данного оборудования возможен при условиях:

- проведения периодического (один раз в два года) визуального и измерительного контроля участков днища с обнаруженной язвенной коррозией для выявления возможных трещин и уменьшения толщин стенок, при обнаружении недопустимых отклонений проводить ремонт;
- проведения внеочередного технического освидетельствования и гидравлических испытаний сосуда после ремонта;
- выполнения требований технологического регламента по эксплуатации, инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию сосуда;
- планирования и обеспечения выполнения расчетов на прочность обечаек отдельных частей сосуда с выявленными зонами пластической деформации;
- расчета остаточного ресурса и назначения срока следующего диагностирования;
- расчета на прочность проконтролированных элементов сосуда с целью определения минимальных отбраковочных значений толщин стенок и оценки укрепления штуцеров.

Контактные устройства данного аппарата изготовлены из коррозионностойкой жаропрочной стали 08Х13. Визуальный осмотр и исследование тарелок показал наличие питтинговой коррозии, в следствие чего дальнейшая эксплуатация этого массообменного оборудования недопустима.

Таким образом при проведении анализа коррозионного состояния оборудования, было выявлено наличие язвенной коррозии в нижних частях внутренних поверхностей обечаек, внутренних поверхностей нижних днищ, верхних частей внутренних поверхностей обечаек. Ресурс работы данного оборудования значительно уменьшается и выполнение вышеизложенных условий для дальнейшей эксплуатации не дает значительного увеличения срока безопасной службы сосуда. Поэтому вопрос решения проблемы защиты данного оборудования от коррозии все еще остается актуальным.

Поэтому обратимся к уже имеющемуся опыту работы с данной проблемой. В 2000 году на Астраханском ГПЗ начался активный поиск методов снижения коррозионного влияния на оборудование переработки газа. Скорость коррозии в абсорберах, выбранных для исследования, достигала 3-5 мм/год. Это связано с высоким содержанием H_2S в сырье (до 25%). В целях защиты данного оборудования были применены защитные экраны, состоящие из П-образных панелей из нержавеющей стали, которые были расположены по всему периметру аппарата в зоне от первой тарелки до верхнего края нижнего люка-лаза. Кроме того, проведена реконструкция конструкция переливных устройств тарелок, была увеличена высота сливных планок поддона двух нижних тарелок в зоне контакта со стенкой аппарата.

Эти мероприятия позволили сохранить технологические свойства аппарата и уменьшить скорость коррозии более чем в три раза. Кроме того, в 2017 году на внутреннюю поверхность абсорбера было нанесено метализационное покрытие «Плакарт-НА-01.6.С». Отличительной особенностью этого покрытия является наличие высоколегированной стали Х14Н7С3Р3 в качестве подслоя, позволяющей нарастить толщину металла до 0.5 мм, что особенно важно при эксплуатации обечаек с толщинами, близкими к минимально допустимыми. Материалом основного слоя является высоколегированная сталь Х28Н10М5С1 толщиной 150-250 мкм, которая обеспечивает покрытию стойкость к эрозионному и коррозионному износу. В качестве пропитки используется материал МД-350, который выполняет функцию снижения пористости и шероховатости покрытия. В результате использования данного покрытия был увеличен ресурс работы оборудования, повышена безопасность эксплуатации, а также получен значительный экономический эффект от реализации этих мероприятий. [1]

По результатам исследования ученых и специалистов [2] было выяснено, что для защиты контактных устройств от коррозии эффективно использовать покрытия, полученные методом вакуумного ионно-плазменного напыления хрома и нитрида титана. Следует отметить что покрытия данного типа обеспечивают эффективную защиту контактных устройств при относительно высоких температурах (150-250 °С).

Таким образом, основываясь на примере Астраханского ГПЗ и учитывая, что содержание коррозионных агентов в сырье много выше чем в сырье, поступающем на Оренбургский ГПЗ, можно сделать следующий вывод. Применение защитных П-образных панелей в нижней части сосуда,

реконструкция переливных устройств двух нижних тарелок, а так же нанесение защитного покрытия «Плакарт-НА-01.6.С» на проблемные участки аппарата, может продлить ресурс работы оборудования, значительно повысить безопасность эксплуатации и получить значительный экономический эффект от реализации данных мероприятий. Наиболее подверженные коррозии контактные устройства можно защитить с помощью вакуумного ионно-плазменного напыления хрома и нитрида титана.

Список литературы:

1. Коренякин, А.Ф. Опыт достижения оптимального уровня противокоррозионной защиты оборудования, Астраханского газоперерабатывающего завода / А.Ф. Коренякин, А.Е. Бакланов, Г.А. Бегунова / Коррозия территории НЕФТЕГАЗ. − 2018. − № 1 (39). – С. 74-78.

2. Катаманов, В.Л. Создание антикоррозионных покрытий для контактных устройств ректификационных колонн / В.Л. Катаманов, А.М. Назаров, И.Н. Гараньков, И.О. Туктарова // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том10, № 1. – С. 21-36.

3. Медведева, М.Л. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа. – М.: ФГУП Изд-во Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. − 312 с., ил.

4. Медведева, М.Л. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров / М.Л. Медведева, А.В. Мурадов, А.К. Прыгаев. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2013. − 250 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОКАЧКИ РУЛЕВЫХ МАШИН ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

Баймухаметов Р.И., Михайлова В.А., Шапкин Р.О.,
Черноусова А.М. канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Автоматизация технологических процессов предстартовой подготовки ракеты космического назначения играет важную роль в снижении экономических расходов, а также в повышении надежности и бесперебойной работы всех систем наземной космической инфраструктуры. Одной из таких систем является система прокачки рулевых машин первой ступени ракеты-носителя [1].

Система прокачки рулевых машин предназначена для питания рабочей жидкостью рулевых машин первой ступени ракеты-носителя при основной работе и при проверках в процессе подготовки к основной работе.

В данной работе приводится анализ функционирования системы прокачки рулевых машин первой ступени ракеты-носителя, включающий следующие этапы:

– системный анализ компонентов системы прокачки;

– разработка математической модели блока насосных станций (БНС);

– моделирование системы автоматического управления наддувом бака БНС.

Систему прокачки можно условно разделить на составные части, главной из которых является блок насосных станций (БНС). Функциональная схема блока насосных станций представлена на рисунке 1.

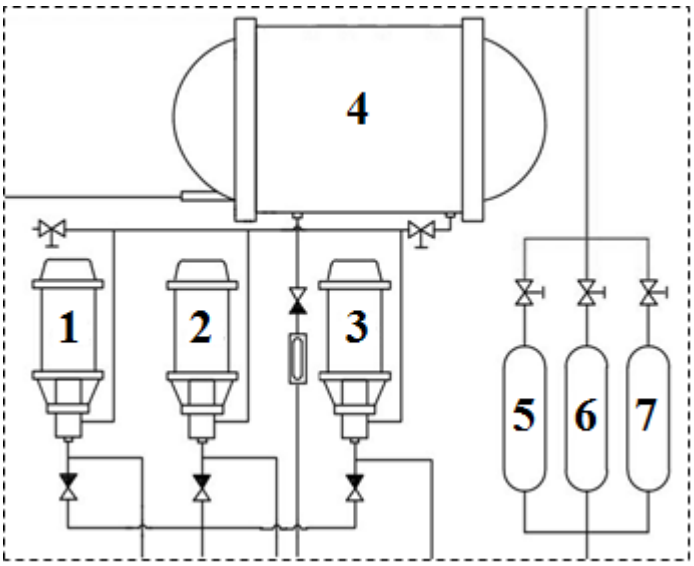


Рисунок 1 – Функциональная схема БНС системы прокачки рулевых машин

Блок насосных станций состоит из трех насосных агрегатов (1-3), бака для рабочей жидкости (4) и трех гидроаккумуляторов (5-7). Все узлы, перечисленные выше, установлены на общей раме, которая закреплена анкерными болтами на фундаменте помещения.

Автоматизация процесса прокачки рулевых машин первой ступени ракеты-носителя позволит:

– дистанционное управление оборудованием системы прокачки рулевых машин;

– автоматический контроль параметров технологического процесса;

– упрощение оценки результатов испытаний, полученных при проведении проверок в процессе подготовки к основной работе и основной работе.

В данной работе предлагается вариант создания системы автоматического управления одним из процессов прокачки рулевых машин – наддувом бака БНС.

Система автоматического управления наддувом бака БНС является системой контроля технологических параметров при наддуве бака БНС в процессе работы системы прокачки рулевых машин согласно регламенту технологического процесса.

Система управления позволит постоянно сравнивать давление в баке с заданным значением, и в случае их рассогласования формировать такой управляющий сигнал, который позволит поддерживать давление в баке БНС согласно заданному значению. При изменении уровня возмущающих воздействий система произведет пересчёт, чтобы сформировать управляющий сигнал, который будет компенсировать эти изменения.

Согласно теории автоматического управления, существует три основных варианта построения системы управления давлением воды: принцип управления по возмущению (компенсации), принцип управления с обратной связью и комбинированный [2]. В рамках данной работы используем принцип управления с обратной связью.

Необходимым условием надежной устойчивой работы разрабатываемой САУ является правильный выбор типа регулятора и настройка его параметров, гарантирующих требуемые показатели качества регулирования.

Для реализации автоматического управления выберем пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) закон управления.

Пропорционально-интегрально-дифференцирующий закон регулирования наиболее часто реализуется в промышленной автоматике [3]. Благодаря наличию интегральной составляющей ПИД-регулятор обеспечивает высокую точность в статическом режиме и хорошие показатели качества переходных процессов в динамическом режиме.

Для моделирования процесса наддува бака БНС в системе управления прокачкой рулевых машин используем программный комплекс

«Моделирование В Технических Устройствах» («МВТУ»). В нём содержится удобный редактор структурных схем, обширная библиотека типовых блоков и встроенный язык программирования. С помощью этого представляется возможным реализовывать модели практически любой степени сложности, обеспечив при этом наглядность их представления. Программный комплекс «МВТУ» успешно применяется для проектирования систем автоматического управления, следящих приводов, роботов-манипуляторов, ядерных и тепловых энергетических установок, а также для решения нестационарных краевых задач (теплопроводность, гидродинамика и др.). Он широко используется в учебном процессе, позволяя моделировать различные явления в физике, электротехнике, в динамике машин и механизмов, в астрономии и т.д. А также может функционировать в многокомпьютерных моделирующих комплексах, в том числе и в режиме удаленного доступа к технологическим и информационным ресурсам.

Моделирование процесса наддува бака БНС осуществим с помощью программного комплекса МВТУ. Программная модель системы автоматического управления наддувом бака БНС представлена на рисунке 2.

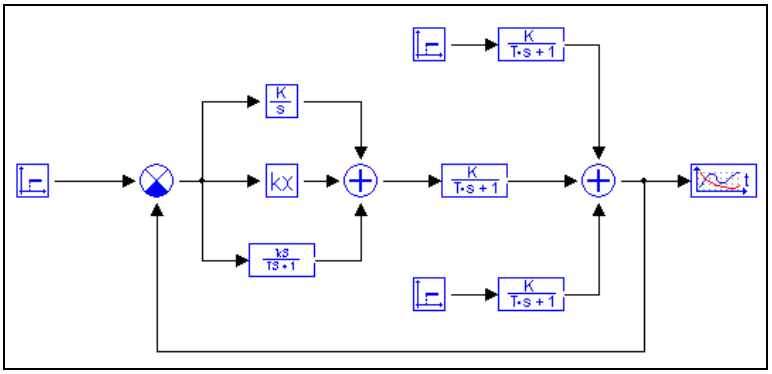


Рисунок 2 – Программная модель системы автоматического управления наддувом бака БНС

При моделировании используем следующие параметры оборудования:

– объем бака БНС – 450 л;

– максимальный объем рабочей жидкости – 400 л;

– минимальный объем – 200 л;

– требуемое давление азота в баке БНС – 0,8 кгс/см^2;

– максимальное давление азота – 1 кгс/см^2;

– минимальное давление азота – 0,6 кгс/см^2.

После включения системы начинается наддув бака азотом до номинального значения (0,8±0,2 кгс/см^2). Заданное давление поддерживается до начала процесса прокачки рулевых машин. После принятия команды на начало прокачки начинается процесс прокачки рулевых машин. Включаются два из трех насосов, и происходит подача рабочей жидкости в магистраль нагнетания. Вместе с этим происходит постепенное падение давления в баке, которое

компенсируется в процессе работы системы автоматического управления наддувом бака.

Смоделировав систему автоматического управления наддувом бака БНС и запустив программу построения графиков переходных процессов САУ, получим график переходного процесса САУ (рисунок 3).

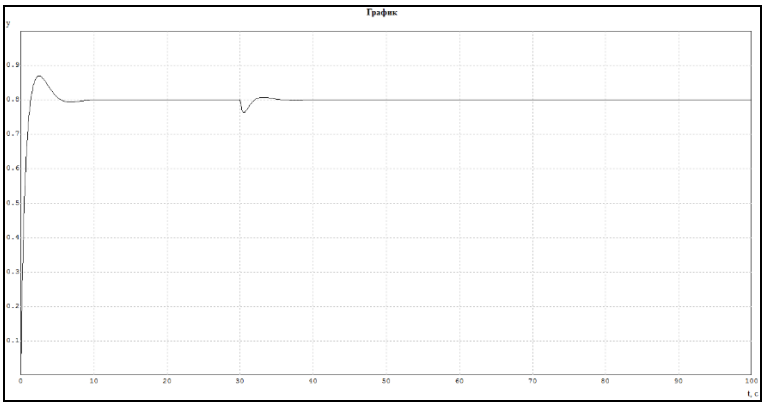


Рисунок 3 – График переходного процесса САУ наддувом бака БНС

На основании полученных графиков переходного процесса разработанной САУ наддувом бака БНС получим такие показатели качества:

– длительность переходного процесса $t_{п.п.}$ не превышает 10 секунд;

– величина перерегулирования составляет 8,75 %;

– статическая ошибка отсутствует.

Таким образом, динамика синтезированной САУ удовлетворяет установленным требованиям и задачам. Управляющий сигнал является адекватным и не выходит из диапазона установленных ограничений.

Список литературы

1 Федоров, А. В. Основы устройства ракетно-космических комплексов: учебное пособие / А.В. Федоров. – 2012. – 243с.

2 Карпов, А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: учебное пособие / А.Г. Карпов. − Томск: ТМЛ-Пресс, 2011. − 212 с.

3 Сенигов, П.Н. Теория автоматического управления: конспект лекций / П.Н. Сенигов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001. – 93с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ

Белоновская И.Д., д-р пед. наук, профессор,
Погадаева Р.Р.,Еркулев А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Основная задача, возникающая перед специалистами по проблеме автоматической сборки, формулируется в виде вопроса – какая система автоматизации должна заменить ручную сборку: специализированный сборочный комплекс (линия) или гибкий робототехнический комплекс РТК).

Известно, что специализированные системы (СпС), используемые преимущественно в массовом производстве, хорошо приспособлены для сборки конкретного изделия, благодаря чему они обладают достаточно высокой производительностью и надежностью. За счет высоких технических характеристик затраты на создание СпС окупаются в приемлемые сроки, что делает эти системы экономически эффективными [1;2]. Однако специфика рынка диктует условия по частой смене модели собираемых изделий в различных отраслях промышленности. В связи с этим перед конструкторами встает задача адаптации сборочных систем к различным типам изделий в пределах технически обоснованного типоразмерного ряда. В результате решения задачи, связанной с быстрой переналадкой сборочных систем, существенно возрастает их сложность и следовательно стоимость и сроки окупаемости затрат. Кроме того, гибкие сборочные системы (ГС) пока проигрывают специализированным системам по производительности, что является расплатой за их универсальность (рисунок 1).

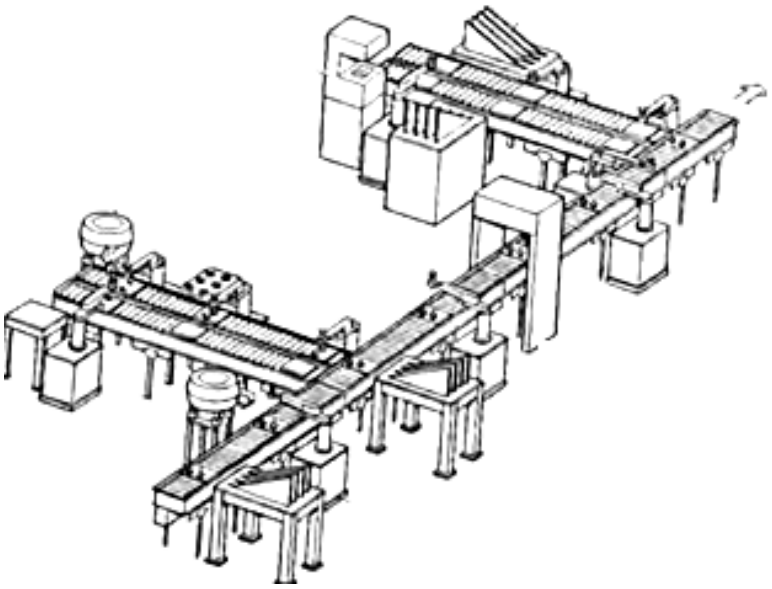


Рисунок 1 – Специализированный сборочный комплекс (линия)

Наиболее приемлемым техническим устройством, отвечающим требованиям гибкости, является промышленный робот (ПР) как перепрограммируемое универсальное средство, на базе которого может быть создан базовый переналаживаемый комплекс, составляющий основу роботизированных комплексов и линий. С развитием высоких технологий промышленные роботы постоянно усовершенствуются в направлении повышения производительности, увеличений степени подвижности и способность приспосабливаться к меняющимся внешним условиям. Вследствие этого становится экономически выгодным использовать сборочные ПР (рисунок 2) [3].

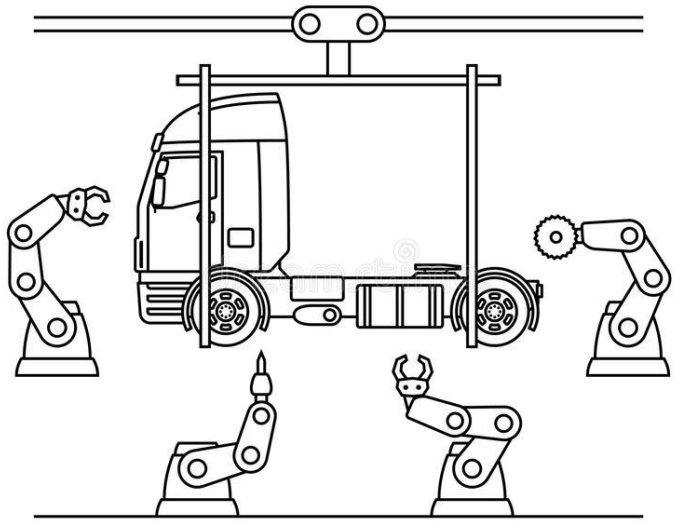


Рисунок 2 - Гибкий робототехнический комплекс (РТК)

Помимо приведенных концепций построений системы автоматической сборки, в мировой практике начиная с восьмидесятых годов, развивается направление автоматической сборки, относящееся к стандартизованным модульным системам (СМС), предназначенные не для определенного изделия, а для конкретной группы изделий и схожих технологических операций. Конструкции таких систем имеет в своем составе набор в меру универсальных модулей разнообразных механических движений и микропроцессорные устройства управления.

Модульные системы запланированы на годовой выпуск до 1000 000 и более сборочных единиц со серединными параметрами: масса – 2,25 кг, габариты – 203мм. Анализ показал, что в эти параметры входят самые разные узлы. К таким оборудованиям относят: систему фирмы «Бош» произведенную в Германии, систему «Сигма» фирмы «Оливетти» производство Италия, систему «Модель-64» фирмы «Бодайн» (США).

Комплекс модульных сборочных систем с концепциями гибкой сборки на основе универсальных роботов с прогрессивной высокочувствительной подсистемой дает значительный эффект. Не без причины в Лондоне на конференции ассоциации инженеров обсуждалось, что сущность развития

экономически выгодной сборки, возможно при использовании универсальных СМС в совокупности с ПР, направленных не на определенную отрасль производств, а на среднестатистический сборочный узел [4].

В итоге можно обозначить три концепции построения систем автоматической сборки, реализующих указанную технологическую схему:

- специализированные системы (линии, автоматы) для сборочных операций конкретных типоразмеров изделий;
- модульные системы для сборки групп схожих по конструктивным параметрам узлов в определенных пределах типоразмерных рядов;
- гибкие системы на базе промышленных роботов, гарантирующих возможность быстрых переналадок сборочных систем на различные типы изделий.

Список литературы

1. Хегенботам У.Б. Гибкие сборочные системы/ У.Б. Хегенботам пер. с англ. Д.Ф. Миронова;под ред. А.М. Покровского, - М.:Машиностроение, 1988. – 400 с.

2. Иванов А.А. Проектирование нестандартного автоматического оборудования: учеб. пособие. НГТУ/ А.А. Иванов, А.А. Москвичев, А.Р. Кварталов. Нижний Новгород: 2004. – 170 с.

3. Иванов А.А. Роботизированные сборочные комплексы: учеб. пособие. НГТУ/ А.А. Иванов, В.В. Сафонов - Нижний Новгород: 1995. – 250с.

4. Иванов А.А. Проектирование автоматизированного сборочного оборудования: учеб. пособие. НГТУ / А.А. Иванов, А.А. Москвичев. Нижний Новгород: 2005. – 350 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Богодухов С.И., д-р. техн. наук, профессор,
Козик Е.С., канд. техн. наук, доцент,
Никитин Н.А., Панферов М.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

По направлению подготовки магистров 15.04.01 Машиностроение обучающимися выполняется большой объем научно-исследовательских работ под руководством научных руководителей профессорско-преподавательского состава кафедры материаловедения и технологии материалов. Руководство магистрантами также осуществляется с привлечением специалистов с ООО «Технология» и завода бурового оборудования. Работы обучающихся направления 15.04.01 представлены на международных, всероссийских конференциях., Уральских школах-семинарах молодых материаловедах. Тематика работ магистрантов каждый год пополняется работами по решению проблем промышленных предприятий Оренбургской области в области материаловедения и технологии материалов. В числе передовых направлений, определяющих научно-технический прогресс восстановления и упрочнения деталей машин и механихмов является разработка и внедрение в производство новых методов упрочнения углеродистых, инструментальных, штамповых сталей.

Термической обработке твердых сплавов посвящен ряд работ, результаты которых во многом противоречивы. В этих работах делались попытки проведения различных видов термической обработки, как спеченных твердых сплавов, так и при изменении условий охлаждения в процессе спекания.

Термическая обработка спеченных сплавов проводится в большинстве случаев по двум направлениям:

- нагрев до температуры от 800 °С до 1250 °С с последующим охлаждением в различных средах;
- отжиг (или отпуск) при температуре от 600 °С до 1250 °С в течении нескольких часов.

В этих случаях в сплаве добиваются структурных превращений, а применениеотпуска способствует снижению термических напряжений, но повышение прочностных характеристик достигается не во всех случаях.

Существуют варианты применения термической обработки для исправления структуры твердых сплавов, спеченных с нарушением технологии изготовления. Сущность термообработки при этом состоит в том, что сплавы нагревают в атмосфере водорода при температуре от 1225 °С до 1300 °С с последующей закалкой, после чего их отпускают в течении времени от 1 до 3

часов при температуре от 700 °С до 900 °С в нейтральной атмосфере или вакууме. Такая термообработка позволяет восстановить ударную вязкость твердых сплавов до уровня нормально спеченных.

В качестве примера рассмотрим процесс волочения в бунтах металл протягивают сквозь волоку и сматывают на приемный барабан или шайбу. Волочильные машины классифицируют по принципу волочения, расположению тянущих шайб, числу волок, системам управления и числу одновременно протягиваемых проволок.

Прямоточный волочильный стан (рис. 1) включает ряд последовательных волок 1 и соответствующих им тяговых барабанов 2. Тяговые барабаны установлены на взаимно параллельных валах 3, размещенных в двух опорах 4 и соединенных с приводом 5. Рабочие поверхности барабанов выполнены в виде усеченных конусов, причем конусности нечетных 6 и четных 7 барабанов выполнены взаимно обратными. Волоки размещены в плоскостях больших оснований конической рабочей поверхности соответствующих тяговых барабанов. В волочильный стан заправлена проволока 8.

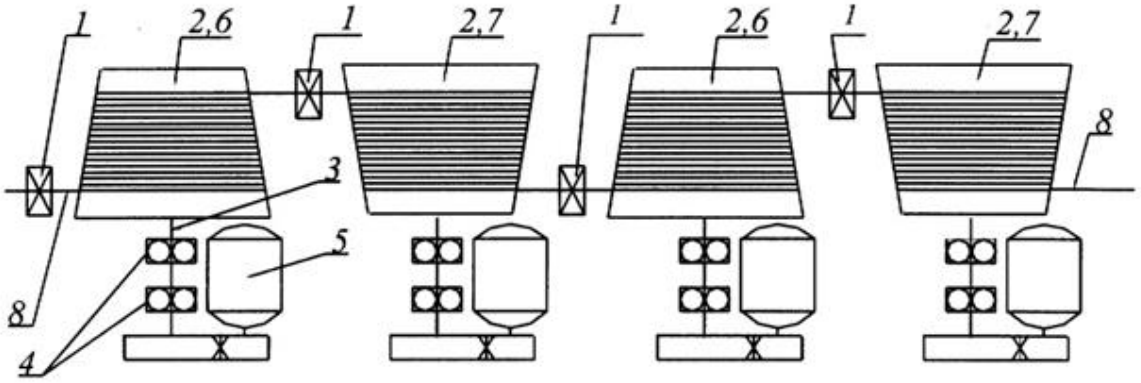


Рисунок 1 – Конструкция волочильного стана

На рисунке 2 представлена конструкция волоки. Конус волочения и цилиндрическая направляющая нагружаются непосредственно при волочении и изнашиваются вследствие трения и давления. Входной и выходной конусы не подвергаются давлению волочения и, следовательно, как правило, не изнашиваются и не претерпевают изменений.

Волока (рис.2) состоит из входного конуса, конуса волочения, цилиндрической направляющей и выходного конуса.

Изготавливают волоки из твердых спеченных материалов, технических алмазов для производства тончайшей проволоки или инструментальной стали для волочения прутков и труб крупных сечений .

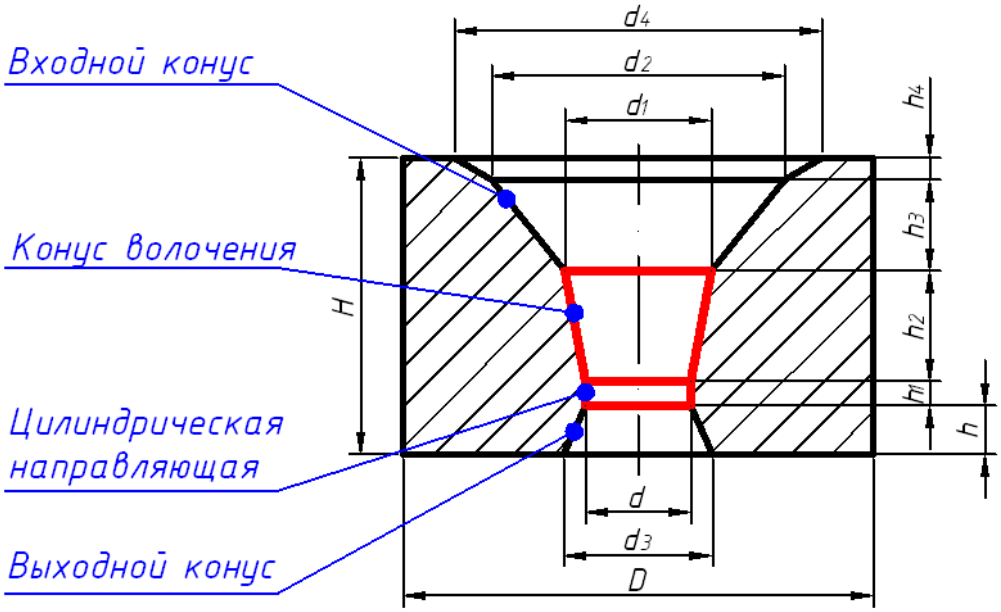


Рисунок 2 – Конструкция волоки

Дефектами отработанных волок являются;

• Трещины: продольные; поперечные.
• Выход части твердосплавной вставки.
• Выкрашивание выходной распушки.
• Раскол твердосплавной вставки.
• Полный выход твердосплавной вставки.
• Грубая выработка твердого сплава в виде “бороздок”.
• Грубое кольцо износа.
• Односторонняя выработка.
• Выкрашивание.
• Налипание латуни, окалины.

На рис. 3 приведена процентная разбивка по дефектам.

Остановимся подробнее на основных дефектах. Трещины – это нарушения сплошности твердого сплава в рабочей зоне волоки, перпендикулярные или вдоль ее оси. Волоки для волочения изготавливают из очень хрупких материалов. Это значит, что они склонны к растрескиванию под действием термических и механических ударов.

Рисунок 3 – Дефекты, отработанных волок

Механический удар воздействует в направлении волочения и поэтому провоцирует трещины лишь определенного типа. Тепловой удар менее определим, поэтому он может вызвать разрушения (трещины) различных типов. Трещины, вызываемые перегревом, могут быть случайными как по размеру, так и направлению и обычно их множество. Такие трещины становятся концентраторами напряжений и тогда механические силы вызывают быстрый рост (развитие) трещин.

Трещины продольные (рис. 4). Твердосплавная вставка имеет продольные трещины. Трещины имеют «зубчатость» границ и часто мелкие сколы вдоль краев.

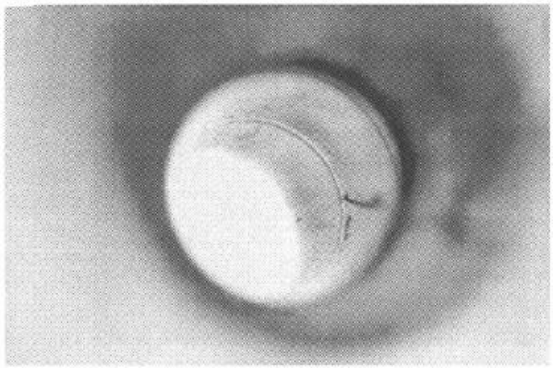


Рисунок 4 – Трещины продольные

Причины возникновения
• избыточное усилие волочения;
• отклонение параметров латунированной заготовки от требований;
• натяг оправы не соответствует требованиям;
• параметры эмульсии не соответствуют требованиям;
• несоответствие реального диаметра волок требованиям;
• наличие в микроструктуре дефектов твердого сплава;
• несоответствие геометрии канала волок требованиям.

Для изготовления волок заготовок применяют порошки карбида вольфрама, сцементированные кобальтом. В таблице 1 приведены состав и свойства твердых сплавов, используемых для изготовления волок.

Таблица 1 Состав и свойства твердосплавных волок

Марка сплава	Карбид вольфрама, %	Co, %	$\sigma_в$(изг), Н/мм^2, не менее	γ, г/см^3	HPC не менее
ВК3	97	3	980	14,9—15,3	89
ВК6	94	6	1180	14,6—15,0	88
ВК8	92	8	1270	14,35	87,5
ВК10	90	10		14,25	87

Целью и задачей экспериментов является нахождение оптимальных режимов упрочнения стали марки ВК8 удовлетворяющей необходимым требованиям. Зная все особенности термической обработки образцы изначально подвергнуться отжигу, с целью снижение твёрдости для облегчения механической обработки, улучшение микроструктуры и достижение большей однородности металла, снятие внутренних напряжений.

Целью исследовательской части магистерской работы является повышение стойкости волоки из твердого сплава ВК8 после различных видов термообработки.

Цель работы – повышение эксплуатационных свойств фильер методами ионно-плазменной, термической и химико-термической обработки. Для проведения моделирования использовали косвенный метод – абразивный износ с помощью абразивных и алмазных кругов. Провести исследования влияния термической обработки твердого сплава ВК8 на абразивный износ, силикатная масса, абразивный круг, алмазный круг.

В качестве образцов использовали четырехгранные пластины розмером 15х15х5мм твердого сплава ВК8 производства Кировоградского завода твердх сплавов по ГОСТ 25395-90 (рисунок 5).

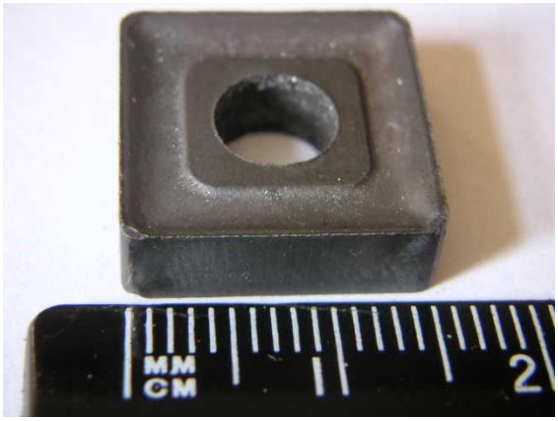


Рисунок 5 - Твердосплавная пластина ВК8

Термическая обработка проводилась в соляных печах ваннах СП-35. На основании литературных данных и опыта экспериментальных работ, проводимых на аэрокосмическом факультете ОГУ были предложены следующие режимы термообработки:

1. Температура закалки варьировались от 1050^{o}С до 1250^{o}С. Среда охлаждения – воздух, масло.
2. Температура отпуска от 200^{o}С до 500^{o}С.

После термообработки были определены следующие характеристики: твердость, нагрузки, предел прочности.

На следующем этапе работ был проведен абразивный износ термообработанных образцов. Результаты испытаний на абразивный износ занесены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний на абразивный износ сплава ВК8

№	Термическая обработка	Масса образца, г				Износ		
		Исходное	3 мин	6 минут	9 минут	3 мин	6 мин	9 мин
1	Нагрев под закалку 1250 °С, среда охлаждения – масло, отпуск – 500 °С	3,298	3,293	3,288	3,275	0,005	0,01	0,023
2	Нагрев под закалку 1250 °С, среда охлаждения – воздух, отпуск – 200 °С	3,298	3,075	3,065	3,053	0,006	0,016	0,028
3	Нагрев под закалку 1050 °С, среда охлаждения – масло, отпуск – 500 °С	2,458	2,451	2,449	2,447	0,007	0,009	0,011
4	Нагрев под закалку 1050 °С, среда охлаждения – воздух, отпуск - 200 °С	1,956	1,953	1,947	1,943	0,003	0,009	0,013
5	Нагрев под закалку 1150 °С, среда охлаждения – воздух, отпуск - 350 °С	2,807	2,803	2,801	2,798	0,004	0,006	0,009
6	Нагрев под закалку 1150 °С, среда охлаждения – масло, отпуск - 350 °С	3,935	3924	3,917	3,914	0,011	0,021	0,006
	Исходные	5,836	5,818	5,808	5,797	0,018	0,028	0,039

Проведенные исследования показали на эффективность технологии термообработки твердых сплавов.

Исследования, проведенные по данной тематике, интересны обучающимся по направлению 15.04.01 Машиностроение и по итогам государственных защит в 2014-2019 годов количество оценок «отлично» составляет более 85 %.

Список литературы

1. Яресько С.И. Физические и технологические основы упрочнения твердых сплавов: Монография / С.И. Яресько. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2006. - 244 с.

2. Богодухов С.И. Влияние режимов лазерного упрочнения на параметры тонкой структуры твердых сплавов / С.И. Богодухов, Е.С. Козик, Е.В. Свиденко // Издательско-полиграфический комплекс «Университет»: Оренбург, 2015. – №1. – С. 9-14.

3.Кузнецов А.В. Влияние лазерной обработки на тонкую структуру твёрдого сплава Т15К6 / А. В. Кузнецов // XVI международная научно-

техническая Уральская школа-семинар металловедов-молодых ученых. Екатеринбург, 7-11 декабря 2015: сборник научных трудов. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. – Ч. 1. С. 259-262.

4. Пинахин И.А. Влияние импульсной лазерной обработки на абразивнуюизносостойкость твердосплавных режущих инструментов / И.А. Пинахин,В.Г. Копченков // Научно-техническое издательство «Машиностроение». Москва, 2010.– N10.–С.10-12.

ИЗГИБНАЯ ПРОЧНОСТЬ ОКСИНИТРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Бойназаров У.Р.., канд. техн. наук, доцент,
Юршев В. И., канд. техн. наук, доцент,
Петрова Л.Г. д-р техн. наук, профессор
«Каршинский инженерно-экономического институт», Узбекистан,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
«Московский втомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

Статистические испытания на изгиб являются весьма чувствительными и могут оценивать сравнительно небольшие изменения в прочностных (пластических) характеристиках оксинитрированного слоя.

При изгибе образца возникновение трещины в диффузионном слое играет решающую роль в сопротивлении его разрушению.

В таблице 1 приведены результаты сравнительных испытаний образцов, обработанных при различных технологических режимах.

Образцы обработанные по режимам 1 и 2, оказывают большее сопротивление разрушению, чем образцы, обработанные по режиму 3 и хромовое покрытие. Кроме того, из таблицы 1 можно заметить, что увеличение температуры обработки положительно влияет на изгибную прочность. Диаграммы изгиба стали 38Х2МЮА после различных способов обработки показаны на рисунке 1 и 2.

Таблица 1– Изгибная прочность образцов, обработанных при различных режимах

№ П №	Режим обработки						Нагрузка разрушения покрытия P, кг	Изгибная прочность δ, кгс/см^2
	Предварительное оксидирование		Азотирование		Последующее оксидирование			
	t, ^{o}C	τ, мин	t, ^{o}C	τ, час	t, ^{o}C	τ, мин		
1	620	5	620	2	620±10	30	620	160
2	580	7	580	2	550	30	600	155
3	-	-	580	2	-	-	545	142
4	Хромовое покрытие h = 16 мкм						540	137

Одним из наиболее характерных свойств является пластические свойства обработанных образцов при изгибе. Оксиазотированные образцы имеют в 5-6 раз большую пластичность при изгибе, чем образцы с гальваническими хромовыми покрытиями. Такое повышение пластичности можно объяснить не только повышением качества поверхностного нитридного слоя, одновременно с наличием диффузионного подслоя на основе - фазы, которое составляет около 0,3-0,35 мм толщины.

Азотированные образцы обладают сжимающими остаточными напряжениями, а гальванические хромовые покрытия, напротив, имеют напряжения растяжения, которые в значительной степени влияют на пластические свойства образцов.

В целом можно сделать вывод о том, что при азотировании достигаются лучшие свойства изгибной прочности и пластические свойства образцов, чем у образцов с гальваническими хромовыми покрытиями, что имеет важную роль для деталей, работающих под воздействием изгибающих нагрузок.

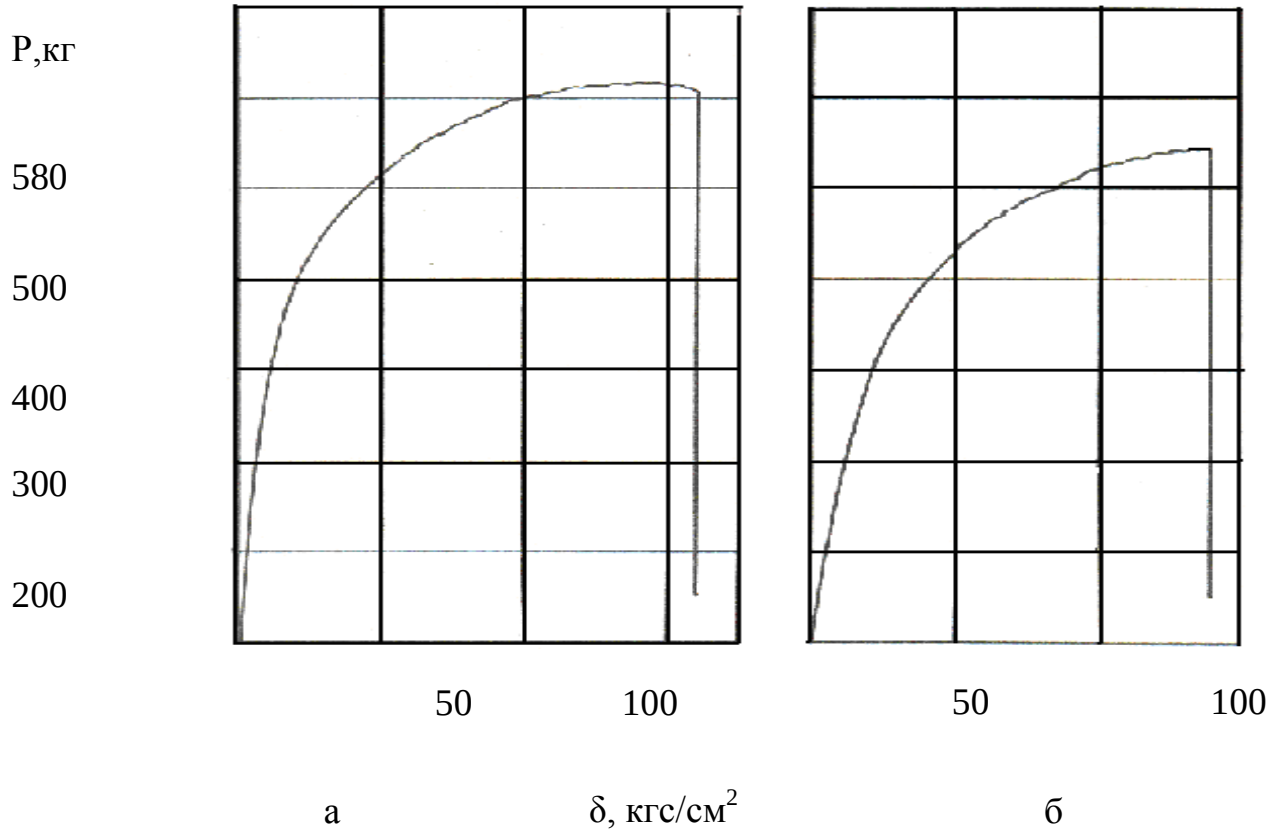


Рисунок 1 – Диаграмма изгиба стали 38Х2МЮА после оксинитрирования при температуре 580 ^{o}С (а) и с гальваническим хромированным покрытием (б).

На рисунке 3 и 4 приведены фрактограммы поверхности в местах излома оксинитридного покрытия, полученные с предварительным оксидированием при температурах 580°С и 620°С.

Анализ характера излома показывает, что оксинитридные покрытия, полученные с предварительным оксидированием при 620°С, склонны к хрупкому разрушению, а покрытие, полученное при температуре 580°С, разрушается пластично (рисунок 1 и 2). Вероятно это связано с получением нитридного слоя с более равномерным содержанием азота и увеличением плотного ε - фазы в составе нитридного слоя.

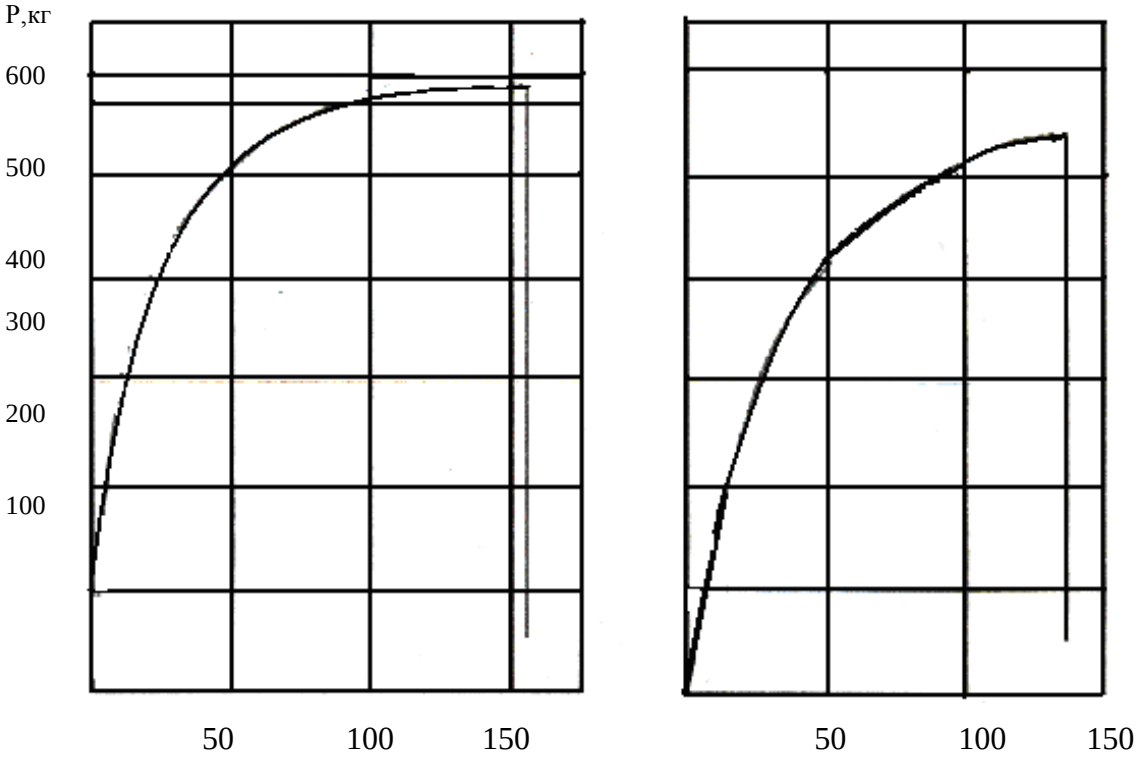


Рисунок 2 – Диаграмма изгиба стали 38Х2МЮА после оксинитрирования при температуре 620°С (а) и азотирования при температуре 580 °С (б).

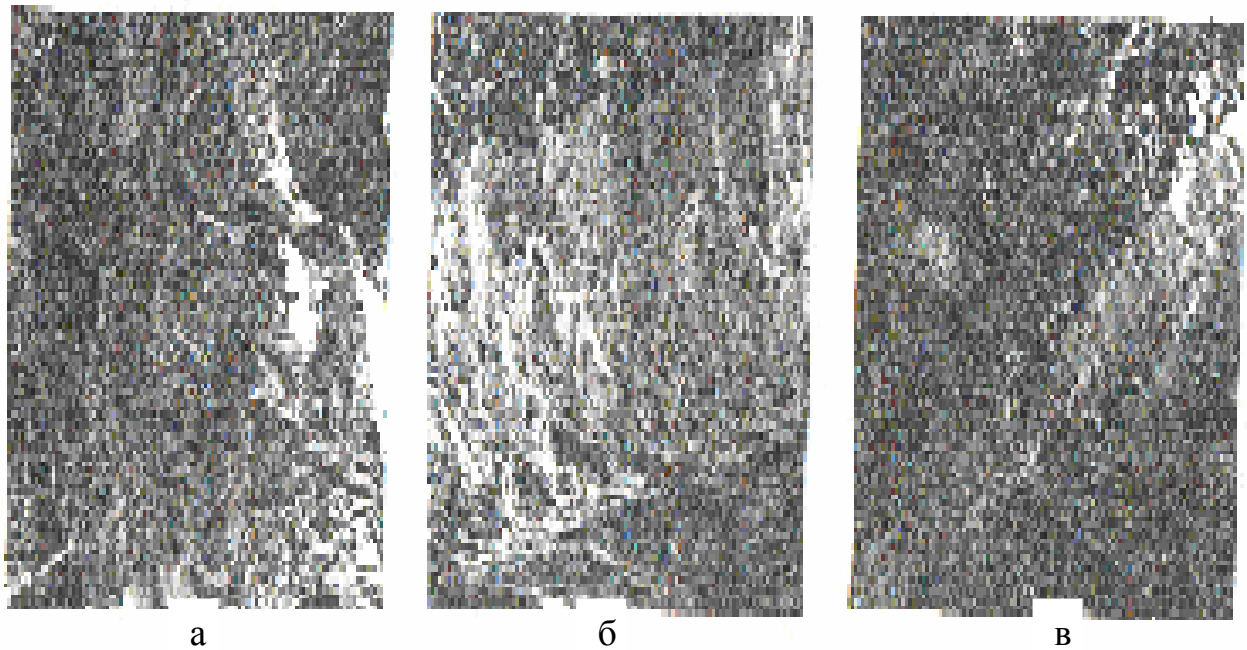
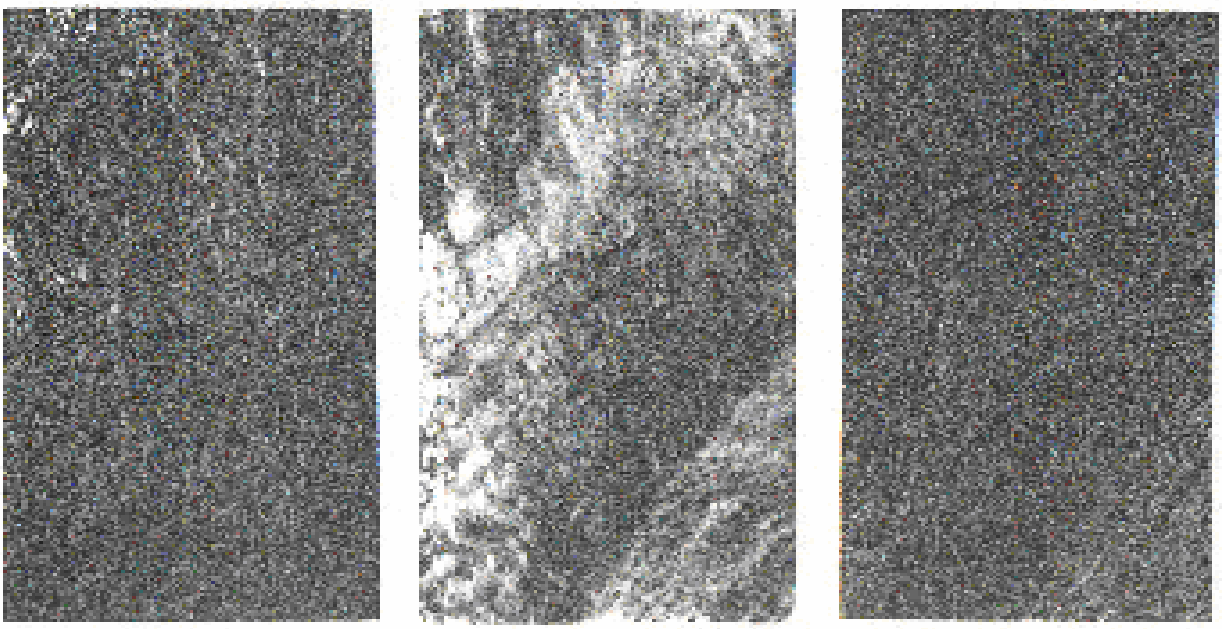


Рисунок 3 – Фрактограммы поверхности в местах излома оксинитридного покрытия, полученные при температуре 580°С. (Предварительное оксидирование – 7 мин, азотирование – 2 часа, последующее оксидирование – 30 мин) × 1000

а) в зоне растяжения, б) в зоне сжатия, в) диффузионная зона.



а б в

Рисунок 4 – Фрактограммы поверхности в местах излома оксинитридного покрытия, полученные при температуре 620°С. (Предварительное оксидирование – 5 мин, азотирование – 2 часа, последующее оксидирование – 30 мин)

× 1000

а - в зоне растяжения, б - в зоне сжатия, в - диффузионная зона.

Испытание на изгибную прочность проводили на машине сжатия фирмы «Амслер». Для испытания на изгибную прочность были использованы образцы с покрытием диаметром 10 мм и длиной 120 мм.

Таким образом, можно сделать вывод, что оксинитридные покрытия, полученные с предварительным окислением, повышают изгибную прочность на 15-20% по сравнению с покрытием, полученным гальваническим хромированием [3].

Проведенные исследования и полученные результаты позволяют рекомендовать новый технологический процесс химико-термической обработки: нитрооксидирование с предварительным окислением в атмосфере перегретого пара и азотирование с последующим парооксидированием для обработки деталей машин, работающих в условиях трения скольжения и агрессивных сред. Применение нитрооксидирования данным методом сталей 40Х, 38Х2МЮА и 45 и т.п. позволяет заменить гальванические и химические покрытия (в частности, твердое хромирование и никелирование).

Список литературы

1. А.М. Ямпольский, В.А.Ильин. Краткий справочник гальваника 3-е изд. Машиностроение 1981.

2. Справочник химика 21 века. Химия и химическая технология. Режим доступа: https://www.chem21.info/info/650537/. – 15.12.2019.

3. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. У.Р. Бойназаров. Москва. 1993 г. с. 20.

4. М.А. Дасоян, Техника электрохимических покрытий. Машиностроение, 1989.

5. А.М. Ямпольский, В.А.Ильин. Краткий справочник гальваника 3-е изд. Машиностроение 1981.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОЕКТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Боровский А.С., д-р техн. наук, доцент,
Шумилина Н.А., Панюшкина Ю.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На сегодняшний день материальное и нематериальное производство находятся на фазе трансформации. Внедрение и использование современных информационных технологий в сфере производства преследует цель - повышение производительности и конкурентоспособности отдельных предприятий и отечественной экономики в целом.

Разработку и сопровождение всех видов обеспечения данного процесса (информационное, аппаратное, математическое и т.д.) следует проводить на основе проектного подхода, что требует профессионалов в управлении процессами производства. Проектный подход является частью системы менеджмента любого современного предприятия.

При подготовке обучающихся по направлению системный анализ и управление уделяется много внимания развитию проектных компетенций, которые на уровне бакалавра реализуются в дисциплинах: управление проектами, управление качеством, системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов. Для решения профессиональных задач предполагается использование программного обеспечения разного уровня (Business Studio, Microsoft Project, Statistika, Matlab, UML, ARIS и т.д.), которое позволяет производить информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и моделирование на основе генетических алгоритмов, нейронных сетей, ситуационного анализа, когнитивного моделирования и многое другое [1].

Проектные компетенции в квалификационных характеристиках бакалавра по направлению системный анализ и управление определяются следующими составляющими:

- опыт работы в проектах различного масштаба и уровня сложности;
- теоретические знания и технологические приемы в представлении бизнес-процессов отдельных видов деятельности и организации в целом;
- умение систематизировать и проводить структурную декомпозицию сложных процессов, которые, в свою очередь, разбиваются на отдельные работы, этапы с определением взаимосвязи отдельных компонент;
- навыки формирования команд сотрудников;
- поддержка и обеспечение процессов достижения целей проекта;

- решение управленческих задач в назначенные сроки с назначенными ресурсами и бюджетом проекта.

Область управления на основе проектного подхода определяет следующий набор управленческих функций для выпускника по направлению системный анализ и управление:

- функция №1 - установление целей (практическое осмысление деятельности, определение параметров процесса управления и допустимых отклонений управляемых величин);

- функция №2 - организация (анализ видов деятельности, решений, отношений, необходимых для достижения целей, отбор людей для выполнения задач);

- функция №3 - коммуникация (составление команд из соответствующих специалистов для различных участков деятельности, организация «качественной трудовой жизни», осуществление связи с подчиненными, начальниками, коллегами);

- функция №4 - измерение (разработка методик для оценки работников, анализ, оценка, интерпретация результатов).

Эффективность базовых функций повышается при активном внедрении информационных технологий проектной деятельности. Основные технологии и программное обеспечение представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Информационные технологии при реализации проектной деятельности

Информационные технологии (программные продукты)	Область применения	Результат реализации (выход)
1. Business Studio Hyperion Performance Scorecard (Oracle), IBM WebSphere, Business Modeler (IBM), SAP Strategic Enterprise Management (SAP). (СППР) «ИГЛА», Expert Choice, Super Decisions, ELECTRE IS – системы бизнес моделирования и системы поддержки принятия решений [2].	- разработка стратегии и контроль достижения стратегических целей; - проектирование и оптимизация бизнес-процессов; - поддержание и внедрение системы менеджмента качества в соответствии со стандартами ISO - формализация причинно-следственных связей процессов управления проектом; - анализ рисков. (функция №1)	- модели бизнес-архитектур, корпоративная архитектура; - модель стратегии управления; - когнитивные четкие и нечеткие карты; - диаграммы стандарта BPMN.
2. ARIS, Lucidchart, Dia, LibreOffice Draw – методология и программные продукты для моделирования бизнес-процессов организаций, создания диаграмм и блок-схем.	- реинжиниринг и оптимизация бизнес-процессов; - внедрение и эксплуатация ERP-систем. (функция №2)	- модели бизнес-процессов, организационной структуры, функциональной структуры.
3. Mailchimp, Brand24, Google Now, Feedly — платформа автоматизации маркетинга и почтового маркетингового сервиса [3].	- составление команд; - организация «качественной трудовой жизни»; - осуществление связи с подчиненными, начальниками,	- рассылка корреспонденции; - отслеживание активности пользователей;

	коллегами. (функция №3)	- связь в он-лайн режиме; - деловая переписка.

Продолжение таблицы 1

4. "1С:Предприятие", Галактика, Парус, SAP, Microsoft Dynamics Axapta - программы для автоматизации управления и учета на предприятиях различных отраслей, видов деятельности и типов финансирования [4].	- оценивание и интерпретация результатов управленческих процессов; - интеграция с корпоративной базой данных. (функция №4)	- формы отчетов; - рапорт руководителю.
5. Microsoft Project; MS Project; Spider Project; OpenPlan; ITLand - программы управления проектами [5].	- планирование финансов; - планирование развития инвестиционного проекта; - анализ эффективности текущей перспективной деятельности предприятия. (функция №1, №2)	- бизнес-план проекта - схема критического пути; - модель проекта; - диаграмма Гантта; - сценарии развития проекта.
6. UML, PlantUML, Umbrello, Software Ideas Modeler, — язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения [6].	- проектный анализ разрабатываемой системы; - моделирование информационного обеспечения. (функция №1, №2)	визуализация, спецификация, конструирование и документирование программных систем.

На основе представленных информационных технологий расширяется реализация функций управления. Без компьютерной поддержки, управляя проектом, можно надеяться лишь на интуицию и на благоприятные обстоятельства. Такой подход оправдывает себя лишь с небольшим объемом задач, в другом случае ошибки неизбежны. По этой причине, выпускник по направлению системный анализ и управление должен быть активным пользователем информационных технологий. Только в этом случае, подготовка обучающихся формирует профессионалов способных планировать, проектировать, управлять сложными системами.

Управленческие функции и применение информационных технологий на этапах алгоритма управления проектом представлены на рисунке 1 с использованием нотации ARIS.

В сфере научных исследований актуальность выделенных информационных технологий демонстрируется в задачах синтеза систем управления проектами промышленных предприятий, в разработке специального прикладного программного обеспечения для решения задач оптимального планирования и управления проектами [7].

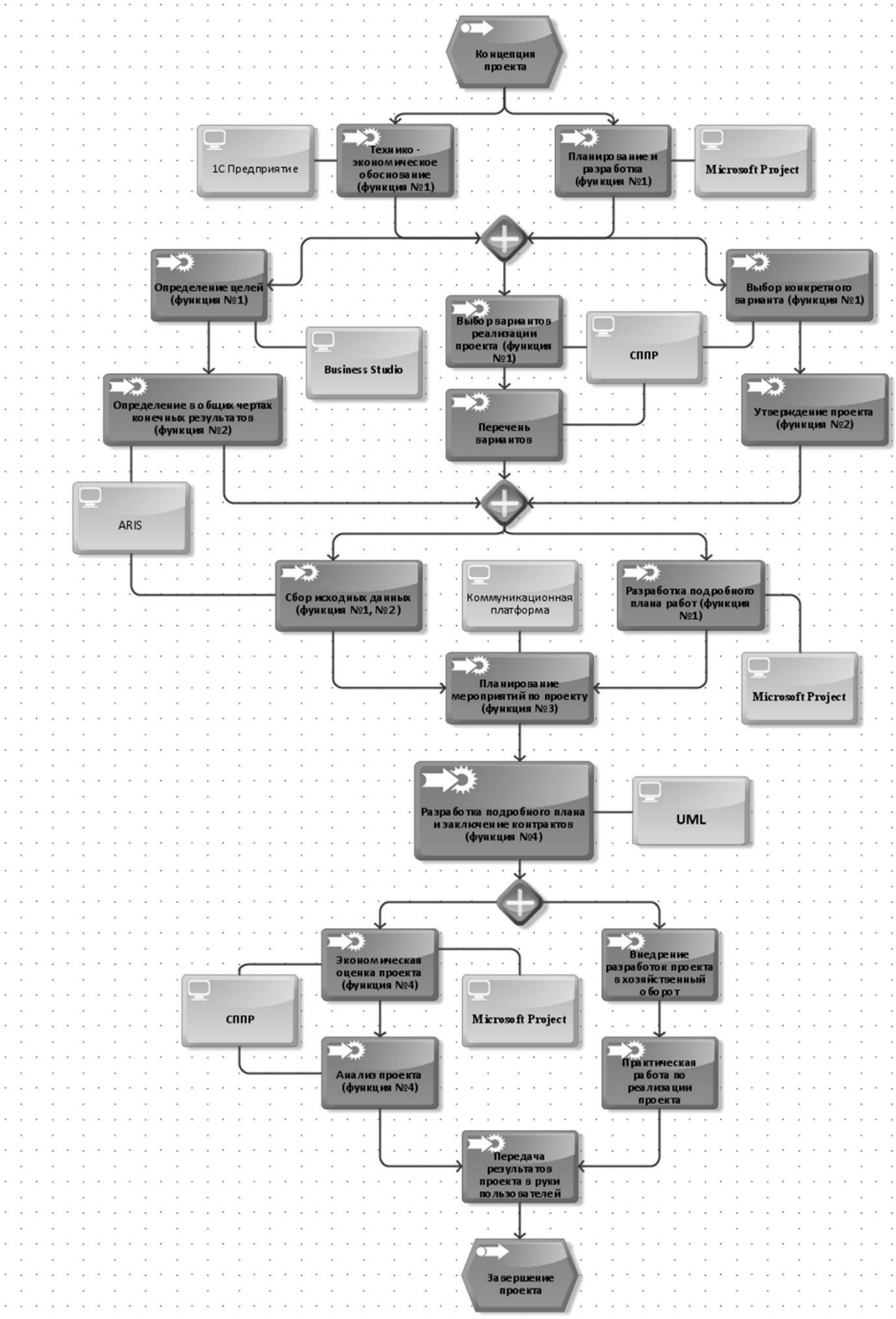


Рисунок 1 – Алгоритм управления проектом

Таким образом, осваивая учебную программу с учетом этапов проектного цикла, обучающийся по направлению системный анализ и управление становится продвинутым пользователям. Бакалавр, освоивший проектные компетенции на основе информационных технологий проектной деятельности может быть востребован во многих сферах материального и нематериального производства.

Список литературы

1. Ким Хелдман. Профессиональное управление проектами. — М.: Бином, 2005. — С. 517.
2. М. Каменнова, А. Громов, М. Ферапонтов, А. Шматалюк. Моделирование бизнеса. — М.: Весть-МетаТехнология, 2000. — 327 с.
3. Штукарева, Е.Б. Языковая специфика интернет-коммуникации // Интернеткоммуникация как новая речевая формация : колл. монография / научн. ред. Т.Н. Колокольцева, О.В. Лутовинова. — М., 2014. — С. 291–302.
4. Зингер И. С. Информационное обеспечение в организационных системах управления. — М., 2007. — 688 с.
5. Сингаевская Г. И. Управление проектами в Microsoft Project 2007. — М.: «Диалектика», 2008. — С. 800.
6. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS / С. Орлов. — 2-е изд.. — СПб.: Питер, 2006. — 736 с.
7. Боровский А.С., Шумилина Н.А. К вопросу о синтезе системы управления проектами промышленных предприятий //Сборник: Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Труды XX Международной конференции. Под редакцией Е.А. Федосова, Н.А. Кузнецова, С.Ю. Боровика. 2018. С. 314-320.

ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Вергизова В.Д., Ашиккалиев А.Х., Нигматуллина Л.Х.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация: Беспилотный летательный аппарат- летательный аппарат без экипажа на борту. В проведении аэрофотосъемки используются как вертолеты и легкомоторные самолеты так и беспилотные летательные аппараты.

Ключевые слова: аэрофотосъемка, беспилотный летательный аппарат, аэрофотоснимок.

Беспилотный летательный аппарат — это летательное средство, пилотируемое оператором дистанционно либо автоматически по запрограммированному маршруту. В недавнем прошлом, они использовались исключительно для военных целей. С развитием и усовершенствованием современной электронной техники, и расширением круга пользователей, для которых стали доступны передовые новинки, беспилотные летательные аппараты стали использоваться и в других хозяйственных отраслях. Разнообразие сфер использования подразумевает внедрение различных типов беспилотных летательных аппаратов. В наше время все большее распространение получают беспилотные летательные аппараты — это связано с их простотой эксплуатации, экономичностью, относительно невысокой стоимостью, оперативностью. Достоинства беспилотных летательных аппаратов: эффективность, возможность съемки с небольших высот и вблизи объектов, получение снимков высокого разрешения, своевременность получения снимков, возможность применения в зонах чрезвычайных ситуаций без риска для жизни и здоровья пилотов. При аэрофотосъёмке следует вынести несколько характеристик, которые в дальнейшем при обработке будут обеспечивать необходимое качество изготовления планов и карт; возможность изучать и измерять качественные и количественные характеристики земной поверхности. Аэрофотоснимки обладают значительными преимуществами, такими как: объективностью и достоверностью данных о состоянии земной поверхности на конкретный момент времени, снижением затрат времени и средств на получение нужной информации, возможностью выполнять оперативный мониторинг происходящих изменений на земельных участках. Выполняемые функции беспилотными летательными аппаратами бесчисленны и многообразны. Для военных целей, разведки, перехвата данных с радиолокационных станций и передавать ее на землю, для патрулирования границ и береговых линий, используются для поиска людей и судов и многое другое.

Фотограмметрия - техническая наука о методах определения метрических характеристик объектов и их положения в двух- или трехмерном пространстве

по снимкам, полученным с помощью специальных съемочных систем. Такими системами могут быть традиционные фотографические камеры, а также системы, использующие иные законы построения изображения и иные регистраторы электромагнитных излучений. Основная задача фотограмметрии топографическое картографирование, а также создание специальных инженерных планов и карт, например кадастровых. В последнее время, большое число публикаций о беспилотных летательных аппаратах или беспилотных авиационных систем связано с их простотой эксплуатации, экономичностью, относительно низкой ценой, оперативностью. Перечисленные качества и наличие эффективных программных средств автоматической обработки материалов аэрофотосъемки, включая выбор необходимых точек, открывают возможности широкого использования программно-технических средств беспилотной авиации в практике инженерно-геодезических изысканий.

Беспилотный летательный аппарат — это летательный аппарат без экипажа на борту, применяющий аэродинамический принцип создания подъемной силы с помощью фиксированного либо вращающегося крыла, оборудованный двигателем и имеющий полезную нагрузку также длительность полета, достаточные для выполнения специальных задач управление ими осуществляется дистанционно посредством беспроводной связи.

Беспилотные летательные аппараты активно используются для выполнения воздушной аэрофотосъёмки. Раньше с этой целью применяли авиацию и спутники, что было дорого и не всегда эффективно.[1]

Достоинства беспилотных летательных аппаратов: эффективность, возможность съемки с небольших высот и вблизи объектов, получение снимков высокого разрешения, своевременность получения снимков, возможность применения в зонах чрезвычайных ситуаций без риска для жизни и здоровья пилотов.

Прежде всего, все дроны и квадрокоптеры - это не 2 различных предмета. Дрон может быть летающим роботом, который используется для того, чтобы получить или облегчить доступ в те места природного обитания или жизнедеятельности человека, в которые в обычных условиях трудно попасть. И квадрокоптер, это один из летающих роботов, который может использоваться и в качестве дрона. Отличие между ними в оснащении разным числом винтов.[2]

Более полусотни государств имеют на своем вооружении дроны. Выполняемые ими функции многочисленны и разнообразны:

- разведка и обозначение целей. Беспилотники могут передвигаться в небезопасных местах, достаточно долго находясь в воздухе и подзаряжаясь от солнца.Они также могут быть вооружены ракетами и использоваться в ударных целях.
- транспортная функция, перебрасывают грузы в необходимые регионы.
- так же способны перехватывать информацию от радиолокационных станций и передавать ее на землю. Дроны же применяют с целью патрулирования границ и береговых линий.

Из оборонной промышленности беспилотные летательные аппараты очень быстро проникли в самые разнообразные сферы нашей повседневной жизни:

- возможность получения реальных кадров с эпицентра событий без угрозы для жизни оператора, очень активно используется журналистами.
- прекрасно дополняет репортаж со спортивных мероприятий, видеосъёмка, сделанная вездесущим дроном.
- доставляют медикаменты, и даже оборудование для реанимации в районы стихийных бедствий и военных действий.
- дроны успешно используются с целью поиска людей и судов, попавших в аварийную ситуацию.

Данный список далеко не полон. Некоторые из перечисленных специальностей дронов уже эффективно используются, другие ещё находятся в стадии доработки. [3] Но, данные устройства постоянно развиваются и совершенствуются. В дальнейшем, возможно, создание авиационных отрядов из пилотируемых и беспилотных аппаратов.

Для получения снимков земной поверхности применяются как традиционные методы классической аэрофотосъёмки с использованием самолётов и получением результатов на плёнке или на цифровых носителях, так и с использованием беспилотных устройств различной конструкции. По сравнению с топографическими планами и картами аэроснимки обладают значительными достоинствами, в том числе:

- объективностью и достоверностью данных о состоянии земной поверхности на конкретный момент времени,
- уменьшение расходов времени и средств на получение нужной информации,
- возможность осуществлять эффективное наблюдение происходящих изменений на земельных участках.

Использование беспилотников в картографии и аэрофотосъёмке с целью создания топографических карт значительно существенно уменьшило затраты на привлечение пилотируемой авиации для создания карт и моделей территории. Беспилотник для аэрофотосъемки осуществляет полет на заданной местности в автоматическом и полуавтоматическом режиме, получает высококачественные изображения с привязкой к географическим координатам, что позволяет использовать их для создания топографических карт высокой точности. Фото и видеоданные, после обработки в специализированном программном обеспечении, служат основой для создания образно-знаковых моделей пространства в виде плоских, рельефных и объемных карт и глобусов, БЛА ортофотопланов. Беспилотные аппараты позволяют специалистам создать в кратчайшие сроки БПЛА ортофотопланы, матрицы высот местности и отдельных объектов. Чтобы выбрать беспилотный самолет для аэрофотосъемки и провести мониторинг аэрофотосъемки, проконсультируйтесь с нашими специалистами.

Картография требует предельно конкретных сведений и высококачественных снимков, которые получают беспилотники благодаря усовершенствованным целевым нагрузкам на электромагнитном подвесе с обеспеченным стабилизированным положением камер независимо от порывов ветра и других воздействующих факторов.

Для создания плоских и объемных карт протяженной местности, выполняется воздушный фото- и видео-1мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов самолетного типа класса "Е" - ZALA 421-16E или ZALA 421-16EM. В Случае если необходимо провести обследование локальных участков местности на удалении до 5 км, рентабельно применять беспилотный летательный аппарат вертолетного типа - ZALA 421-21 или ZALA 421-22[4]

При аэрофотосъёмке нужно выдержать перечень параметров, которые в дальнейшем при обработке будут обеспечивать необходимое качество изготовления планов и карт; можно изучать и измерять качественные и количественные характеристики земной поверхности. Вот несколько из них:

- использовать на БПЛА калиброванные камеры и желательно, применять камеры с центральным затвором
- производить съемку с выдержкой не длиннее 1/250с.
- использовать объективы с фиксированным фокусным расстоянием. Если это невозможно, следует фиксировать увеличение (Zoom).
- проектировать съемку с увеличенными перекрытиями (80% вдоль, 40% поперек маршрута).
- желательно использовать двухдиапазонные GPS приемники на борту и дифференциальный режим измерений.
- применить на борту IMU, пусть и не имеющего высокую точность[4]

Таким образом, при съемке маленьких участков местности экономически выгоднее использовать профессиональными или любительскими камерами с центральными и электронными затворами, предварительно подвергнув их процедуре фотограмметрической калибровки для установления значимости фокусного расстояния фотокамеры, координат главной точки и параметров фотограмметрической дисторсии объектива фотокамеры.

В части использования летательных аппаратов, по итогам представленного анализа, можно сделать вывод о том, что для проведения аэрофотосъемки в качестве носителей камер могут быть использованы как вертолеты и легкомоторные самолеты, так и беспилотные летательные аппараты. При этом беспилотные летательные аппараты являются более доступным и экономичным средством, но могут быть использованы при климатических условиях, обеспечивающих получение необходимой точности измерений.

Список литературы

1.Использование БПЛА для аэрофотосъёмки http://kirpichikblok.ru/ispolzovanie-bpla-dlya-aerofo..http://kirpichikblok.ru/ispolzovanie-bpla-dlya-aerofo..

2.Полтавский А. В., Бурба А. А. и др. Боевые комплексы беспилотных летательных аппаратов // Научнометодические материалы / под ред. А. Н. Максимова. — М.: ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2005. — С. 219−230 http://nauka-sn.ru/filestore/4(8)2018/RomanovIV_2.pdf

3.Мужичек С. М. Беспилотные летательные аппараты: мода или насущная необходимость // Фазотрон. -2005. — № 3. — С. 52−55.https://zala.aero/zala-421-16e-2/

4.Аэрофотосъемка земельного участка в целях оптимизации земельного кадастра / Ашиккалиев А.Х., Канайкина О.А., Аршимбаева А.Б. / В сборнике: Материалы конференций ГНИИ "НАЦРАЗВИТИЕ". Сборник избранных статей / Санкт-Петербург, ГНИИ "НАЦРАЗВИТИЕ", Июнь 2018 г. С. 35-38.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ|CU-ZN-MG ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЗАЛИВКИ БАББИТОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

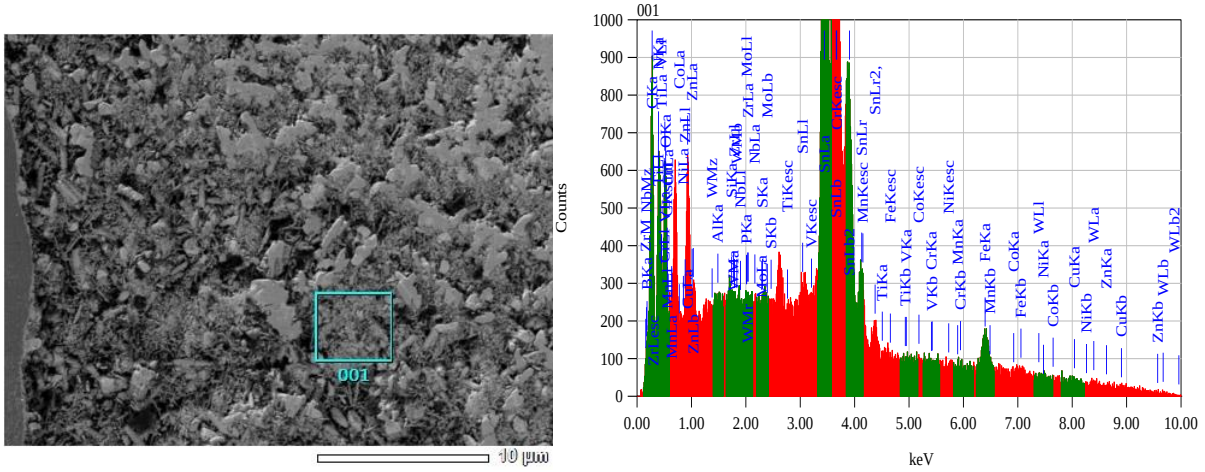
Гармс Я.Е., Даминов А.Т., Ширемета Р.В.,
Крылова С.Е. д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Заливка баббита в зависимости от конструкции подшипников (целый или разъемный) производится по-разному. Целые подшипники при заливке устанавливают на железный противень с сухим песком. Чтобы баббит можно было налить несколько выше торца подшипника, на верхнем торце делают буртик. В отверстие подшипника вставляют деревянную пробку, диаметр которой должен быть на величину припуска (толщину баббита) меньше диаметра подшипника. При заливке разъемных подшипников вкладыши собирают вместе, для предупреждения спаивания их баббитом, между торцами вкладышей ставят металлические или асбестовые прокладки. Собранные вкладыши устанавливают в приспособление и заливают баббитом с помощью ковша равномерной струей. Ручная заливка дает низкую производительность и большой расход баббита на припуск. При ручной заливке качество залитого слоя низкое. Более производительной является заливка центробежным способом. Расплавленный баббит заливают во вращающийся подшипник. Подшипник устанавливают в станок для центробежной заливки или в приспособление к токарному станку. Заливка под давлением производится в специальных камерах, где расплавленный баббит подается на вкладыш под давлением 3-6 атм. Давление осуществляется поршневым насосом или сжатым воздухом. Подшипники заливают на специально оборудованном рабочем месте, где имеется электропирометр для измерения температуры расплавленного баббита; электротигель для плавки баббита; прибор для заливки подшипников; ванночка для выплавления баббита из подшипников; паяльная лампа; тиски слесарные и бачки для охлаждающей воды.

Целью работы послужило изучение структурообразования покрытия на основе порошкового баббита В83, полученного методом заливки.

Микроструктурные исследования выполняли методом электронной растровой микроскопии с использованием энергодисперсионного рентгеновского анализатора JEOL-6000 (EX-54400T1L11). Структура поверхности покрытия, полученного в указанных условиях представлена на рисунке 1, в таблице 1.

а) б)



а - фото микроструктуры, б- спектры, взятые с отдельных фаз

Рисунок 1- Микрорентгеноспектральный анализ поверхностного слоя покрытия

Таблица 1- Химический состав основы покрытия , в % по массе

Ni	Fe	Cr	V	Ti	Mg	Cu
7,4	6,4	5,9	4,95	4,5	2,3	68,55

В исследованной области металлической основы больше всего содержится таких элементов как титан, ванадий, хром, растворенных в медной металлической основе в виде соединений с углеродом, бором и азотом в качестве упрочняющих фаз.

Из металлографической карты (рисунок 2) распределения химических элементов по объему покрытия видно, что наибольший объем покрытия составляют равномерно распределенные упрочняющие соединения на основе Cr, V, Ti с азотом и углеродом, что свидетельствует о том, что покрытие имеет металлическую основу с карбонитридным упрочнением. Судя по равномерному распределению титана, ванадия, хрома и вольфрама в покрытии, с учетом результатов рентгенофазового анализа, основными упрочняющими фазами являются $Cr_{23}C_6$, WC, VC, в качестве микорлегирующих включений присутствуют дисперсные частицы ZrC, ZrN, TiC и TiN, в количестве, не превышающем 8-10%, судя по карте распределения элементов.

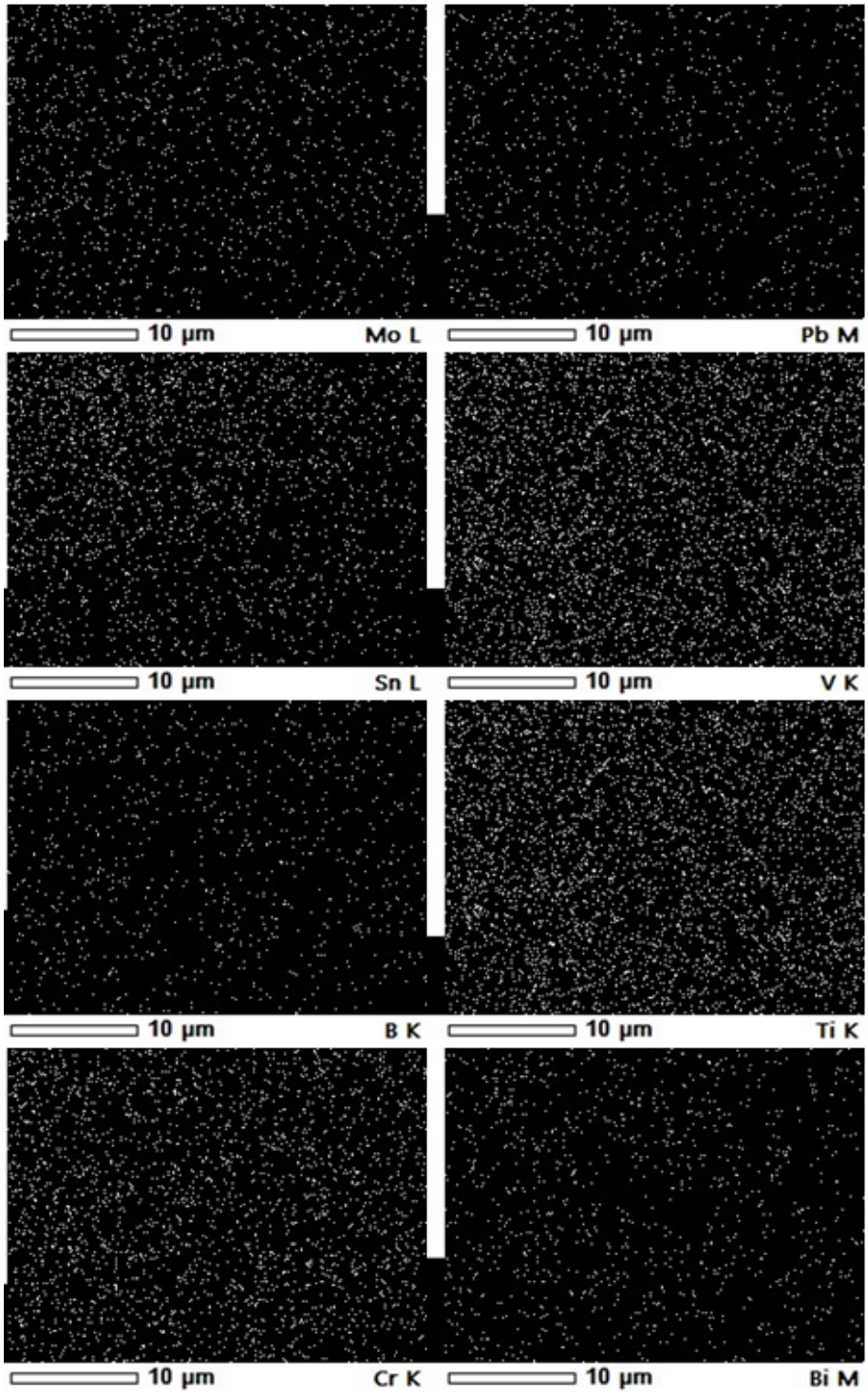


Рисунок 4 – Карта распределения элементов

После исследования химического анализа на микроскопе «JEOL», выполнили фазовый рентгеноструктурного анализ с помощью минидифрактометра МД-10 с медным катодом. Образец бомбардировали электронами 20Кэв в 2-х режимах: «Режим 1» и «Режим 2». Рентгенограммы приведены на рисунках 7-8.

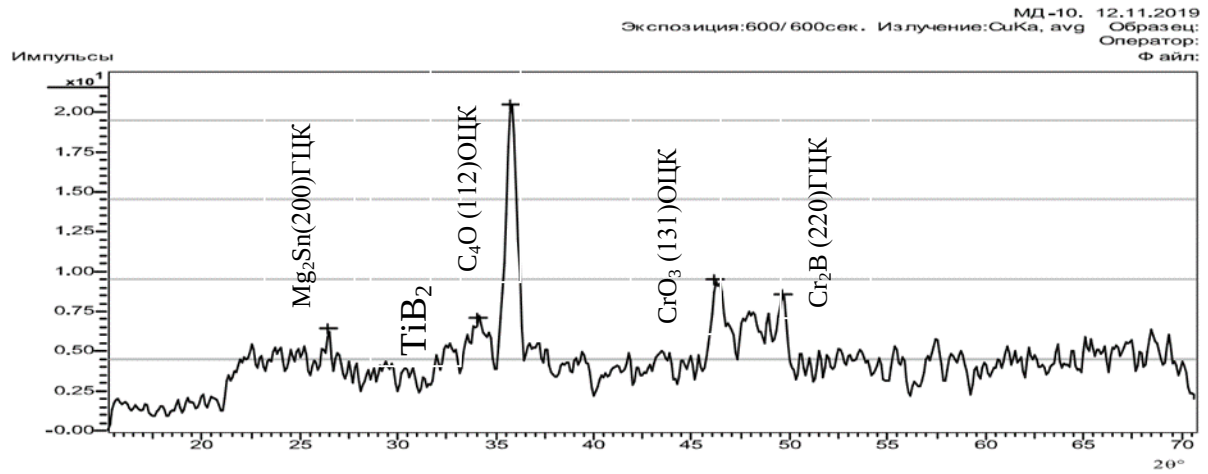


Рисунок 2- Рентгенограмма образца в «Режиме 1»

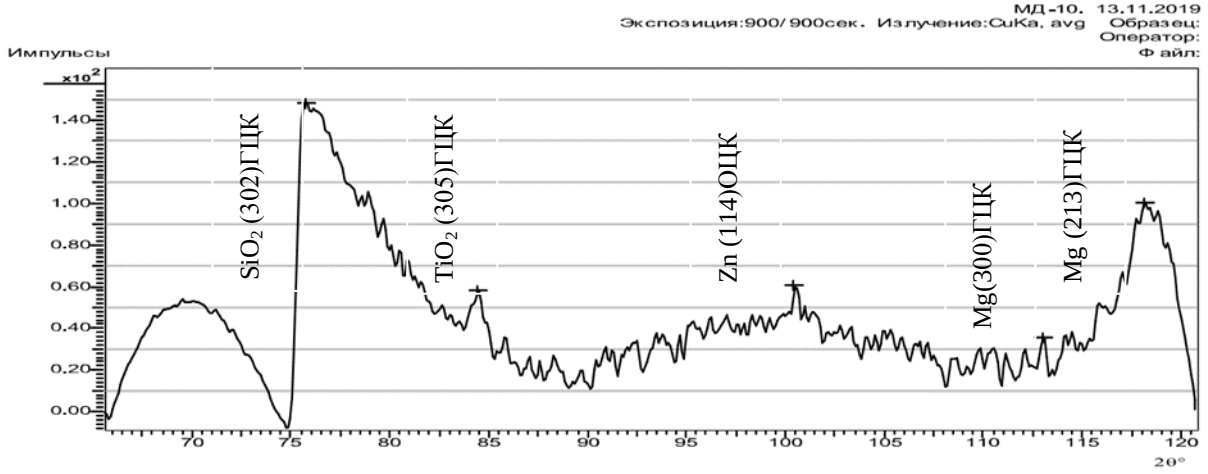


Рисунок 3- Рентгенограмма образца в «Режиме 2»

Таблица 2 –Кристаллографические характеристики идентифицированных в интервале углов $2\theta^{\circ}$ от 0 до 70 град.

Режим 1					
№	d	2θ	HKL	Тип решётки	Фаза
1	3,38	26,43	200	ГЦК	Mg_2Sn
2	2,62	34,09	100	ОЦК	TiB_2
3	2,91	39,74	112	ОЦК	C_4O
4	1,96	46,19	131	ОЦК	CrO_3
5	1,833	49,61	220	ГЦК	Cr_2B

Таблица 3 – Кристаллографические характеристики идентифицированных в интервале углов $2\theta^{\circ}$ от 70 до 120 град.

Режим 2					
№	d	2θ	HKL	Тип решётки	Фаза
1	1,296	87,74	302	ГЦК	SiO_2
2	1,147	90,38	305	ГЦК	TiO_2
3	1,003	97,93	114	ОЦК	Zn
4	0,925	115,84	300	ГЦК	Mg
5	0,898	118,48	213	ГЦК	Mg

Результаты рентгенофазового анализа позволили определить фазовый состав полученного баббитового покрытия. В основе лежит твердый раствор на основе Cu-Zn-Mg, имеющий гранецентрированную кубическую кристаллическую решетку. Основными упрочняющими фазами в выделенном объеме являются Mg_2Sn, TiB_2, Cr_2B, а также полученное покрытие не свободно от окислов типа CrO_3, SiO_2, TiO_2, что является вполне приемлемым для покрытий данного типа.

Покрытия данного типа применяют в том числе и для газопламенного напыления поверхностей с последующим проплавлением углеродистых, легированных и высоколегированных сталей, а также стальных отливок, чугуна и сплавов никеля, так как оно обладает высоким сопротивлением трению и эрозии, хорошим сопротивлением ударным нагрузкам в сочетании с коррозионной стойкостью до температуры 220-270 ℃.

Список литературы

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

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

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ FE–NI ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Гебель В. А., Букаев В. Д., Харламов А. О.,
Крылова С. Е., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Методом холодного газотермического напыления (ХГТН) могут быть получены покрытия из большинства металлов и сплавов (алюминий, медь, никель, кобальт, ванадий, железо, цинк и др.), а также из смесей металлических порошков с различными порошками твердых керамических материалов (нитридов, карбидов и др.) на подложки из металлов и диэлектриков.

В этом процессе частица разгоняется до высокой скорости (300-1200 м/с) благодаря сверхзвуковому потоку газа и осаждается из-за интенсивной пластичной деформации при ударе в твердом состоянии и при температуре, значительно ниже температуры плавления распыляемого материала. Следовательно, проблемы с окислением, фазовым превращением, разложением, ростом зерен и другими присущими проблемами термических напылений могут быть минимизированы.

Особенности ХГТН:

– отсутствие негативного термического воздействия на материал подложки (нагрев не более 150 °С);

– высокая адгезия покрытий (до 120 МПа);

– не требуется специальная подготовка покрываемой поверхности.

– не требуется подогрев подложки;

– покрытия наносят на поверхности изделий из самых различных материалов (металлы, керамика, полимеры, стекло);

– возможность варьирования толщины покрытия.

В работе представлены результаты структурных исследований покрытия, полученного методами ХГТН. Качество и состав покрытия изучали методами электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа. С помощью электронного микроскопа получена фотография при 70-кратном увеличении, определена граница и толщина покрытия (рис. 1), соответствующая 0,92 мм.

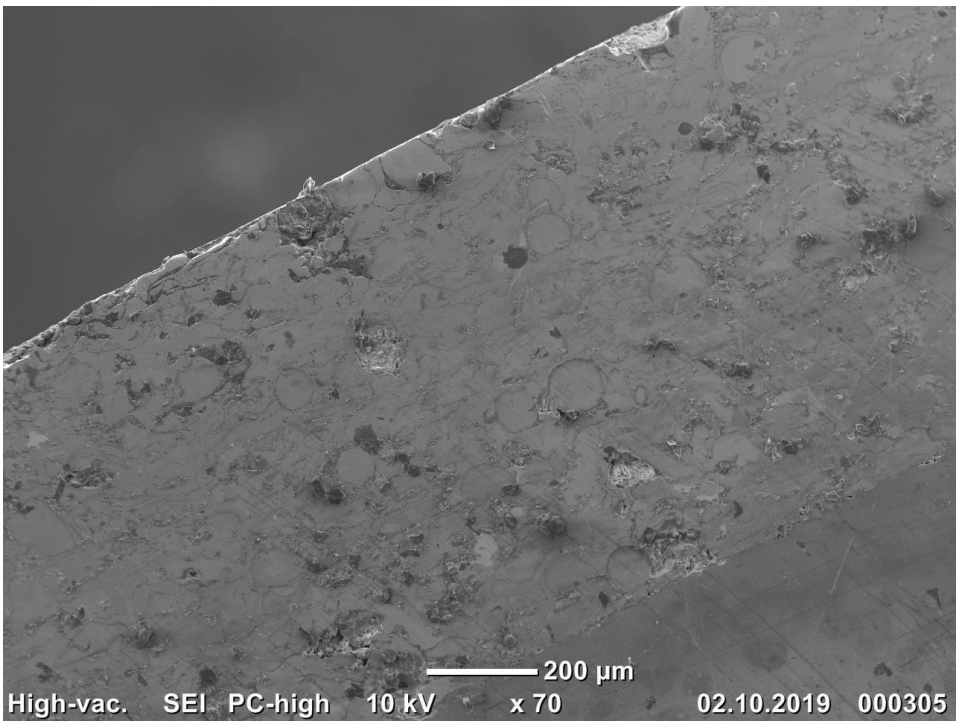


Рисунок 1 – Электронная фотография границы покрытия и основного металла при 70-кратном увеличении

Из фотографии структуры (рис. 2), при 500-кратном увеличении, видно слоистый характер строения покрытия. По границам ламеллей распределены различного рода включения, представляющие собой оксиды, бориды и интерметаллидные соединения.

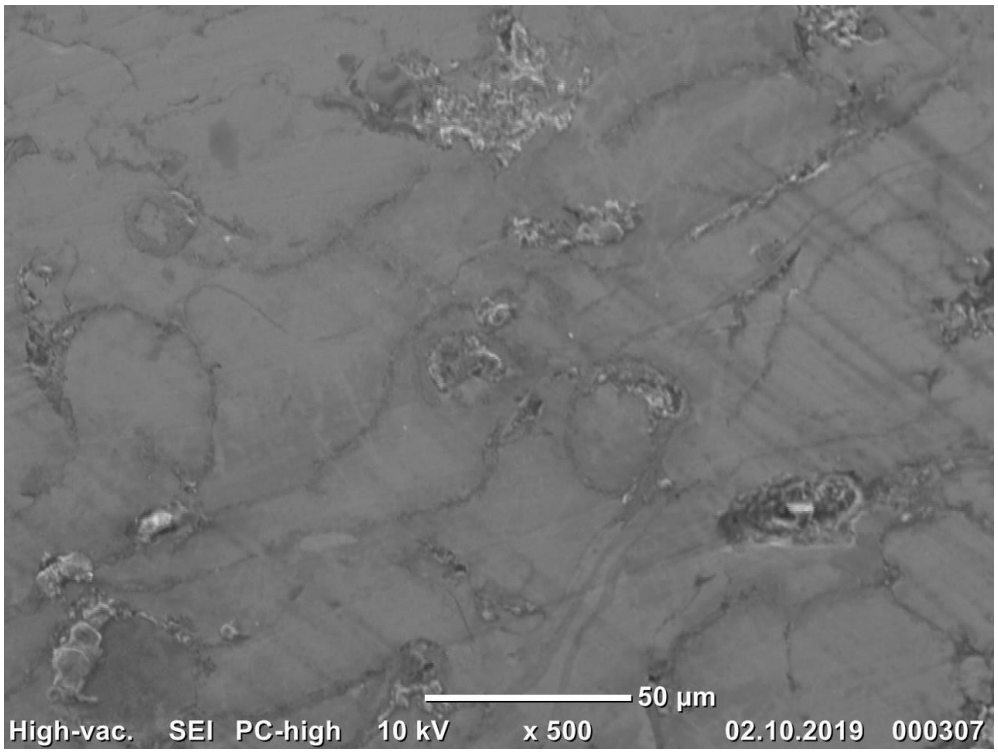
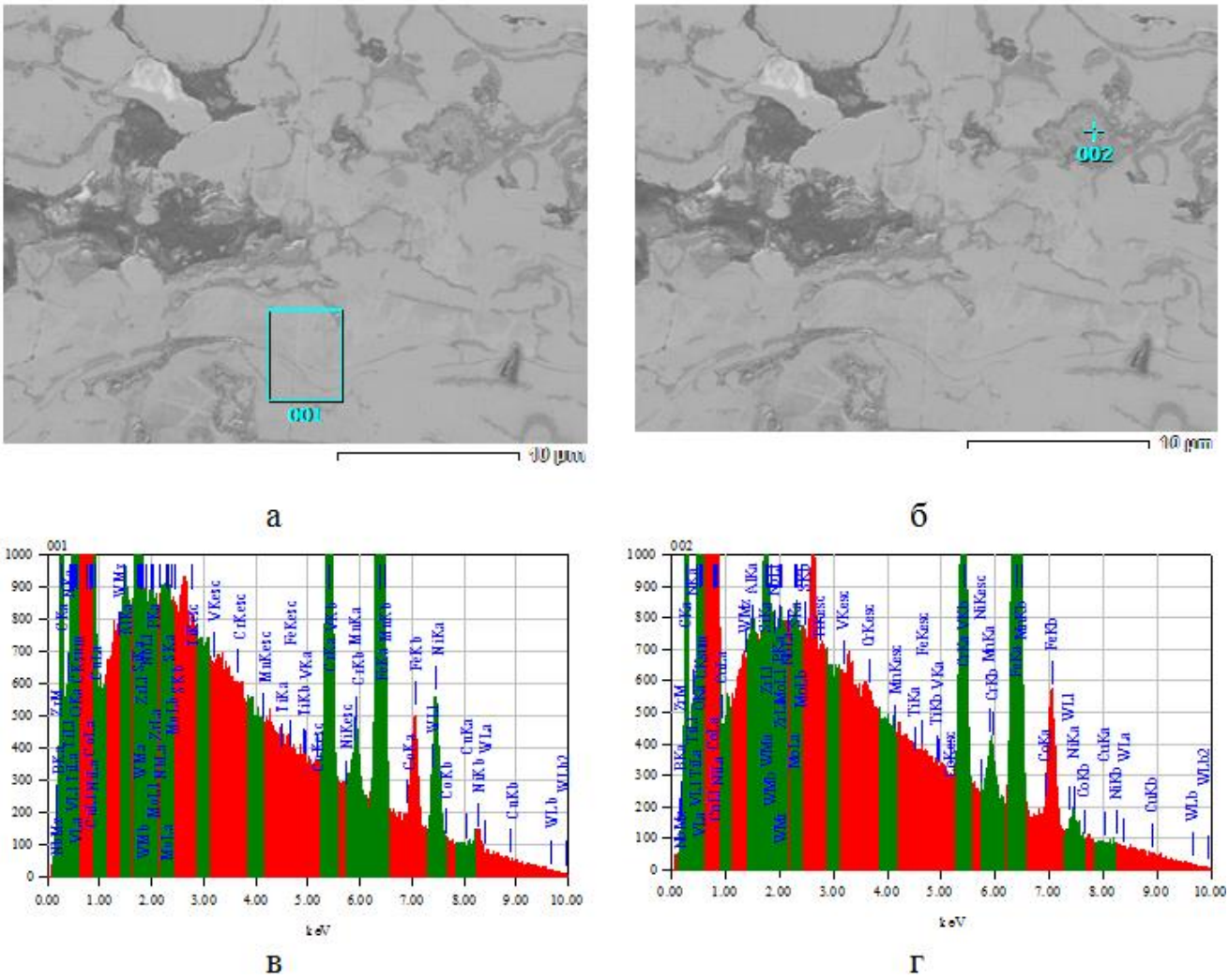


Рисунок 2 – Микроструктура покрытия при 500-кратном увеличении

В работе проведён анализ химических элементов с помощью электронного микроскопа JEOL – 6000 NeoScope. Спектры взяты из отдельных участков металлической основы (рис. 3) и упрочняющих фаз (рис. 4). Данные спектрального анализа представлены в виде спектрограмм, таблиц массового содержания химических элементов и карты их распределения.



а, б – фото микроструктуры; в, г – спектры разных фаз
Рисунок 3 – Спектральный анализ поверхностного слоя покрытия

Element	(keV)	Mass%	Counts	Sigma	Atom%
B K	0.183	4.50	724.20	0.02	11.05
C K	0.277	13.63	12986.28	0.05	30.14
N K	0.392	2.98	5162.52	0.03	5.65
O K	0.525	11.87	29714.41	0.07	19.70
Al K	1.486	0.22	713.11	0.03	0.21
Si K	1.739	3.02	9856.48	0.05	2.86
P K	2.013	0.15	412.20	0.04	0.13
S K	2.307	0.26	696.81	0.06	0.22
Ti K					
V K	4.949	0.03	38.84	0.05	0.01
Cr K	5.411	14.92	20073.82	0.12	7.62
Mn K	5.894	0.43	505.94	0.06	0.21
Fe K (Ref.)	6.398	37.97	40380.15	0.18	18.06
Co K	6.924	0.21	189.01	0.06	0.09
Ni K	7.471	7.92	6491.17	0.11	3.58
Cu K	8.040	0.18	119.52	0.06	0.07
Zr L					
Nb L	2.166	0.50	391.77	0.15	0.14
Mo L	2.293	0.52	388.25	0.29	0.14
W M	1.774	0.69	681.22	0.17	0.10
Total		100.00			100.00

Рисунок 4 – Химический состав спектра 001

Element	(keV)	Mass%	Counts	Sigma	Atom%
B K	0.183	2.94	483.06	0.02	7.59
C K	0.277	9.33	9075.56	0.04	21.69
N K	0.392	3.08	5448.28	0.03	6.14
O K	0.525	17.68	45174.71	0.07	30.84
Al K	1.486	0.10	334.77	0.03	0.10
Si K	1.739	1.18	3941.44	0.04	1.18
P K	2.013	0.18	499.05	0.04	0.16
S K					
Ti K					
V K					
Cr K	5.411	13.00	17853.60	0.11	6.98
Mn K	5.894	0.36	430.79	0.06	0.18
Fe K (Ref.)	6.398	46.73	50725.68	0.19	23.36
Co K	6.924	0.27	253.90	0.06	0.13
Ni K	7.471	1.16	966.95	0.06	0.55
Cu K					
Zr L	2.042	0.39	306.75	0.19	0.12
Nb L	2.166	0.79	633.20	0.16	0.24
Mo L	2.293	2.25	1716.65	0.15	0.65
W M	1.774	0.56	562.74	0.14	0.09
Total		100.00			100.00

Рисунок 5 – Химический состав спектра 002

Из металлографической карты (рис. 6) распределения химических элементов по объёму покрытия видно, что хром составляет наибольшую

объёмную долю всех карбидообразующих элементов. Аналогично хрому распределён кислород, благодаря чему образуются оксиды хрома (Cr_2O_3).

В качестве микролегирующих элементов в покрытии присутствуют Mo, W, Si.

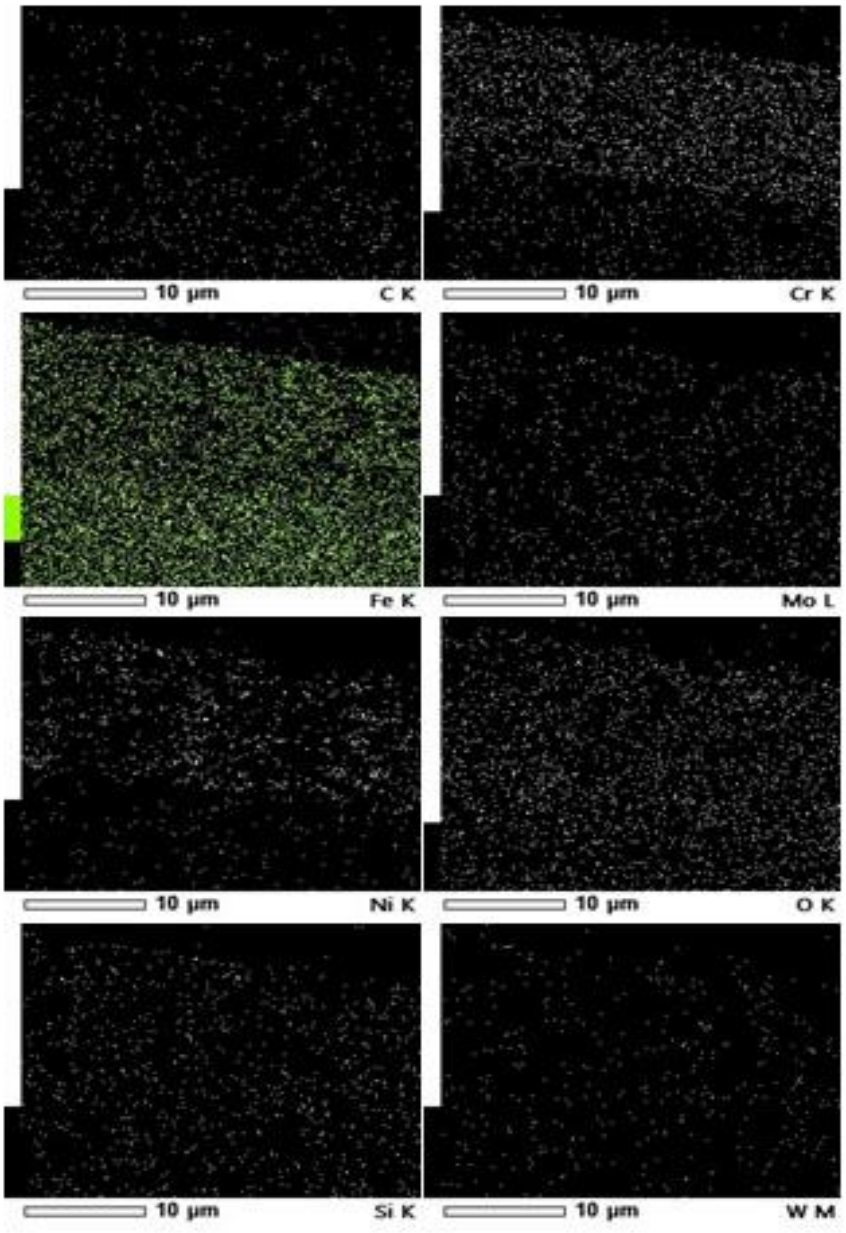


Рисунок 6 – Карта распределения элементов в покрытии

Для того, чтобы выявить качественный фазовый состав полученного покрытия, опытные образцы подвергаются рентгенофазовому анализу на минидифрактометре МД-10 с медным катодом. На рисунках 7, 8 представлены рентгенограммы образцов с покрытиями, а в таблице 1 характеристики фаз.

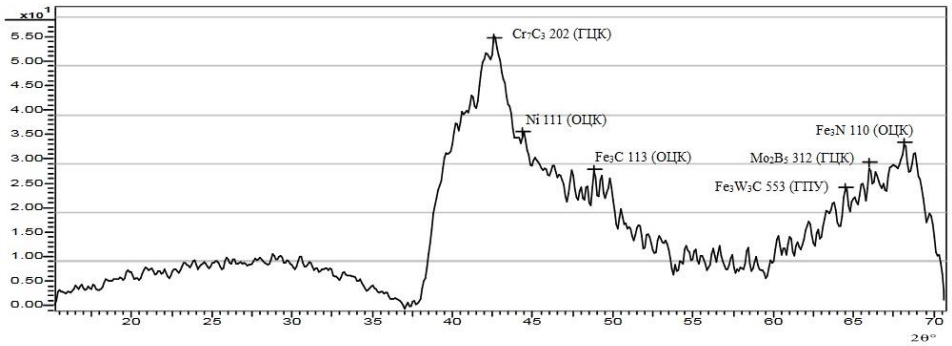


Рисунок 7 – Рентгенограмма покрытия в интервале углов 2θ° от 0 до 70 град.

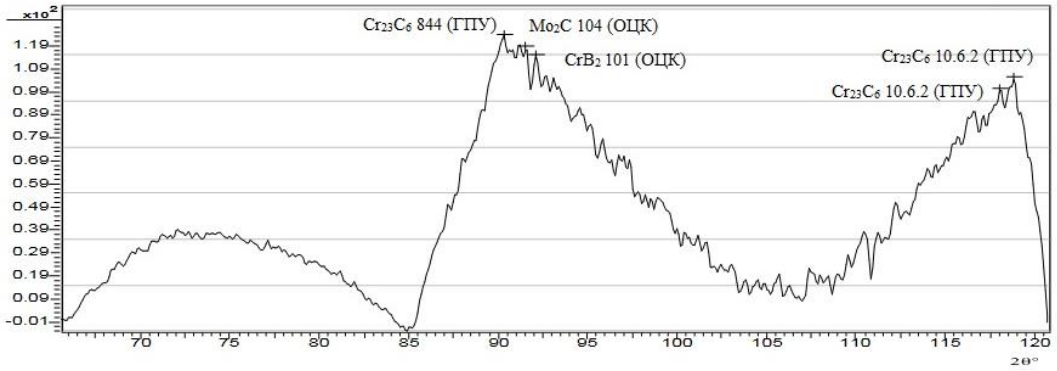


Рисунок 8 – Рентгенограмма покрытия в интервале углов 2θ° от 70 до 120 град.

Таблица 1 – Кристаллографические характеристики, идентифицированные в покрытии фаз

Интервал углов 2θ° от 0 до 70 град.						Интервал углов 2θ° от 70 до 120 град.					
№	d	2θ	HKL	Тип решётки	Фаза	№	d	2θ	HKL	Тип решётки	Фаза
1	2,12	42,59	202	ГЦК	Cr_7C_3	1	1,087	90,30	844	ГПУ	$Cr_{23}C_6$
2	2,04	44,39	111	ОЦК	Ni	2	1,075	91,55	104	ОЦК	Mo_2C
3	1,86	48,80	113	ОЦК	Fe_3C	3	1,07	92,09	101	ОЦК	CrB_2
4	1,44	64,52	553	ГПУ	Fe_3W_3C	4	0,899	118,06	10.6.2	ГПУ	$Cr_{23}C_6$
5	1,41	66,00	312	ГЦК	Mo_2B	5	0,895	118,85	10.6.2	ГПУ	$Cr_{23}C_6$
6	1,37	68,17	110	ОЦК	Fe_3N						

Основными элементами опытного покрытия являются: Fe, Ni, Cr, Si, W, Mo. Структурный и рентгеноспектральный анализ покрытия позволил определить, что основной покрытия является смесь ламеллей на основе Fe+Ni, в которой основными упрочняющими фазами являются карбидные и интерметаллидные включения типа Cr23C6, Fe3W3C и Mo2C.

Микрофотографии покрытия, полученные методом электронной микроскопии свидетельствуют о том, что покрытие нанесено методом холодного газотермического напыления, так как оно по структурным признакам резко отличается от подложки основного металла, не имеет

переходной диффузионной зоны, свидетельствующей о признаках металлургического сплавления.

Список литературы

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

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

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ CRM-СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Гуньков С.А., Трипкош В.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

CRM-система (Customer Relationship Management) – это прикладная программа, предназначенная для использования различными компаниями и организациями. Основная цель этой системы – автоматизация взаимодействия контрагентов, что позволяет добиться существенных улучшений в сферах доходов, продаж и маркетинга [1].

Кроме того, CRM-система способна хранить информацию различных типов, тем самым упрощая сервисное обслуживание и улучшая качество продукции для клиентов. Многочисленные функции, включенные в состав CRM, дают возможность автоматизировать ключевые бизнес-процессы организации, тем самым значительно оптимизируя производство, как в плане удобства, так и в плане экономичности.

Целью исследования является проведение анализа возможностей программного обеспечения CRM-систем для автоматизации организационных процессов предприятия и улучшения взаимоотношений с клиентами.

Для достижения данной цели вначале рассмотрим сущность CRM-систем.

Система CRM представляет собой комплексную программу, автоматизирующую многочисленные производственные процессы. В частности, к их числу относятся управление ходом изготовления товара и взаимодействие между сотрудниками, ответственными за процесс реализации. В основе последнего системного процесса лежит, прежде всего, слежение и контроль за ходом выполнения заказов на уровне как производственного цеха в целом, так и отдельных специалистов [2].

Ключевая задача CRM – упростить и оптимизировать общий рабочий процесс во всех отделениях предприятия. Но у данной системы есть еще и дополнительное предназначение: она хранит статистическую информацию предприятия и упрощает доступ к ней [3].

Выбор конкретных функций, используемых в рамках CRM-системы, зависит:

– во-первых, от характеристик самой организации;

– во-вторых, от возможностей программного обеспечения информационно-управляющей системы предприятия.

К числу наиболее часто используемых возможностей относятся функции формирования специальных технологических карт, слежение за затратами на приобретение необходимого для работы сырья и прочих материалов, а также

контроль за различными этапами производства и текущих состоянием выполняемого заказа [4].

Использование стратегии CRM в рамках производственного процесса значительно упрощает ход работы сразу на нескольких уровнях управления. К числу наиболее полезных функций CRM-системы относятся:

– возможность организовать систему хранения различной информации о контрагентах и сотрудниках (включая контакты), а также истории взаимодействия между ними;

– создание задач и поручений, предназначенных для выполнения конкретными сотрудниками;

– регистрация и хранение в специальном файле контактной информации, и ее привязка к контрагентам и другим лицам;

– планирование разовых и периодических событий и мероприятий, создание их подробных содержаний и расписаний, а также их привязка к различным контрагентам;

– регистрация входящей и исходящей корреспонденции различных видов и контактных данных клиентов, также имеется функция автоматического оповещения пользователей;

– организация электронных рассылок, не требующая применения дополнительных почтовых систем;

– автоматическое оповещение пользователя о предстоящих событиях, как связанных с рабочим процессом, так и любых других;

– возможность использования любой комбинации реквизитов для отбора конкретных контрагентов.

В настоящее время внедрение CRM-системы в организационный процесс предприятия один из основных элементов грамотного ведения бизнеса.

Типичный пример такой системы – Битрикс 24, главное окно которого изображено на рисунке 1.

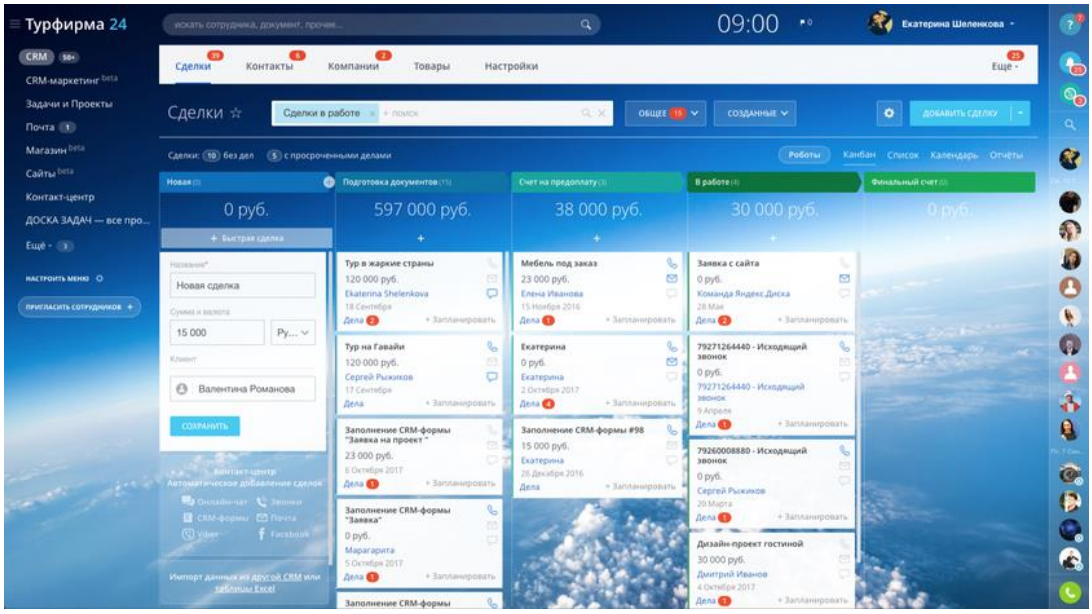


Рисунок 1 – Главное окно системы Битрикс 24

Анализ функционала программного обеспечения CRM-системы Битрикс 24 показывает возможность реализации следующих процессов:

– персонализация большинства бизнес-процессов предприятия;

– сбор в одном месте и обработка различных заявок и предложений клиентов;

– мониторинг хода работы и исполнений указаний сотрудниками;

– быстрота и удобство создания лендингов;

– хранение документации различных видов;

– организация ведения базы клиентов по воронке;

– автоматизация проектных работ.

Плюсы CRM-системы Битрикс 24:

– легко управлять звонками, назначать встречи, делать рекламные рассылки, видеочаты;

– интеграция с соцсетями, google-календарём и прочее;

– сама система выглядит, как соцсеть;

– есть бесплатный тариф.

Минус CRM-системы Битрикс 24: сложная система, приходится слишком долго разбираться во всех функциях.

Эта система пользуется успехом у многих организаций в России и за рубежом. Хотя система Битрикс 24 достаточно сложна, внедрить и освоить ее на предприятии все же стоит ради дальнейшего упрощения работы [5].

В заключении отменим, что программное обеспечение CRM-системы Битрикс 24 дает возможность упростить и автоматизировать ход взаимодействия с сотрудниками и клиентами, тем самым повышая уровень продаж, оптимизируя маркетинговую работу, улучшая качество обслуживания клиентов, рабочего процесса и исследования результатов.

Список литературы

1. Казакова, А.Н. Концепция CRM и CRM системы на предприятиях / А.Н. Казакова, А.Г. Файзулина // Символ науки. – 2016. – № 1. – С. 119-121.

2. Гергиев, И.Э. CRM-платформа как специализированная система управления в цифровом обществе / И.Э. Гергиев, А.Е. Железова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2019. – № 1. – С. 53-57.

3. Суворова, В.А. Кастомизация CRM-системы под условия повышенных требований при проверке контрагентов / В.А. Суворова, М.С. Демченко, А.С. Захарова // Форум молодых ученых. – 2019. – № 4. – С. 1006-1011.

4. Андросюк, А.Б. Сущность и значение CRM-систем / А.Б. Андросюк // Дневник науки. – 2019. – № 7. – С. 32.

5. Эркенова, М.У. Разработка CRM системы с WEB интерфейсом / М.У. Эркенова, А.А. Боташев // Экономика и социум. – 2018. – № 12. – С. 1694-1697.

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Гуньков С.А., Шрейдер М.Ю. канд. техн. наук, доцент
Акимов С.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Достижение современными предприятиями, выпускающие сложные промышленные изделия своих целей, оказывается весьма затруднительным без достаточно широкого использования автоматизированных систем, основанных на применении компьютерных технологи и предназначенных для создания, переработки и использования всей необходимой информации о свойствах изделий и сопровождающих процессов. Специфика конкретных задач, решаемых на различных этапах жизненного цикла изделий, обусловливает и разнообразие используемых автоматизированных систем [1].

Управление в промышленности, как правило, имеет строгую иерархическую структуру. В общей структуре управления выделяют несколько иерархических уровней, показанных на рисунке 1.

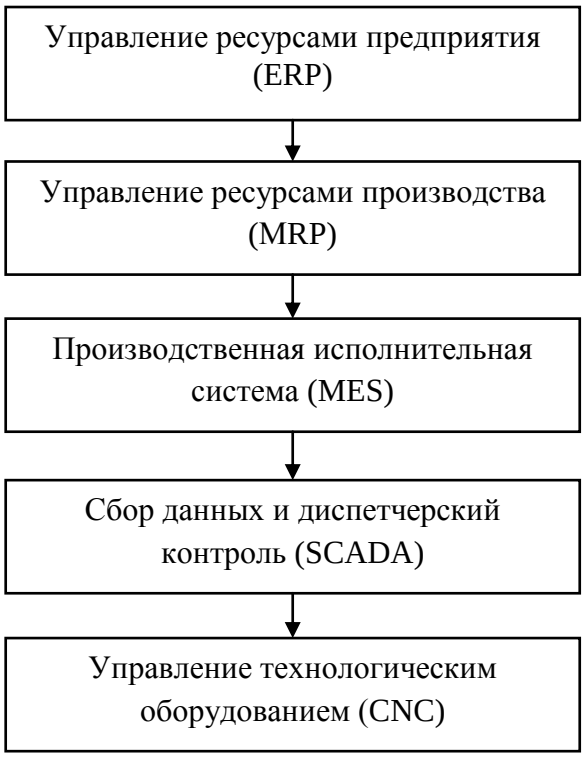


Рисунок 1 – Общая структура управления

Информационная поддержка этапа, на котором осуществляется производство продукции реализуется посредством применения

автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП). К АСУП относятся системы планирования и управления предприятием ERP, планирования производства и требований к материалам MRP и системы управления цепочками поставок SCM [2]. Промежуточное положение между АСУП и АСУТП занимает производственная исполнительная система MES, которая предназначена для решения оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом. Для выполнения диспетчерских функций (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и разработки ПО для встроенного оборудования в состав АСУТП вводят систему SCADA. Непосредственное программное управление технологическим оборудованием осуществляют с помощью системы CNC на базе контроллеров.

Остановимся подробнее на ERP. Современная ERP-система, в особенности ориентированная на производственные предприятия, а не на финансовые холдинги, несет в себе много усовершенствованных инструментов управления потоком. И внедрение систем бережливого производства на предприятии с помощью ERP-системы может дать намного больший эффект, чем простое планирование операций. Среди инструментов бережливого производства особое место занимают карты потока создания ценности. Карта потока создания ценности (value stream map, VSM) – это схематическое описание действий, которые совершаются с продуктом по мере его продвижения к конечному потребителю. В ней отражаются все этапы, начиная с генерации идеи, разработки, производства и заканчивая доставкой потребителю, сервисным обслуживанием и даже утилизацией и переработкой [2]. Таким образом, применение сочетания системы ERP с методом карт потока создания ценности может дать заметный синергетический эффект [3].

Приведем принципы построения промышленного производства на основе данного сочетания. Для организации производства необходимо с самого начала установить жесткие сроки и требования к системе управления. Ключевые требования к системе управления новым производством могут быть следующие:

– управление модульным составом изделия;

– поддержка процесса единичного поэкземплярного планирования и контроля производства;

– поддержка взаимодействия с поставщиками и управление цепочками поставок по международным стандартам промышленности;

– поддержка стандартов электронного обмена информацией с поставщиками;

– обеспечение управления поточным производством в соответствии с концепцией бережливого производства – синхронизации всех процессов собственного производства и поставщиков первого уровня.

Сложность решаемых задач и требований, анализ мирового опыта позволяет сделать вывод о том, что строить систему управления необходимо на основе современной информационной системы.

В соответствии с приоритетностью задач проектирование необходимо разделить на несколько этапов. В рамках первого этапа необходимо решать задачи ведения спецификации изделий, производственных данных и данных по работе с многочисленными поставщиками, с которыми предприятие сотрудничает напрямую.

Следующий этап включает в себя автоматизацию процессов управления закупками и планирования. Третий – обеспечивает управления полным циклом производства. На двух этих этапах уже могут быть внедрены инструменты, применимые в карте потока создания ценности [4].

Реализация производственного процесса также разделяется на несколько этапов. На первом этапе необходимо внедрение стандартов ведения модульного состава изделия и западных стандартов описания технологических процессов. В результате это может сократить потребность в персонале инженерных, логистических и производственных отделов, отслеживающем изменения [5].

На втором этапе необходимо обеспечить поддержка международных стандартов обмена информацией с поставщиками принятых в промышленности. Необходимо внедрять графики закупок по международным стандартам и обмен информацией с поставщиками с использованием электронных коммуникаций. На этом же этапе внедряется система планирования потребностей в компонентах исходя из предварительного графика сборки, с еженедельным обновлением посуточных графиков поставок.

Таким образом, карта потока создания ценности затрагивает не только систему ERP, но и MRP, и, частично, MES. Схематично это можно отобразить на рисунке 2.

Рисунок 2 – Структура управления в промышленности с использованием карты потока создания ценности

Таким образом можно определить, что в настоящее время существует большой потенциал для внедрения метода карт потока создания ценностей в достаточно традиционные системы управления промышленным предприятием.

Список литературы

1. Луценко И.С. Методологические аспекты внедрения MRP/ERP- систем в цепи поставок / И.С. Луценко // Формирование рыночных отношений в Украине.– 2016. – 61–66 с.

2. Акимов, С.С. Производственные процессы в карте потока создания ценностей [Электронный ресурс] / Акимов С. С., Трипкош В. А. // Актуальные проблемы экономической деятельности и образования в современных условиях : материалы Тринадцатой Междунар. науч.-практ. конф., 25 апр. 2018 г., Оренбург / отв. ред. Мишучкова Ю. Г. - Электрон. дан. - Красноярск : Научн.-инновац. центр, 2018. – С. 235-239.

3. Акимов, С.С. Построение карты потока создания ценностей в системе бережливого производства предприятия / С.С. Акимов, С.А. Гуньков // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс] : материалы Всероссийской научно-методической конференции; Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2018. – С. 654-657.

4. Бахтимов А.А. Оценка финансовой устойчивости предприятия в концепции бережливого производства / А.А. Бахтимов, Ю.С. Шахматова // Экономика и управление: проблемы, решения.– 2017. – 79–84 с

5. Гуньков, С.А. Поддержка принятия решений в управлении производством на основе построения карты потока создания ценности / С.А. Гуньков, М.Ю. Шрейдер, С.С. Акимов // В сборнике: Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии Сборник материалов IX Всероссийской конференции с международным участием, 2019. – С. 174-177.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ИМПЛИКАТОРОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ БАЛАНСА ОБЪЕМОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Даев Ж.А., д-р философии, к.т.н., ассоциированный профессор
Учреждение «Баишев Университет», г. Актобе

Природный газ является одним из основных и важных ископаемых источников энергии. По оценке ведущих экспертов в области энергетики его доля потребления в общем балансе ископаемых источников энергии достигает 24%. Данная тенденция не будет снижаться, как минимум, еще одно десятилетие [1, 2]. Одним из эффективных способов доставки такого энергетического ресурса как природный газ является трубопроводный транспорт. Параметры природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам, находятся под непрерывным контролем диспетчерских служб предприятий газовой промышленности.

Одной из важных операций трубопроводного транспорта природного газа является сведение баланса объемов газа, который заключается в постоянном измерении и подсчете объемов газа поступившего в магистральный газопровод и отданного потребителям. При сведении баланса объемов природного газа возникает такое явление как разбаланс. В соответствии с работой [3] под разбалансом природного газа газотранспортной системы (ГТС) понимают разницу поступления учтенного газа из соседних ГТС, в том числе транзитного, из месторождений, подземных хранилищ и учтенного ухода газа, в том числе транзитного и отобранного потребителями, газа для закачки в хранилища, расход газа на собственные нужды объектов ГТС, учтенный технологический расход и учтенные потери газа. Источники разбаланса можно разделить на прямые неучтенные потери, а также инструментальные и методические погрешности определения расхода газа [3].

В работе [4] автором была предложена автоматизированная система контроля разбаланса природного газа на основе введения нечетких множеств. В рамках настоящей работы авторами предлагается решение задачи ее реализации и разработки подробного алгоритма для поиска возникшего разбаланса.

В основу системы контроля и поиска разбаланса положена математическая модель сведения баланса, которая предложена в работе [5].

$$Q_E + Q_S = Q_D + Q_{SC} + Q_L + Q_{LP} + Q_{UAG}, \quad (1)$$

где $Q_E -$ объем газа, отправляемый источниками, $Q_S -$ газ на хранение, $Q_D -$газ, отправляемый на объект потребления, $Q_{SC} -$ газ на собственные нужды для поддержания работоспособности ГТС (топливный и пусковой газ компрессорных станций и других аппаратов и хозяйств ГТС), $Q_L -$ объем естественных потерь, $Q_{LP} -$ объем необходимый для заполнения участка магистрального газопровода, $Q_{UAG} -$ неучтенный газ (разбаланс).

Для реализации предлагаемой модели автоматической системы, которая выполняет контроль и поиск разбаланса принимаются следующие положения:

1) погрешности всех расходомерных средств и систем участников ГТС не превосходят требуемых норм;

2) объем газа на собственные нужды на каждом объекте ГТС измеряется с достаточной точностью;

3) объем газа, запасенный в магистральном газопроводе, с достаточной точностью рассчитывается системой мониторинга в зависимости от термобарических условий в трубопроводе и окружающей среды;

4) уровень естественных потерь известен, и не может быть превышен установленных норм и квот для участков газопровода.

На магистральном газопроводе через определенное количество километров длины устанавливаются крановые площадки (примерно 20 – 25 км). Это естественное деление между двумя крановыми площадками можно принять в качестве участка, на котором контролируется баланс объемов газа. Возможная картина такого деления на участки представлена на рисунке 1. На рисунке 1 изображена ситуация, где на входе в участок в точке A измеряется расход Q_E, а на выходе в точке B измеряется расход Q_D. На участке между точками A и B имеются два дополнительных источника с расходами Q_{E1} и Q_{E2}, а также два потребителями с расходами Q_{D1} и Q_{D2}.

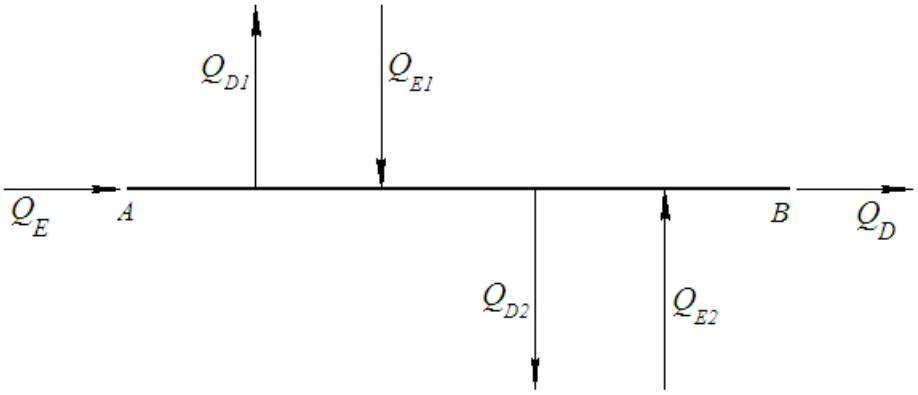


Рисунок 1 – Структура контролируемого участка

Из уравнения (1) выразим величину разбаланса и представим ее в относительных единицах от отправляемого объема газа:

$$x = \frac{Q_{UAG}}{Q_D} = \frac{Q_D - (Q_E - Q_{D1} - Q_{D2} + Q_{E1} + Q_{E2})}{Q_D} 100\%. \quad (2)$$

Для контроля величины разбаланса вводится в рассмотрение лингвистическая переменная «разбаланс газопровода» – x вместе с соответствующими функциями принадлежности $\mu(x)$ [6, 7]. Вместе с лингвистической переменной вводятся нечеткие множества со своими термами, которые будут характеризовать величину разбаланса:

- разбаланс газопровода отсутствует $A_1 = \{x, \mu_1(x)\}$;

- незначительный разбаланс газопровода $A_2 = \{x, \mu_2(x)\}$;
- ощутимый разбаланс газопровода $A_3 = \{x, \mu_3(x)\}$;
- значительный разбаланс газопровода $A_4 = \{x, \mu_4(x)\}$;
- критический разбаланс газопровода $A_5 = \{x, \mu_5(x)\}$.

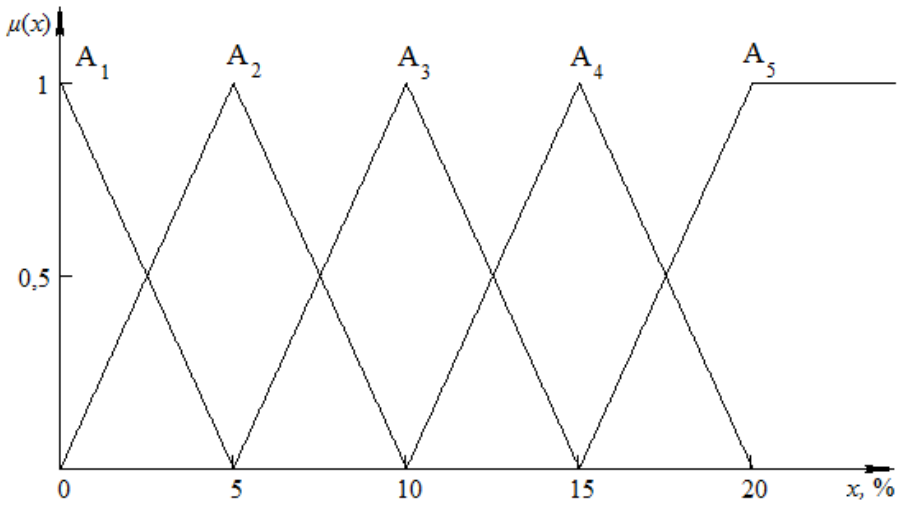


Рисунок 2 – Нечеткие множества лингвистической переменной

В качестве функций принадлежности введенных нечетких множеств приняты треугольные функции с ядрами 0%, 5%, 10%, 15% и 20%, соответственно. Такое разделение принято в соответствии с погрешностями большинства современных систем и средств измерения расхода, которые не превышают величину 1,5 – 2,0%. Поэтому 5% величины разбаланса принята как крайняя возможная погрешность для самых старых типов средств измерений расхода. На рисунке 2 представлены нечеткие множества для рассматриваемой лингвистической переменной.

Рассмотрим процесс поиска разбаланса подробнее. В случае ситуации, которая изображена на рисунке 1, расходы от потребителей Q_{D1} и Q_{D2} всегда измеряются. Такими потребителями, как правило, являются газопраспределительные станции (ГРС). Как известно на всех ГРС имеется узел учета газа, на котором размещаются средства измерения расхода. Расходы газа источников Q_{E1} и Q_{E2} также всегда доступны измерению. Организация отправляющая газ в другую трубопроводную систему всегда выполняет организацию узлов учета газа и непрерывное измерение расхода и количества природного газа. Для измерения обемов газа на входе Q_E и выходе Q_D контролируемого участка можно установить ультразвуковые расходомеры с накладными преобразователями, которые более просто монтируются и эксплатируются. Рекомендации такого рода обоснованы тем, что по длине газопровода мы не собраемся измереять с высокой точностью расхода газа, а оценивать с помощью нечетких множеств возникающий разбаланс объемов газа.

Источниками возникающих разбалансов в трубопроводной системе могут быть следующие факторы:

1) хищение объемов газа, которое связано с намеренным искажением конфигурации расходомеров источников и потребителей;

2) потери связанные с неумышленным искажением показаний раходомерных средств из-за утери информационной устойчивости (повреждение частей расходомера, неправильная калибровка и т.п.);

3) утечки объемов газа, связанные с повреждением газопровода (свищи, трещины и каверны на линейной части или механизмах газопровода).

Реализация нечеткой системы в центре диспетчерского управления ГТС позволит постоянно контролировать разбаланс по формуле (2), давая дежурному диспетчеру информацию о его величине по нечетким множествам, а также помочь обнаружить участок газопровода, где он возникает. Рассмотрим подробнее алгоритм поиска разбаланса в случае его возникновения на примере участка на рисунке 1. Для обнаружения источников разбаланса необходимо выполнить следующее.

В случае возникновения величины разбаланса по очереди отключаются потребители с расходами Q_{D1} и Q_{D2}, а также источники с расходами Q_{E1} и Q_{E2}. После каждого отключения источников и потребителей на участке оценивается величина *x*, путем выполнения нечеткого отношения, которое может быть реализовано любым оператором S- или T-норм [6, 7]:

$$R(x_1, x_2) = \min\left(1, \quad 1 - \mu(x_1) + \mu(x_2)\right), \tag{3}$$

где $\mu(x_1)-$ функция принадлежности величины разбаланса до отключения источника/потребителя, $\mu(x_2)-$ функция принадлежности, характеризующая разбаланс после отключения источника/потребителя. Другими словами, если известны все нечеткие множества, то все возможные нечеткие отношения на участке газопровода можно свести в матрицу нечетких отношений:

$$R = [R_{ij}] = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} & R_{15} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} & R_{25} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & R_{34} & R_{35} \\ R_{41} & R_{42} & R_{43} & R_{44} & R_{45} \\ R_{51} & R_{52} & R_{53} & R_{54} & R_{55} \end{bmatrix}. \tag{4}$$

Из (4) видно, что элементами матрицы являются функции принадлежности нечеткого отношения одной лингвистической переменной, где отношение возникает между нечеткими множествами, которые были определены выше. Очевидно, что все элементы матрицы будут обладать симметрией кроме диагональных элементов, которые представляют собой рефлексивные отношения. Величина каждого нечеткого отношения позволяет

установить имеется разбаланс или нет после отключения потребителя либо источника.

Во время реализации процедуры поиска разбаланса автоматизированная система, в которой выполняется поиск, проводит расчет нечетких отношений. Все возможные отношения реализуются квадратной матрицей вида (4). Во время выполнения поэлементного отключения источников и потребителей, система осуществляет контроль отношений. Как только выявляется причина разбаланса на определенном источнике или потребителе, появляется соответствующее отношение. При поиске разбаланса наличие рефлексивных отношений не приводят к идентификации разбаланса. Если при отключении участников ГТС отношение будет оставаться все еще рефлексивным, т.е. величина его функции принадлежности будет равной единице, то делается заключение, что на данном участке, возможно, имеется механическое повреждение газопровода, которое служит источником разбаланса либо разбаланс возникает на следующем участке. В других случаях система способна выявить проблемного потребителя или источника. Даже в случае, когда причина разбаланса будет не найдена, система способна дать рекомендации и сократить перечень возможных причин возникновения разбаланса. Преимуществом внедрения системы является сокращение ресурсов на выполнение проверки метрологических характеристик расходомерных узлов учета участников ГТС, и выявление потенциальных источников разбаланса с последующей проверкой меньшего количества узлов учета газа. Недостатком системы может служить наличие больших протяженностей между контрольными точками, потому что отключение определенных источников и потребителей будет отражаться не мгновенно в виде расхода на конечном участке. Поэтому выполнение поиска разбаланса с помощью предлагаемого метода может занять несколько дней. В противном случае, необходимо сокращать длину контролируемого участка. В любом случае система может быть реализована в качестве системы-советчика для диспетчерского персонала для облегчения поиска разбалансов объемов природного газа.

Все алгоритмы нечеткого контроля автоматизированной системы могут быть выполнены с помощью языков программирования логических контроллеров либо на программно-аппаратных средствах SCADA-пакетов [4].

Список литературы

1. Economides, M.J. The state of natural gas / M.J. Economides, D.A. Wood // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2009. – V. 1, №1. – P. 1-13.

2. Yorucu, V. Price modelling of natural gas for the EW-12 countries: Evidence from panel cointegration / V. Yorucu, P. Bahramian // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2015. – V. 24, №4. – P. 464-472.

3. Ильченко, Б.С. Исследование погрешности сведения баланса газа в системе магистральных газопроводов/ Б.С. Ильченко, А.А. Прищепо, И.С. Ивасютяк, И.А. Прищепо, В.В. Инкулис // Проблемы машиностроения. – 2010. – Т. 13, №1. – С. 76 – 79.

4. Даев, Ж.А. Автоматизированная система контроля сведения баланса газа на основе методов нечеткой логики/ Ж.А. Даев // Вестник МГТУ «Станкин». – 2018. – Т. 46, №3. – С. 131 – 135.

5. Arpino, F. Unaccounted for gas in natural gas transmission networks: Prediction model and analysis of the solutions /F. Arpino, M. Dell'Isola, G. Ficco, P. Vigo // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2014. – Vol. 17, №6. – P. 58 – 70.

6. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.

7. Ruan, D. Fuzzy implication operators and generalized fuzzy method of cases/ D. Ruan, E.E. Kerre // Fuzzy Sets and Systems. – 1993. – Vol. 54. – P. 23 – 37.

АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ КАНАЛОВ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Дудоров В.Б., доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Современные системы радиосвязи и радиоуправления беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) строятся с применением новых информационных технологий: на базе скоростных сигнальных процессоров и программных модулей с применением программных методов обработки сигналов и элементов интеллекта.

Автоматизация обработки сигналов управления позволяет повысить пропускную способность радиоканалов управления и применять новые методы их информационной защиты, а новые технологии обработки сигналов – использовать методы адаптации канала к дестабилизирующим факторам среды распространения радиоволн и к некоторым видам преднамеренных помех.

Однако в силу определенной новизны проблемы в ряде сервисных процедур и в алгоритмах обработки сигналов управления из-за принципиальных технологических ограничений существенных мер защиты не предусмотрено или недостаточно, что способствует развитию новых направлений радиоэлектронного воздействия (РЭВ) на автоматизированные средства радиосвязи и управления (АСР).

Одним из эффективных способов РЭВ на каналы радиосвязи и управления, где объектом поражения выступает радиосигнал как переносчик информации, является радиоэлектронное подавление (РЭП), которое имеет цель воспрепятствовать передаче или получению информации по радиоканалам, разрушить или задержать ее доставку.

Поражающие факторы РЭВ разнообразны и применяются в любом сечении радиолинии связи от источника радиоизлучения до получателя информации.

К данным факторам относятся:

– физическое уничтожение излучающих объектов;

– воздействие на физическую среду распространения радиоволн;

– электромагнитное воздействие мешающих сигналов (помех) непосредственно на радиоприемное устройство.

При силовом воздействии успех РЭВ определяется энергетическим превосходством помехи над сигналом. К такому типу помех могут быть отнесены маскирующие помехи, которые получили более широкое применение.

Характерной особенностью этих помех является относительная простота их формирования и применения. Для маскирующих помех требуется минимальное количество информации об алгоритмах работы подавляемых

радиоканалов. Это позволяет использовать их для различных типов радиоэлектронных средств (РЭС), что является основным достоинством этих помех.

Сама помеха в большинстве случаев представляет собой вариант оптимальной, непреднамеренной помехи (псевдошумовой), структура которой имеет случайный характер, а ее эффективность в основном определяется энергетическим превосходством над полезным сигналом, а также зависит от информации о номиналах, спектре и времени существования подавляемого сигнала.

В зависимости от полноты информации о подавляемом радиоканале помехи могут быть прицельными или полуприцельными (по частоте и времени). Применение маскирующих помех не всегда эффективно, так как у противоборствующей стороны существует возможность в силу большой их заметности принять адекватные меры: смену частот, использование обходных каналов связи и другие варианты защиты.

Кроме того, для подавления современных радиосетей с помощью этих помех чаще всего требуются достаточно большие энергетические и аппаратурные ресурсы, что значительно ограничивает возможность их применения.

В частности, при незнании точных номиналов рабочих частот и времени использования радиоканала применяются заградительные помехи в широком диапазоне частот, перекрывающие спектр сигнала и воздействующие в течение длительного интервала времени, независимо от состояния связи в каналах, подлежащих подавлению.

Такое воздействие, особенно для радиоканалов, использующих псевдослучайную перестройку рабочих частот (ППРЧ), требует повышенных энергетических затрат, и при этом трудно обеспечить электромагнитную совместимость со своими РЭС. Следует отметить, что многие разработчики радиолиний с ППРЧ при проектировании в основном ориентировались на вероятное применение маскирующих полуприцельных или заградительных помех.

Несиловой характер носят помехи, замещающие или имитирующие сигнал. Согласно определению, под имитационной помехой понимают активное воздействие средств РЭВ противоборствующей стороны, регистрируемое радиоэлектронным средством связи как полезный сигнал. С другой стороны, целевая сущность имитационных помех раскрыта в определении имитостойкости, под которой понимают способность системы связи противостоять вводу ложной информации, несанкционированному доступу к передаваемой или принимаемой информации и навязыванию ложных режимов средствам связи.

Сущность имитоатаки заключается в использовании для поражения радиоканалов специально синтезированных сигналов, совпадающих по структуре и параметрам с полезным сигналом, на основе применения которых

возможен ввод ложных команд (сообщений), навязывающих ложные режимы работы аппаратуры связи или ложную информацию служебного или оперативного характера.

Возможности имитоатаки приобретают качественно новое развитие в условиях широкого внедрения АСР. Применение элементов адаптации при обработке сигналов и самих сообщений в АСР раскрывает новые возможности имитоатаки, прежде всего, на сервисном и физическом уровнях, действие которой основано на «мягком» изменении алгоритма обработки сообщений и непосредственно самих сигналов за счет имитации ложных прогнозов в пределах канального протокола радиоканала, вызывающего временный срыв работы при неопределенности состояния средств связи, обеспечивая тем самым максимальную скрытность воздействия.

При этом следует заметить, что с расширением сервисных возможностей в АСР и перспективным внедрением в них элементов адаптации и интеллектуальных функций возможности имитоатаки расширяются. Причем для интеллектуальных систем применение имитопомех, скорее всего, будет единственно возможным способом поражения. Это означает, что в перспективе радиоэлектронная борьба перейдет на уровень противоборства интеллектуальных систем.

Успех имитационного воздействия достигается в случае, когда помеха настолько близка по структуре к сигналу, что практически не различается решающей схемой приема и нарушение функционирования приемного комплекса связи возникает практически при незначительном энергетическом превосходстве помехи над сигналом или в целом при малых энергетических затратах, а в некоторых случаях при равных условиях.

При полном информационном доступе в канал передачи информации возможна радиодиверсия посредством ввода через радиоканал ложной информации, воздействие которой может привести к непредсказуемым последствиям. В этом случае злоумышленник при радиоэлектронном воздействии не создает видимых помех, более того, он крайне заинтересован в качественном приеме и обработке вводимого в канал ложного сигнала.

Исходя из определения, принято выделять три возможных направления воздействия на радиоканал.

Первое определяется возможностью ввода преднамеренно синтезированных ложных информационных сообщений, например, с целью дезинформации корреспондентов приемных станций конкурирующей стороны.

Второе определяется возможностью доступа к информационной части передаваемых сообщений за счет их перехвата и дешифрования.

Третье определяется принципиальной возможностью навязывания ложных режимов работы средствам связи автоматизированных радиоканалов в различные моменты их использования. В этом качестве имитационные помехи носят диверсионный характер. Их воздействие на радиоканал основано на скрытном срыве работы приемной части комплексов связи за счет ее блокирования ложными запусками и на других способах, определяемых

особенностями протоколов радиосети и конструктивными особенностями используемых технических средств.

По структуре и технологии применения имитопомехи можно разделить на два типа (рисунок 1).

Первый следует отнести к помехам, действующим на радиоканалы, используемые в режиме дежурного приема. Основной их целью является запуск аппаратуры и ввод ложной информации либо блокирование радиоканала за счет перегрузки трафика с целью срыва приема полезной информации. Характерная особенность этих помех заключается в их воздействии на радиоканал вне сеанса связи. Эти имитопомехи чаще всего носят упреждающий характер. Данная особенность позволяет эффективно использовать заградительные по частоте помехи. Причем, учитывая возможность сужения зоны действия интервала частот, возможно применение полузаградительных помех скользящего действия, т.е. с перестройкой (сканированием) параметров излучения по области неопределенности.

Рисунок 1 – Классификация имитопомех и виды угроз

Ко второму типу относятся помехи, действующие во время сеанса связи (вариант ответной помехи), основная цель которых не допустить приема передаваемой информации либо нарушить ее структуру и содержание.

Исходя из принятой классификации, стратегия применения имитопомех того или иного типа определяется, прежде всего, соотношением длительности передачи сигнала с инерционностью систем радиоэлектронного обнаружения (РЭО) и РЭВ.

В случае, когда длительность передачи сигнала значительно превышает инерционность систем РЭО и РЭВ, целесообразнее применять имитопомехи второго типа, как ответные помехи. В данном случае осуществляется

кратковременное силовое воздействие на радиоканал в процессе передачи сигнала.

Организация применения радиоканалов также определяет приоритет использования того или иного типа имитопомех. В некоторых случаях существует жесткая регламентация передачи сообщений в строго определенные интервалы времени (сеансы связи), причем в этом случае в течение всего сеанса идет излучение сигналов связи. В этих условиях возможно применение имитопомех только второго типа. В случае использования режима дежурного приема в принципе возможно применение имитопомех двух типов, ограничения определяются только вышерассмотренными соотношениями инерционности систем РЭО и РЭВ.

Достоинством имитопомех проявляется в том, что их воздействие является максимально скрытным и достаточно эффективным даже для современных автоматизированных каналов связи. Кроме того, для применения имитопомех в силу их кратковременности и селективности не требуются большие энергетические и аппаратурные затраты, что расширяет возможности РЭВ, позволяя осуществлять эффективное поражение радиосетей и радиоканалов управления при малых энергетических ресурсах, и обеспечивать наибольшую электромагнитную совместимость со своими радиоэлектронными средствами. Следовательно, в современных условиях имитопомехи обладают большим преимуществом перед другими видами помех.

К недостаткам имитационных помех можно отнести сложность их синтеза. Для их формирования необходимы достоверные данные об алгоритмах работы и вариативных ресурсах поражаемых радиоканалов, выявление которых может достигаться непрерывным наблюдением за этими радиоканалами и общей доступностью информации о протоколах сетей.

Список литературы

1. Семенихина, Д.В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. Радиоэлектронная разведка и радиоэлектронное противодействие: учебное пособие / Д.В. Семенихина, Ю.В. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. – 252 с.

2. Пудовкин, А.П. Электромагнитная совместимость и помехозащищённость РЭС : учебное пособие / А.П. Пудовкин. – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 92 с.

3. Максимов, М.В. Защита от радиопомех. / М.В. Максимов. – М., «Сов. радио», 1976, – 496 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Дудоров В.Б., доцент, Дудорова С.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кредитно-финансовая организация (КФО) является активным элементом рыночной экономики, главное назначение которой состоит в том, чтобы аккумулировать денежные средства и предоставлять их в кредит.

Основной задачей деятельности КФО является максимальное удовлетворение потребностей клиентов в качественных финансово-банковских услугах. При этом приходиться искать компромисс между затратами на пребывание клиентов в очереди и затратами на содержание обслуживающих устройств, другими словами – между количеством обслуживающих устройств и размером очереди клиентов.

Поскольку процесс формирования очереди носит случайных характер, для решения поставленной задачи может быть использована теория массового обслуживания, схема которой представлена на рисунке 1.

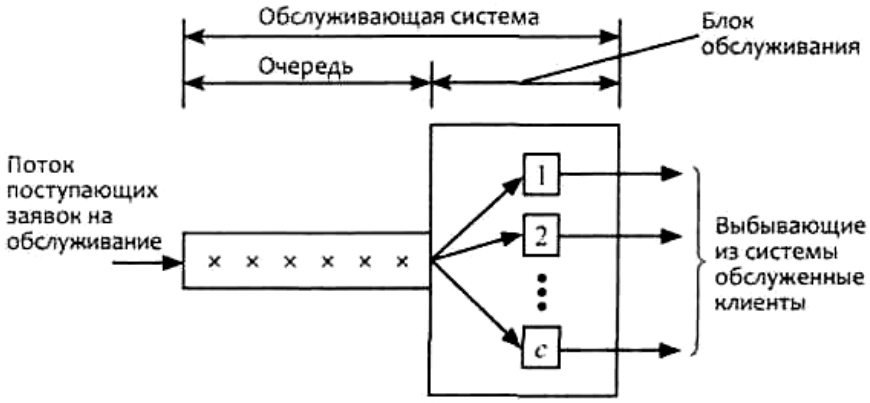


Рисунок 1 – Схема системы обслуживания клиентов

Для характеристики системы обслуживания может быть выбрана модель, которая характеризуется пуассоновским входным и выходным потоками (M) и параллельно функционирующими узлами обслуживания. Система может обслужить число клиентов $\to\infty$, а источник, порождающий заявки на обслуживание, имеет неограниченную емкость.

Введем следующие обозначения:

D – фиксированный интервал времени между моментами последовательных поступлений в систему заявок;

E_k – распределение интервалов времени между моментами последовательных поступлений требований в обслуживающую систему или продолжительностей обслуживания (распределение Эрланга);

G – распределение произвольного вида моментов поступления в систему заявок на обслуживание;

G – распределение произвольного вида моментов выбытия из системы обслуженных клиентов (или продолжительностей обслуживания).

Если интенсивность обслуживания равняется μ, то средняя продолжительность обслуживания – $1/\mu$.

Представленная система может быть описана следующим образом [1]

(a/b/c):(d/e/f),

где *a* – распределение моментов поступлений заявок;

b – распределение времени обслуживания;

c – число функционирующих узлов обслуживания (касс);

d – дисциплина очереди (в рассматриваемом случае – ПЕРППО – «первым пришел – первым обслуживаешься»);

e – максимальное число допускаемых в систему требований;

f – емкость источника, генерирующего заявки на обслуживание.

При выполнении условий стационарности системы будем использовать следующие операционные характеристики системы:

– P_n – вероятность того, что в системе находится n клиентов;

– L_s – среднее число находящихся в системе клиентов;

– L_q – среднее число клиентов в очереди на обслуживание;

– W_s – средняя продолжительность пребывания клиента в системе;

– W_q – средняя продолжительность пребывания клиента в очереди.

Тогда

$$L_s = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P_n \quad \text{и} \qquad L_q = \sum_{n=0}^{\infty} (n-c) \cdot P_n \tag{1}$$

При частоте поступлений в систему заявок λ, можно записать

$$L_s = \lambda \cdot W_s \cdot L_q = \lambda \cdot W_q \tag{2}$$

т.е. число ожидающих обслуживание клиентов равняется средней интенсивности входного потока, умноженной на среднее время ожидания. Выражение (2) не зависит от вида распределения моментов поступления заявок и от распределения вероятностей времени обслуживания.

Зная частоту поступления заявок λ, среднюю скорость обслуживания *m*, вероятность пребывания в состоянии ожидания *n* клиентов, вместимость зала ожидания, можно определить оптимальное количество касс, которыми должен располагать банк по следующим зависимостям

$$\tilde{n} = \rho \cdot q, \quad \text{где} \quad \rho = \lambda/\mu \quad \text{и} \quad q = 1 - P_n. \tag{3}$$

В результате учета полученных операционных характеристик исследуемой системы появляется возможность построения оптимизационной

модели системы со стоимостными критериями и показателями как с точки зрения надежности и быстродействия, так и в разрезе экономически эффективного использования [2].

Для анализа эффективности системы массового обслуживания используются показатели, характеризующие качество и условия работы обслуживающей системы, и показатели, отражающие экономические особенности системы.

Анализ работы КФО показал неравномерность загрузки приходных касс, на которые приходится основная нагрузка при работе с клиентами. В течение месяца две приходные кассы слабо нагружены, но в конце месяца (последняя неделя) возникают серьезные проблемы, поток клиентов резко увеличивается, что приводит к росту времени ожидания клиентов в очереди.

Так, при пятичасовом рабочем дне в течение трех недель каждого месяца КФО в среднем обслуживает 25 человек в день. В конце месяца количество обслуживаемых клиентов увеличивается до 150 человек в сутки, так как происходит погашение кредитов клиентами банка.

Таким образом интенсивность поступления заявок определяется следующими факторами:

– квалификацией операторов;
– днем недели (месяца);
– днем в году.

С целью оптимизации обслуживания клиентов ниже представлены расчеты основных характеристики системы и определено оптимальное количество кассовых аппаратов для трех вариантов [2]:

– при небольшом количестве клиентов в течение трех недель месяца;
– при резком увеличении клиентов в течение передней недели месяца;
– при увеличении времени обслуживания до 8 часов в течение последней недели месяца.

Исходные данные и результаты расчетов по вариантам представлены на рисунке 2

Показатели	Варианты режимов обслуживания клиентов банка		
	1–3-я недели месяца 5 часов работы	4-я неделя месяца 5 часов работы	4-я неделя месяца 8 часов работы
1. Количество обслуженных клиентов, чел.-сут.	25	150	150
2. Продолжительность работы, час	5	5	8
3. Частота поступлений в систему заявок, чел.-ч	5	30	19
4. Продолжительность обслуживания клиента, час	0,067	0,067	0,067
5. Средняя скорость обслуживания, чел.-ч	14,92	14,92	14,92
6. Средняя продолжительность пребывания клиента в очереди, час	0,15	0,15	0,15
7. Средняя продолжительность пребывания клиента в системе, час	0,22	0,22	0,22
8. Среднее число клиентов в очереди на обслуживание	0,75	4,5	2,85
9. Среднее число находящихся в системе клиентов	1,1	6,6	4,18
10. Необходимое количество кассовых аппаратов	1	3	2
11. Затраты на обслуживание, тыс. руб.	7,6	22,8	15,2
12. Капитальные вложения, тыс. руб.	–	15	–

Рисунок 2 – Основные характеристики системы обслуживания ФКО

Из рисунка следует, что для равномерной загрузки приходных касс в течение всего месяца целесообразно оставить две приходные кассы, но существенно изменить распорядок работы операторов этих касс.

В первые три недели месяца определить работу двух операторов посменно по три часа до или после обеда. Согласно расчетам по первому варианту в это время банку достаточно иметь одну кассу; в последнюю неделю оба оператора работают по 8 часов.

При этом общие затраты труда составят

$$m_1 = 3ч \cdot 15дн. = 45ч,$$

$$m_2 = 8ч \cdot 5дн. = 40ч,$$

$$\text{Т} = 2 \cdot \left(m_1 + m_2 \right) = 170чел.\text{ ч}.$$

В настоящее время затраты труда двух операторов, работающих в течение месяца по 5 часов равны

$$m = 5ч \cdot 20дн. = 100ч,$$

$$\text{Т} = 2 \cdot m = 200чел.\text{ ч}.$$

Как видно, в результате оптимизации работы операторов, обслуживающих клиентов, экономия затрат труда составит 30 чел. ч, что может привести к экономии фонда заработной платы.

Кроме того, за счет увеличения продолжительности рабочего дня более равномерным станет поток клиентов, что приведет к уменьшению времени нахождения клиентов в очереди, а, следовательно, и в системе. Продление времени обслуживания станет более удобным для работающих на производствах клиентов, желающих погасить кредиты.

Предложенные мероприятия повысят привлекательность ФКО для клиентов и позволят уравновесить два фактора, действующих в противоположных направлениях, – затраты на содержание обслуживающих устройств и затраты на пребывание в очереди.

Список литературы

1. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, Н.П. Мазаева. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004. – 396 с.

2. Иванов, П.В. Методы принятия управленческих решений : учебное пособие. / П.В. Иванов. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 413 с.

АНАЛИЗ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ

Дудоров В.Б., доцент, Фаткулина Л.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время практически любая организация (предприятие) имеют в своем распоряжении более или менее развитую корпоративную сеть, в которой находят применение самые разнообразные устройства и приложения:

- активное сетевое оборудование (Cisco, DLink, Huawei);
- операционное системы (Windows, Linux);
- веб-серверы (Apache, IIS, WebSphere);
- СУБД (MSSQL, MySQL, Oracle);
- средства защиты информации (антивирусы, межсетевые экраны и др.).

При этом широкое распространение для обмена информацией получила эталонная модель открытой системы OSI – Open System Interchange, в которой все сетевые функции разделены на семь уровней иерархии (рисунок 1).

Рисунок 1 – Эталонная модель открытой системы OSI

Здесь самый верхний уровень соответствует текущей прикладной задаче, работающему в данный момент времени приложению, нижний – непосредственной передаче сигналов по каналам связи. При этом происходит постоянное взаимодействие уровней между собой.

Каждый из представленных уровней с точки зрения угроз информационной безопасности представляет собой отдельное направление в работе по разработке комплекса мер по защите информационных ресурсов.

Особый интерес представляет седьмой уровень, на котором функционирует большое количество протоколов, различных сетевых приложений и систем.

Вместе с тем в архитектуре протоколов TCP/IP отсутствуют специальные меры защиты данных, что требует от разработчиков самостоятельно проявлять заботу о защите обрабатываемой информации.

Среди множества работающих протоколов следует выделить следующие.

Протокол SNMP – Simple Network Management Protocol, то есть «простой протокол сетевого управления».

Основными составляющими протокола являются:

– управляемый объект – объект, на который отправляются команды управления;

– MIB (management information base) database – база управляющей информации;

– управляющая программа;

– управляемая программа (агент);

– система взаимодействия в сети.

Этот стандарт является одним из самых часто встречающихся при управлении устройствами в сети. В большинстве случаев этот протокол может быть использован в случаях, когда требуется контролировать исполнение на устройствах, подключенных к сети заданных администратором требований. Данные, которые входят в обмен в рамках SNMP представляются в виде переменных. Благодаря им появляется возможность описания настройки управляемого объекта. В целом протокол позволяет опрашивать различные устройства сети, получая сведения о состоянии их сетевых интерфейсов, нагрузке и прочие данные.

Таким образом, при использовании протокола SNMP необходимо быть предельно аккуратным. Для обеспечения безопасности устройств, мониторинг которых ведется через SNMP, необходимо использовать межсетевые экраны для сегментации и разрешения взаимодействия по данному протоколу только доверенных хостов.

Протокол Syslog system log (системный журнал) – стандарт отправки и регистрации сообщений о происходящих в компьютерных сетях, работающих по протоколу IP, событиях.

Как правило источники сообщений и сервер Syslog располагаются на разных компьютерах, что позволяет организовать сбор и хранение сообщений от множества пространственно разнесенных источников в едином хранилище – репозитории. Поэтому ведение журнала событий является неотъемлемой частью процесса обеспечения информационной безопасности. По наличию событий в журналах безопасности можно заблаговременно обнаружить попытку осуществления атаки на сеть. А в случае если инцидент все же произошел, записи в журнале могут помочь в его расследовании. Поэтому протокол прикладного уровня Syslog должен работать без сбоев.

Служба DNS – Domain Name System (система доменных имён) – это система, предназначена для преобразования символьных имен доменов в IP-адреса (и наоборот) в сетях TCP/IP.

В основном служба используется:

– для получения IP-адреса по имени хоста (компьютера или устройства);

– получения информации о маршрутизации почты, обслуживающих узлах для протоколов в домене (SRV-запись).

Распределённая база данных DNS поддерживается с помощью иерархии DNS-серверов, взаимодействующих по определённому протоколу.

Можно констатировать, что данная система является наиболее критичным компонентов сети Internet. В случае отказа DNS доступ к ресурсам Интернета станет практически невозможен. С другой стороны, при подмене сайта посредством изменения записей DNS пользователи попадут на поддельный сайт или же трафик пойдет через маршрутизаторы, контролируемые хакером. Переадресация пользователей на фальшивые сайты со службами восстановления паролей может привести к загрузке на пользовательские ПК вредоносных программ под видом обычных обновлений, а также к передаче хакеру управления аккаунтом на различных онлайновых службах. Данная уязвимость делает возможным перехват почты с заменой прикрепленных файлов зараженными.

Одной из особенностей службы DNS является использование транспортного протокола без установления виртуального канала (UDP), отсутствие встроенных средств идентификации, аутентификации и разграничения доступа, что вызывает к ней повышенный интерес у злоумышленников и делает ее уязвимой для удаленных атак различных типов.

Один из вариантов атаки на уровне DNS – «отравление» кэша (атака Каминского), суть которой заключается в следующем.

Поскольку сервер не проверяет ответы DNS на корректность, чтобы убедиться в их авторитетном источнике, он будет кешировать некорректные ответы локально и использовать их для ответов на запросы других абонентов сети, пославших такие же запросы.

Для реализации атаки, хакер должен заставить данный DNS-сервер выполнить запрос о любом из доменов, для которого DNS-сервер атакующего является авторитетным.

Первый вариант «отравления» DNS-кэша заключается в перенаправлении DNS-сервера, авторитетного для домена хакера, на данный DNS-сервер, то есть назначении DNS-серверу IP-адреса, указанного хакером.

Второй вариант атаки заключается в перенаправлении DNS-сервера другого домена, не относящегося к первоначальному запросу, на IP-адрес, указанный атакующим. Атакуемый сервер сохранит не относящуюся к запросу информацию о NS-записи в кэше, что позволит хакеру отвечать на последующие запросы для всего домена.

Предотвращение атак на «отравление» кэша DNS могут быть использованы следующие действия:

– уменьшения степени доверия к информации, приходящей от других DNS-серверов;

– игнорирования любых DNS-записей, не относящихся прямо к запросам.

Более мощным средством защиты является безопасный DNS (DNSSEC), который использует электронно-цифровую подпись с построением цепочки доверия для определения целостности данных. Могут быть использованы и возможности транспортного уровня OSI, где также используется цифровая подпись.

В последнее время неизменно увеличивается количество атак на порталы использующие различные веб-приложения (системы управления, документооборота, электронная почта и др.). Помимо взлома веб-серверов, атакам подвергаются и базы данных, используемые при работе веб-порталов.

В большинстве случаев атаки осуществляются через систему управления сессиями, среди которых можно выделить следующие:

– «кража» сессии;

– фиксация сессии;

– «отравление» сессии.

Суть атаки первого типа заключается в использовании идентификатора сессии легального пользователя для последующей работы под его именем. Узнать идентификатор можно или путем перебора, или при помощи перехвата трафика (XSS-атака). Для реализации этой атаки злоумышленник должен либо находиться в одной локальной сети с атакуемым, либо может попытаться взломать чужую сессию с помощью подмены cookies. В случае успешной реализации атаки для входа на сайт хакеру не потребуется указывать учетные данные, достаточно только войти на страницу.

Фиксация сессии представляет собой атаку, в ходе которой идентификатор сессии хакера устанавливается легальному пользователю, прошедшему авторизацию. Как и в предыдущем случае, пользователь и злоумышленник используют один и тот же идентификатор. В некоторых случаях фиксация сессии может сохраняться и после перезагрузки компьютера.

Угроза отравления сессии будет иметь место, если хакеру, узнавшему идентификатор сессии, удается разместить ложный PHP-сценарий на сервере, где работает атакуемое приложение. При этом атакуемое приложение должно позволять использование произвольного кода и с ним могут работать другие пользователи хостинга.

В случае успеха у хакера появляется возможность получения персональных данных различных пользователей, работать от другого лица, повысить свои привилегии с возможностью доступа к значениям сессии и их фальсификации.

Для устранения угроз безопасности через систему управления сессиями могут быть использованы следующие средства противодействия.

Во-первых, привязка идентификатора сессии к браузеру, т.е. использование заголовков http-запросов для создания подписи браузера пользователя. Данное значение вычисляется при каждом обращении к сессии и

сравнивается с предыдущим. Если значения не совпадают, делается вывод о попытке взлома и сессия уничтожается. Во-вторых – для передачи идентификатора сессии использование cookies и запрет использования методов get и post. В-третьих – использование регенерации идентификатора сессии при авторизации пользователя, изменении его привилегий, а также во время создания новой сессии.

Одной из самых распространенных угроз серверам, работающим с базами данных, является включение в запрос вредоносного SQL-кода. При этом у злоумышленника возникает возможность выполнить произвольный запрос к БД или изменить логику выполнения SQL-запросов пользователя. Такая возможность появляется при неправильной настройке параметров СУБД и некорректной обработке входных данных, используемых в SQL-запросах.

Защита от атак такого рода может строится по следующим направлениям:

– фильтрация входных параметров, используемых для построения SQL-запросов;

– фильтрация целочисленных параметров в запросах;

– максимальное усечение значений входных параметров;

– использование параметризированных запросов.

Рассмотренные угрозы и меры противодействия им частично затрагивают с четвертого по шестой уровни реализуемой OSI-модели, что позволяет строить эффективную систему защиты информационной безопасности уровня приложений.

Список литературы

1. Бирюков, А.А. Информационная безопасность: защита и нападение / А.А. Бирюков. – М.: МДК Пресс, 2012. – 474 с.

2. Прохорова, О.В. Информационная безопасность и защита информации : учебник / О.В. Прохорова. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 113 с.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИИ

Езерская Е.М., канд. пед. наук, Езерский Д.С.,
Щеглова А.С., Панарина О.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Российская гражданская авиация за последние 20 лет перешла от устаревшей советской техники к эксплуатации современных иностранных самолетов. Персонал авиакомпаний был переучен и рабочим языком отрасли стал английский. По совокупности всех процессов и интегрированности в мировую отрасль с авиацией в России могут сравниться только банковская сфера и IT.

«Переход на западную технику был, по сути, радикальным технологическим сдвигом: были освоены системы подготовки экипажей и культура эксплуатации иностранных судов», – говорит председатель редакционного совета журнала «Авиатранспортное обозрение» Алексей Синицкий. Самолеты Airbus и Boeing управляются командиром судна и вторым пилотом, в советских лайнерах экипаж состоял из четырех человек [1].

В этом году авиакомпания «Алроса» вывела из эксплуатации свой последний самолет Ту-134 (главный реактивный региональный самолет СССР). В прошлом году она прекратила эксплуатацию последнего среднемагистрального Ту-154 (самый успешный и массовый советский реактивный самолет), а Red Wings вывела из эксплуатации шесть среднемагистральных Ту-204.

Последнюю советскую дальнемагистральную модель – Ил-96 – еще в 2014 г. прекратил эксплуатировать «Аэрофлот». Теперь советские самолеты остаются только в парке региональных авиакомпаний – это турбовинтовые Ан-24 и самолеты малой авиации Ан-2.

В начале 2000-х гг. Европа ужесточила ограничение по авиашумам, это закрыло иностранные рынки для Ту-154 и Ил-62 (дальнемагистральная модель, предшественник Ил-96). Кризис и рекордные цены на нефть и авиакеросин 2006–2007 гг. окончательно подорвали советский авиапром, ведь по топливной эффективности отечественные самолеты очень сильно уступали аналогам Airbus и Boeing. В 2000-е правительство ввело нулевые пошлины на иностранные магистральные самолеты, что еще больше ускорило замену парка на эффективные суда.

В 2000-ые годы пришелся рост российской экономики, выросли доходы населения и все благодаря дорогой нефти, также на фоне этого стремительно росла авиационная отрасль. Росту помогала и почти неограниченная конкуренция: сформировались лидеры рынка, которые тянули за собой всю отрасль, – «Аэрофлот», S7 (тогда называлась «Сибирью»), «Трансаэро», Utair,

«Красэйр». В 2004 г. был полностью либерализован внутренний рынок, ранее для открытия внутреннего направления авиакомпании необходимо было получить разрешение Госкомиссии по гражданской авиации. Росту конкуренции в целом способствовало также решение «Аэрофлота» в начале 2000-х развиваться и на российском рынке. В 1990-е он был сосредоточен на иностранных рейсах, используя доставшиеся ему по наследству от советского «Аэрофлота» международные назначения (рисунок 1).

Это способствовало росту доступности полетов. «Средняя стоимость перелета относительно среднего дохода граждан за 20 лет снизилась в разы, авиация стала массово доступной» [2].

Рисунок 1 – Авиаперевозки пассажиров в России, млн чел.

«Параллельно с ростом перевозок проходила колоссальная консолидация отрасли. Если 20 лет назад в России было около 300 авиаперевозчиков, в каждом аэропорту были базовые авиакомпании, то сейчас их порядка 100, а на 35% крупнейших приходится 99,6% пассажиропотока» (рисунок 2). Согласно реестру Росавиации, сейчас в России 103 авиакомпании имеют право заниматься коммерческими перевозками. Примерно половина из них имеет в парке единичные региональные суда или вертолеты [3].

Рисунок 2 – Парк самолетов

Не так давно существовало большое количество авиакомпаний, которые образовались путем приватизации авиаотрядов, но многие в итоге конкуренции не выдерживали, плюс Росавиация во второй половине 2000-х четко взяла неофициальный курс на ограничение количества авиакомпаний.Пример тому тот факт, что в России чуть ли не самые жесткие условия для входа на рынок: для начала регулярных перевозок вновь создаваемой авиакомпании необходимо иметь восемь самолетов плюс не поддающееся логике условие, что в первые два года существования нельзя летать за рубеж (международные перевозки более рентабельны), объясняет он.

Небольшое количество авиакомпаний проще администрировать, но банкротства время от времени случаются, а новые авиакомпании почти не появляются, растет доля на рынке «Аэрофлота» и других крупных компаний. За последние 20 лет обанкротились такие заметные игроки, как «Красэйр» (первое громкое банкротство российских перевозчиков), «Дальавиа», калининградская «КД авиа», «Авианова», «Атлант-союз», «Кавминводыавиа», Sky Express и «Авиалинии Кубани», «Трансаэро», «ВИМ-авиа».

Консолидации отрасли способствовала также принудительная передача «Аэрофлоту» нескольких госкомпаний: «России», «Оренбургских авиалиний», «Владивосток авиа» и «Сахалинских авиатрасс».

За это время резко вырос пассажиропоток. Первым крупным инвестором в аэропорты, сумевшим сделать это высокорентабельным бизнесом, стала в середине 1990-х группа «Ист лайн», а в конце 1990-х – частные инвесторы аэропорта «Внуково». Крупные региональные аэропорты стали объектами инвестиций в 2000-е были созданы холдинги «Аэропорты регионов», «Базэл-аэро» и «Новапорт», которым сейчас принадлежат в сумме 28 региональных аэропортов. Все крупные аэропорты этих холдингов подвергались серьезной реконструкции, а холдинг Вексельберга построил два аэропорта полностью с нуля – «Платов» в Ростове-на-Дону и «Гагарин» в Саратове.

Наряду с этим Россия является одной из трех стран в мире, которая производит фактически весь спектр гражданской и военной авиационной техники.

Объем экспорта гражданской авиации к 2024 году должен превысить 7 миллиардов долларов.

Унаследованные от СССР дальнемагистральный Ил-96, среднемагистральный Ту-204/Ту-214, турбовинтовой региональный Ил-114 и так и не добравшийся до серийного производства реактивный ближнемагистральный Ту-334 в новой реальности оказались неконкурентоспособными. Чтобы выйти на мировую арену, нужен был новый продукт.

В 2014 г. правительство утвердило Госпрограмму развития авиационной промышленности (в апреле 2019 г. ее дополнили). Среди ее задач – сохранить статус России как третьей мировой авиационной державы, обеспечить потребности страны в гражданских воздушных судах и вывести на мировой рынок интеграторов и поставщиков 2–4-го уровней. На реализацию программы из бюджета планируется выделить 742 млрд рублей [4].

Первый проект нового отечественного самолетостроения – Sukhoi SuperJet 100 (SSJ100), который с 2000 г. разрабатывало специально созданное при компании «Сухой» совместное предприятие с итальянской Finmeccanica «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС; итальянцы позднее вышли из проекта). В создании ближнемагистрального узкофюзеляжного самолета на 100 мест поучаствовали зарубежные гранды: Boeing выступал консультантом, двигатели SaM146 были совместного производства рыбинского «Сатурна» с французской Snecma (Safran). Общая доля иностранных комплектующих достигает по стоимости 70%.

В 2011 г. на разработку самолета SSJ было потрачено 34 млрд руб., на разработку двигателя для него – 15 млрд.

Однако проблемой данного самолета является двигатель SaM146, он редкий и производится совместно с французской компанией Snecma, оба эти фактора подрывают конкурентоспособность SSJ100. Проблема во многом на французской стороне. Именно к горячей части двигателя, которая относится к французской производственной зоне ответственности, больше всего вопросов по надежности, и именно французы не хотят смягчать условия по аренде подменных двигателей для компаний-эксплуатантов. Даже несмотря на это, в 2018 году на экспорт ушли пять SSJ100 (рисунок 3).

Рисунок 3 – Самолет Sukhoi SuperJet 100 (SSJ100)

В 2005 г. ГСС планировала получить 800 заказов на SSJ100 до 2024 г.: 300 – для российского рынка и 500 – для иностранных. Сейчас крупнейший российский эксплуатант SSJ – «Аэрофлот», у которого есть 50 лайнеров (еще 100 заказано). Среди импортеров лидируют Мексика (22 лайнера авиакомпании Interjet, весь контракт на 30 машин) и Ирландия (семь лайнеров авиакомпании CityJet). Но самолеты мало находятся в воздухе из-за проблем с надежностью комплектующих и недостатков постпродажного обслуживания. Были претензии и к двигателю, поэтому сейчас готовится версия с полностью российским двигателем ПД-8.

Номинально есть три проекта развития SSJ100 – создание его частично «импортозамещенной» версии SSJ100-95R (SSJ-New), укороченной версии SSJ75 вместимостью до 75 пассажиров и удлиненной версии SSJ130 вместимостью до 130 пассажиров.

Соединенные Штаты окончательно заблокировали продажу российских ближнемагистральных пассажирских самолетов Sukhoi Superjet 100 (SSJ-100) в Иран. Информацию об этом распространил представитель Ассоциации иранских авиалиний Максуд Асади Самани.

«Из-за отсутствия лицензии Управления по контролю за иностранными активами при Минфине США о поставке самолетов не может идти и речи», – пояснил Самани. Причина – при производстве SSJ-100 используется более 22% деталей американского производства [5].

Урон нашей страны от решения Вашингтона может быть очень значительным. Ранее производитель лайнера – «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) подписал с иранскими авиаперевозчиками меморандумы о намерениях на поставку им до 2022 года 40 лайнеров SSJ-100R, однако теперь данные бумаги могут быть аннулированы.

Перспективность данного проекта может стать невозможной, так как по подсчетам компании, производство SSJ-100 рентабельно при продаже в год хотя бы 30−32 обычных лайнеров. И еще пяти – в VIP-комплектации.

При этом в 2018 году было изготовлено лишь 26 самолетов. Планы на 2019 год тоже далеки от идеала – 28 подобных «изделий». Но и они, возможно, не будут реализованы, так как ирландская авиакомпания CityJet – единственный европейский эксплуатант самолетов SSJ-100, в будущем может отказаться от российских воздушных судов.

России осознают проблему. На авиасалоне BIAS-2018 в Бахрейне президент ГСС Александр Рубцов заявлял о намерении снизить долю американских деталей в SSJ-100 до 10% чтобы попытаться «открыть» иранский рынок. Однако пока добиться импортозамещения такой глубины России не удалось [5].

С 2007 г., МС-21-300 корпорации «Иркут», разработка которого идет обещает стать главным событием. Благодаря вместимости 160–210 мест лайнер будет конкурировать с наиболее массовыми семействами самолетов Boeing 737 и Airbus A320.

В создании МС-21 участвует немало зарубежных комплектаторов, но у самолета есть ряд технологических новшеств: например, у него впервые в судах этого класса «черное» крыло из композитных материалов. Он может комплектоваться как американскими двигателями Pratt & Whitney PW1400G, так и перспективными российскими двигателями ПД-14. Изначальный объем использования российских комплектующих лайнера по стоимости был определен в 50%, теперь – в 80%, а в перспективе – до 97–98%.

Проект МС-21 не раз дорожал: в 2008 г. бюджет проекта составлял около 125 млрд руб., в прошлом году Счетная палата оценила его уже в 438 млрд руб., писал «Коммерсантъ». На весь срок программы Корпорации «Иркут» нужно еще почти 197 млрд руб., указывало тогда издание [6].

В 2017–2019 гг. начаты летные испытания трех опытных образцов самолета МС-21-300. Первые самолеты «Иркут» обещают поставить в 2020 г. На раскачку времени почти не осталось. В нынешней конфигурации самолет будет актуален еще как минимум несколько лет, но ему придется бороться на мировом рынке с такими гигантами, как Airbus и Boeing, поставки которых законтрактованы на годы вперед. Это будет очень сложно, но шансы хорошие. Уже заказано 175 лайнеров (плюс 110 опционов и соглашений), 50 из них заказал «Аэрофлот».

Минпромторг поставил очень высокую планку: объем экспорта российской гражданской авиации в 2024 году должен составить более 7 миллиардов долларов. Львиная часть будущих продаж придется, как ожидается, на МС-21 (рисунок 4).

Рисунок 4 – Самолет МС-21

500 миллионов долларов составляет сегодня объем экспорта российской гражданской авиации.

Каждая компания сама выбирает, что для нее экономически более эффективно: новый или возрастной самолет. Например, покупка нового Boeing 737-800 обойдется примерно в $48–55 млн. Такая же десятилетняя модель уже будет стоить $16–18 млн. Но старые самолеты требуют и затрат на техобслуживание. Не все компании могут позволить себе заплатить такие суммы единовременно -приходится брать машины в лизинг. В России, по оценкам компании «Ильюшин Финанс Ко.», в лизинге не менее 80% эксплуатирующихся самолетов.

Именно так поступает и крупнейший игрок рынка — «Аэрофлот», собравшийся к 2025 году войти в топ-20 глобальных авиаперевозчиков по выручке и пассажиропотоку.

Большая зависимость отечественного авиастроения от импорта в условиях санкций давно стала серьезной проблемой в сфере высокотехнологичного производства и преодолеть ее за короткий срок не представляется возможным. Таким образом поддержка гражданского авиастроения стоит одной из главных задач авиастроительной промышленности.

Список литературы

1. Электронное периодическое издание «Ведомости» (Vedomosti) [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://vedomosti.ru/business/articles/2019/11/26/817115-kak-rossiya-20-let-vosstanavlivala (дата обращения: 22.12.2019)

2. Акционерное общество «Рейтинговое Агентство «Эксперт РА» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:

https://raexpert.ru/researches/publications/ vedomosti_ nov25_2019 (дата обращения: 21.12.2019)

3. Официальный Интернет-ресурс Федерального агентства воздушного транспорта [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://www.favt.ru/reestry-aviacompany/ (дата обращения: 21.12.2019)

4. Официальный сайт Правительства России [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://government.ru/rugovclassifier/849/events/ (дата обращения: 21.12.2019)

5. Автономная некоммерческая организация «Интернет-Пресса» (АНО «ИнПресс» – учредитель) [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://svpressa.ru/economy/article/221119/ (дата обращения: 22.12.2019)

6. Газета «Коммерсантъ» №182 от 05.10.2018, стр. 1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://www.kommersant.ru/doc/3760126 (дата обращения: 22.12.2019)

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Езерский Д.С., Езерская Е.М., канд. пед. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Производство бетонных и железобетонных изделий относиться к числу наиболее энергоемких технологий. При этом большая часть энергии всего производственного цикла приходиться на тепловлажностную обработку (ТВО) [1], которая является одним из основных методов ускоряющим твердение бетонных смесей. За счет повышения температуры происходит увеличение скорости взаимодействия вяжущих веществ с водой.

Стоит отметить что по оценкам специалистов ТВО составляет 70-80 % времени в общем цикле производства и на нее ежегодно расходуется более 12 млн. т.у.т. [2, 3]. Продолжительность ТВО не только определяет затраты энергии на пропаривание, но также существенно влияет на расход цемента, оборачиваемость форм и их количество [4].

В ходе сравнительного анализа [5] даже самые совершенные конструкции тепловых установок в среднем за период разогрева имеют тепловой КПД – 0,4. А значение общих тепловых потерь в окружающую среду составляют около 40-60 %. Так же в ямных пропарочных камерах наблюдается высокий удельный расход пара, а наименьшим расходом пара характеризуются вертикальные камеры. Недостаточно полное использование пара обусловлено малой долей полезно используемой теплоты (29 %) и отчасти использованием режимов с изотермической выдержкой, в течение которой теплота расходуется в основном на покрытие тепловых потерь установки в окружающую среду.

Решением проблемы перерасхода тепловой энергии в пропарочных камерах, является совершенствование конструкций пропарочных камер и оптимизации режимов ТВО, а также более усовершенствованные методики расчетов.

Далее будут рассмотрены способы улучшения технологического процесса тепловлажностной обработки.

По разработанной методике расчетов режимов тепловлажностной обработки [6] можно сократить время на определение физических параметров будущей продукции из тяжелых и легких бетонов маркой М200-М600 с добавлением различных добавок и без них. Методика предлагает пошаговый алгоритм в ходе которого определяются такие параметры как, коэффициент теплопроводности бетона, коэффициент диффузии, максимальное влагосодержание и т.д. Используя уменьшения трудозатрат и времени на подготовку производства экономический эффект возрастает на 3,8%.

Так же в целях повышения качества продукции и автоматизации решения задачи проектирования состава бетона было разработано программное обеспечение ИСППР [7]. При разработке софта были поставлены и выполнены следующие задачи: простота интерфейса, оптимизация программного кода и алгоритмов расчета, надежность и безопасность, эффективность, поддержка пользователей. Использование такой информационной системы обладает высокой эффективностью, которая достигается путем: добавления в алгоритм программы новых трудноформализуемых методов расчёта; возможностей интерфейса пользователя; учета влияния рецептурно-технологических факторов на свойства бетонной смеси; представлении и сохранении результатов в удобной форме; накопления и анализа получившихся данных исследований с целью дальнейшего усовершенствования методов расчета. Функциональные возможности интерфейса представлены на рисунке 1.

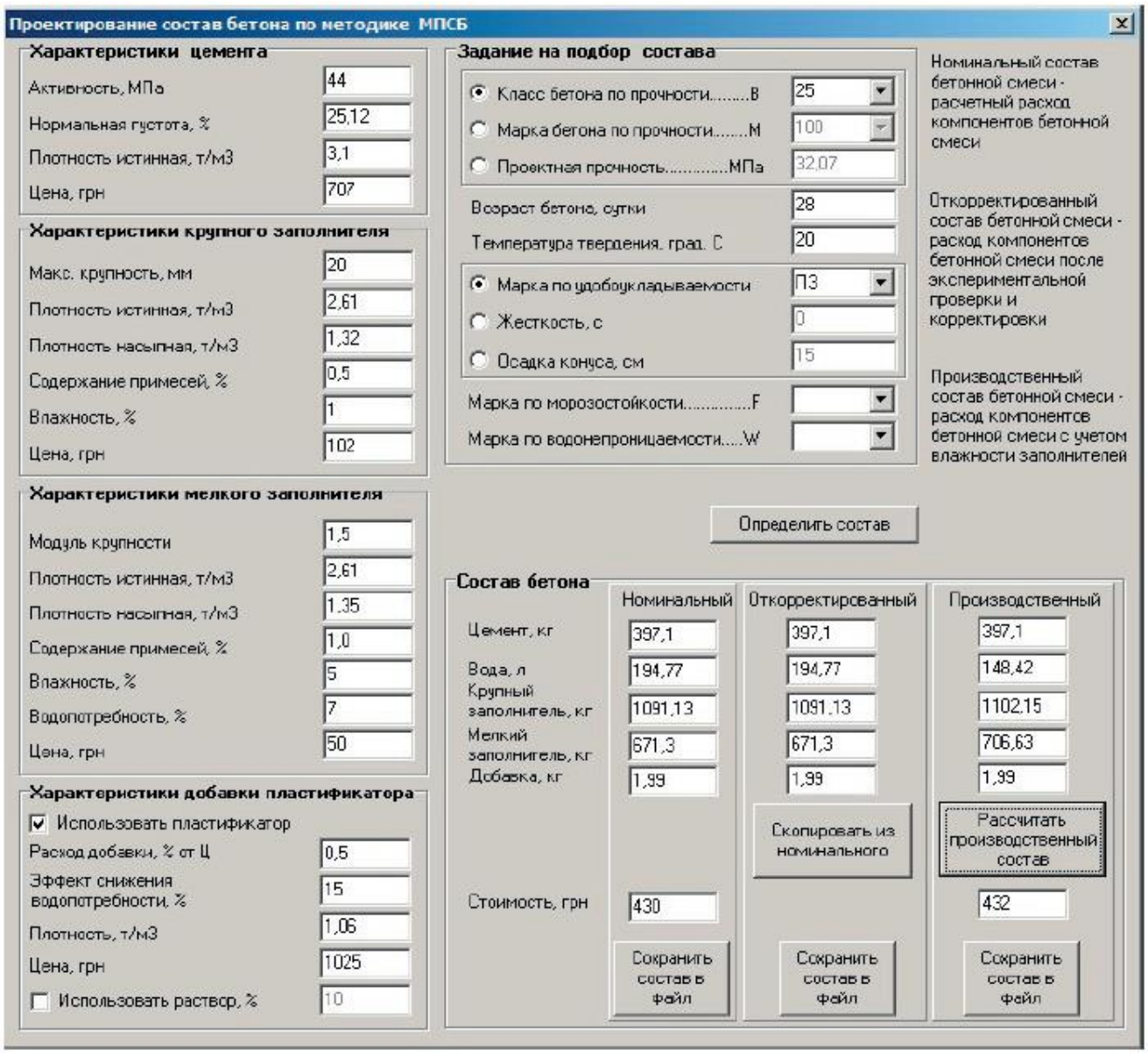


Рисунок 1 – Интерфейс пользователя программного обеспечения ИСППР

В статье [8] выведена зависимость удельного расхода пара от коэффициента заполнения камеры бетоном представленная на рисунке 2. Исходя из этого наиболее эффективной тепловлажностная обработка будет происходит в пропарочной камере, конструкция которой позволяет поддерживать высокие значения α_K в независимости от количества обрабатываемых изделий.

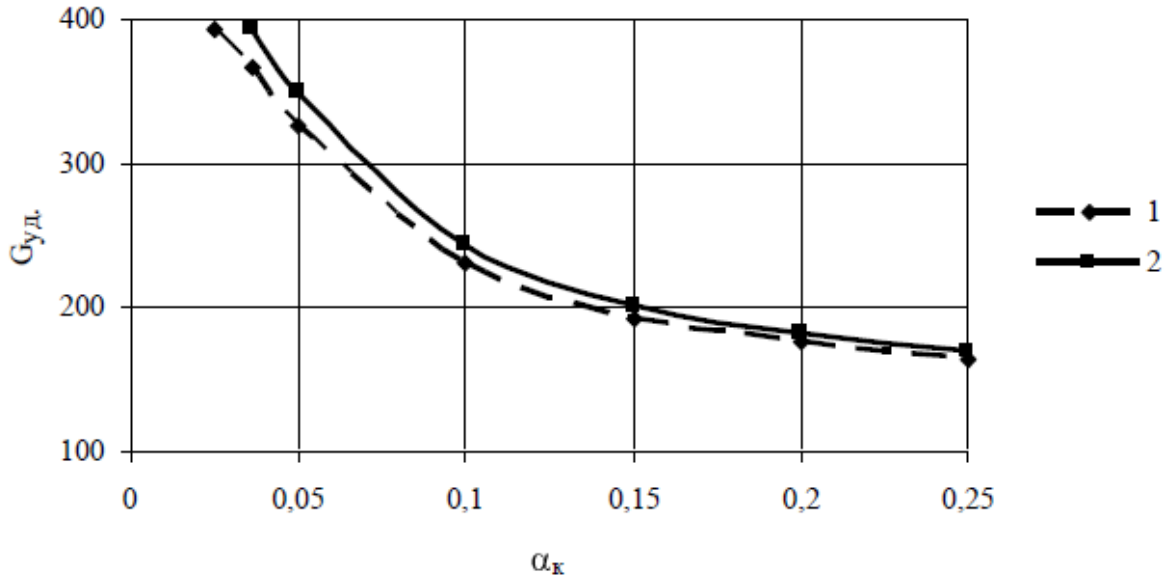


Рисунок 2 – Зависимость удельного расхода пара от коэффициента заполнения камеры бетоном

Предложенная авторами конструкция пропарочной камеры и крышки пропарочной камеры позволяет поддерживать высокие значения коэффициента заполнения камеры бетоном при любом количестве обрабатываемых изделий. Это в свою очередь приведет к значительному снижению удельных расходов пара на термообработку и уменьшению потерь теплоты в окружающую среду.

Например, на основе данных представленных в статье [9] использование легкого утеплителя с высокой аккумулирующей способностью является целесообразным решением в условиях работы производства на открытой местности. В данном случае на ОАО «ЗАВОД СЖБ № 1» в качестве утеплителя пропарочной камеры реализованы арболитовые блоки, что в свою очередь повысило эффективность твердения бетона до 30 %.

Следовательно, ограждающие конструкции камер должны быть выполнены легкими, паронепроницаемыми и хорошо теплоизолированными.

С целью снижения энергозатрат на нагревание составляющих технологического процесса, рекомендуется использовать форсированный электронагрев бетонной смеси [10] с последующим традиционной процедурами поддержания температуры и остыванием в ямной камере. Эффективность метода заключается в том, что происходит интенсивная подача тепла в бетонную смесь до её уплотнения путем пропускания через неё электрического тока промышленной частоты при напряжении 380 В. Полученная смесь

разогревается до температуры 70-90 °С в течении 10-15 минут, вместо 2 часов. Данный метод позволяет сократить энергозатраты почти в 2 раза по сравнению с традиционными способами прогрева бетонной смеси. График распределения энергии представлен на рисунке 3.

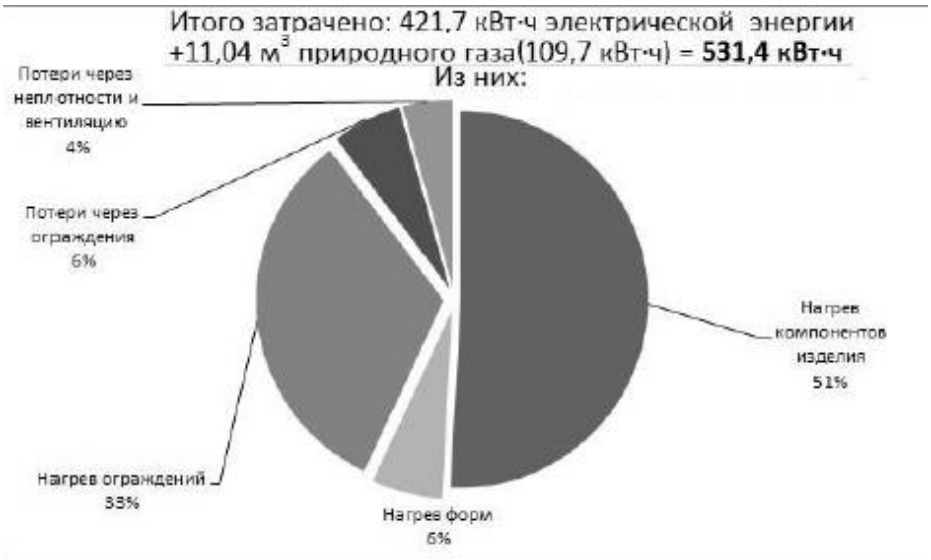


Рисунок 3 – Распределение энергозатрат при тепловой обработке 9,9 м^3 изделий УтО-1022 в ямной камере при замещении традиционной стадии подогрева форсированным электроразогревом бетонной смеси

Стоит отметить что повышение качества продукции, увеличение экономического эффекта, а также уменьшение энергетических ресурсов на этапе тепловлажностной обработки достигается путем грамотно разработанной схемы автоматизации процесса, одной из задач которой заключается в более точной регулировке управления. По данным анализа разработанной Васильевым, О.Ю. Таратыновым Е.М. [11] имитационной модели системы управления, использование дополнительных паровых клапанов переключения и разные конфигурации алгоритмов управления позволяют уменьшит мощность тепловых потерь в основном канале до 25%. Также более точный и плавный подъем температуры позволяет избежать деструктивных процессов в бетонном изделии.

В заключении можно сказать, что проблема энергетики, это в первую очередь проблема сохранения стратегически ценных природных ресурсов. Данную задачу можно решить только комплексным путем, разрабатывая систему мер по переостнастки производства бетонных и железобетонных изделий, и других заводов в целом. Данная стратегия на ранних стадиях потребует больших инвестиций как со стороны производителя, так и со стороны государства.

Список литературы

1. Коротков, С. Н. Методические основы выявления резервов и планирования экономии энергоресурсов на предприятиях сборного железобетона / С. Н. Коротков // Всесоюзный науч.-практ. семинар по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий: тез. докл. – Л., 1984. – С. 48–52.

2. Кучеренко, А.А. Тепловые установки заводов сборного железобетона. Проектирование и примеры расчета / А.А. Кучеренко. – Киев: Вищашк., 1977. – 280 с.

3. Чаус, К.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций. Учебник для вузов / К.В. Чаус, Ю.Д. Чистов, Ю.В. Лабзина. М.: Стройиздат, 1988. – 448 с.

4. Федосов, С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии: монография / С.В. Федосов. – Иваново: ПресСто, 2010. – 363 с.

5. Аксенчик, К.В. Оценка энергетической эффективности тепловых установок для тепловлажностной обработки бетонных и железобетонных изделий/ К. В. Аксенчик – череповецкий государственный университет, 2014. – 204 с.

6. Аксенчик, К.В. Методика расчета режимов тепловлажностной обработки железобетонных изделий/ К.В. Аксенчик, Н. И. Шестаков. – Череповецкий государственный университет, 2015. – 9 с.

7. Сизова, Н.Д. Особенности создания программного обеспечения для проектирования состава бетона/ Н.Д. Сизова, И. А. Михеев. – Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, 2013. – 27с.

8. Гончаров, Э.И. Энергоэффективность пропарочных камер переменного рабочего объема / Э.И. Гончаров, Т.И. Королёва, Е.С. Добросольцева. – Полоцкий государственный университет, 2009. – 77 с.

9. Бибик, М. С. Повышение эффективности термообработки железобетонных изделий за счет снижения теплопотерь в ямных камерах на полигонах ОАО «ЗАВОД СЖБ № 1»/ М.С. Бибик – вестник белорусско-российского университета, 2009. – 129 с.

10. Батюк, М.И. Форсированный электроразогрев бетонной смеси как альтернатива медленному подъему температуры при тепловой обработке железобетонных изделий в заводских технологиях/ М.И. Батюк, А.И. Гныря, В.Я. Ушаков. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. – 652 с.

11. Васильев, Е.М. Алгоритмы управления тепловлажностной обработкой бетонных изделий/ Е.М. Васильев, О.Ю. Таратынов, 2012. – 13с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В СТРУКТУРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Елагин В.В., канд.техн.наук, доцент,
Глинская Н.Ю., канд.техн.наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Одним из педагогических приемов существенно повышающих интерес к учебной дисциплине и увеличивающих в целом эффективность усвоения материала является акцентирование внимания обучающихся на нерешенных практических проблемах.

К таким проблемам в дисциплинах технологического профиля можно отнести поиск оптимальной конфигурации и параметров подсистемы контроля точности обработки деталей в гибком автоматизированном производстве (ГАП). Эффективность ГАП существенно зависит от оперативности и объема получаемой информации о геометрической точности обрабатываемых деталей. Существенное влияние на эффективность ГАП оказывает и выбор способа получения этой информации, которая носит комплексный характер. В балансе технологических издержек ГАП контрольные операции имеют весьма существенный (до 20%) удельный вес.

В массовом и крупносерийном типах производств на этапах технологической подготовки и отладки технологических процессов удается выявить наиболее целесообразные места расположения контрольных операций в «критических точках» технологического процесса. В ГАП, особенно с уменьшением объема партии запуска, поиск «узких мест» технологического процесса затруднен, а, зачастую, вообще невозможен и определяется абсолютно субъективными решениями.

Непосредственно в ходе выполнения технологического процесса возможно получение косвенной информации о точности обработки. Например, оценка крутящего момента на шпинделе, усилий на приводах подачи, уровня и частоты вибрации, температуры в зоне резания и тд. может быть использована лишь как дополнительная информация. Большая номенклатура инструментальных переходов, как по методам, так и по точности обработки делает практическое использование этой информации затруднительным для указанных целей. Однако, эта же информация с успехом используется для создания систем адаптивного управления технологическими процессами.

В современном машиностроении известны и получили большое практическое применение лишь два универсальных автоматических средства контроля, пригодных для использования в ГАП. Это – различных компоновок координатно-измерительные машины с ЧПУ (КИМ) и нулевые измерительные

головки (НИГ). КИМ – дорогостоящие средства измерения, которые используются для:

- окончательной аттестационной оценки точности готовой детали;
- межоперационной оценки точности детали;
- оценки точности заготовки перед обработкой;
- определения точности положения заготовки в установочном приспособлении.

Недостатком КИМ является их высокая стоимость и то, что получаемая с их помощью информация имеет крайне низкую оперативность. Большая концентрация переходов в операциях в условиях ГАП делает последний недостаток весьма существенным. Весь технологический процесс может состоять из одной операции с большим количеством переходов, а объем партии запуска может быть незначителен.

Непосредственно на станках при использовании НИГ:

- оценивается положение заготовки на столе станка или в установочном приспособлении;
- оценивается точность выполнения отдельных переходов непосредственно после их выполнения внутри операции.

При отрицательных результатах дальнейшая обработка может быть прекращена. Это является неоспоримым достоинством применения НИГ. Указанная оперативность обеспечивается тем, что измерения осуществляются непосредственно в рабочей зоне многоцелевого станка с использованием его отсчетно – измерительных систем. Этим обусловлен и основной недостаток НИГ – существенные ограничения по точности измерений, поскольку большая часть геометрической погрешности оборудования переходит в погрешность измерения.

В связи с вышеизложенным перед проектировщиком технологического процесса возникают следующие не имеющие однозначного ответа вопросы:

1. После каких операций следует подвергать контролю деталь на КИМ?
2. После выполнения каких инструментальных переходов необходим контроль результатов их выполнения непосредственно на станке с помощью НИГ?
3. Сколько деталей необходимо подвергать промежуточному контролю и какого вида должен быть этот контроль?
4. При использовании косвенных источников информации о технологическом процессе, каковы способы ее оценки и учета при выполнения контрольных операций на КИМ и НИГ?
5. Каким образом может быть повышена эффективность конкретной контрольной операции и перехода?

Ответы на эти вопросы существенно влияют на эффективность ГАП в целом и всегда связаны с решением сложной оптимизационной задачи. Критерием такой оптимизации должен являться минимум технологических издержек при обеспечении обработки деталей нужного качества и количества.

Методические основы подобной оптимизации пока не имеют достаточной полноты и однозначности. С одной стороны кажется целесообразным получение максимально возможного объема информации о точности обработки деталей. Это требует большого объёма контрольных операции на КИМ и большого количества контрольно - измерительных переходов на станках с использованием НИГ.

В то же время, с другой стороны, такой подход существенно повышает технологические издержки. С момента своего появления КИМ по стоимости значительно превышали и превышают стоимость основного технологического оборудования. Штучно-калькуляционное время выполнения контрольной операции может значительно превышать время обработки деталей, ввиду последовательного определения координат контрольных точек. Использование НИГ для контроля результатов выполнения одного или нескольких переходов связано с непосредственными потерями фонда времени основного технологического оборудования в связи с фактическим простоем его во время выполнения контрольного - измерительного перехода.

Некоторого сокращения времени выполнения конкретной контрольной операции с использованием КИМ и НИГ можно добиться, используя методику поиска оптимальной последовательности обхода контрольных точек. В основе методики лежит использование классического метода дискретной оптимизации, известного как «задача коммивояжера» [1].

С ростом объёма и оперативности контрольно-измерительной информации падают затраты связанные с продолжением обработки детали, которая уже имеет неисправимый дефект. Одновременно растут технологические издержки на контрольно-измерительные переходы и операции.

Существует оптимальный уровень объема и оперативности информации, соответствующей минимуму технологических издержек.

На уровень оптимальной оперативности и объёма информации влияют:

- стоимость основного и вспомогательного технологического оборудования и их плановые сроки окупаемости;
- стоимость инструментов, инструментальной и установочной оснастки;
- стоимость средств контроля (КИМ и НИГ) и их плановые сроки окупаемости;
- уровень технологической надёжности отдельных переходов, вероятность «безаварийного» выполнения каждого перехода;
- количество и состав технологических операций по переходам;
- стоимость заготовки и т.д.

Получение аналитических зависимостей для указанной оптимизации, безусловно, является предметом отдельных исследований. Приведенный подход к оценке хода технологического процесса потенциально позволяет существенно повысить эффективность ГАП в целом.

Представление этих и других подобных проблем обучающимся, как нерешенных, активизирует их интерес к дисциплине и формирует их творческую активность.

Список литературы

1. Glinskaya N.Y., Elagin V.V., (2019), The optimization of contact sensors motion path in carrying out control operations, Journal of Physics: Conference Series, 1333 042008.

РОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ ЧПУ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Жабаев Н.У., Корнеев П.С., Габдулгафарова И.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Производство на станках с ЧПУ – одна из самых совершенных технологий, позволяющая добиться высокого качества получаемых деталей, большой точности и повторяемости результата. Наряду с этим станки ЧПУ конкурируют с традиционными методами, такими как литье и штамповка. Вследствие чего, возникает необходимость сравнения достоинств и недостатков этих трех технологий и 3D-печати.

Не все осознают основные преимущества станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Стремительное развитие технологий приводит к тому, что даже грамотные специалисты не всегда понимают, насколько сильно изменились методы современного производства. Ярким тому примером являются станки с ЧПУ.

Ведущую роль в современном машиностроении играют станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки с программным управлением сейчас используются практически во всех направлениях машиностроения, выполняя разнообразные технологические операции – от токарных до шлифовальных и т.п. Постепенно увеличивается распространение полиоперационных станков, использующих автоматическую замену рабочего инструмента, и, по сути, реализующие все технологические операции на одном производственном месте. Создаются целые производственные участки таких станков, централизованно управляющихся вычислительной техникой [1].

Станок с ЧПУ реализует заложенную в него программу работы, совершая требуемые операции и осуществляя переналадку автоматически. Опции, которые позволяют вводить и изменять нужные параметры работы станка, размеры, точность и переключаться на нужные режимы работы – все это открывает колоссальные возможности при обрабатывании металлических заготовок [2].

Практически все современные станки с ЧПУ сочетают в себе высокую точность, надежность, скорость работы и простоту в использовании. В таких станках обычно используются гидравлические приводы, реализовано оснащение устройствами управления замены рабочих инструментов и режимов работы. Изменение скорости станка обеспечивается электромагнитными трансформаторами – вместо устаревших зубчатых.

Язык программирования ЧПУ был представлен альянсом компаний электронной промышленности Electronic Industries Alliance в 1960 годах. Разработкой занималась американская корпорация Gerber Systems – передовой производитель устройств для печати и резки, CAD-систем.

Изначально был представлен формат RS274D. Он до сих пор активно применяется в программировании. RS274D состоит из набора управляющих станком команд. В 1997 появилась усовершенствованная версия формата: RS274X. Он имеет улучшенную систему команд, включает в себя дополнительные функции: заливку полигонов, комбинирование изображения и т.д.

Программирование станков зависит не только от выбранного формата, но и от возможностей конкретной модели оборудования.

Станку с ЧПУ требуется управляющая программа, написанная на соответствующем языке. С помощью софта оператор создает макеты изделий, вводит команды управления и многое другое.

На производстве может быть задействовано несколько вариантов программного обеспечения, но все они используют один код. Софт для ЧПУ работает посредством G-code. Его финальная версия была выпущена в 1980-м году, с тех пор оставаясь практически неизменной [3].

Современные технологии позволяют оптимизировать производство, повысить качество изготовления товара. С течением времени возросли и мощности станков с ЧПУ. Компьютеризированные системы становятся технологичнее, предлагают все больше преимуществ:

1. Увеличенная скорость изготовления продукции. Современные станки с ЧПУ умеют менять режущие инструменты, оператору не требуется вручную перенастраивать оборудование. В результате, несколько действий объединяются в один цикл, что значительно сокращает время на производство.

2. Стабильность временных затрат. При ручном изготовлении на скорость влияют навыки оператора и другие факторы. Станки с ЧПУ затрачивают одинаковое количество времени на создание одного вида деталей. Это особенно удобно при массовом производстве.

3. Высокая точность обработки деталей. Оператору достаточно единожды написать программу, чтобы каждый раз получать одинаковый результат. Технологичные станки с ЧПУ изготавливают детали с точностью до микрон. Из производственного процесса почти исключается человеческий фактор.

4. Работа со сложными деталями. Станок шаг за шагом выполняет заданную программу. Современная техника справляется с деталями любой сложности, поэтому ЧПУ так любимы производителями запчастей для машин и самолетов. Например, для изготовления симметричных отзеркаленных частей – настоящий вызов при ручном труде – при работе со станком с ЧПУ достаточно нажатия кнопки.

5. Сокращение числа работников. Для наблюдения за автоматизированным производством достаточно 2-4 операторов. Знающий специалист за 10 минут сможет обслужить несколько станков с ЧПУ.

6. Создание производственного конвейера. Современное оборудование с ЧПУ можно объединить в сложную сеть, покрывающую каждый шаг изготовления деталей. В результате получается полностью автоматизированное производство [4].

Современные станки требуют не самой сложной подготовки от оператора, но именно от него напрямую зависит, насколько раскроются плюсы и минусы ЧПУ.

Станки с ЧПУ для механической обработки деталей имеют ряд финансовых и производственных достоинств, благодаря которым их применяют в самых разных областях промышленности: авиационно-космическая, сельское хозяйство, автомобилестроение, строительство, электроника, стоматология, металлургия. Станки с ЧПУ требуются в первую очередь тем производствам, где бывает необходимо срочное изготовление деталей, которые невозможно или экономически нецелесообразно покупать или заказывать на стороне.

Рекомендуется рассмотреть возможность установки такой системы, если:

- необходимо снизить долю человеческой халатности, риск ошибки, задержек производства;
- требуется изготавливать сложные трехмерные формы;
- запускается массовое производство одинаковых деталей в короткие сроки;
- необходимо уменьшить себестоимость изделия в средних партиях.

Сравнение с литьем.

Литье – технологический процесс заливки жидкого материала в форму, с последующим отверждением. Помимо металлов и взвесей минеральных веществ (гипс, алебастр, цемент), сырьем при литье служат также всевозможные полимеры.

Основные отличия производства литьем от механической обработки на станках с ЧПУ:

1. В прошлом литье было лучшим способом приблизить размер отливки к характеристикам готовой детали. Однако точность современных станков с ЧПУ превосходит показатели литьевой машины.
2. Литые металлические детали имеют относительно гладкую поверхность, но качество обработки на станке с ЧПУ значительно выше, что уменьшает необходимость в постобработке и делает размер деталей стабильным.
3. Литье позволяет получить детали сложной формы или с тонкими стенками. Однако точность станков с ЧПУ выше, достаточно единожды запрограммировать параметры изделия.
4. Литье традиционно применяется для создания цельных деталей из металлов. Станки с ЧПУ позволяют в короткие сроки создавать объекты, состоящие из нескольких частей, подходящие друг к другу с большой точностью.
5. При литье простых деталей, не требующих разрушения формы для извлечения отливки, в одной форме можно изготовить несколько одинаковых деталей, и сделать это значительно быстрее механической обработки на станке с ЧПУ.

6. Литейные машины имеют высокую производительность, что снижает себестоимость производства. Процесс фрезерования сложной детали на станке с ЧПУ, с другой стороны, может занимать часы. Эта проблема решается установкой на производстве множества станков, что позволяет изготавливать несколько деталей одновременно.

Сравнение со штамповкой.

Штамповка – технологический процесс обработки металлов под давлением. В процессе материал деформируется, принимает нужную форму, получается заготовка, которая переходит на следующий этап обработки. Чаще всего используются пластичные материалы: латунь, медь, сплавы серебра и золота. При производстве больших партий применяют сталь, она уменьшает себестоимость изделия.

Прогресс не обошел этот техпроцесс стороной, современные штамповочные станки с ЧПУ, в отличие от традиционных прессов, предлагают низкий процент отходов и еще меньшую стоимость деталей. Они выполняют холодную и горячую штамповку из большинства металлов и сплавов. Одно из главных преимуществ новых штамповочных ЧПУ перед обычными прессами – программное управление комплексом.

Современные штамповочные станки с ЧПУ позволяют:

- программировать процесс штамповки с промышленного ПК;
- подсоединяться к локальной сети LAN;
- наблюдать и управлять за процессом с сенсорного экрана на консоли.

Компьютеризированная система изготавливает детали без облоя. Благодаря этому уменьшается размер заготовки, повышается экономия материала. В современных станках реализована функция обработки нескольких деталей одновременно. Мощнейшие устройства способны выдавать до 5000 штук ежечасно. При этом требуется минимальный контроль со стороны оператора. Штамповочные станки с ЧПУ активно применяются для производства втулок, гильз, муфт, крышек, пробок, труб, клемм, шаровых затворов, заглушек и многого другого.

Штамповочный станок с ЧПУ имеет одно преимущество перед фрезерным станком с ЧПУ, один большой плюс: скорость работы [5]. Свою операцию, а именно вырезание и формирование деталей одинаковой формы, он выполняет намного быстрее, как и любой специализированный аппарат.

Минусов у штамповочного станка с ЧПУ, по сравнению с фрезерным, несколько:

1. необходима оснастка под каждый тип и размер детали;
2. размер применяемой оснастки ограничен конструктивно, для каждого станка свой;
3. возможно выполнение только одной операции.

Сравнение с 3D-печатью.

Распространение аддитивных технологий, 3D-печати, привело к рассуждениям о целесообразности дальнейшего применения субтрактивных станков с ЧПУ. Мнения радикально расходились: одни пророчили быстрое

исчезновение новой технологии, другие ожидали, что она заменит фрезерные станки с ЧПУ. После многочисленных обсуждений и появления достаточного опыта применения 3D-печати выяснилось, что она и механическая обработка на станках с ЧПУ скорее дополняют друг друга, создают сбалансированную экосистему на производстве, принося новые выгоды:

1. Ограничение размеров деталей. У обеих технологий есть такие лимиты. Ограничение станка с ЧПУ рассчитывается на основе самой маленькой части, которую он может создать. Лимит 3D-принтера зависит от размера его сопла/ лазерного луча/ пикселя матрицы.
2. Временные затраты 3D-печати во многом зависят от размера детали. На большие части могут потребоваться часы. Зато деталь размером с ладонь можно будет получить довольно быстро.
3. Затраты на обучение персонала. Оба типа аппаратов требуют обслуживания квалифицированным персоналом со специальными знаниями и навыками, но, после первоначальной настройки и создания индивидуальных программ для станка и алгоритмов действия для работников, работа с ними становится не слишком сложной.
4. Сложность деталей. Обе технологии способны изготавливать сложные изделия, однако 3D-принтер намного превосходит станки с ЧПУ по геометрическим параметрам создаваемых деталей, а прецизионный фрезер с ЧПУ превосходит 3D-принтер в точности и повторяемости [6]. По этой причине в ракетостроении и на подобных производствах применяются оба типа станков.
5. Прочность. 3D-принтер создает изделия посредством наслоения, а станок с ЧПУ выфрезеровывает монолитную деталь из цельного куска материала. Зачастую последняя существенно прочнее, выдерживает большее механическое воздействие.

Преимущества и недостатки станков с ЧПУ перед 3D-печатью во многом зависят от сферы применения, предъявляемых изделиям и процессу требований.

Компьютеризированные системы субтрактивной обработки не исчезнут под натиском аддитивных аппаратов, по крайней мере, в ближайшие десятилетия – они будут работать с ними вместе и дополнять функционал друг друга.

Устройства ЧПУ изменили внешний вид производственного цеха. Они управляют токарными, сверлильными, фрезерными, шлифовальными станками, значительно ускоряют и упрощают работу человека. Практически каждое предприятие, которое занимается механической обработкой деталей, имеет компьютеризированную систему. Полностью заменить литье, штамповку и 3D-печать ЧПУ не может – эти методы дополняют друг друга, зачастую применяются одновременно или последовательно, что дает производствам новые возможности для повышения качества продукции и увеличения рентабельности. Таким образом, ведущую роль в современном

машиностроении еще долгое время будут занимать станки с числовым программным управлением.

Список литературы

1. Калякулин С.Ю., Кудаев С.П. Использование информационных технологий для изучения программирования станков с ЧПУ // Наука. Общество. Оборона. – 2018. – №. 3 (16). – С. 6.

2. Некрасов Р. Ю. и др. Структура и принципы работы интеллектуальной системы управления обработкой на станках с ЧПУ //Технологии и материалы. – 2015. – №. 4. – С. 41-48.

3. Кузнецов А.В., Чегодаев Ф.В. Программирование промышленных роботов // Студент: наука, профессия, жизнь. – 2017. – С. 136-142.

4. Лаврентьев С.В., Демин А.С. Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ // Прорывные научные исследования как двигатель науки. – 2017. – С. 179-181.

5. Филимонова А.А., Царева Г.Р. Возможности фрезерного станка с числовым программным управлением // Вестник магистратуры. – 2018. – №. 1-3. – С. 67.

6. Сидоров А.Д., Ким Д.А. Электропривод, использование ЧПУ и 3D принтера для создания эксклюзивных деталей // Интеллектуальные энергосистемы: труды V Международного молодежного форума, 9-13 октября 2017 г. Т. 2. – 2017. – Т. 2. – С. 95-98.

ДЕФЕКТЫ В ТРУБАХ. ПОИСК САМЫХ ОПАСНЫХ

Игуменов А.В.,Айденов К.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Статья посвящена изучению дефектов в трубах, их классификация и поиск наиболее опасных для эксплуатации. Изучая современную строительную отрасль, было замечено, что наиболее популярным является производство стальных труб. Их качество напрямую влияет на итоговый результат строительных работ. Все это необходимо для уменьшения рисков разрушения материала и как итог безотказную работу детали.

Исследовано, получено, проведены, изучены, учтены, проработаны, освоено.

Современный мир поставил перед строительной отраслью задачу по производству большого количества изделий самого разного типа и разного назначения. Самой популярной продукцией, по праву, считается труба, а именно труба, выполненная из стали. Данные изделия обладают целым рядом неоспоримых достоинств.

Рассмотрим основные из них. Ключевым преимуществом трубы является ее высокая механическая прочность, которая обусловлена жесткостью пространственной конструкции. Она проста в монтаже, эксплуатации. Высокие показатели в использовании ее в коррозийных средах и простота утилизации, все это неоспоримые преимущества стали перед другими материалами.

Главной задачей является создание бездефектного производства, уменьшить риски производства дефектных деталей. Создание детали без дефектов - чрезвычайно сложная задача. В процессе эксплуатации труб возникает множество проблем, связанных с обеспечением безопасной работы. В трубах возникают различные дефекты: расслоение материала, вмятины, коррозионные каверны, стресс-коррозионные трещины, эрозионный износ, царапины и др. Для решения той или иной проблемы, безусловно, надо иметь представление о состоянии дел в этом направлении.

В данной работе будут рассмотрены причины возникновения дефектов в трубах, их классификации и поиск наиболее опасных.

Дефект – это любое несоответствие регламентированным нормам. Различают следующие дефекты труб:

- строительные – обусловлены несовершенством технологии строительно-монтажных работ, ошибки про монтаже и установке ,неправильные решения в проектной деятельности и ошибки в технологических решениях.

- технологические – связаны с несовершенством технологии изготовления труб, которые условно можно разделить на дефекты сварки и поверхностные

дефекты (наклеп при экспандировании, смещение или угловатость кромок, овальность труб)

- металлургические – дефекты листов и лент, из которых изготавливаются трубы, т.е. несоответствие регламентированным нормам и отклонение от нормы при изготовлении лент и листов различного рода расслоения, прокатная плена, вкатанная окалина, неметаллические включения и др.

Причины возникновения дефектов труб:

-Во-первых, одной из главных причин некачественного производства труб является существующая на данный момент технология прокатки металла. Частой причиной появления дефекта в трубе является ее расслоение.

-Во-вторых, отсутствие должного контроля над сырьем, предназначенного для работы по изготовлению труб на трубных заводах. Это приводит к тому, что дефекты сырья становятся дефектами труб.

-В-третьих, появление коррозии в местах скопления воды, либо в виду плохих климатических условий.

Главной проблемой в производстве труб и наиболее часто встречающейся на данный момент дефектом- остаточное сварное напряжение. Оно возникает при изготовлении труб, которые имеют продольный шов. Основной недопустимостью данной трубы является условие появление микротрещин из-за подачи высокого давления.

Выше мы разобрали дефекты строительного, металлургического и строительного характера, но также имеются и следующие виды дефектов в трубах:

Дефект сварного соединения – это отклонения разного рода от установленных норм и технических требований, в следствии которых у трубы уменьшаются ее основные характеристики, такие как, надежность и эксплуатационная прочность. Появление такого рода дефектов влечет за собой серьезные и опасные для конструкций последствия. Дефекты формы и размеров сварного шва – наиболее часто встречающийся дефект. Данный вид дефектов способствует наличию и других дефектов. Наплыв, прожог - последствия дефекта сварного соединения.

Наплывы – чаще всего образуются при сварке горизонтальными швами вертикальных поверхностей, в результате натекания жидкого металла на кромки холодного основного металла. Они могут быть местными (в виде отдельных застывших капель) или протяженными вдоль шва. Из-за большого сварочного тока, неправильно выбранного положения электрода и ошибки в выборе дуги возникает такая проблема как дефект наплыв.

Прожоги – это проплавление основного или наплавленного металла с возможным образованием сквозных отверстий. Неправильно подобранный инструмент может повлиять на итоговый результат. Как мы можем видеть, легкое отклонение в сторону увеличения силы сварочного тока и увеличение зазора между кромками ,влияет на появление прожогов , что в дальнейшем приводит к увеличению процента брака на производстве. Особенно часто

прожоги наблюдаются в процессе сварки тонкого металла и при выполнении первого прохода многослойного шва. [0]

Подрезы – представляют собой углубления, образующиеся в основном металле вдоль края шва. На производстве возможны ошибки в технологических картах и, как результат, ошибка в выборе сварочной горелки, как итог, появление подрезов. Все это, в конечном итоге, влияет на разрушение сварного соединения и, как результат, ослабление сечения основного металла.

При осмотре труб ,были выявлены самые популярные и часто встречающиеся дефекты ,которые мы рассмотрим ниже:

-трещины, выходящие на поверхность сварного шва или основного металла;

-наплывы и подрезы в местах перехода наплавленного металла к основному металлу трубы;

-поры и прожоги;

-неравномерное усиление сварного шва по ширине и высоте;

-недопустимые смещения кромок свариваемых труб.

После внешнего осмотра, по регламенту, идет проверка стыков, сваренных электродуговой сваркой, на сплошность. Это проверяется уже известными всем методами такими как: рентгеновские лучи, гамма-лучи, магнитографическим и ультразвуковым методами. Если после этих проверок будут найдены трещины или непровары , глубина которых составляет более 10% от толщины стенок данной трубы ,то данную трубу признают браком и отдадут на переработку. Допускается местный непровар и шлаковые включения на глубину 10-20% от толщины стенок труб, но длиной не более 30 мм, а также скопления пор на длине не более 15 мм.

В данной статье были изучены основные дефекты в трубах. Произведена классификация дефектов и выявление особо опасных. Рассмотрены методы выявления этих дефектов ,научными методами.

Список литературы

1 Дефекты трубопроводов и методы их устранения [Электронный ресурс]. — Режим доступа:[https://revolution.allbest.ru/construction/00548468_0.html] — Дата обращения: 23.12.2019 г.

БЕЗОПОРНЫЙ ШНЕКОВЫЙ КОНВЕЙЕР ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОРОДЫ ПРИ БУРЕНИИ

Исхаков А.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Шнековый конвейер – это универсальное транспортирующее устройство, которое непрерывно работает и обеспечивает перемещение различных сыпучих, порошкообразных, мелкофракционных и пылевидных материалов [1, 2].

На рисунке 1 изображен компоновочный чертеж разработанного шнекового конвейера [3], предназначенного для перемещения выбуренной породы на нефтяных и газовых скважинах, в условиях умеренного климата.

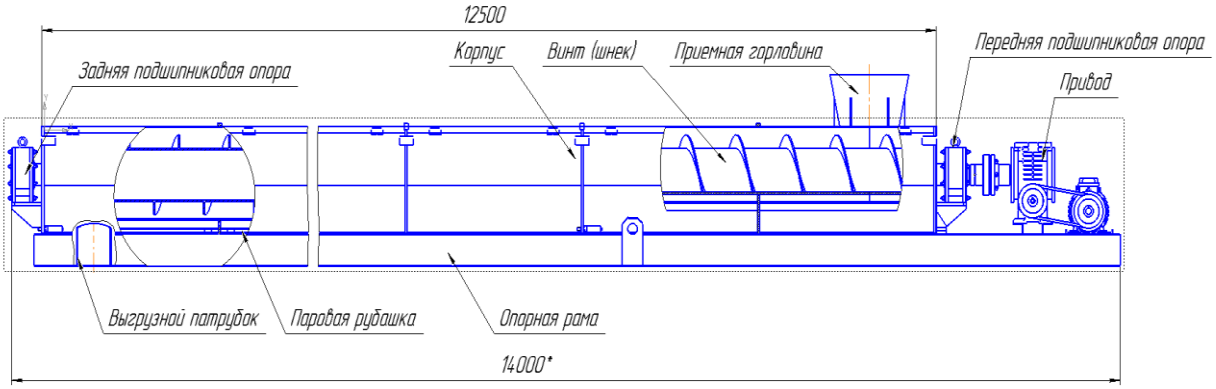


Рисунок 1 – Компоновочный чертеж шнекового конвейера

Шнековый конвейер модели состоит из рамы, корпуса, винта (шнека), передней и задней подшипниковой опоры, привода вращения винта.

Рама представляет собой металлоконструкцию, сваренную из швеллера. Она является несущей системой станка, на ней устанавливаются остальные узлы устройства.

Корпус – является рабочей зоной устройства, по которой перемещаются вещества. Для загрузки транспортируемого вещества, в корпусе монтирована приемная горловина, для ее разгрузки – выгрузной патрубок. Так же, корпус оборудован паровой рубашкой, для предотвращения замерзания перемещаемых веществ, что позволяет конвейеру работать в условиях холодного климата до -40^0С.

Винт (шнек) – рабочий орган устройства, который перемещает транспортируемые вещества к месту разгрузки. В приведенной конструкции шнек имеет сплошное исполнение (рисунок 2). Особенностью конструкции является то, что при достаточно большой длине винта, он не имеет промежуточных опор, что в свою очередь упрощает конструкцию конвейера,

обслуживание, и исключает возможность скапливания перемещаемой породы в области корпуса.

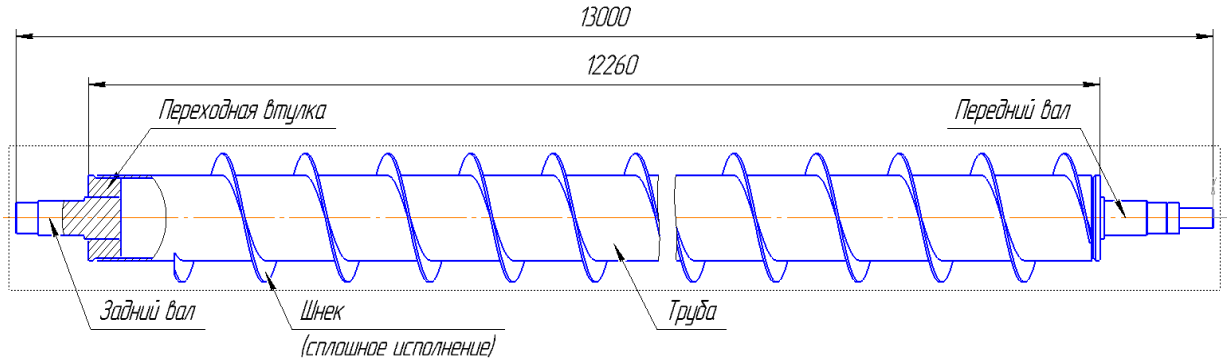


Рисунок 2 – Общий вид винта

Передняя и задняя подшипниковые опоры устанавливаются на раме конвейера и служат для поддержания вращающегося винта. Общий вид подшипниковой опоры представлен на рисунке 3.

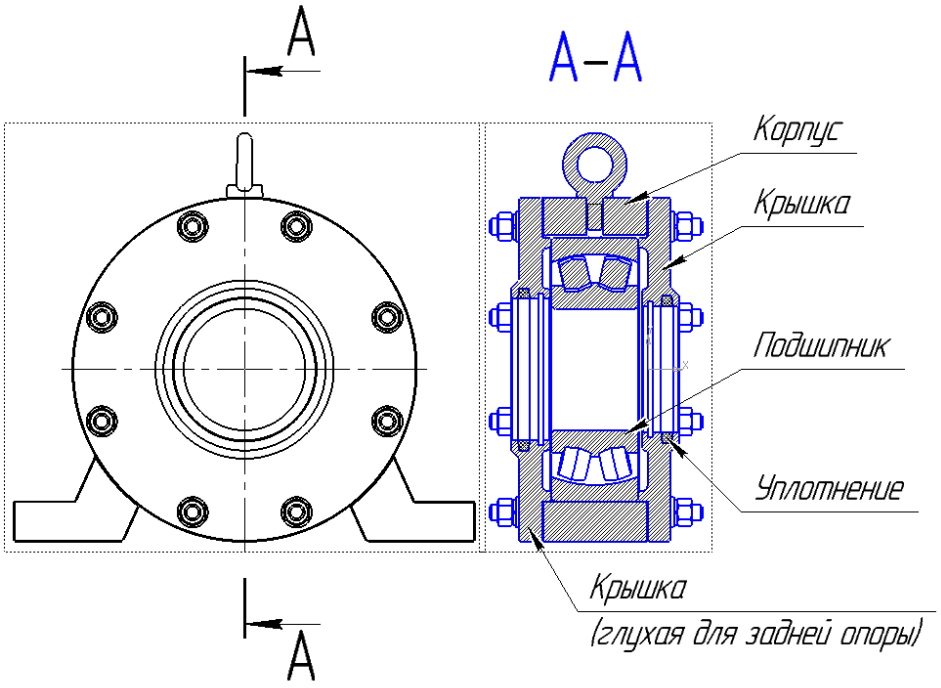


Рисунок 3 – Общий вид подшипниковой опоры

Привод (рисунок 4) – приводит в движение винт. Электродвигатель через клиноременную передачу передает вращающий момент червячному редуктору, соединенному с винтом при помощи муфты. Максимальное число оборотов винта достигает 40 об/мин.

Для предотвращения смерзания перемещающихся материалов корпус шнекового конвейера оборудован паровой рубашкой, позволяющей эксплуатировать конвейер при отрицательных температурах. Наружные

боковые стороны корпуса утеплены и закрыты оцинкованными листами. Температурный диапазон эксплуатации от -45° С до +40° С.

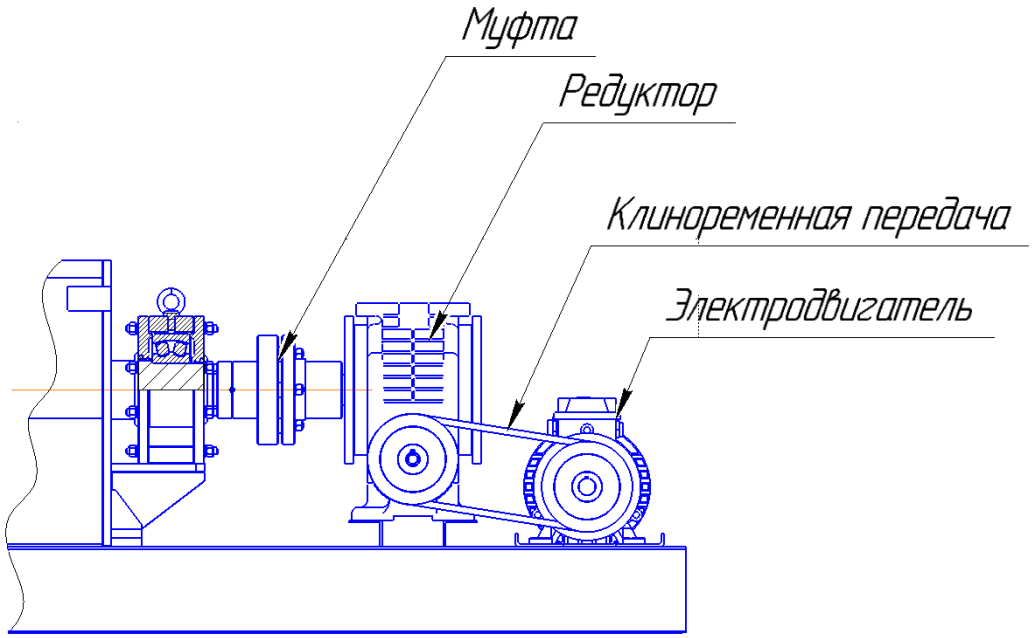


Рисунок 4 – Общий вид привода вращения винта

Подводя итог можно сформулировать ожидаемые преимущества от внедрения данного конвейера в нефтегазовой промышленности: оборудование имеет достаточно большую рабочую зону, конструкция проста, что уменьшает затраты на изготовление конвейера, упрощает обслуживание. Конвейер обладает высокой производительностью, возможностью эксплуатации при отрицательных температурах и длительный срок службы устройства.

Список литературы

1. Рачков, Е. В. Машины непрерывного транспорта / Е. В. Рачков ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. – 164 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429866 (дата обращения: 09.10.2019).

2. Дьячков, В.К. Машины непрерывного транспорта / В.К. Дьячков ; ред. Н.М. Зюзина. – Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1961. – 348 с. – – ISBN 978-5-4458-8320-3 – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233645 (дата обращения: 09.10.2019).

3. Исхаков, А.Р. Разработка конструкции шнекового конвейера для горизонтального перемещения породы при бурении нефтяных и газовых скважин // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии [Электронный ресурс]: сборник материалов IX Всероссийской конференции с международным участием; Оренбург. гос. ун-т. Оренбург, 2019.

ГИБКА ТРУБ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Исхакова Р.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Данная статья рассматривает вопросы гибки труб с нагревом током высокой частоты (ТВЧ) в первую очередь с целью расширения диапазона применения этого способа для получения гибов толстостенных труб, труб большого диаметра, а также для получения крутоизогнутых отводов из различных марок сталей, для трубопроводов, рассчитанных по пределу текучести, без последующей термообработки.

При гибке на станках с нагревом ТВЧ сменной оснасткой является, как правило, индуктор ТВЧ и направляющие ролики.

На рисунке 1 представлена разработанная 3D-модель индуктора для 425 трубы, для станка ТГС-530.

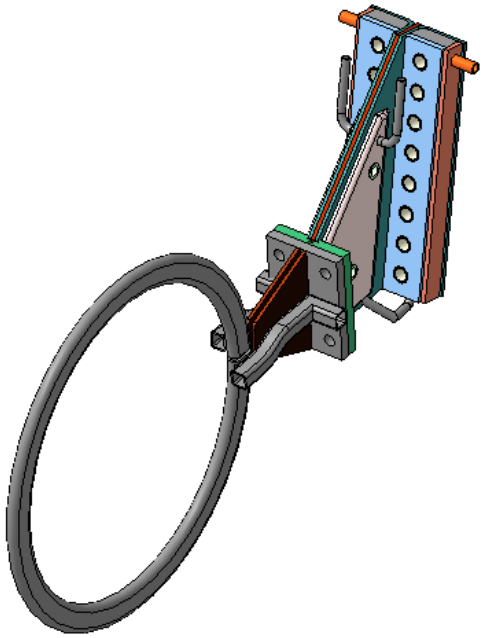


Рисунок 1 – 3D-модель индуктора

Сменной частью этой оснастки является индукторное кольцо. Для каждого диаметра изгибаемой трубы подбирается свое кольцо, как правило, на 27-35 мм больше основного диаметра.

На рисунке 2 представлена разработанная 3D-модель каретки направляющих роликов для ТГС-530, сменной частью которой являются ролики.

Направляющие ролики обеспечивают плавное движение заготовки в процессе гибки.

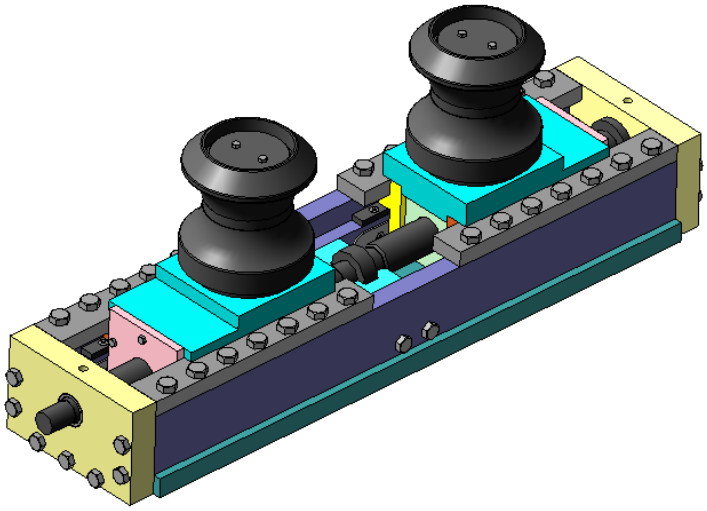


Рисунок 2 – Каретка направляющих роликов

При выборе источника тока для индукционного нагрева следует иметь ввиду, что притолщине стенки 4-24 мм, наиболее эффективен ток частотой 2500 Гц, а при толщине стенки 7-38 мм – ток частотой 1000 Гц.

Для получения гнутых труб изаустенитных сталей диаметром более 325 мм с толщиной стенки более 10 мм предпочтительнее применение тока частотой 1000 Гц.

Индукционные нагревательныеустановки [1,2]составляют значительнуючасть общей стоимости трубогибочного оборудования. В качестве преобразователейчастоты (генераторов) на предприятиях применяют в основном тиристорные преобразователи.

Применение ТВЧ позволяет выполнитьгибку труб, не изменяя геометрических параметров заготовки.

На рисунке 3показанаразработанная 3D-модель компоновки трансформаторной тележки, на которую устанавливается индуктор.С помощью тележки осуществляется установка индуктора относительно водила и изгибаемой трубы. Перемещение индуктора осуществляется по трем координатам, что позволяет достаточно точно расположить индуктор.

Работа этой установки основана на принципе осуществления нагрева стальных труб с применением ТВЧ в локальной зоне.

Суть процесса гибкизаключается в нагреве трубы до температуры 800—1200° . Заготовка при этой температуре становится пластичной. Усилием приложенным водилом, труба изгибается в нагретой зоне.

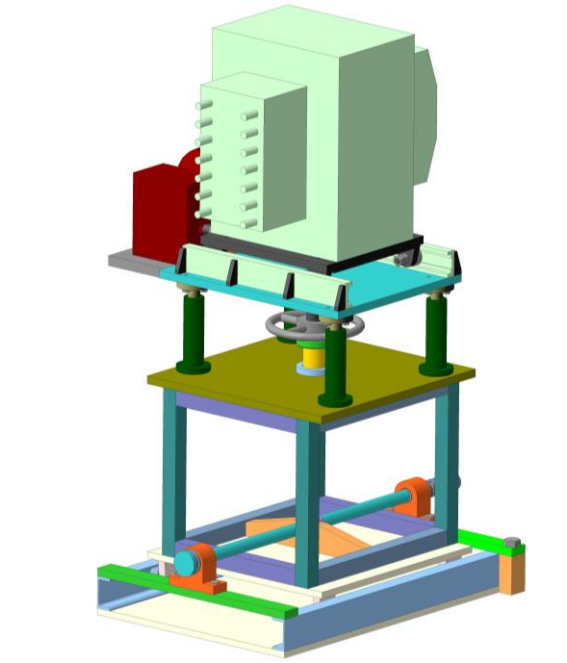


Рисунок 3–3D-модель компоновки трансформаторной тележки

На рисунке 4 представлена разработанная 3D-модель компоновки трубогибочного станка с индукционным нагревом и применением водила. Его конструированию способствовала необходимость изготовления сложных конструкции с различными видами гибов. Данный станок предназначен длягибки труб с диаметром от 219 до 530 мм и толщиной стенки от 6 мм до 40 мм. Основными элементами индукционного трубогибочного станка являются: сам трубогибочный станок и индукционная нагревательная установка (включающая преобразователь частоты, конденсаторную батарею и согласующий трансформатор.

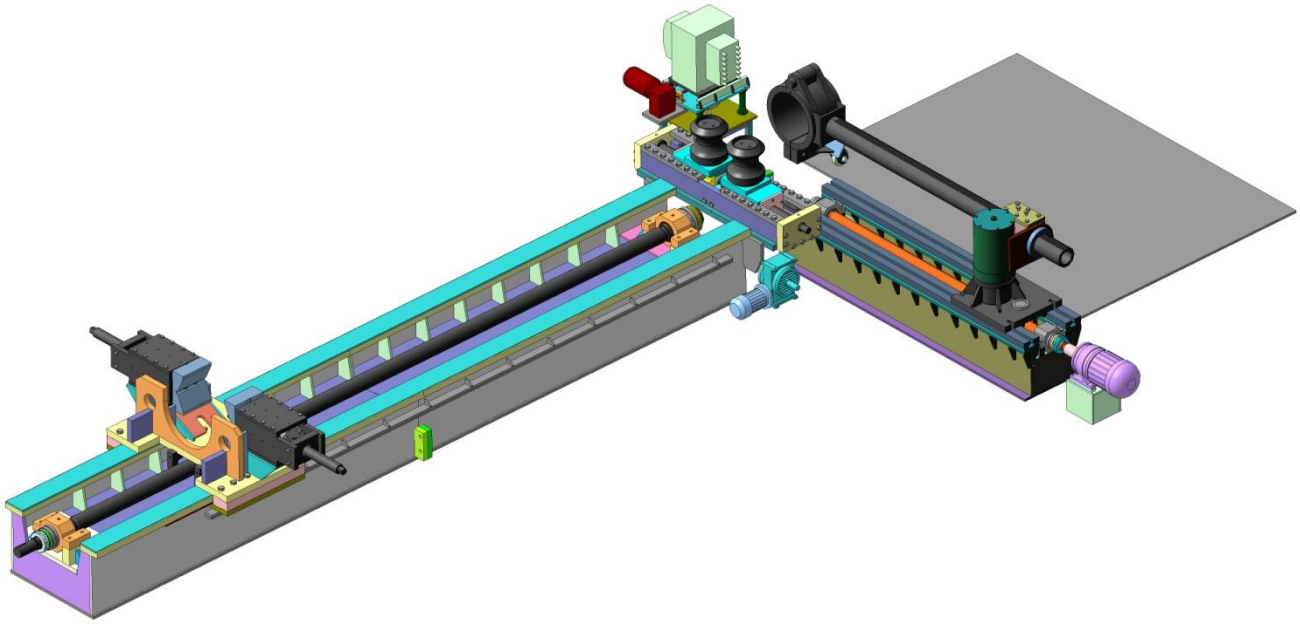


Рисунок 4 –3D-модель компоновки трубогибочного станкас индукционным нагревом и применением водила.

Ожидаемые преимущества от внедрения данного станка: уменьшение затрат на изготовление конструкции станка, конструкций труб и труд рабочего, а так же минимизация количество брака, исключая ошибки станочника и увеличение точности изготовления.

Список литературы

1. Зинин Ю.Разработка установки ИНТ-400-1,0 для индукционного нагрева труб большого диаметра перед гибкой / Ю.Зинин, Р.Мухаметов, Д.Мамаева // Силовая электроника. – 2016. – Т. 5. – № 62.– С. 84-89

2. Червинский В.И.Непрерывная гибка труб с индукционным нагревом / В.И.Червинский,В.А.Никитин //Индукционный нагрев. – 2008. – № 3. – С. 21-26.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Каменев С. В., канд. техн. наук, доцент, Рак Н. П.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Оренбургский государственный университет

В машиностроительной отрасли контроль размеров изделий, изготовляемых на различном технологическом оборудовании, является залогом обеспечения их качества. С ростом требований к размерной точности изделий и усложнением их геометрической формы увеличиваются требования к метрологическому обеспечению производственных процессов, что делает его «узким местом» при переводе качества и производительности производства на новый уровень. В этом отношении одним из наиболее полезных и эффективных измерительных инструментов представляются координатно-измерительные машины (КИМ), которые появившись в 60-х годах 20 века, быстро эволюционировали и получили сегодня широкое распространение в машиностроительном производстве [3].

По сравнению с традиционными методами размерного контроля, сопряженными со сложными и малопроизводительными процедурами, КИМ значительно упрощают этот контроль и повышают его точность. Поскольку точность и эффективность КИМ играет жизненно важную роль в обеспечении качества и производительности производства, постольку оценка и улучшение характеристик КИМ всегда является важным направлением исследований с момента их изобретения. К числу наиболее актуальных направлений исследований в области разработки КИМ относится оценка погрешности их измерения, складывающейся из множества составляющих со сложным характером их изменения.

Несмотря на то, что оценка погрешности измерения может быть получена с использованием базовых принципов, регламентированных в соответствующих руководствах и/или с использованием экспериментальных методов, в случае более сложных измеряемых изделий установление баланса погрешностей представляется, если не невозможным, то чрезвычайно затруднительным. Кроме того, во многих случаях измеряемые детали (например, применяемые в авиастроении) могут иметь сотни размеров, все из которых могут требовать измерения на КИМ и оценки погрешности этих измерений [4].

Вследствие этого, экспериментальные методы как средство количественной оценки погрешности могут становиться экономически невыгодными из-за увеличения времени, затрачиваемого на эксперименты и затрат, связанных с использованием необходимых поверочных артефактов. Для разрешения проблем, связанных с установлением погрешности для конкретной

измерительной задачи, выполняемой на КИМ, были разработаны специальные средства имитационного моделирования, которые получили общее название виртуальной координатно-измерительной машины.

Концепция виртуальной координатно-измерительной машины (ВКИМ) возникла 90-х годах 20 века для прогнозирования волюметрической погрешности измерений. Концепция ВКИМ обычно соотносится с компьютерными программами, которые имитируют поведение реальной КИМ и оказывают помощь в решении практических задач, связанных с координатными измерениями. Существующие ВКИМ могут быть условно разделены на две группы [1-3].

Первая группа включает в себя компьютерные средства для анализа погрешностей измерения на КИМ. ВКИМ, относящиеся к этой группе, по существу, представляют собой математическую модель процесса измерения на реальной КИМ. Такая модель учитывает различные источники погрешности измерения, и строится на основе известной информации о влияющих на погрешность параметрах процесса измерения. Эти источники могут быть скомбинированы для моделирования результирующей погрешности и оценки рассеяния возможных результатов.

Вторая группа охватывает средства имитации и воспроизведения процедуры измерений на КИМ в виртуальном пространстве, и может применяться для обучения работе на КИМ, для интеллектуального планирования измерений, отладки измерительных программ, удаленного мониторинга и контроля выполняемых измерений и т.п. Обе группы ВКИМ постоянно совершенствуются и в их концепцию внедряются новые идеи.

ВКИМ обычно создают виртуальную реплику реальной КИМ путем моделирования определенным способом ее отдельных характеристик. Эксперименты, выполняемые на реальных КИМ, могут быть трудоемкими и дорогостоящими, а иногда и просто рискованными, в тех случаях, когда машина управляется неопытным оператором, в то время как, при использовании ВКИМ все операции и работа КИМ виртуализированы в компьютере, вследствие чего одни и те же задачи могут выполняться быстрее и без какого-либо риска. Надежность результатов, генерируемых ВКИМ, может быть подтверждена экспериментами, выполненными на реальной машине, и улучшена посредством уточнения имитационной модели и используемых методов моделирования. Важные области применения ВКИМ включают в себя следующее [1]:

- имитационное моделирование и прогнозирование погрешностей, включая геометрические погрешности КИМ, погрешности измерительной системы (зондирования) и т.д.;
- оценку величины погрешности при измерениях на КИМ;
- анализ погрешности измерения КИМ в режиме реального времени;
- офлайн анализ доступности измеряемых элементов;
- офлайн программирование измерений на КИМ;
- оптимизацию плана измерений на КИМ;

- удаленное наблюдение за выполнением измерений на КИМ и их удаленный контроль.

ВКИМ, предназначенная для анализа погрешностей измерения, состоит из двух основных модулей, один из которых моделирует систематические и случайные погрешности, зависящие от кинематической системы КИМ, а второй моделирует работу измерительной головки. Подход с применением ВКИМ может быть использован для оценки погрешности конкретной измерительной задачи, выполняемой на КИМ, с использованием различных математических методов. По существу виртуальная КИМ имитирует последовательные измерения отдельных точек, эмулируя выбранную стратегию измерений и работу реальной КИМ с принудительным «зашумлением» результатов измерения.

Процесс имитации начинается с задания виртуальных точек на идеальной геометрии CAD-модели, представляющей номинальную конструкцию измеряемой детали. Для каждой точки из их выборки, заданной на конкретном геометрическом элементе, ВКИМ генерирует «искаженную» точку, т.е. точку, точные координаты которой искажены принудительно добавленными погрешностями. «Искаженная» точка моделируется через вариации ее координат, вносимые различными составляющими измерительной задачи. Каждая составляющая моделируется с использованием функции плотности вероятности, и каждая «искаженная» точка моделируется через комбинирование данных, генерируемых функциями всех составляющих.

Наиболее распространенным из математических методов имитационного моделирования КИМ является метод Монте-Карло, под которым понимается совокупность приемов, позволяющих получать решения математических или физически задач при помощи результатов некоторых вычислений, производимых над псевдослучайными числами. Однако более перспективным, но недостаточно разработанным методом построения имитационных моделей КИМ является использование искусственных нейронных сетей. Их перспективность объясняется [5]:

- отсутствием необходимости в анализе различных источников погрешности измерений на КИМ;
- возможностью построения модели на основе погрешностей в выбранной опорной точке;
- возможностью использования малого числа измеренных точек, необходимых для построения имитационной модели КИМ;
- возможностью прогнозирования погрешностей за пределами выбранных опорных точек.

При этом моделируемое измерение должно учитывать все аспекты реального измерения, способные повлиять на погрешность измерения. К важным факторам, влияющим на характеристики ВКИМ, следует отнести систематические искажения направляющих машины, погрешности калибровки машины, температурные деформации направляющих, температурное расширение линейных энкодеров, эффекты дрейфа, погрешности калибровки

измерительного щупа, погрешности, возникающие при использовании измерительной системы с несколькими щупами, температурные деформации измеряемой детали и шероховатость ее поверхностей.

Такие составляющие погрешности измерения, как отклонения формы и расположения поверхностей измеряемой детали, их загрязненность, погрешности установки и ошибки оператора ВКИМ не учитываются, поскольку их очень сложно описать какой-либо моделью. Поэтому ВКИМ скорее соответствует реальной КИМ, используемой в лабораторных условиях (где легче контролировать все основные составляющие погрешности), чем КИМ, используемой в цеховых условиях. Кроме того, ее использование лучше подходит для моделирования измерений деталей с малыми погрешностями формы.

На рисунке 1 показана последовательность этапов, связанных как с выполнением измерений на реальной КИМ, так и с их имитацией на ВКИМ. Этапы 1-3 представляют сбор измерительных данных (координат точек), наложение на них замещающих геометрических элементов и вычисление отклонений от заданных допусков. Имитационная модель ВКИМ в данном случае включает в себя три типовых входных фактора, а именно: погрешность зондирования (измерительной системы), геометрические погрешности КИМ и влияние окружающей среды

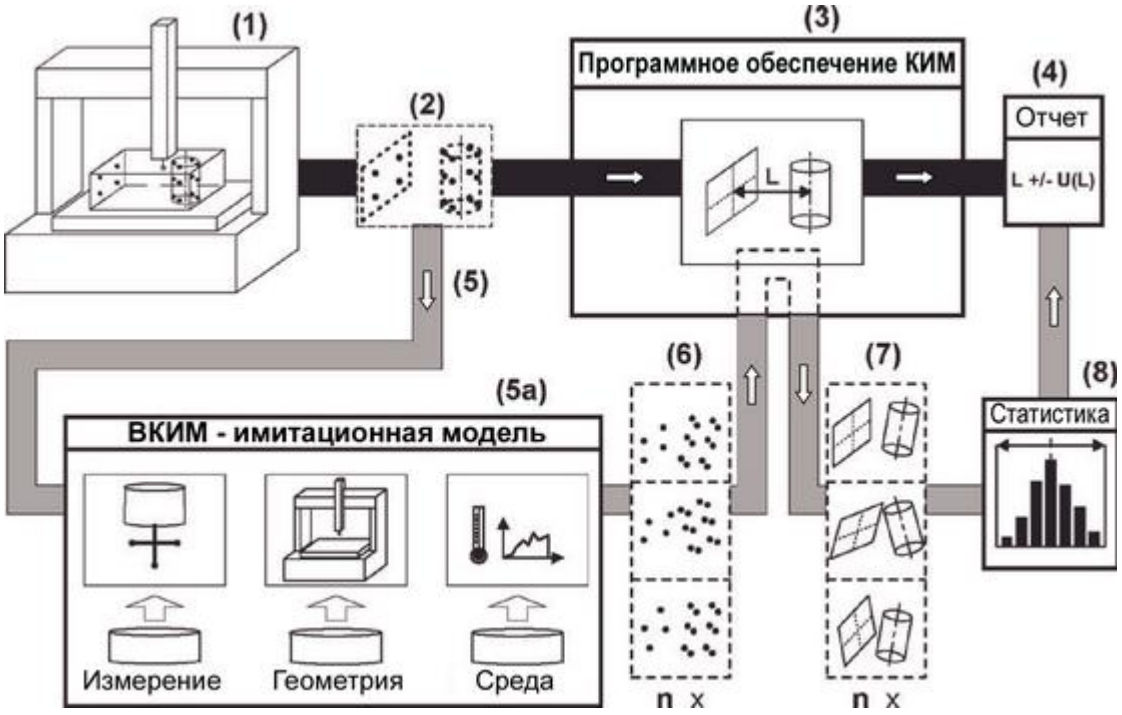


Рисунок 1 – Принцип работы виртуальной координатно-измерительной машины

Входные воздействия используются для искажения (методом Монте-Карло) исходных данных о точках, собранных в ходе реального измерения. При такой постановке задачи возможно создание множества наборов данных в

границах суммарной погрешности, обусловленной тремя входными факторами. Затем на основе сгенерированных наборов данных при помощи программно-математического обеспечения КИМ вычисляются замещающие геометрические элементы. После этого для включения в отчет результатов оценки погрешности измерения может быть использован статистический анализ. Несмотря на то, что на рисунке 1 показан пример того, что можно описать как онлайн ВКИМ, работа подобных инструментов возможна и в режиме офлайн. Необходимо заметить, что работа виртуальной КИМ сильно зависит от точности описания геометрических погрешностей реальной машины. Эта точность непосредственно связана с методом определения таких погрешностей. Данные методы включают использование поверочных артефактов и лазерных интерферометрических систем.

Данный подход к имитационному моделированию координатных измерений обладает рядом достоинств, которыми являются [5]:

- возможность использования любого алгоритма для фильтрации данных;
- возможность использования нелинейных математических моделей для генерации измерительных данных;
- возможность имитации измерения множества точек благодаря использованию определенной структуры данных;
- возможность графического представления зависимостей между различными компонентами погрешности измерения;
- возможность использования всех известных законов распределения случайных величин, включая ассиметричные распределения;
- возможность использования единожды построенной имитационной модели КИМ для оценки погрешности измерения всех измерительных задач, выполняемых на данном оборудовании.

С позиции обеспечения эффективности ВКИМ, наиболее эффективное решение должно обладать функционалом, включающим:

- трехмерную визуализацию процесса измерения на КИМ;
- возможность загрузки CAD-моделей различных деталей в виртуальную машину;
- интуитивно понятное пользователю управление ВКИМ;
- возможность обнаружения столкновений при перемещениях виртуального щупа относительно виртуальной детали;
- возможность моделирования погрешностей, обусловленных различными источниками;
- возможность вычисления искомых параметров измеренного геометрического элемента;
- возможность оценки погрешности измерения на КИМ;
- возможность экспорта управляющих программ, разработанных в режиме офлайн.

Таким образом, ВКИМ представляются несомненно полезным инструментом, который обеспечивает различные виды поддержки

измерительных задач, выполняемых на КИМ. Однако разработка ВКИМ все еще находится на начальной стадии и подвержена множеству ограничений. Большинство существующих ВКИМ обеспечивают функции лишь для определенных практических задач, ограниченных весьма узкими границами. Например, большинство ВКИМ, ориентированных на оценку погрешности измерения, могут выполнять такую оценку только для погрешностей, вызванных малой долей их возможных источников, а иногда даже всего одним источником. Кроме того, поскольку различные ВКИМ обеспечивают различные функции, постольку для выполнения широкого круга задач, необходимо инсталлировать и сконфигурировать несколько ВКИМ, и вручную преобразовать и перестроить данные и модели для каждой из них. Это критически снижает эффективность рассматриваемой методологии и потенциально препятствует возможному использованию ВКИМ.

Список литературы

1 Al-Ahmari, A. Computer-Aided Inspection Planning: Theory and Practice / A. Al-Ahmari, E. A. Nasr, O. Abdulhameed. – Boca Raton: CRC Press, 2017. – 350 p. – ISBN 978-1-4987-3624-4.

2 Hu, Y. Development of a Novel Virtual Coordinate Measuring Machine / Y. Hu, Yang Q., Wei P. // proceedings of the International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC 2009) / IEEE. – Singapore, 2009. – P. 230-233.

3 Hu, Y. Investigation and Development of an Advanced Virtual Coordinate Measuring Machine: a thesis submitted for the degree of doctor of philosophy / Y. Hu. – Uxbridge, 2010. – 226 p.

4 Lobato, H. M. P. An Investigation into Coordinate Measuring Machine Task Specific Measurement Uncertainty and Automated Conformance Assessment of Airfoil Leading Edge Profiles: a thesis submitted for the degree of engineering doctorate in engineered materials for high performance applications in aerospace and related technologies / H. M. P. Lobato. – Birmingham, 2011. – 274 p.

5 Sładek, J. A. Coordinate Metrology – Accuracy of Systems and Measurements / J. A. Sładek. – Berlin: Springer, 2016. – 471 p. – ISBN 978-3-662-48463-0.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЦИФРОВОМ ПРОТОТИПИРОВАНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Каменев С. В., канд. техн. наук, доцент, Халиуллина И. Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Широко применяемые практически во всех отраслях промышленности трехмерные компьютерные CAD-модели являются одним из наиболее распространенных носителей информации о размерах и геометрической форме проектируемых деталей, машин и установок. Растущая эффективность цикла проектирования изделий и сокращение затрат на весь процесс проектирования является прямым следствием использования CAD-моделей в инженерной практике.

Однако в некоторых случаях CAD-модель объекта может быть недоступной для проектировщика, вообще несуществующей либо утратившей соответствие реальной геометрии рассматриваемого объекта. Причинами этого могут быть различные обстоятельства, начиная от особенностей производства (например, изделия, сделанные вручную или изделия, подвергнутые доработке после их производства) и заканчивая износом изделий в процессе их длительной эксплуатации при отсутствии соответствующих цифровых данных (например, в случае воспроизведения деталей, изготовленных в доцифровую эпоху, наличия юридических ограничений или коммерческой тайны). Таким образом, стратегия, позволяющая получать недостающую цифровую модель (цифровой прототип) объекта, в названных ситуациях представляется крайне полезной [1].

При доступности 2D-чертежей, изображенные на них ортогональные проекции изделия, относительно легко могут быть преобразованы в трехмерную модель с использованием различных методик. Когда же двухмерное представление недоступно, то для восстановления трехмерной модели общеупотребительна стратегия, включающая в себя:

1) получение трехмерных данных о физическом объекте путем его непосредственного измерения;
2) формирование на основе полученных измерительных данных цифрового представления объекта.

Воссоздание цифровых моделей на основе результатов измерения, в целом, является перспективным направлением в автоматизированном проектировании, получившим название обратного проектирования или CAD-реконструкции, и имеющим конечной целью генерацию трехмерных математических поверхностей и элементов геометрии реального изделия. Его проблематика охватывает множество областей инженерной деятельности, таких

как контроль качества, восстановление деталей и проектирование изделий под индивидуальный заказ.

Поэтому данные методы доказали свою полезность во многих областях, среди которых особо следует выделить автомобильную и медицинскую промышленность, где оцифровка глиняных моделей и человеческих тел является общепринятым подходом. Большинство инструментов, используемых на практике проектировщиками, реализуется коммерческими программными пакетами для обратного проектирования, которые сочетают типовые функции CAD-систем со специальными функциями для взаимодействия с данными 3D сканирования (например, облаком точек или полигональной сеткой). В этом случае реконструкция обычно представляет собой трудоемкий процесс, который требует участия в нем опытного пользователя/оператора, гарантирующего получение результата, готового для последующего применения.

Поскольку процесс обратного проектирования может быть трудоемким и дорогостоящим, постольку вовлеченные в него инженеры обычно предварительно оценивают финансовые затраты на его реализацию по отношению к затратам на покупку оригинального изделия или лицензии на его производство (при наличии такой возможности).

Восстановление детали или компонента механической системы методом обратного проектирования, в общем случае, осуществляется инженерами и исследователями в рамках процесса, включающего в себя четыре этапа, которыми являются [2]:

1) идентификация изделия или его компонента, подлежащего обратному проектированию;
2) анализ доступной информации об особенностях работы оригинального изделия;
3) построение реплики или модифицированной версии оригинального изделия на основе технических данных, полученных в процессе обратного проектирования;
4) изготовление нового изделия (и возможный вывод его на рынок).

На первом этапе этого процесса, иногда называемым «предварительным отбором» проектировщики определяют потенциальные изделия для проектирования. Ими могут быть существующие в единственном числе детали и узлы, которые могут включать в себя более мелкие покупные детали, доступные в единственном числе.

Второй этап – анализ или декомпиляция исходного изделия является наиболее трудоемким аспектом проектирования. На этом этапе проектировщики пытаются получить полный набор характеристик проектируемой системы путем сбора всех доступных технических данных и эксплуатационной документации изделия.

На третьем этапе обратного проектирования проектировщики проверяют, насколько точно соответствуют данные, полученные в ходе декомпиляции, оригинальному изделию. При этом проверка точности и правильности

разработанных проектов осуществляется путем проведения испытаний, создания прототипов и экспериментирования с результатами.

Заключительным этапом процесса обратного проектирования является вывод нового изделия на рынок. Нередко это новое изделие представляет собой усовершенствованный вариант оригинального изделия с более конкурентоспособным дизайном, характеристиками или возможностями. Это изделие также может быть адаптацией оригинального изделия для его использования в других интегрированных системах.

Непосредственно построение цифровой модели изделия, выполняемое в рамках процесса его обратного проектирования, может быть представлено в виде последовательности этапов, изображенных на рисунке 1.

Рисунок 1 – Построение CAD-модели методом обратного проектирования

Начальным этапом процесса построения CAD-модели в данном случае является захват данных о пространственной геометрии объекта, который может осуществляться с применением различных методов. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки в отношении достижимой точности, простоты использования, стоимости и т.д. Укрупненно существующие методы сбора данных можно разделить на две группы, а именно: контактные и бесконтактные методы [1, 3, 4].

В основе контактных методов лежит использование тактильных датчиков, которые приводятся в физический контакт с объектом, и перемещаются относительно него посредством координатно-измерительных машин или измерительных рук для сбора координат множества точек. В бесконтактных методах для сбора данных используются различные бесконтактные оптические

устройства, такие как цифровые камеры, 3D сканеры и т.п. Точность получаемых данных в значительной степени зависит от точности и надежности используемых методов и средств измерения. И хотя бесконтактные системы обеспечивают более быстрый и экономичный сбор данных (по сравнению с контактными системами), они обычно менее точны и потенциально подвержены влиянию оптических свойств поверхности сканируемого объекта. Несмотря на это, оптические системы (в частности, лазерные 3D сканеры), вероятно, являются наиболее распространенными устройствами для оцифровки объектов, по крайней мере, в механических приложениях.

Независимо от используемого метода сбора данных его конечным результатом является так называемое «облако точек», представляющее собой трехмерный набор точек, заданных их координатами. Как правило, это облако точек для своего дальнейшего использования нуждается в предварительной обработке, которая выполняется на этапе препроцессирования. Обычно такая обработка включает в себя редуцирование числа точек и их сглаживание, позволяющие снизить погрешность и сложность собранных данных, и получить набор точек, приемлемый для последующей сегментации.

Сегментация представляет собой процесс подразделения полученного облака точек на отдельные области по тому или иному геометрическому критерию (например, на основе анализа кривизны). Ее конечной целью является получение структуры областей, максимально приближенной к набору геометрических элементов и поверхностей, составляющих реконструируемую модель. Сегментация начинается с процедуры триангуляции, т.е. построения на наборе точек сетки треугольников. В большинстве случаев для построения такой сетки используется триангуляция Делоне, хотя могут применяться и другие математические алгоритмы, такие как метод «шагающих кубов», реконструкция поверхностей Пуассона, метод подвижных наименьших квадратов и т.д. [4].

Полученная таким образом 3D сетка далее с использованием различных стратегий разбивается на отдельные области, т.е. сегментируется. Процесс сегментации, в общем случае, включает в себя оценку свойств поверхностей первого и второго порядка. Сегментация первого порядка, которая основана на определении нормальных векторов, обеспечивает начальное подразделение поверхности и выявляет острые кромки, а также плоские или сильно искривленные поверхности. Сегментация второго порядка подразделяет поверхности в соответствии с величинами их главной кривизны и служит достаточным основанием для классификации простых алгебраических поверхностей и геометрических элементов. Процесс классификации (распознавания) геометрических элементов тесно связан с сегментацией, поскольку опирается на ту же информацию и геометрическую интерпретацию, что и в случае с сегментацией. Эти этапы построения CAD-модели часто трудно отделить друг от друга, и поэтому многие методы и алгоритмы сегментации также предлагают решения и для классификации элементов.

Большинство алгоритмов сегментации работает в сочетании с аппроксимацией поверхностей, в процессе которой находится простейшая поверхность подходящего типа, наилучшим образом описывающая сегментированную область. Аппроксимация областей аналитическими поверхностями, очевидно, является наиболее важным шагом рассматриваемого процесса реконструкции CAD-модели, так как ее результаты могут существенно различаться в зависимости от выбранной для выполнения данной задачи стратегии.

При этом наиболее разработанной стратегией в настоящее время является аппроксимация с заданными ограничениями. Она реализуется группой методов, в которых на генерируемые аналитические поверхности и элементы накладываются определенные геометрические ограничения. Типичными примерами таких ограничений могут параллельность осей и перпендикулярность плоскостей, которые встречаются практически в любой детали машины. Эти ограничения либо могут быть известны заранее, либо могут быть определены путем предварительного анализа восстановленных поверхностей (например, две плоскости, образующие угол в 89,9° могут идентифицироваться как ортогональные с наложением на них соответствующего ограничения).

Заключительным этапом процесса реконструкции выступает генерация окончательной CAD-модели, которая обычно выполняется с использованием разнообразных методов, зависящих особенностей общей схемы процесса, а также от желаемого результата, который предполагается получить при помощи данной стратегии (параметрическая или непараметрическая модель). Типовыми операциями, имеющими здесь место, могут быть обрезка, удлинение и сшивка поверхностей, генерация скруглений и фасок, а также наложение геометрических ограничений. Построение CAD-модели иногда может выполняться непосредственно в ходе процедуры генерации аналитических поверхностей с их преобразованием в элементы твердотельной геометрической модели.

Следует заметить, что ни один из существующих методов не обеспечивает полностью автоматическое построение CAD-модели и ее полную параметризацию. Иначе говоря, большинство автоматических методов, как правило, позволяют получать непараметрические цифровые модели, соответствующие стандартам твердотельных моделей (например, IGES, STEP, B-REP), которые не содержат информации о дереве модели, составляющих ее элементах, геометрических ограничениях и связях между элементами. Поэтому для того чтобы использовать и интерпретировать такие модели в программной среде CAD-систем часто требуется этап распознавания элементов. Этот дополнительный этап еще более усложняет процесс реконструкции и служит еще одним источником погрешностей модели.

Несмотря на то, что в настоящее время обратное проектирование характеризуется большим разнообразием методов со своими отличительными особенностями, а также сильными и слабыми сторонами, его процесс является

неизменно трудоемкими и требовательным к квалификации, задействованных в нем проектировщиков. Данный факт обусловлен множеством причин, обобщениями которых являются:

- ограниченность информации о восстанавливаемом объекте, априорно доступной на этапе его декомпиляции;
- сложность интеграции инструментов обратного проектирования и стратегий реконструкции в традиционный процесс проектирования изделий;
- ограниченная функциональность CAD-моделей, сгенерированных в процессе обратного проектирования.

По этим причинам технологии обратного проектирования продолжают активно развиваться и являются фокусом множества современных прикладных исследований.

Список литературы

1. Reverse engineering modeling methods and tools: a survey / F. Buonamici [at al.] // Computer-Aided Design & Applications. – 2018. – Vol.15, №3. – P. 443-464.

2. Satish, A. Part Modeling with Reverse Engineering / A. Satish, K. Rambabu, M. Ramji // International Journal of Engineering Research & Technology. – 2013. – Vol. 2, Issue 12. – P. 486-494.

3. Wang, W. Reverse Engineering: Technology of Reinvention / W. Wang. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 342 p. – ISBN 978-1-4398-0630-2.

4. Kumar, A. Reverse Engineering in Product Manufacturing: An Overview / A. Kumar, P. K. Jain, P. M. Pathak // DAAAM International Scientific Book / DAAAM. – Vienna, 2003. – Chpt 39. – P. 665-678.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НЕПРЕРЫВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА Т15К6 НА АЛМАЗНО-АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС

Козик Е.С., канд. техн. наук, доцент, Панферов М.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Стойкость режущего инструмента может быть изменена путем дополнительной обработки его поверхностного слоя и изменения структуры. Прочность твердых сплавов зависит от многих факторов, таких как фазовый состав сплава, размер зерен карбида и кобальтовой фазы, напряжения в кобальтовых карбидных фазах.

Упрочнение твердых сплавов возможно путем воздействия на связующую фазу, и одним из способов воздействия является лазерная обработка [1].

Целью данного исследования является определение влияния лазерной обработки на износостойкость четырехгранной пластины твердого сплава марки Т15К6, а так как эксплуатационные свойства твердых сплавов во многом определяются структурой то изучение изменения структуры в процессе лазерной обработки – важная задача.

Основными факторами, влияющими на структуру и свойства твердого сплава, являются режимы лазерной обработки.

Для лазерного упрочнения используют установку ЛК-3015, расположенной на АО «ПО«Стрела».

Режимы лазерной обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы лазерной обработки

Образец, №	Мощность лазерного излучения W, Вт	Расстояние от края пластины, мм	Скорость перемещения лазерного луча v, мм/с
1	200	2,5	20
2	200	2,5	20
3	300	0,5	10

После лазерной обработки измеряли твердость образцов и проводили испытания на абразивный износ.

Испытания на износ проводили на машине трения по схеме вращающийся диск – колодка. В качестве диска использовали абразивный круг марки ПП63С25СМ2 на керамической связке. Величину износа узнавали путем сравнения массы образцов до и после испытания. Массу образцов измеряли на весах АДВ-200.

Результаты изменения интенсивности изнашивания образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов интенсивности изнашивания

Режим	τ, мин	Разность массы, ΔP, г	Интенсивность изнашивания, $\frac{\Delta P}{L} \cdot 10^9$ г/мм
Т15К6 (исх.)	3	0,002	0,49
	6	0,007	0,86
	9	0,004	0,32
Т15К6 (200 Вт, 2,5 мм, 20 мм/с)	3	0,002	0,49
	6	0,001	0,12
	9	0,003	0,24
Т15К6 (200 Вт, 2,5 мм, 10 мм/с)	3	0,005	1,2
	6	0,004	0,49
	9	0,005	0,4
Т15К6 (300 Вт, 0,5 мм, 10 мм/с)	3	0,005	0,12
	6	0,003	0,36
	9	0,004	0,32

Исследование микроструктуры твердосплавных пластин, подвергнутых лазерному упрочнению по различным режимам, и без лазерной обработки проводили с помощью металлографического микровизора Vizo-MET-221. Микроструктуры образцов сплава Т15К6, проходивших испытания, показаны на рисунках1-4.

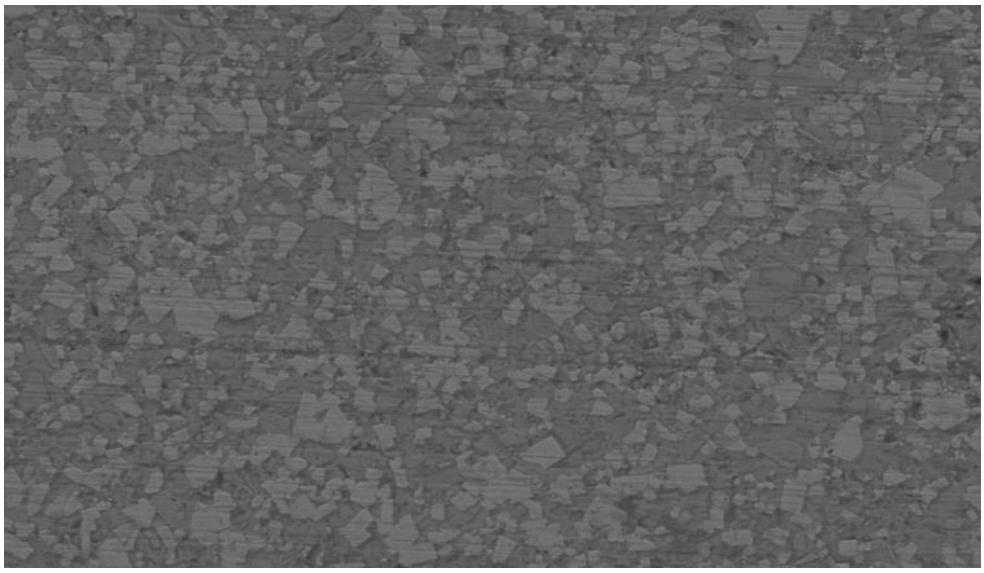


Рисунок 1 – Микроструктура исходного образца Т15К6 при увеличении × 1000

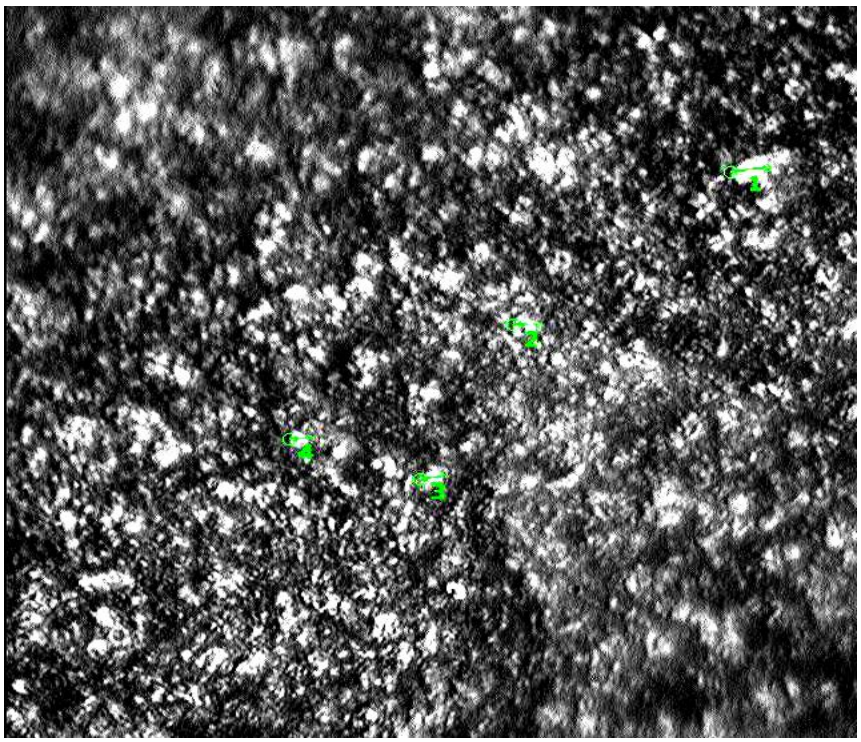


Рисунок 2 – Микроструктура образца Т15К6 (200 Вт; 2,5 мм; 20 мм/с) × 1000

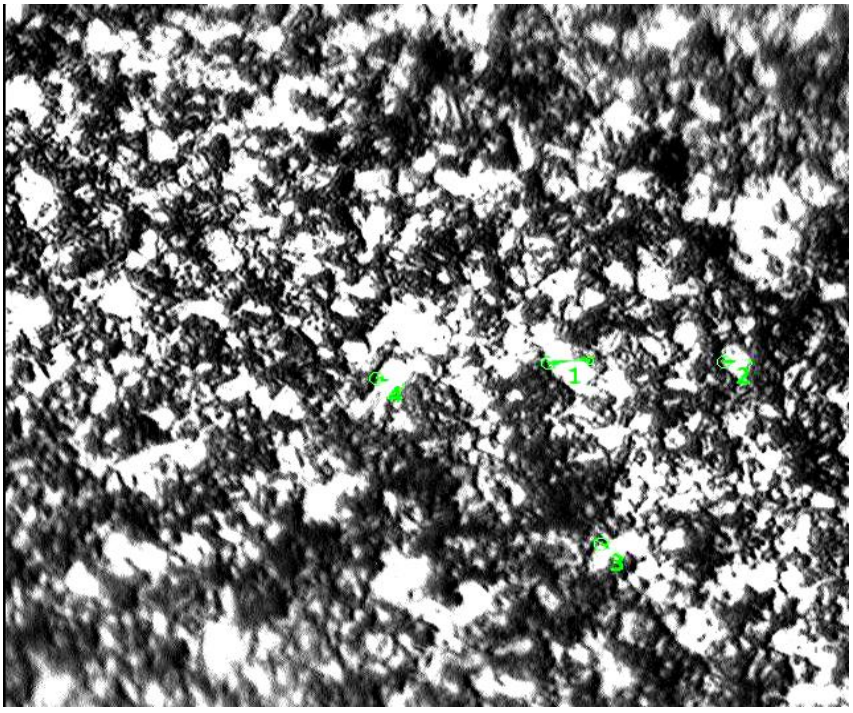


Рисунок 3 – Микроструктура образца Т15К6 (200 Вт; 2,5 мм; 10 мм/с) × 1000

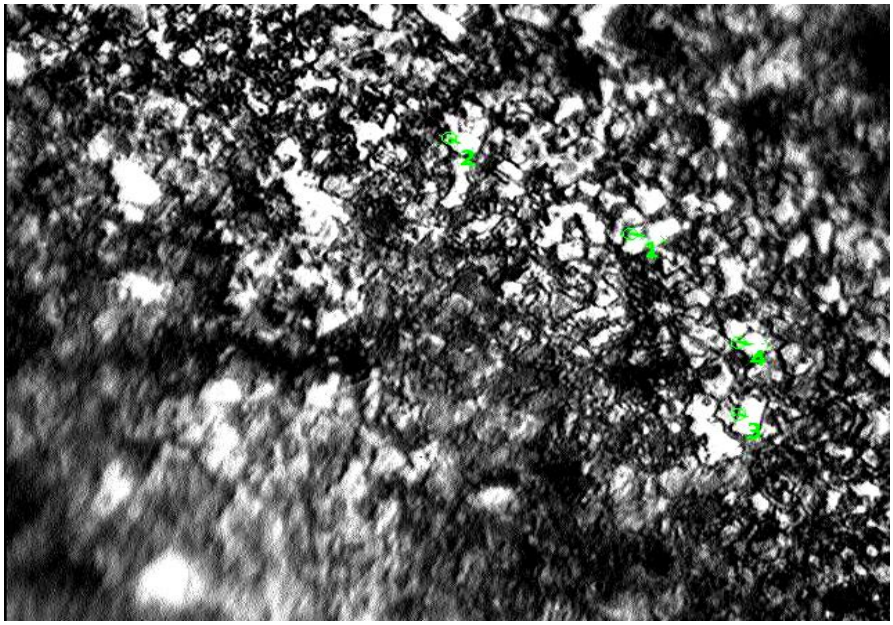


Рисунок 4 – Микроструктура образца Т15К6 (300 Вт; 0,5 мм; 10 мм/с) × 1000

Анализ микроструктуры исходного сплава и после лазерной обработки не позволяет сделать однозначного вывода, какие изменения структуры оказывают на свойства сплава. Изменение зерна карбидной фазы при 1000-кратном увеличении практически не прослеживается.

Наилучший результат получили при режиме 200 Вт, расстояние от края пластины – 2,5 мм, и скоростью перемещения луча 10мм/с.

В ходе испытаний лазерной обработки твердосплавных пластин марки Т15К6 установлено, что при проведении обработки при удовлетворительных условиях приводит к повышению износостойкости твердосплавных пластин марки Т15К6.

Список литературы

1. Богодухов, С. И. Материаловедение : учебник / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 536 с. – ISBN 978-5-941178-338-0.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЧАСТНЫХ СЕТЕЙ

Коннов А.Л., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Работа направлена на создание алгоритмов, методов и программных компонентов комплексной системы для развертывания VPN сетей по облачному принципу без дополнительной настройки.

Целью работы является разработка теоретической основы создания самоорганизующихся VPN сетей с адаптивной маршрутизацией разных типов трафика и облачным принципом развертывания. Разработанные алгоритмы реализованы в виде программных модулей к распространенным сетевым устройствам начального уровня.

Было установлено, что разработка методов виртуализации VPN в среде распределенных вычислительных систем имеет направление развития в форме паравиртуализации и использования маломощных аппаратных устройств шифрования, получения прогноза будущего состояния сети при помощи различных методик. Было установлено фактическое отсутствие на рынке программных решений для виртуализации распределенных облачных VPN систем, а также систем интеграции с оборудованием различных производителей. Наблюдается стремительный рост спроса на системы, реализующие такие VPN, который отражает потребности бизнеса в надежных защищенных каналах связи, уже использующихся в различных бизнес-процессах. Данный факт позволяет сделать вывод об актуальности и представленной работы, направленной на повышение эффективности и производительности распределенных систем VPN, снижение затрат на их создание, на ускорение их экономической окупаемости.

В работе были применены методы теории вероятностей, теории массового обслуживания, теории марковских процессов, численного решения уравнений в частных производных, теория сетей ЭВМ и телекоммуникаций, теория муравьиных и генетических алгоритмов. Для анализа и расчета маршрутов трафика с динамической топологией сети использовался метод исследования вариантов с помощью муравьиных алгоритмов. Параметры производительности сети при динамической топологии сети для расчета характеристик сетевых моделей использовали методы двумерной диффузионной аппроксимации интервалов времени между пакетами.

В результате были получены следующие важнейшие результаты.

1. Алгоритм самонастройки устройств в рамках единой логической сети пользователя на основе облачного единого центра управления. [4] При запросе входящего соединения трафик коммутируется на первичный сервис VPN для определения принадлежности канала. Каждое удаленное

устройство имеет собственный пароль и логин и связано с конкретным клиентом. После того как происходит первичная идентификация абонента генерируется OpenFlow правило для перенаправления на соответствующий сервер поддерживающий запрашиваемый сервис. При вторичной аутентификации выполняется проверка того, какому клиенту принадлежит устройство. При наличии ошибки FreeRadius сервер аутентификации при помощи скрипта посылает команду OpenFlow контроллеру для перекоммутации абонента. В случае L2TP/IPSEC соединения, каждый абонент после подключения получает виртуальный интерфейс pppN, где N – соответствующий номер абонента. Этот интерфейс должен динамически добавляться в правила iproute2 для реализации VRF. На клиентских устройствах установлена реализация алгоритма самонастройки в виде скрипта инициализации первичного соединения, по которому будет получена информация об адресе сервера для соединения и сертификат для соединения (он генерируется при первом запросе от клиента). Скрипт запускается при соединении к сети Интернет и проверяет доступность главного сервера. Затем загружает и анализирует файл конфигурации для пользователя и сохраняет на диск файл сертификата. После анализа настроек скрипт настраивает новое соединение уже для конкретного пользователя. При работе, раз в 5 минут скрипт проверяет наличие обновления для конфигурационного файла. Реализация и алгоритм описаны в [4]. Новизна алгоритма заключается в методе автонастройки VPN канала со стороны сервера по запросу с помощью двойной генерируемой динамически аутентификации и файлов конфигурации.

2. Алгоритм автоматического исследования топологии VPN сети с учетом логической топологии обеспечивающих сетей провайдера, группировки центров прохождения трафика по принципу псевдоавтономных систем в пределах сегмента сети провайдера.

Исследование топологии начинается с поиска соседей по маршрутизации и коммутации с помощью протоколов LLDP, CDP и ARP таблиц. После определения первого радиуса соседей начинается трассировка маршрутов до серверов VPN с измерением характеристик производительности канала, таких как: среднее время отклика, средняя задержка передачи и приема, джиттер. Далее сервер использует реестр в виде XML базы для распространения информации о всех устройствах в пределах виртуальной сети клиента, как описано в [5]. После этого происходит кластеризация по принципу автономной системы устройств, которые имеют двустороннюю связь по IP-адресам в группу полной связности, устройств со связью «только ответ» (при использовании NAT провайдером) создают топологию дерева [1]. При этом значительно повышается производительность в пределах одной группы устройств при помощи динамических настроек, которые были разработаны в работе [5]. Также были проведены экспериментальные и теоретические исследования задержек в сети [5] и была построена имитационная модель мультисервисной сети VPN [5], которая позволяет проводить исследования различных алгоритмов сетевой маршрутизации. Новизна алгоритма состоит в

том, что используется кластеризации маршрутов при автоматическом исследовании топологии.

3. Алгоритм анализа данных в центре управления сетью для определения оптимальных топологий, асинхронного управления каналами VPN и резервных каналов связи.

При использовании кластеризации устройств в сети одного провайдера, имеют место случаи, когда некоторые устройства имеют запасной канал через другого провайдера (например ADSL или 4G). Данный канал был определен клиентом как неудовлетворительный по качеству, либо находится под запретом в качестве основного исходя из его стоимости. Однако при обрыве или сильном ухудшении производительности основного канала устройство перейдет на данный запасной канал. Созданный алгоритм [3] позволяет использовать такие устройства в качестве резервного шлюза остальных устройств в пределах одной автономной системы. Это позволяет существенно повысить гибкость и надежность всей системы в целом. Новизна же алгоритма заключается в использовании принципов топологии Mesh при реализации VPN каналов.

4. Алгоритм раздельной адаптивной маршрутизации различных типов трафика на основе муравьиных алгоритмов. [5].

Разработан алгоритм на основе методов муравьиной колонии раздельной адаптивной маршрутизации различных типов трафика, для которого получены параметры качества обслуживания QoS. Он решает задачу обеспечения параметров QoS для потоков данных одновременно с определением путей их передачи. При выборе путей алгоритм руководствуется топологией и текущим состоянием сети, включая пропускные способности и задержки для каждой сетевой связи. Этот алгоритм подробно описан в [3]. Он основан на алгоритме муравьиной колонии [4], разработанном ранее. Адаптация под VPN каналы позволила реализовать непрерывную адаптацию к трафику. Алгоритм прошел апробацию на имитационной модели VPN [5]. Новизна заключается в использовании алгоритмов функционирования муравьиной колонии при решении задач поиска оптимального маршрута по мультикритериальным признакам.

5. Разработка программной реализации созданных алгоритмов для устройств на базе OpenWrt, RouterOS и подобных.

Описание работы реализованных алгоритмов приведено в [3,4]. Для моделирования большого числа соединений были использованы маломощные дешевые виртуальные машины в облаке с установленными RouterOS x86 v6.27 и OpenWRT. x86 v12.09. Как видно по результатам тестов наилучшую производительность показал протокол OpenVPN с шифрованием AES128. Самый распространенный протокол шифрования IPSEC с шифрованием 3DES в связке с L2TP показал наименьшую производительность. Средний период простоя процессора колебался от 0,05 до 0.07, что довольно неплохо для высоконагруженного сетевого сервера. Это позволяет сократить затраты на оплату виртуальных ресурсов до 20%.

Список литературы

1. Полежаев П.Н. Разработка системы управления программными сервисами в облачных системах с использованием технологии контейнеризации // X Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием) AS’2015 «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве». – г. Новокузнецк, 2015. - С.53-57.

2. Полежаев П.Н. Модель вычислительных сервисов облачной системы с поддержкой программно-конфигурируемых сетей и контейнеров // Материалы III Международной научно-практической конференции «Шестой технологический уклад: механизмы и перспективы развития», 13-14 ноября. – Ч.1. – г. Ханты-Мансийск, 2015. – С. 45-46.

3. Ушаков Ю.А., Полежаев П.Н., Шухман А.Е. Создание мультисервисной многоточечной VPN сети с динамической автонастройкой. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 9. – С. 170-178.

4. Polezhaev P., Shukhman A., Ushakov Yu. Implementation of dynamically autoconfigured multiservice multipoint VPN. // Proceedings of 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT),14-16 October 2015, Rostov-on-Don, Russia. – pp. 211-215.

5. Ушаков Ю.А., Коннов А.Л., Полежаев П.Н., Шухман А.Е. Имитационная модель самоорганизующейся виртуальной частной сети. // Вестник Оренбургского государственного университета – 2015 – №12. – С. 216-221.

О СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОПРЫСКИВАНИЯ

Коннов Д.И., Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Подготовка бакалавров по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» охватывает изучение различных технологических процессов. Область деятельности будущих специалистов может быть связана не только с машиностроением и космическими технологиями, но и с высокотехнологичным оборудованием сельскохозяйственной отрасли. Например, работы по распылению удобрений в настоящее время связаны обеспечением равномерного распределения удобрений на площади и соблюдения заданной нормы их внесения. Такие задачи невозможно решить без применения современных систем автоматизации.

Опрыскивание полей – это необходимый технологический процесс, который позволяет значительно повысить количество всходов различных культур и удалить из них все сорняки-вредители. Опрыскивание жидкими минеральными удобрениями ии ядохимикатами проводится с помощью прицепного, либо самоходного опрыскивателя, с установленным на него бочкой и опрыскивающими штангами с форсунками. Под действием насоса, жидкие минеральные удобрения поступают к инжекторным форсункам и разбрызгиваются над землёй.

Каждая обработка земельных участков осуществляется с применением технических средств, которые объединяет в себе опрыскиватель.

Пример структуры опрыскивателя представлен на рисунке 1. Состав опрыскивателя следующий:

- колёсное шасси или полноценное самоходное транспортное средство;
- насос, подающий рабочую жидкость непосредственно на обрабатываемую поверхность;
- ёмкость для хранения рабочей жидкости;
- ёмкость (миксер) для перемешивания рабочей жидкости;
- система трубопроводов, связывающая насос, ёмкости и набор разбрызгивающих устройств;
- штанги для опрыскивания –различных форм и размера захвата опрыскиваемой поверхности, изготавливаемые из стали, дюралюминия, либо различных облегчённых высокопрочных материалов, например карбоновые волокна;
- система демпфирования колебаний при движении опрыскивателя – пружинные элементы, пневматические или масляные амортизаторы, гидро-пневмоаккумуляторы и другие различные системы;

- система разбрызгивания рабочей жидкости – форсунки различных видов и модификаций: инжекторные или щелевые, одно- , двух- , или трехпозиционные.

Производительность и эффективность обработки земельных участков напрямую зависит от равномерности внесения рабочей жидкости, постоянства подачи количества разбрызгиваемой жидкости и многих других факторов, которые зависят именно от технической составляющей опрыскивания. Наиболее эффективный способ обработки поверхности – опрыскивание с помощью автоматизированных систем контроля технологического процесса.

Суть автоматизированной системы контроля опрыскивания заключается в постоянном контроле всех элементов, напрямую влияющих на качество обработки поверхности. Контроль осуществляется при помощи бортового компьютера, агронавигатора, подруливающего устройства (автопилот) и системы копирования штангами опрыскивателя обрабатываемой поверхности.

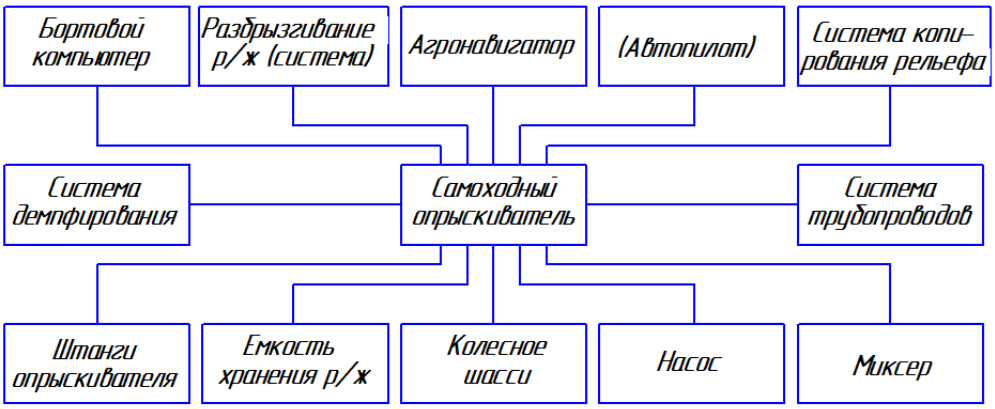


Рисунок 1 – Основные части опрыскивателя

Учитывая высокую степень вредности вносимых элементов для непосредственного вдыхания и взаимодействия с кожей и другими частями тела человека, крайне необходимо, чтобы все процессы, производимые при опрыскивании, происходили максимально без непосредственного участия человека

Опрыскивание осуществляется в ночное время. Перед началом опрыскивания, водитель формирует территорию предполагаемого опрыскивания – объезжает её по периметру, в агронавигаторе происходит формирование территории предполагаемой обработки. После этого происходит настройка норм выдачи рабочей жидкости через форсунки – данный процесс осуществляется через бортовой компьютер водителем машины. Начинается опрыскивание с автоматизированного раскрытия штанг опрыскивателя и выставления их уровня относительно земли. Раскрытие и регулировка высоты осуществляется с помощью гидравлической системы – набора гидроцилиндров. Водитель опрыскивателя выводит машину на уже сформированный в агронавигаторе маршрут, с этого момента начинается обработка.

Опрыскиватель движется с заданной скоростью, выдерживая нормы расхода рабочей жидкости. Это возможно благодаря связи со спутником, либо установленному на шасси датчику скорости, который передаёт данные в бортовой компьютер. Совместно с этой системой, работает автопилот, который регулирует направление движения опрыскивателя по заданному агронавигатором маршруту. Если вдруг опрыскиватель производит перемещение по уже частично опрысканному участку поля, то срабатывает система посекционного отключения форсунок, благодаря этому не происходит превышение внесения минеральных удобрений или ядохимикатов.

Чтобы максимально исключить недообработку рабочей жидкостью – применяется система копирования рельефа земли, она представляет собой набор датчиков, силовых устройств и системы обработки данных. Благодаря данной системе сохраняется постоянным расстояние от разбрызгивающих жидкость форсунок до обрабатываемой поверхности. Именно данная система позволит исключить в дальнейшем рост сорняковых растений и гибель взращиваемой культуры.

При автоматизации процесса опрыскивания различных культур можно использовать любой опрыскиватель, например Бизон 2 (Рисунок 2) со всей выше перечисленной технической оснасткой.

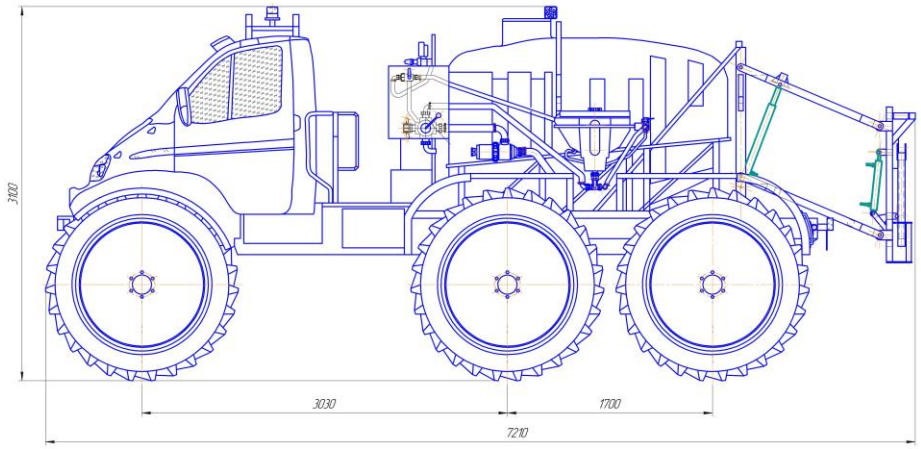


Рисунок 2 – Самоходный опрыскиватель Бизон 2

Машина способна работать в комплексе с другим оборудованием, разбрасывателем твёрдых минеральных удобрений. Машина эксплуатируется в неотапливаемом помещении с температурой от -5 ^{0}С до 35 ^{0}С. Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров, токопроводящей или абразивной пыли в концентрациях способных нарушить нормальную эксплуатацию машины.

Список литературы

1 Евгенев Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учеб. пособие. Москва.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 – 334 с.

2 Евгенев Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учеб. пособие. 2-е изд., доп. Москва.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012 – 410 с.
3 Хубка В. Теория технических систем: пер. с нем. М.: Мир, 1987 – 208 с.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ Fe-NI-Cr ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Кшнякина В.А., Кускулаков С.А., Махмут Ж.М.,
Крылова С.Е. доктор техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

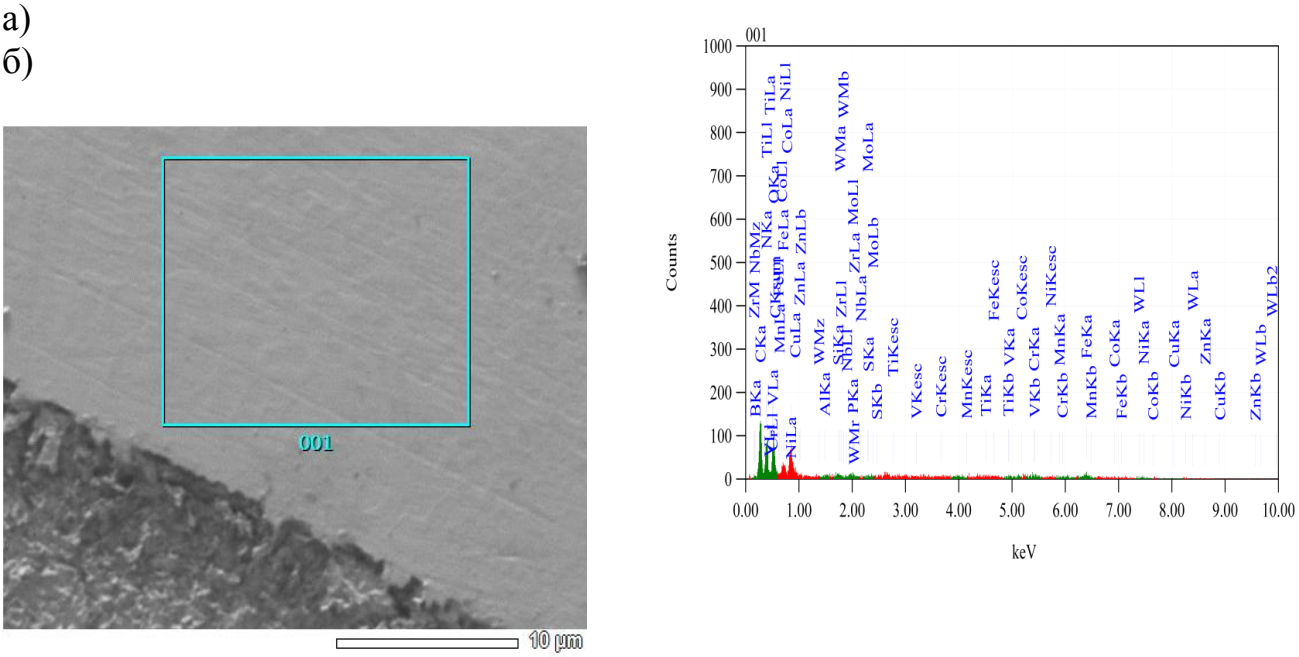
Известны различные методы нанесения покрытий, наиболее оптимальным из которых выбран метод ХГН (холодное газотермическое напыление). Такой метод находит широкое применение для получения антикоррозионных, упрочняющих, электропроводящих и других покрытий отдельных деталей и конструкций особенно из материалов и на материалы, допускающие ограниченное термическое воздействие, а также может быть использован для получения компактных порошковых материалов. Материалами для напыления служат порошки, шнуры и проволоки из металлов, металлокерамики и керамики. Еще одно распространенное применение ГТН – это ремонт и восстановление деталей и оборудования. Основными особенностями технологии являются: возможность нанесения покрытий из различных материалов (практически любой плавящийся материал, который можно подать как порошок или проволоку); невысокий (не более 150℃) нагрев поверхности при нанесения покрытия; отсутствие перемешивания материала основы и материала покрытия.

Целью работы послужило изучение структурных методов различных покрытий, получаемых методом химического и физического осаждения и определения типа покрытия по металлографическим характеристикам.

Микроструктурные исследования выполняли методом электронной растровой микроскопии с использованием энергодисперсионного рентгеновского анализатора JEOL-6000 (EX-54400T1L11). Структура поверхности покрытия, полученного в указанных условиях представлена на рисунке 1, в таблице 1.

Нанесение металлических покрытий обычно преследует не только практические (защита от коррозии), но и эстетические цели, что обусловливает соответствующие требования. Так как ни один металл не отвечает полностью какой-либо группе требований, то в большинстве случаев пленочные покрытия изготавливаются из двух (а возможно и более) различных металлов. Например, умело изготовленное на железе никелевое покрытие не имеет пор, обеспечивает хорошую защиту, но на поверхности быстро окисляется и тускнеет. Хромовое покрытие, наоборот, остается блестящим и красивым, однако из-за наличия пор плохо защищает основной металл.

а)
б)



а - фото микроструктуры, б - спектры, взятые с отдельных фаз

Рисунок 1- Микрорентгеноспектральный анализ поверхностного слоя покрытия

Таблица 1- Химический состав основы покрытия , в % по массе

B	C	N	P	Ti	V	Cr
15,33	45,79	18,39	0,53	0,11	1.50	1,69

В исследованной области металлической основы больше всего содержится таких элементов как титан, ванадий, хром в виде соединений с углеродом, бором и азотом в качестве упрочняющих фаз металлической основы.

После исследования химического анализа на микроскопе «JEOL» , образец подвергся исследованию методом рентгеноструктурного анализа с помощью минидифрактометра МД-10 с медным катодом. Образец бомбардировали электронами 30Кэв в 2-х режимах: «Режим 1» и «Режим 2». Рентгенограммы приведены на рисунках 7-8.

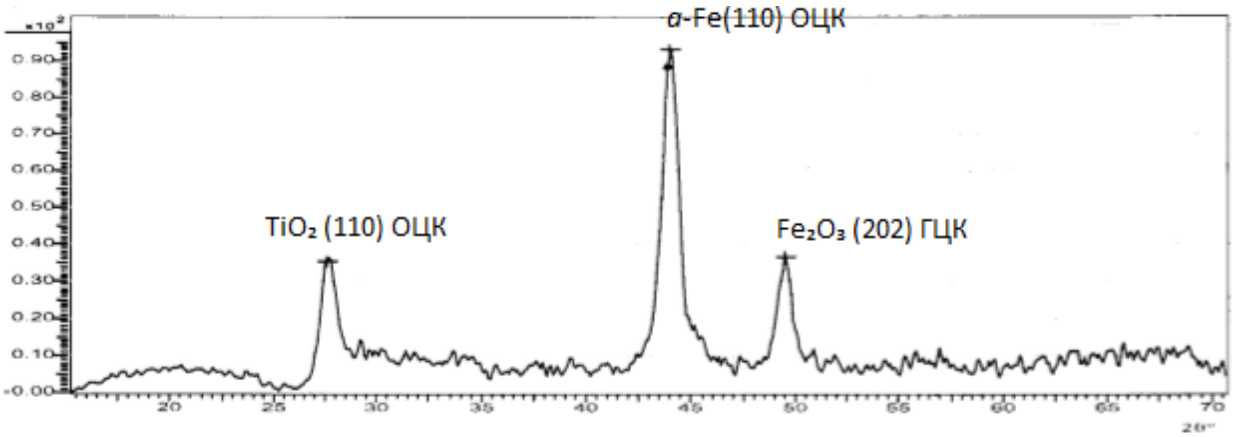


Рисунок 2- Рентгенограмма образца в «Режиме 1»

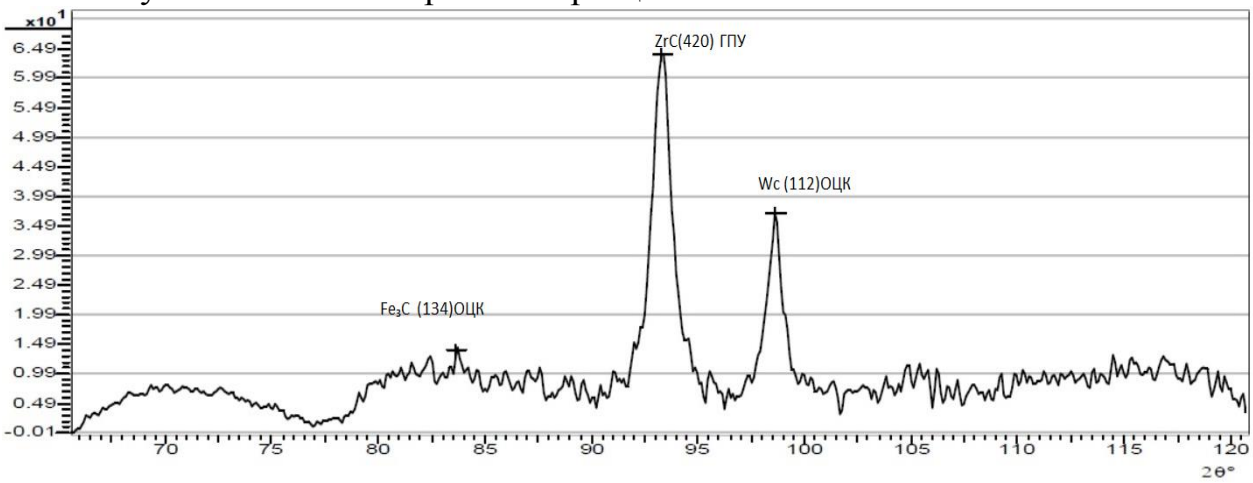


Рисунок 3- Рентгенограмма образца в «Режиме 2»

Таблица 2 – Кристаллографические характеристики идентифицированных в интервале углов $2\theta^{\circ}$ от 0 до 70 град.

Пик	d	HKL	Фаза
1	3,23419	110	TiO_2
2	2,05758	110	α-Fe
3	1,84094	202	Fe_2O_3

Таблица 3 – Кристаллографические характеристики идентифицированных в интервале углов $2\theta^{\circ}$ от 70 до 120 град.

Пик	d	HKL	Фаза
1	1,15	134	Fe_3 C
2	1,05	420	ZrC
3	1,01	112	WC

Из металлографической карты (рисунок 4) распределения химических элементов по объему покрытия видно, что наибольший объем покрытия составляют C и N, что свидетельствует о том, что покрытие имеет карбонитридную основу. Судя по равномерному распределению титана, ванадия, хрома и вольфрама в покрытии, с учетом результатов

рентгенофазового анализа, основными упрочняющими фазами являются $Cr_{23}C_6$, WC, VC, в качестве микорлегирующих включений присутствуют дисперсные частицы ZrC, ZrN, TiC и TiN, в количестве, не превышающем 8-10%, судя по карте распределения элементов.

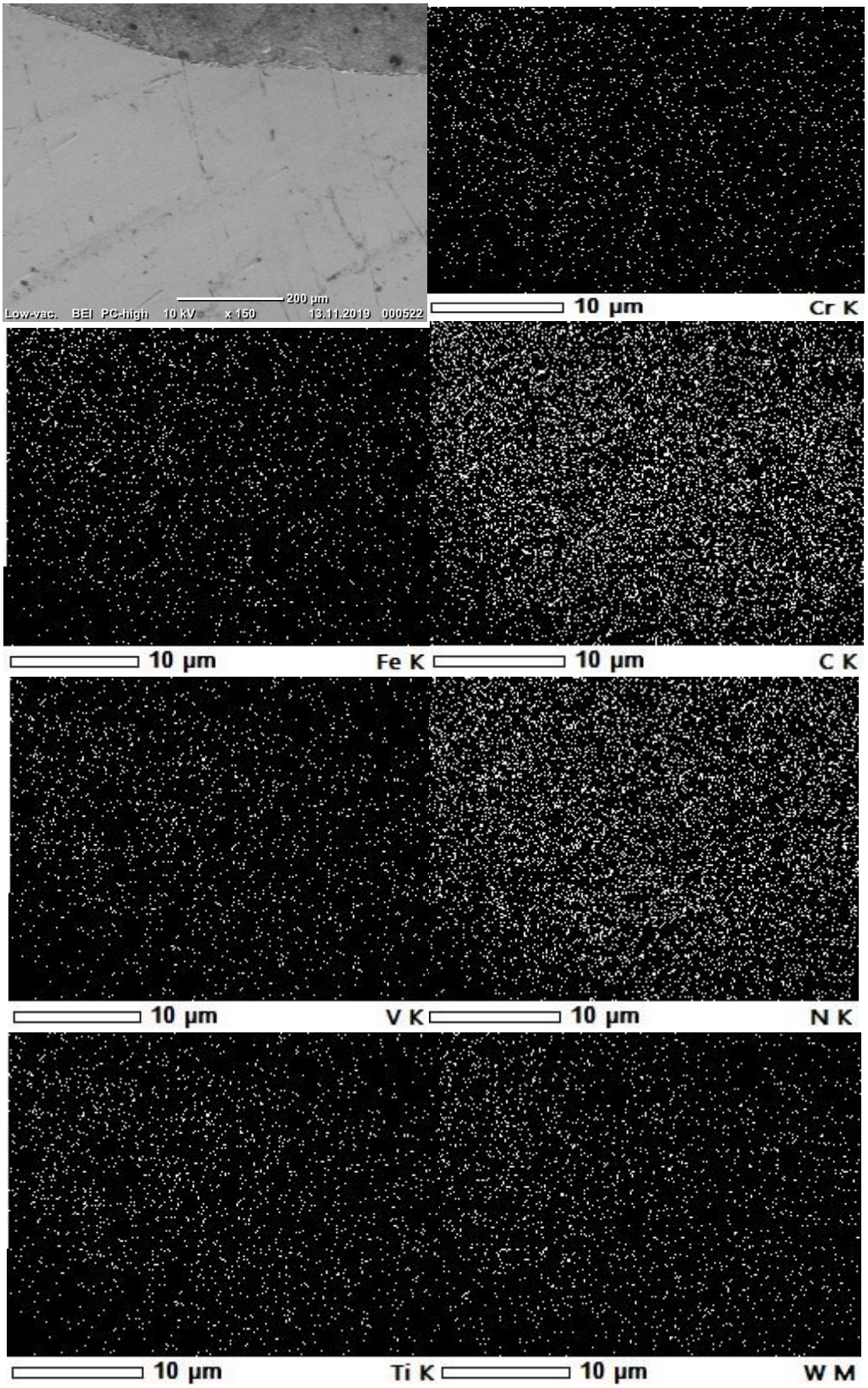


Рисунок 4 – Карта распределения элементов

С учетом вышеуказанных особенностей метода, проведенные структурные исследования свидетельствуют, что полученное покрытие методом холодного газотермического напыления металлургического порошка на основе Fe-Ni-Cr, с содержанием карбидообразующих добавок в виде W, V, Zr, Ti.

Покрытия данного типа применяют для газопламенного напыления поверхностей с последующим проплавлением углеродистых, легированных и высоколегированных сталей, а также стальных отливок, чугуна и сплавов никеля. Очень высокое сопротивление трению и эрозии. Хорошее сопротивление ударам и коррозионная стойкость при высоких температурах. Количество карбидов вольфрама 60%.

Список литературы

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

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

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КАК ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВА

Магдин А. Г., канд.техн.наук,
Припадчев А. Д., д-р техн. наук, профессор,
Горбунов А. А., канд.техн.наук, доцент, Псянчина Р.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Авиационные материалы – основная составляющая любого изделия. Даже этапы развития цивилизации получали названия главенствующих на тот момент материалов – это бронзовый, железный век [6]. Не имея новых материалов невозможно перейти к новому технологическому уровню жизни. Огромное количество разработок учёных не могут быть воплощены из-за отсутствия материалов с необходимыми свойствами, которые позволили бы создать необходимую конструкцию. Свойства материалов устанавливают уровень надёжности и безопасности разрабатываемой конструкции, изобретатели в разное время пытались изобрести аппараты для перемещения по воздуху [3], но в силу отсутствия материалов с необходимой прочностью это было невозможно.

Долгое время ведётся упорная работа над созданием силовой установки большой мощности, но при этом остаётся условие уменьшения веса аппарата, для увеличения полезной нагрузки.

Современные тенденции в проектировании летательных аппаратов подталкивают технологии к переходу на искусственный интеллект и применению таких материалов как наноматериалы и материалы со специальными свойствами, которые займут ключевую позицию [2].

Корпорации, работающие на перспективу, выстраивают стратегию развития на будущее, а для этого необходимо иметь научно обоснованный технологический прогноз учитывающий и материаловедение, в этой области ведут исследования корпорации Роскосмос, ОАО «Объединенная авиационная корпорация», ОАО «Вертолеты России». Для точного выбора приоритетного направления изучения авиационных материалов необходимо учитывать вектор изучения материаловедения и технологий иностранных разработчиков, а также выбранные ими стратегии и накопленный опыт [1].

В ближайшее время материалы будут представлять из себя умные конструкции (рис 1), интеллектуальные материал (рис 2) или метаматериалы (рис 3), в больших объёмах найдут своё применение композиционные материалы [7].

Одним из главного приоритетов в создании материалов остаётся защита их от коррозии, влияния ультрафиолета, воздействия климатических особенностей, которые в основном и определяют надёжность изделия [5]. Ежегодно мировая промышленность несёт колоссальные потери от влияния климата, в виде материалов, навсегда утраченных из-за воздействия коррозии

(рис 4), в России таких данных нет, но создана Национальная система центров климатических испытаний, для системного анализа воздействий климата в различных климатических зонах, в результате чего будут разработаны инструкции по защите изделий от воздействия внешней окружающей среды.

Рисунок 1 – Умная конструкция

Рисунок 2 – Интеллектуальный материал

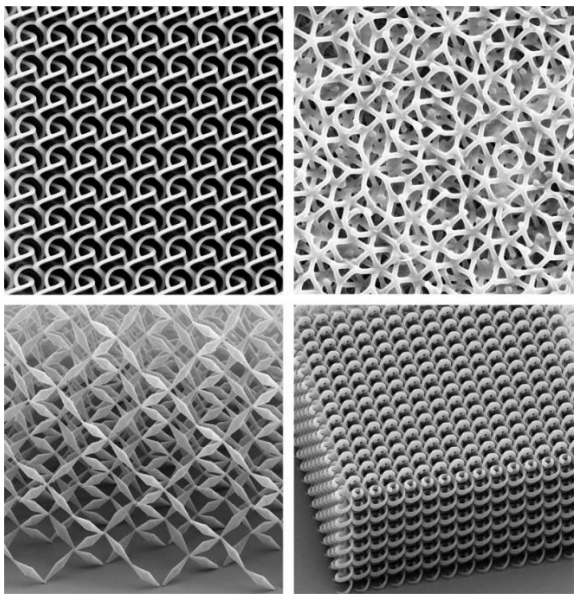


Рисунок 3 – Метаматериал

Рисунок 4 – Воздействие коррозии на материал

Создание новых материалов влечёт за собой появление новых технологий, так если бы не были созданы жаропрочные сплавы, невозможно было бы разработать газотурбинные двигатели, устанавливаемые на самолётах, теория создания газотурбинного двигателя была известна задолго до того, как смогли реализовать идею по его созданию. Как пример является крупнейшая ракетно-космическая разработка МКС «Энергия – Буран» (рис 5), в которой были применены инновационные разработки теплоизоляции для силовых установок, корпуса «Бурана», сложнейшей задачей было создание теплозащиты корпуса в виде плитки (рис 6). Одна только просьба президента Франции Ф. Миттерана продать технологию производства «Бурана» для создания собственного многоразового шаттла «Гермес» говорит о качестве разработанных и применяемых материалов, и уникальности технологий применённых в производстве, полученные разработки могут быть использованы в других отраслях промышленности.

Рисунок 5 – МКС «Энергия-Буран»

Рисунок 6 – Теплозащитная плитка

В настоящее время российская промышленность испытывает нехватку в хороших инженерах конструкторах, например, чтобы стать хорошим специалистом в области материаловедения, необходимо иметь колоссальную подготовку в научных областях – математики, химии, физике, взаимосвязанных науках механике и сопротивлении материалов, что требует огромных финансовых затрат, длительного срока обучения настойчивости и огромного желания. Создан институт для разработки материалов при поддержке и инициативе выдающихся учёных конструкторов А.Н. Туполева и С.А. Чаплыгина они считали, что отечественное авиастроение не имеет будущего без создания новых материалов, имеющих высокий уровень прочности, жесткости и обладающие малой плотностью, отвечающих последним требованиям научных авиастроительных разработок [4]. Но поддержка научных изысканий в области авиационного материаловедения не ограничивается работами учёных, президент Российской Федерации В.В. Путин определил развитие композиционных материалов как приоритетное направление, благодаря чему авиастроительная отрасль благополучно функционирует, не смотря ни на санкции Евросоюза, ни на возникающие внутренние проблемы, зачастую связанные с нехваткой кадров.

Родоначальником применения полимерных композиционных материалов в своих изделиях является О.К. Антонов, процент содержания композиционных материалов в изделиях Ан-124 и Ан-225 составляет 28%, это сопоставимо с западным самолётом А-380 (рис 7).

Рисунок 7 - Ан-124, Ан-225, А-380

После постановки задачи президентом РФ В.В. Путиным о создании композиционных материалов принципиально нового уровня, российские учёные создали материалы с очень высокими ударно-деформационными свойствами. Разработка новых материалов неразрывно связана с технологией и конструкцией изделия, изготовление по отдельности не имеет смысла, т.к. при создании материалов и проектировании оснастки и оборудования нужно учитывать особенности конструкции изделия, а также активно использовать передовые IT-технологии при создании материала, его эксплуатации, продлении срока службы и утилизации. При планировании жизненного цикла изделия необходимо учесть зелёные технологии, минимизировать воздействия вредных веществ на окружающую среду.

Огромную роль играет сотрудничество с ВУЗами в области подготовки научно-технических сотрудников и подготовке кадров, немаловажно прохождение студентами производственной практики, выполнение курсовых и дипломных работ непосредственно на предприятии [1]. Набор студентов по целевым направлениям в большей мере мотивирует к обучению и углубленному освоению профессии, а возможность во время практики работать на высокотехнологичном оборудовании позволяет в полной мере осознать то, что от будущих специалистов требует институт, подобная система подготовки позволяет воспитывать квалифицированных специалистов, кроме теоретической подготовки студент должен понимать изнутри всю технологию производства материалов, должен уметь прогнозировать свойства и параметры создаваемых изделий.

Немаловажную роль занимает международное сотрудничество, изучение и анализ зарубежного опыта, развитие и продвижение науки, быстрое внедрение перспективных проектов в производство.

Для Российской Федерации главным приоритетом является модернизация экономики, развитие науки и тесное сотрудничество с предприятиями, создание рынка интеллектуальной собственности, привлечение молодёжи в научную среду.

Список литературы

1. Авраамова, Е.М. Развитие научного потенциала в современной России / Пространство экономики. – 2012. – №1. – С.156-164.

2. Андриевский, Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Изд. Центр «Академия», 2005. – 192 с.

3. Кондратенко, А.Н., Голубкова Т.А. Перспективные технологии получения и области применения наноструктурных металломатричных композитов. Конструкции из композиционных материалов. – 2009. – 1. – С. 24-25.

4. Лебедева, Н.Н. Модернизация механизма воспроизводства научных кадров в современной России / Н.Н. Лебедева // Вестник ВолГУ. 2013. №14. С.14-19.

5. Мэтьюз, Ф. Композитные материалы. Механика и технология / Ф. Мэтьюз, Р. Ролингс // М.: Техносфера, 2004. – 408 с.

6. Черноусов, П.И. Металлургия железа в истории цивилизации / П.И. Черноусов, В.М. Мапельман, О.В. Голубев // Учеб. пособие. – М.: МИСиС, 2005. – 350 с.

7. Шевченко, В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов, Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова, 2010. – 99 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЯ СО СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

Майер М.Н., Жабаев Н. У., Габдулгафарова И.Р.,
Шерстобитова В.Н., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время развитие машиностроительного производства не стоит на месте, что ведет к максимальной автоматизации механической обработки и технологий контроля изготавливаемых изделий. С появлением электронно-программного управления создавались станки с числовым программным управлением (ЧПУ) на которых происходит механическая обработка в автоматическом режиме по программе. На практике датчики и детекторы используются для измерения выходных характеристик контролируемого процесса. Эти измерения используются для обеспечения корректирующей обратной связи, чтобы помочь достичь желаемой производительности. Системы, предназначенные для работы без вмешательства человека, называются системами автоматического управления. Помимо контроля внутренностей изделия, также необходимо контролировать внешнюю геометрию. А именно линейно-угловые размеры, а также отклонения формы от 3D модели изделия.

Контроль осуществляется методом измерений всех параметров в числовой форме или сравнением его с параметрами измеряемой поверхностями приборов настроенных по мере. Объектами контроля являются: исходные материалы заготовки, детали, сборочные единицы и готовые изделия на разных стадиях изготовления. Традиционные средства контроля геометрических параметров не позволяют добиться нужной точности.

На сегодняшний день на многих предприятиях машиностроительного производства имеется проблема автоматизации контроля геометрии деталей в процессе обработки, так как контроль детали происходит многоэтапно для более точного результата. Внедрение обработки деталей на станках с программным управлением производиться наладчиком цеха, программистом и технологом цеха. После обработки детали проверяется правильность технологических решений по последовательности обработки, выбору баз, режимов резания, холостых ходов, исходных точек, конструкторских решений по специальной оснастке, а так же решается на каком оборудовании будет проходить контроль обработанного контура изделия. Эти условия значительно усложняют сам технологический процесс и не предупреждают появлению брака.

При написании технологии контроля т контура всегда необходимо стремиться к его упрощению, наглядности без потери точности и достоверности. Это достигается предварительным анализом и сопоставлением

результатов измерений одного и того же параметра различными техническими средствами, а также методов обработки полученных результатов чаще всего контролировать необходимо контур с высокой точностью, его посадочные места и базирующие плоскости, так как от этих параметров зависит качество изделия. Для контроля теоретического контура можно изготовить шаблон, что значительно накладно по времени и не целесообразно, так как при доработки контура придется изготавливать новый шаблон и т.д. В связи с этим появилась потребность в новых методах контроля ответственного контура изделия. В современном машиностроительном производстве для решения этих задач используют координатно-измерительные машины, лазерные сканеры FARO и лазерные трекеры LEICA. Эти системы высокоточные, производительны, мобильны и бесконтактные измерения и получают в цифровой форме. Принцип работы лазерного трекера состоит в измерении двух углов и расстояния (рисунок 1).

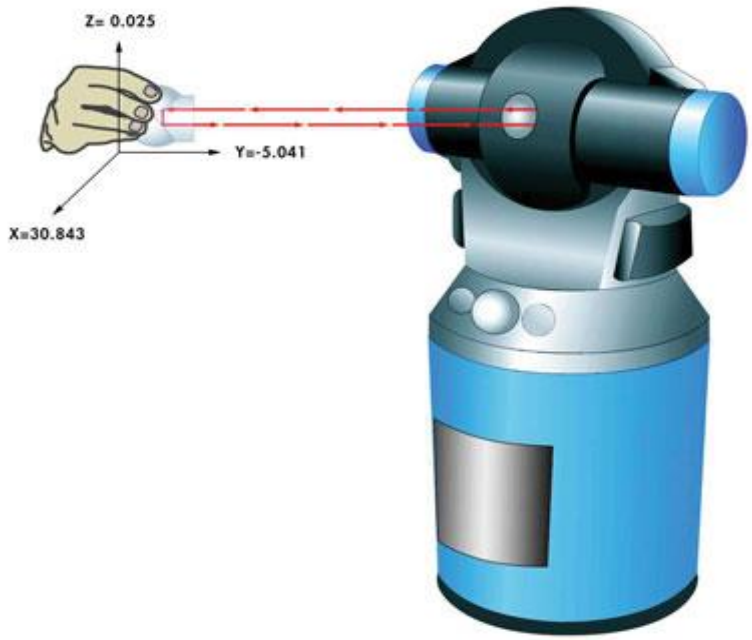


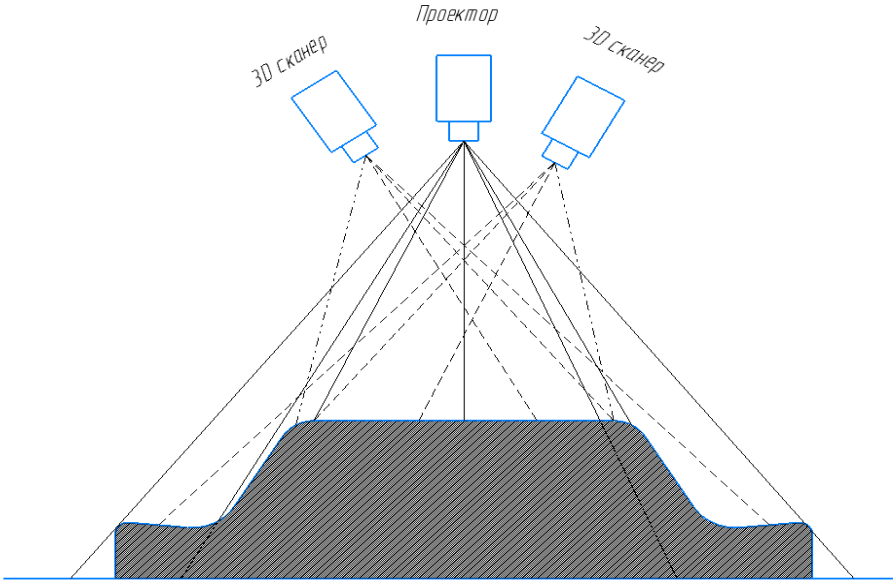
Рисунок 1-Принцип работы лазерного трекера.

Свет лазера разделяется на два луча. Один направляется прямо в интерферометр. Другой испускается трекером, отражается от ретрорефлектора и на обратном пути поступает в интерферометр. Координаты точек рассчитываются компьютером в системе координат треке- ра за счёт известных двух углов поворота головки по горизонтали и вертикали и известной дальности до отражателя. Для измерения того или иного геометрического элемента оператор должен замерить на его поверхности определённое количество точек. Для контроля теоретического контура изделия осуществляется путем импорта CAD модели в программное обеспечения для сравнения с 3D моделью изделия.

Но все эти системы позволяют контролировать контур уже после обработки изделия на станке. К сожаления, основной проблемой при

обработки геометрического контура на станках с ЧПУ, является погрешность установки детали. Если допустить ошибку при базировании или неправильной установки детали, то при обработки может повлечь за собой брак.При закреплении заготовок возможны ее смещения под действием зажимных сил или вибрации станка, что также может повлечь за собой необратимые последствия.

Но если на станок с ЧПУ установить два лазерных модуля: лазерный сканер и лазерный проекционная система (рисунок



2)

Рисунок 2- Модуль для контроля геометрического контура изделия на фрезерном станке с ЧПУ

При помощи проецированного контура возникает возможность точной установки заготовок и на плоскости проекции. И при автоматизации программного управления, данная система сможет оповещать пользователя о смещении заготовки во время обработки на станке с ЧПУ (рисунок 3).

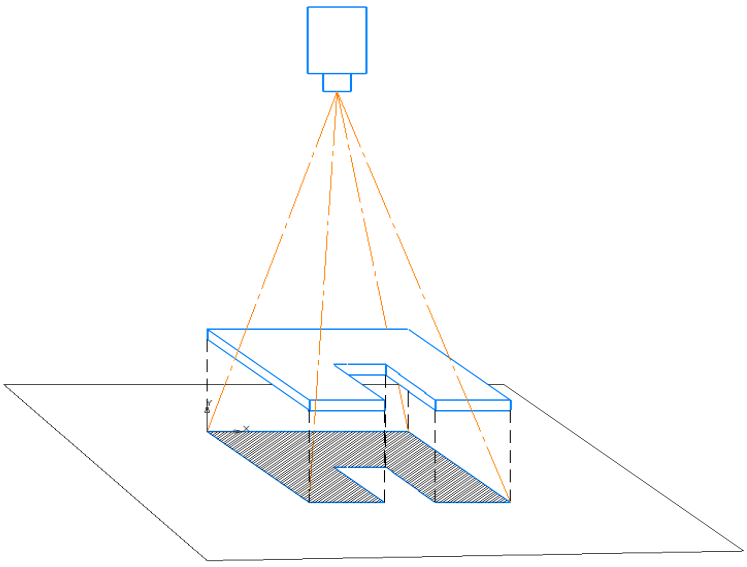


Рисунок 3- Лазерный проектор для контроля установки детали на фрезерном станке с ЧПУ

При помощи системы лазерного сканирования контура изделия, возникает возможность контролировать теоретический контур на каждой стадии обработки (черновой, получистовой и чистовой).

Инженерный проект включает в себя интегрированные компьютерные инструменты, такие как расширенный CADD. Благодаря этому производственные операции могут быть выполнены быстро и с высокой точностью.

Целью работы является формирование универсальной модели контроля геометрического контура на базе модуля лазерного сканирования и модуля лазерного проекцирования, позволяющий ускорить и повысить качество технической подготовки производства. Модель представляет из себя процесс технологической подготовки производства и ее управляющей системы.

Задачи универсальной системы:

1. Жестко установить деталь на столе станка;
2. Оповещение о смещении детали от проецированного контура;
3. Контроль обрабатываемого контура на всех этапах обработки;
4. Возможность автоматической переналадке системы на всех этапах обработки;
5. Автоматизированное составление технологического задания для деталей обрабатываемых на станках с ЧПУ
6. Автоматическое комплектование сопроводительной документации изделии.

Таким образом, можно сделать вывод, что рассмотренная система обладает всем необходимым функционалом для решения задач установки заготовки и контроль контура изделия непосредственно на станке с ЧПУ. Что позволяет максимально адаптировать ее к условиям конкретного предприятия, что создает предпосылки для существенного повышения эффективности работ в технологической подготовке машиностроительного производства.

Список литературы

1. Учебник « Экономика, организация и управление на предприятии» /Корсаков М.Н., Ребрин Ю.И., Федосова Т.В., Макареня Т.А., Шевченко И.К. и др.; под ред. М.А. Боровской-Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008-440с.

2. Система комплексной автоматизации технологической подготовки производства [Электронный ресурс].-Режим доступа: http://www.swsys.ru/index.php?id=2437&page=article.

3. Автоматизированное производство [Электронный ресурс].-Режим доступа:

4. https://www.bestreferat.ru/referat-181366.html.

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

Марусич К.В., канд. техн. наук, доцент, Емельянов А.Д.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Машиностроение, как отдельная отрасль существует не одну сотню лет. На протяжении этого времени машиностроительный комплекс занимает главную роль в промышленности. Это определяется следующими факторами:

- занятость предприятия (обычно средний машиностроительный завод насчитывает от двух до трёх тысяч рабочих, а такие промышленные объекты, которые входят в состав любой корпорации и находятся в центральной части страны, в них число рабочих превышает 15 тысяч человек);
- влияние на развитие промышленности (зачастую научно-технический прогресс воплощает в продукцию именно машиностроение);
- занятость населения 35 % среди отраслей мировой промышленности [1].

На сегодняшний день большинство предприятий занятые гражданским машиностроением стали АО (акционерное общество) или ОАО (открытое акционерное общество). С каждым годом уменьшается количество машиностроительных предприятий, которые находились под управление страны. Но независимое государственной или приватизированное имеют общие проблемы (именно в России), а именно это парк современных станков, таких как обрабатывающие центра, токарные, фрезерные и т.д. До сих пор почти на каждом предприятии можно легко найти станок 1К62, либо его модификации 16К20, 16М20, 16В20, 16Г20 и др. Хотя токарно-винторезный станок 1К62 берет своё начало в 1956 году на заводе «Красный пролетарий», а последний станок сошёл с линии в 1971 году. Станок же 16К20 берёт своё начало в 1976 году, на том же заводе и выпускался до 1991 года. Такие же старые станки можно сказать про обрабатывающие центры (ОЦ) и фрезерную группу. Из-за того, что этот парк станков уже устарел, а наличие современных дорогих обрабатывающих станков становится почти невозможным из-за цены. Зачастую современные новые станки предпочитают покупать иностранные, из-за качества их сборки, обслуживания и т.д. Хотя наши станки, которые реализуют бывшие крупные станкостроительные заводы СССР, обладают почти такой же точностью, но другим качеством [2].

К общим задачам машиностроения можно отнести:

а) улучшение Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);

б) введение большого количества станков ЧПУ для автоматизации любого технологического процесса;

в) автоматизация;

г) внедрение инноваций.

Если рассматривать каждый из этих пунктов по отдельности, то из пункта «а» можно выделить, что взамен старым стандартам приходят новые, которые уже более приспособлены под нынешние условия. Согласно пункту «б», старое оборудование должно модернизироваться, либо полностью меняться. Но так как из-за высокой стоимости нового оборудования, зачастую прибегаю к модернизации старого, которые включают в себя модернизацию посредством отечественных комплектующих. Также у нас в стране остались станкостроительные заводы со времён союза – это «Ивановец», «Стерлитамак» и др. Но их показатели по долговечности хуже импортных, хотя при этом и цена ниже в два раза почти.

Под пунктом «в» понимается внедрение в производство манипуляторов и конвейеров с различными захватами и типами настила. Но как отмечалось выше, все это стоит не малых денег, и поэтому предприятию легче использовать вместо этого рабочую силу. Из-за этого в основном эти манипуляторы могут позволить только крупные предприятия, находящиеся в экономически выгодной зоне. Иначе использование будет не таким эффективным в плане загрузки оборудования, ведь каждый станок, оборудование должно работать, а не простаивать и пылиться. Такие экономически выгодные зоны расположены обычно в европейской части России (Приволжский, Уральский, Центральный федеральный округ), где и сосредоточен основной узел промышленности нашей страны [3].

Машиностроение в отечественной экономике определяет уровень производственного потенциала России, обороноспособности и стабильности во всех отраслях промышленности. Это и является основой в нашей экономике и придаёт ей более инновационный характер. В зависимости от развития промышленности, а именно машиностроения, зависит конкурентоспособность России на мировом рынке.

Факторы, которые влияют на эффективное развитие промышленности, а в частности машиностроения:

- специализация;
- близость к потребителям и источникам сырья;
- объём работ и затрат на транспортировку;
- совмещение производства;
- концентрация;
- научно-технический прогресс.

Из выше перечисленных факторов, самыми весомыми является специализация и кооперация. Например: машиностроительный завод включает в себя следующие специализации:

- механообработка;
- сборка;
- литейная;
- ремонтно-строительная;
- прессовая;
- рихтовочная и др.

Чем больше у завода будет специализаций, тем более функционален он будет, что как раз способствует повышению эффективности развития машиностроения.

Под кооперирование понимается производство готовой продукции несколькими предприятиями. Выгоднее всего объединяться с соседним предприятием, либо которое находится не далеко, что сократить затраты на перевозку готовой продукции или сырья.

Если сравнивать машиностроение конца 1980-ых годов с нынешним, то нынешнее положение критично, ведь доля машиностроения составляет менее 15%. Большой спад произошел в станкостроении, тракторостроении, авиационной промышленности, сельском и тяжёлом машиностроении. А вот военная промышленность, наоборот, набирает с каждым годом темп развития.

К общим проблемам Российской промышленности отнесём:

- более 90 % продукции производится в европейской части страны;
- большая часть крупных предприятий связана с военной промышленностью;
- Российское машиностроение не может плавно перейти на выпуск гражданской продукции
- исходя из предыдущего пункта, можно отметить низкое качество продукции и конкурентоспособности [4].

Список литературы

1. Коньшакова, С.А. Перспективы развития инновационного машиностроения в России / С.А. Коньшакова, О.Г. Кураленко // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 39 (39). – С. 78-96.

2. Гуреева, М. А. Основы экономики машиностроения: учебник / М.А. Гуреева. – Москва: Академия, 2010. – 203 с.

3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Текст]. – Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1662-р от 17.11.2008 г.

4. Развитие машиностроения в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spravochnick.ru/mashinostroenie/razvitie_mashinostroeniya_v_rossii/ – Загл. с экрана. – Проверено 25.12.2019.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСТРУДЕРОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Марусич К.В., канд. техн. наук, доцент, Сокольников А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В начале XXI века уже невозможно представить нашу жизнь без полимерных материалов (пластика, эластомера, волокна). С развитием современных производств и использования передового технологического оборудования требуются новые конструктивные материалы, превосходящие по своим прочностным, упругим и другим свойствам традиционные [1-3].

К числу наиболее интересных и перспективных относятся полимерные материалы (высокомолекулярные химические соединения) и в первую очередь наполненные. Конструктивные полимерные материалы всё чаще применяют в современном машиностроении, причём их используют в тех случаях, когда ни один другой материал не отвечает всё более возрастающим требованиям [4].

В настоящее время полимеры и материалы на их основе серьёзно потеснили такие основные конструктивные материалы, как железобетон, металл, дерево. Возможности полимерных материалов чрезвычайно широки благодаря многообразию полимеров и наполнителей, неисчерпаемой вариабельности составов композитов на их основе и методов их модификации.

Кроме того, критерии получения полимерной продукции отличают: высокая технологичность, минимальная энергоёмкость, возможность получения за один цикл формования сразу несколько изделий, в том числе сложной конфигурации, а также высокая степень автоматизации влекущая за собой увеличение скорости технологического процесса с незначительной потерей исходного материала [5].

Благодаря комплексу уникальных эксплуатационных свойств полимеры проникли во все отрасли народного хозяйства.

Экструзия – один из основных методов изготовления из исходных полимерных материалов (в виде гранул, порошка, лент) изделий или полуфабрикатов неограниченной длины с помощью продавливания однородного расплава полимера через формующую головку (сопла, фильеры), геометрическая форма (сечение) выходного канала, которой определяет нужный профиль получаемого изделия или полуфабриката [6]. Соэкструзией называют метод соединения двух, либо более, полимерных материалов, которые проходят через формующую головку экструдера. Разбухание экструдата называют увеличение объёма полимера при его выходе из формующей головки экструдера.

В настоящее время экструдер является наиболее важной частью оборудования для переработки полимерных материалов. Опережающий рост единичной производительности экструдера стимулирует разработку

совершенных конструкций формующего, калибрующего, тянущего, охлаждающего, маркирующего, ламинирующего, отрезного оборудования.

Экструдерный способ получения качественного расплава является непрерывным технологическим процессом и одним из новых и прогрессивных способов. Он ещё мало изучен. Правильной и точной дешифровки процесса плавления в экструдерах до сих пор нет. Отличительной чертой плавильных устройств экструдерного типа является:

- их универсальность в отношении переработки различных полимеров;
- быстрый переход от минимальной производительности к максимальной;
- практически неограниченная плавильная способность по вязкости.

Вследствие плавления полимера между цилиндром и вращающим шнеком расплав получается хорошо гомогенизированным, при этом заметно снижается количество наплывов и обрывность элементарных волокон. Положительным качеством экструдерного способа плавления является возможность вводить красители одновременно с полимером, благодаря чему процессы окраски и плавления совпадают.

При изготовлении изделий методом экструзии в полимерах протекают в основном физические процессы, например переход полимера из одного физического или фазового состояния в другое. К химическим процессам, протекающим при экструзии, можно отнести термическую и механическую деструкцию полимеров, обусловленную соответственно высокими температурами и большими сдвиговыми напряжениями, возникающими при течении расплава полимера в рабочих узлах экструдера и формующей головки. При обеспечении определённых технологических параметров эти химические процессы могут быть сведены к минимуму или полностью исключены [7].

С каждым днём в Российской Федерации растёт производство технологических линий по переработке термопластов методом экструзии, используя весь функционал и потенциал машин, это позволяет добиться выполнение любых поставленных целей на высоком профессиональном уровне.

Всё многообразие существующих конструкций экструдеров можно классифицировать на основе общих признаков, присущих этой группе машин, независимо от обрабатываемого сырья и получаемых изделий [8-12].

На основе общих принципов экструдеры удобно классифицировать в зависимости от вида рабочего органа. По этому признаку их подразделяют на поршневые, винтовые, червячные, бесчервячные (дисковые, валковые, шестерённые) и комбинированные. На рисунке 1 представлена структурная схема классификации экструдеров.

Валковые экструдеры представляют собой машины без матриц, а в шестерённых экструдерах формование однородных и гомогенных материалов осуществляется с помощью матриц. Комбинированные экструдеры имеют в качестве рабочего органа устройство, сочетающее шнековую и дисковую часть, и называются червячно-дисковыми. Они применяются для обеспечения хорошего смесительного эффекта, особенно для получения композитов.

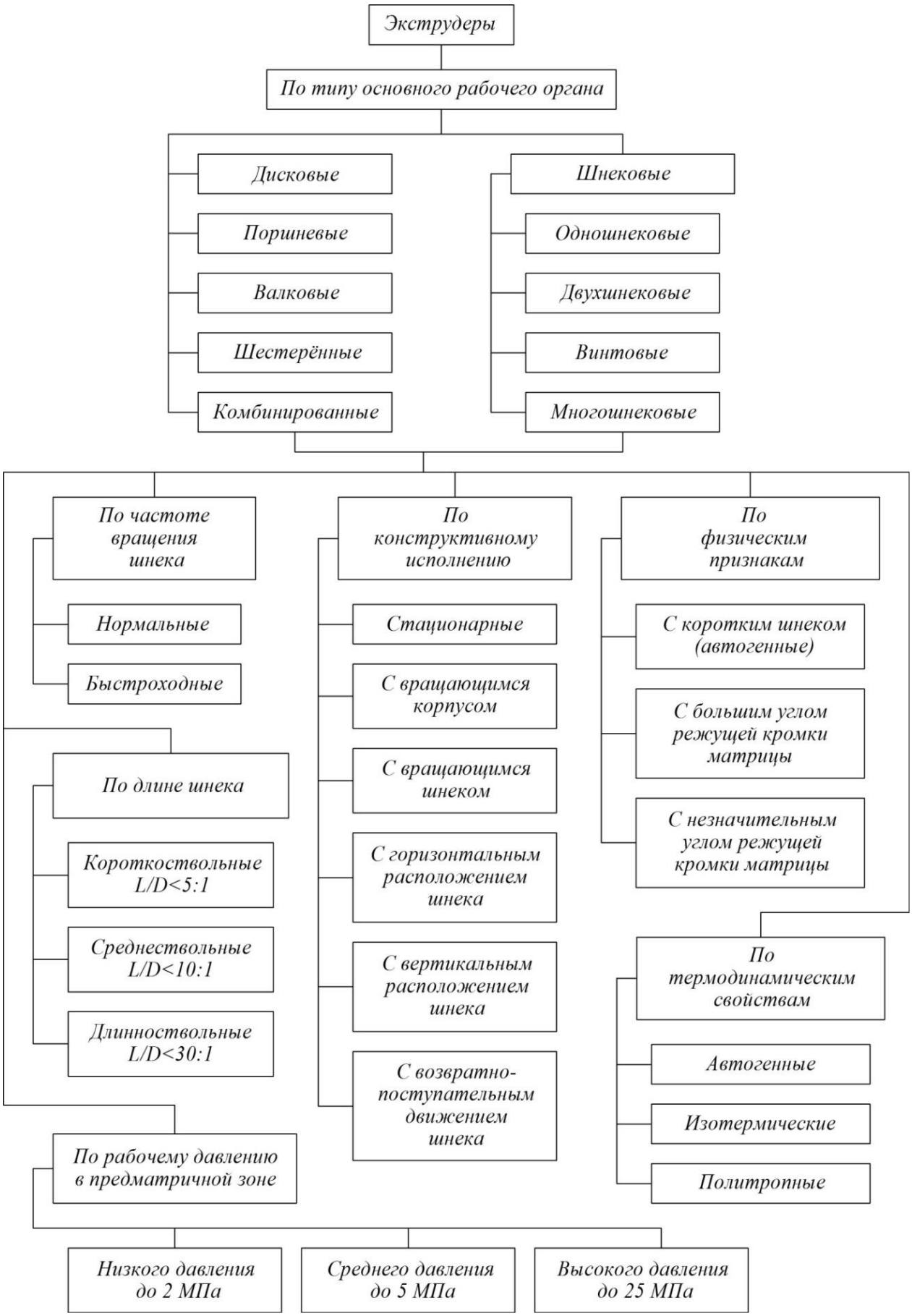

Экструдеры
По типу основного рабочего органа
Дисковые
Поршневые
Валковые
Шестерённые
Комбинированные
Шнековые
Одношнековые
Двухшнековые
Винтовые
Многошнековые
По частоте вращения шнека
Нормальные
Быстроходные
По длине шнека
Короткоствольные L/D<5:1
Среднествольные L/D<10:1
Длинноствольные L/D<30:1
По рабочему давлению в предматричной зоне
Низкого давления до 2 МПа
Среднего давления до 5 МПа
Высокого давления до 25 МПа
По конструктивному исполнению
Стационарные
С вращающимся корпусом
С вращающимся шнеком
С горизонтальным расположением шнека
С вертикальным расположением шнека
С возвратно-поступательным движением шнека
По физическим признакам
С коротким шнеком (автогенные)
С большим углом режущей кромки матрицы
С незначительным углом режущей кромки матрицы
По термодинамическим свойствам
Автогенные
Изотермические
Политропные

Рисунок 1 – Структурная схема классификации экструдеров

Начинается внедрение в промышленность переработки полимеров нового перспективного вида экструдеров – центробежного, которые представляются основным парком экструзионного оборудования в этом столетии.

Благодаря универсальности с точки зрения обрабатываемого сырья и разнообразия получаемых готовых изделий наибольшее распространение в полимерной промышленности получили червячные (шнековые) экструдеры.

К основным технологическим параметрам экструзионной машины шнекового типа принято относить характеристики рабочего органа, которым она оснащена (число шнеков; их длина и диаметр; отношения длины шнека к его диаметру; частота вращения шнека; профиль шнека).

В настоящее время в одношнековых экструдерах или по другому червячный пресс, применяются в основном шнеки с нарезкой по всей длине и с постоянным шагом, равным наружному диаметру шнека [13].

Сравнение конструктивных и технологических достоинств одношнековых и двухшнековых экструдеров, где имеется два червяка, показывает значительное преимущество последних [14]. В двухшнековых самоочищающихся экструдерах обеспечиваются более быстрый пуск шнека и работа на повышенной скорости. В этих машинах реже возникают подъёмы давления, так как не происходит накопление материала.

Преимущества одношнековых и двухшнековых экструдеров, заключается в количестве и виде шнеков, это является главными параметрами, определяющим характеристики устройства.

Одношнековые экструдеры являются самым простым и распространённым вариантом машины, используемые при выпуске полимерных плёнок, простых пластмассовых изделий. Все этапы работ осуществляет один оператор, поскольку все узлы машины располагаются компактно и на близком расстоянии от него.

Двухшнековые машины более мощные и производительные, с высокой теплопроводностью. Их шнеки могут находиться во взаимном зацеплении, двигаться параллельно или встречно и работать на низкой скорости. Устройства способны перерабатывать порошковый ПВХ и плохо сыпучие материалы, с которыми не справятся одношнековая техника. Применяются для смешивания нескольких видов полимерного сырья. Двухшнековые агрегаты подходят для переработки гигроскопических гранул. В них часто имеются камеры дегазации.

Конструкции экструдеров могут также классифицироваться по функциональным или термодинамическим характеристикам. Так, термодинамическая характеристика экструдеров является основанием для деления их на автогенные, политропные и изотермические.

В автогенных экструдерах тепло, необходимое для термической обработки сырья, генерируется непосредственно в камере экструдера только за счёт диссипации механической энергии. Специальные конструкции узлов

рабочих органов экструдера (шнеки, камера, фильеры) создают сопротивление движению перемещаемого материала, что способствует повышению его температуры от 120 до 200 °С. Такой принцип разогрева используется, как правило, в одношнековых экструдерах.

В политропных экструдерах процесс термической обработки материала осуществляется, как за счёт внутреннего разогрева обрабатываемой массы, так и с помощью внешних источников тепла. Большинство экструдеров для горячей экструзии относится именно к такому типу и внутренний разогрев у них осуществляется за счёт конструкции шнеков. Для внешнего нагрева экструдера применяется электрический, жидкостный или паровой способ.

Типаж изотермических экструдеров ограничивается спецификой их применения, так как тепло в таких машинах контролируется за счёт охлаждения внешним теплообменником.

В качестве дополнительных при классификации экструдеров могут применяться те их признаки, которые оказывают влияние на структурно-технологические характеристики экструдированных материалов. К таким признакам могут быть отнесены угол режущей кромки матрицы, количество тепловой энергии, образующейся в процессе экструдирования за счёт механического преобразования энергии, температура во время ведения процесса, влажность экструдируемой массы и др.

Основным рабочим органом и сердцем экструдера является шнек (винт/червяк), который содержит три основные параметра: D - диаметр, L - длина, которая обычно характеризуется отношением L/D. Чем больше диаметр шнека, тем выше производительность экструдера, и тем шире и толще могут получаться изделия. По конструктивному исполнению шнеки подразделяются на короткоствольные, среднествольные и длинноствольные.

Обычно в зависимости от давления, развиваемого в конце зоны плавления (предматричной зоне), и сопротивления формующей головки экструдер может работать в трёх режимах – насосном (при низком давление), дозирующем (при среднее давлении) и дросселирующем (при высоком давлении). Увеличение частоты вращения рабочего органа (шнека) приводит к увеличению значений давления в предматричной зоне [15].

Целью магистерской работы (по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств) является повышение эффективности экструзионного участка линии изоляции стальных труб. Его работа заключается в том, что с помощью экструдера наносится двух или трёх слойная антикоррозионная изоляция экструдированного полиэтилена на стальные трубы диаметром от 57 до 426 миллиметров. Для плавной работы экструдера в качестве исходного сырья используется экструдированный полиэтилен (в виде порошка или гранул). Повысить эффективность экструзионного участка в работе планируется за счёт автоматизации всех узлов экструдера.

Список литературы

1. Раувендааль, К. Экструзия полимеров / К. Раувендааль. – СПб.: Профессия, 2008. – 768 с.

2. Канцельсон, М. Ю. Полимерные материалы. Справочник / М. Ю. Канцельсон, П. А. Балаев – Л. : Химия, 1982. – 317 с.

3. Братухин, А. Г. Материалы будущего и их удивительные свойства / А. Г. Братухин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1995. – 127 с.

4. Крыжановский, В. К. Технические свойства полимерных материалов: учебное пособие / В. К. Крыжановский [и др.]. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.

5. Торнер, Р. В. Теоретические основы переработки полимеров (механика процессов) / Р. В. Торнер. – М.: Химия, 1977. – 464 с.

6. Carley, I. E. Theory of Extrusion / I. E. Carley, R. A. Strub, R. S. Mallouk, I. M. Mc-Kelvey // Industrial and Engineering (Chemistry). – 2013. – Vol. 45 – P. 971-992.

7. Торнер, Р. В. Основные процессы переработки полимеров (теория и методы расчёта) / Р. В. Торнер. – М.: Химия, 1972. – 456 с.

8. Груздев, И. Э. Теория шнековых устройств : монография / И. Э. Груздев, Р. Г. Мирзоев, В. И. Янков. – Л.: изд-во Ленингр. ун-та, 1978. – 144 с.

9. Торнер, Р. В., Оборудование заводов по переработке пластмасс / Р. В. Торнер, М. С. Акутин. – М.: Химия, 1986. – 400 с.

10. Курочкин, А. А. Основы расчёта и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, В. М. Зимняков. – М.: КолосС, 2006. – 320 с.

11. Беляев, П. С. Основы проектирования экструзионных машин предприятий полимерных материалов : учебное пособие / П. С. Беляев [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2003. – 144 с.

12. Курочкин, А. А. Оборудование перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. М. Зимняков, П. К. Воронина. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 363 с.

13. Басов, Н. И. Расчёт и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, В. А. Любартович. – М., 1986. – 488 с.

14. Гурвич С. Г. Расчёт и конструирования машин для переработки пластических материалов / С. Г. Гурвич, Г. А. Ильяшенко, Ш. Е. Мочман. – М., 1970. – 295 с.

15. Басов, Н. И. Расчёт и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов / Басов Н. И., Брагинский В. А., Казанков Ю. В. – М.: Химия, 1991. – 352 с.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИЗДЕЛИЙ (ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ), АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAD, CAM, CAE – ТЕХНОЛОГИЙ

Медведева Н.Ю.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Авиационная промышленность имеет большое экономическое, социальное и оборонное значение для государства, являясь один из перспективных направлений развития экономики страны. Благодаря тесной связи с другими отраслями промышленности, ее развитие как одной из наиболее высоко наукоемких, высокотехнологичных и инновационных отраслей экономики, способно оказать значительное влияние на темпы перехода страны на новые пути развития.

Эта отрасль, в которой постоянно проводятся научные исследования и разработки, производятся и испытываются опытные образцы, серийно выпускаются летательные аппараты и их компоненты.

Наряду с этим, существующая международная система регулирования авиационной деятельности и постоянно возрастающие требования, предъявляемые к авиационно-космической технике, к ее надежности, безопасности, экономичности, экологичности, требуют многочисленных нововведений и предшествующих им фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок.

Проблема внедрения систем информационной поддержки наукоемкой продукции на предприятиях отечественного авиастроения приобрела особую актуальность в последние годы в связи с возрастающим стремлением отечественных предприятий авиационной промышленности выйти на международные рынки.

Сегодня решающее значение для достижения конкурентоспособности отечественной авиационной техники, имеет разработка новых технико-экономических решений в области создания и эксплуатации новой наукоемкой продукции с помощью внедрения информационной поддержки изделий на всех стадиях их жизненного цикла, т.е. ИПИ-технологий (или CALS-технологии). Таким образом, рост требований к техническим, экономическим и эксплуатационным характеристикам поставляемой на международный рынок авиационной техники становится основной тенденцией развития авиастроения в современных экономических условиях[2].

С точки зрения решения задач технической подготовки производства, и поддержки его эффективного функционирования, важнейшими программными средствами и информационными технологиями являются:

• комплексы технических и программных средств автоматизированного проектирования изделий (CAD — Computer Aided Design);

• системы автоматизации технологической подготовки производства (CAM — Computer Aided Manufacturing);

• системы инженерного анализа (CAE — Computer Aided Engineering).

В настоящее время общепризнанным фактом является невозможность изготовления сложной наукоемкой продукции, особенно в авиастроении, без применения ИПИ - технологий и CAD/CAM/CAE-систем.

CALS или ИПИ–технология — совокупность принципов и технологий информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) продукции на всех его стадиях, основанная на использовании интегрированной информационной среды, обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла:

• заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства);

• поставщиков (производителей) продукции;

• эксплуатационного и ремонтного персонала;

и реализованная в соответствии с требованиями международных стандартов, регламентирующих правила управления и взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.

В целом в основу стратегии ИПИ положены следующие ключевые идеи:

• системность подхода, в рамках которого осуществляется поддержка всех процессов ЖЦ изделия (от замысла до утилизации), не ограничиваемая рамками одного предприятия и географическими границами;

• радикальный отказ от бумажных документов, как способа представления результатов интеллектуальной деятельности и обмена информацией; переход к прямому использованию и обмену электронными данными без их бумажного документирования; • переход от традиционных технологий, методов и средств организации инженерного труда к современным компьютерным технологиям, методам и средствам; адаптация действующих нормативных документов к новым условиям;

• акцент на информационную интеграцию и совместное использование данных за счет применения комплекса международных стандартов, определяющих методы и форматы представления информации в различных процессах ЖЦ изделия;

• ориентация на преимущественное использование универсальных коммерческих программно-технических решений, представленных на рынке.

Технологии ИПИ обеспечивают решение (с большей эффективностью и с меньшими издержками) ряда конкретных задач, порожденных проблемами обеспечения конкурентоспособности ПВН. К числу таких задач, в первую очередь, относятся:

1. Накопление, хранение и систематическое обновление данных об изделии, получаемых на всех стадиях его ЖЦ.

2. Согласование, утверждение и систематическое отслеживание выполнения требований к изделию и его компонентам на всех стадиях ЖЦ.

3. Параллельная разработка конструкции изделия и системы его эксплуатации.

4. Кодификация продукции, в том числе ПВН, поставляемой для государственных нужд и на экспорт.

5. Мониторинг хода эксплуатации, позволяющий накапливать и анализировать фактические данные о надежности, расходовании ресурсов всех видов (трудовых, материальных, финансовых и др.), эффективности применения и т.д., с целью последующего использования этих данных при модернизации существующих и проектировании новых образцов ПВН.

6. Электронная технология создания эксплуатационной и ремонтной документации на изделие.

7. Стандартизация процессов и технологий управления ЖЦ и информационного взаимодействия всех участников ЖЦ ПВН на всех его стадиях, обеспечивающая единообразие действий и интерпретации данных всеми участниками ЖЦ, а также возможность многократного использования однажды созданных данных, что существенно снижает затраты и время на информационную поддержку процессов ЖЦ.

Технологии, стандарты и программно-технические средства ИПИ обеспечивают эффективный и экономичный обмен электронными данными и безбумажными электронными документами, что дает следующие преимущества:

• возможность параллельного выполнения сложных проектов несколькими рабочими группами (параллельный инжиниринг), что существенно сокращает время разработок;

• планирование и управление многими предприятиями, участвующими в жизненном цикле продукции, расширение и совершенствование кооперационных связей (электронный бизнес);

• резкое сокращение количества ошибок и переделок, что приводит к сокращению сроков реализации проектов и существенному повышению качества продукции;

• распространение средств и технологий информационной поддержки на послепродажные стадии ЖЦ - интегрированная логистическая поддержка изделий [4].

Определяющими факторами успеха в промышленном производстве являются уменьшение времени выхода продукции на рынок, повышение ее качества и снижение стоимости. Практическая реализация этих требований обусловливает необходимость модернизации проектно-технологических и производственных процессов как в рамках отдельных предприятий, так и в условиях “расширенного предприятия”, объединяющего всех поставщиков, соисполнителей и участников проектирования и производства продукции. В настоящее время наиболее радикальным средством решения задач модернизации является внедрение интегрированных информационных

технологий на базе использования современных средств вычислительной техники и сетевых решений. К числу наиболее эффективных технологий, дающих весомый выигрыш в короткие сроки, принадлежат системы автоматизированного проектирования, инженерного анализа и технологической подготовки (CAD/CAM/CAE), а также системы управления производственной информацией (PDM) [3].

CAD-системы (computer-aided design – компьютерная поддержка проектирования) предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно они именуются системами автоматизированного проектирования САПР). Как правило, в современные CAD-системы входят модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Ведущие трехмерные CAD-системы позволяют реализовать идею сквозного цикла подготовки и производства сложных промышленных изделий.

CAM-системы (computer-aided manufacturing – компьютерная поддержка изготовления) предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). CAM-системы еще называют системами технологической подготовки производства. В настоящее время они являются практически единственным способом для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства. В CAM-системах используется трехмерная модель детали, созданная в CAD-системе.

CAE-системы (computer-aided engineering – поддержка инженерных расчетов) представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность, анализа и моделирования тепловых процессов до расчетов гидравлических систем и машин, расчетов процессов литья. В CAE-системах также используется трехмерная модель изделия, созданная в CAD-системе. CAE-системы еще называют системами инженерного анализа [1].

CAD/CAM/CAE-системы прошли путь от сравнительно простых чертежных приложений до интегрированных программных комплексов, обеспечивающих единую поддержку всего цикла разработки, начиная от эскизного проектирования и заканчивая технологической подготовкой производства, испытаниями и сопровождением.

Для предприятий, выполняющих крупномасштабные и наукоемкие проекты, характеризующиеся многономенклатурностью изделий и длительным циклом разработки, производства и эксплуатации, наиболее актуальна проблема организации совместной работы множества географически удаленных бизнес-партнеров, участвующих в проекте по созданию изделия. При этом необходимо обеспечить интеграцию и совместное использование информации, порождаемой на всех этапах ЖЦИ, в рамках единого

информационного пространства (ЕИП). Для решения этой задачи и предназначены ИПИ-технологии.

Применение ИПИ-технологий является стратегическим направлением, следуя которому можно обеспечить рост конкурентоспособности выпускаемой продукции и эффективности производства. Таким образом, задача развития и внедрения ИПИ-технологий на промышленных предприятиях становится государственной проблемой, от решения которой зависит эффективность развития экономики в целом. А современные CAD/CAM/CAE-системы не только дают возможность сократить срок внедрения новых изделий, но и оказывают существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции (повышая, тем самым, ее конкурентоспособность).

Список литературы

1. Зыков С.Н. CAD-системы в текстильных САПР: учеб.- мед.пособие/ С.Н. Зыков, К.С. Ившин.- Ижевск: УдГУ, 2008.-18с.

2. Мантуров Д.В. Внедрение систем информационной поддержки наукоемкой продукции при организации производства в авиастроении [Электронный ресурс] / Д.В. Мантуров, Н.С. Ефимова // Вооружение и экономика. - Электрон. журн. - 2012.- № 3 (19) .- Режим доступа: http:// www.viek.ru › archive

3. Пашкевич А.П. Основы систем автоматизированного проектирования: Метод. пособие для студ. спец. 53 01 03 «Автоматическое управление в технических системах» и 53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» дневной формы обучения / А.П. Пашкевич, О.А.Чумаков. – Мн.: БГУИР, 2004.– 48 с.

4. Суханов А.А. Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт/ А.А. Суханов, О.Н. Рязанцев, С.А. Артизов, А.Н. Бриндиков, Н.И. Незаленов, А.В. Карташев, П.М. Елизаров, Е.В. Судов. – М.: НИЦ CALS «Прикладная логистика» , 2013.-41с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ

Михайлова В.А., Баймухаметов Р.И.,
Черноусова А.М. канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Испытания являются одним из наиболее важных этапов жизненного цикла продукта. Правильная организация испытаний позволяет своевременно устранить брак и повысить качество получаемой продукции. Достоверные результаты испытаний, а также их обработка являются важными факторами для достижения эффективного производства.

В настоящее время для статистического анализа результатов испытаний широко применяется частичная автоматизация обработки с применением ЭВМ, что позволяет уменьшить время на обработку параметров, сократить трудоемкость расчетов с гарантированной точностью расчетов. При этом появляется возможность применения наиболее совершенных математических методов обработки результатов измерений. Наиболее эффективна полная автоматизация обработки результатов испытаний на ЭВМ [1]. На этапе автоматизации в качестве устройств сбора данных используются различные аппаратно-программные комплексы. Такие комплексы по своим характеристикам должны удовлетворять следующим требованиям: высокая точность, высокая скорость, модульность [2].

В работе [3] предложена модернизации существующего на предприятии испытательного стенда. На основании проведенных исследований предложено подвергать трубы действию нагрузок, сопоставимых или превышающих нагрузки в реальных условиях. В статье приводятся проектные решения по техническому и программному обеспечению автоматизированного испытательного стенда полипропиленовых труб.

В данной работе рассмотрены вопросы реализации программного обеспечения, предназначенного для автоматизированной обработки результатов испытаний полипропиленовых труб.

В ходе подготовки магистров по направлению 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств изучается учебная дисциплина «Программное и информационное обеспечение систем автоматизации технологических процессов», в рамках которой разработано приложение для применения в автоматизированном испытательном стенде полипропиленовых труб. В качестве СУБД использована MS Access.

На рисунке 1 представлено главное меню разработанного приложения. Оно имеет следующую структуру:

- «Входные данные»;
- «Протокол испытания»;

- «Вывести график»;
- «Настройка параметров испытания»;
- «Выход».

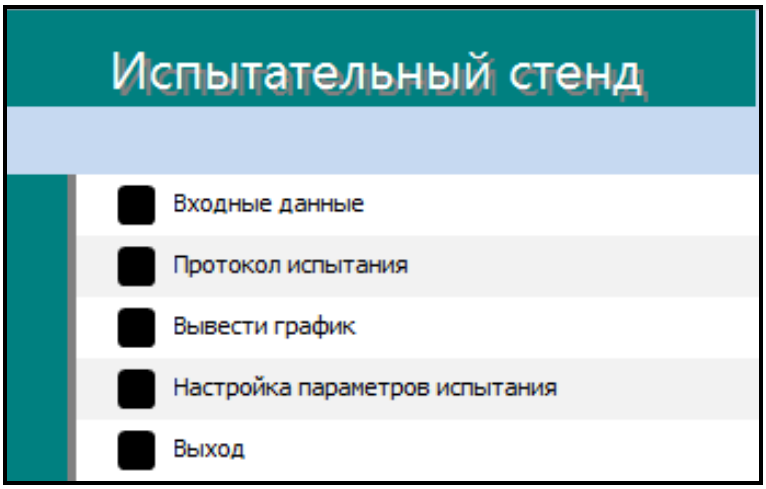


Рисунок 1 – Экранная форма главного меню

При нажатии на одну из кнопок, представленных в меню, пользователю открывается то окно, которое его интересует.

Выбрав вкладку «Входные данные», пользователь имеет возможность просмотреть информацию о дате проведения испытания, а также ФИО оператора. Экранная форма «Входные данные» приведена на рисунке 2.

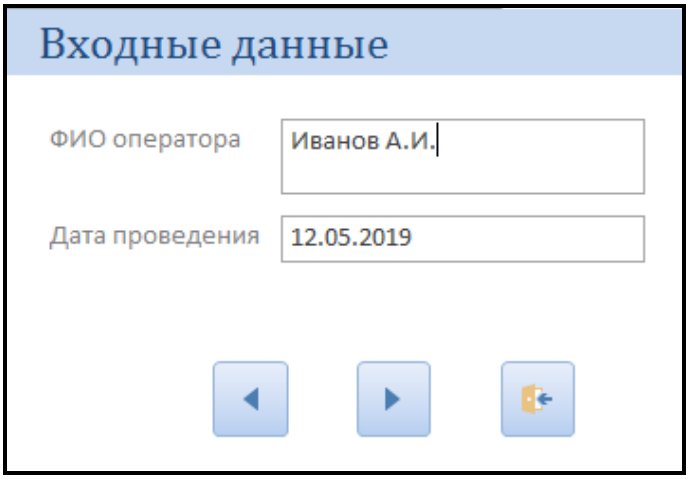


Рисунок 2 – Экранная форма «Входные данные»

Вкладка «Протокол испытания» содержит всю необходимую информацию по проведению испытания. В этом разделе можно посмотреть кто проводил испытания, когда производилось испытание, а также узнать какие параметры были установлены на испытательном стенде в какой-либо день. Так же есть возможность выведения протокола испытания на печать, если это необходимо. Данная экранная форма представлена на рисунке 3.

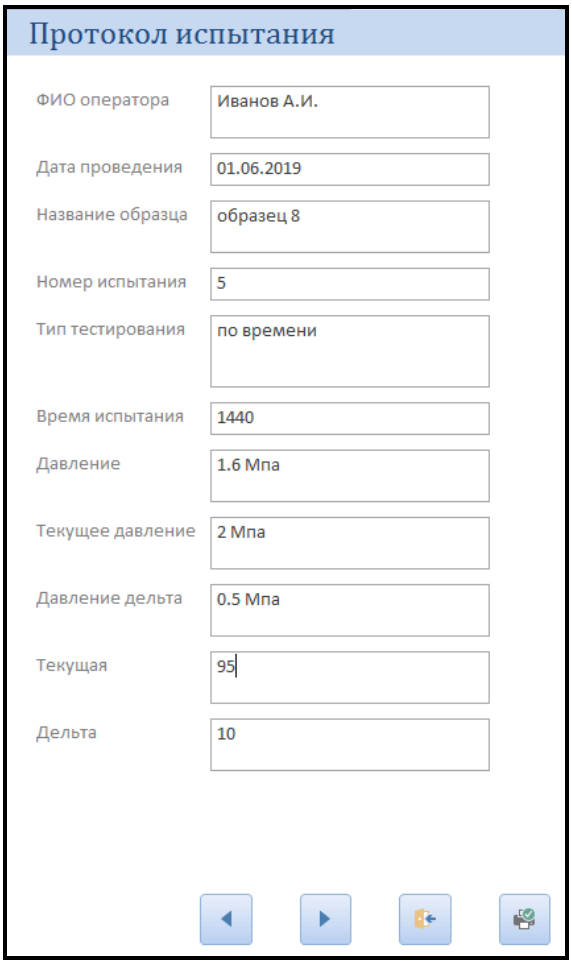


Рисунок 3 – Экранная форма «Протокол испытания»

Во вкладе «Вывести график» пользователь имеет возможность посмотреть, как происходило испытание в виде графика линии тренда. На рисунке 4 приведена экранная форма «Вывести график».

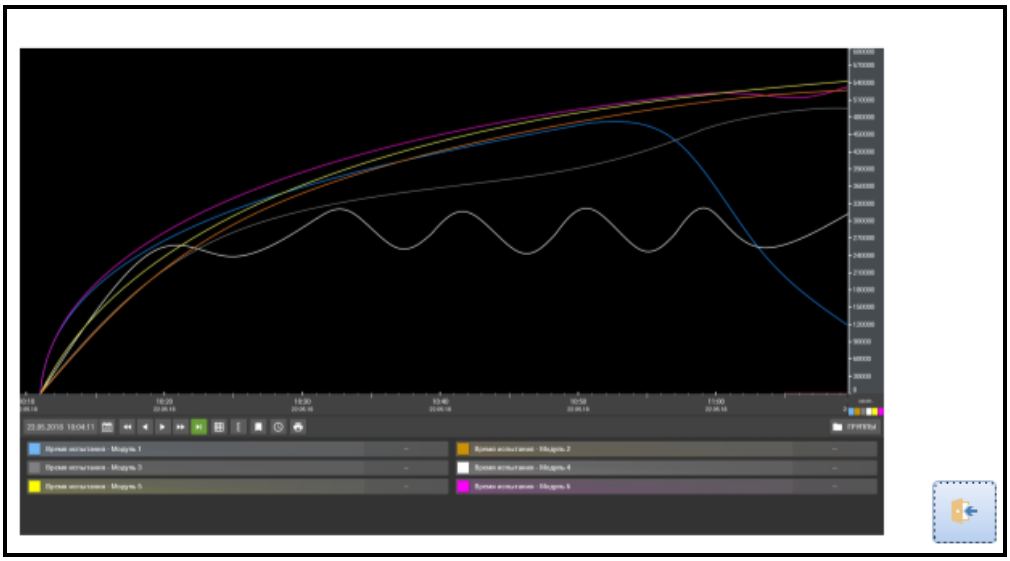


Рисунок 4 – Экранная форма «Вывести график»

Открыв вкладку «Настройка параметров испытания», пользователь переходит в раздел «Параметры ввода» (рисунок 5).

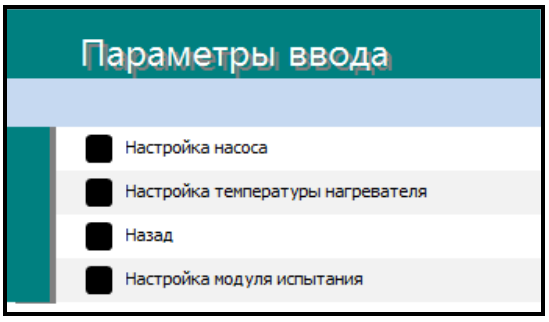


Рисунок 5 – Экранная форма «Параметры ввода»

В данном разделе имеются три вкладки: «настройка насоса», «настройка температуры нагревателя», «настройка модуля испытания». Перейдя в одну из этих вкладок, пользователь имеет возможность посмотреть, какие параметры были установлены при проведении каких-либо испытаний. Например, во вкладке «Настройка насоса» выставлены параметры: текущее давление насоса, давление дельта. Во в кладке «Настройка температуры нагревателя»: текущая температура, дельта температуры. А в «Настройка модуля испытания»: номер испытания, тип тестирования, время испытания, давление в трубе. Экранные формы этих вкладок приведены на рисунке 6.

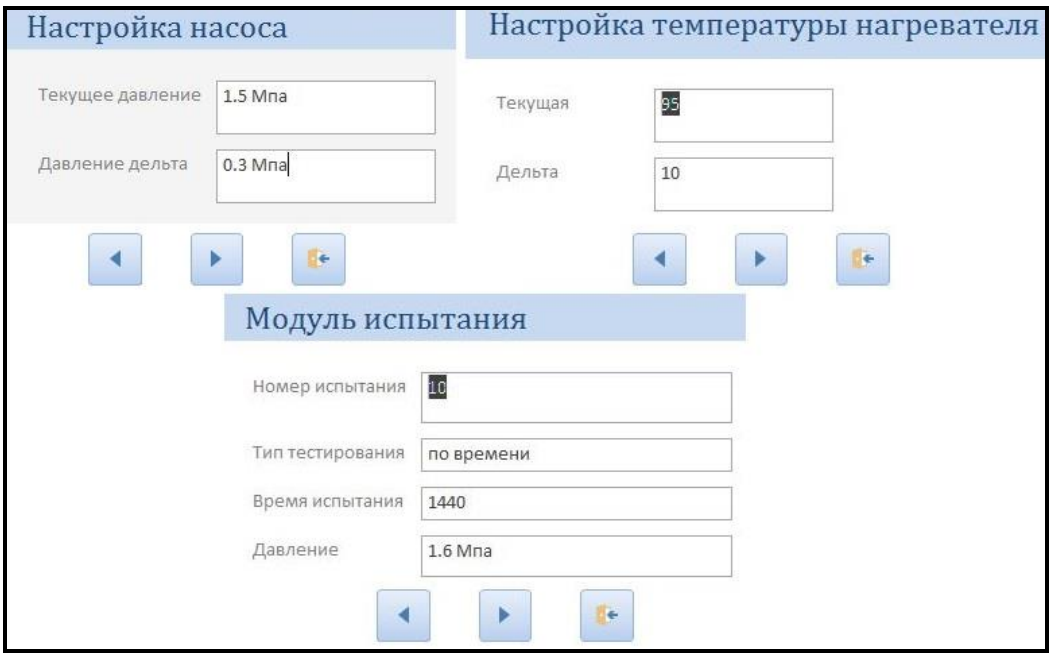


Рисунок 6 – Экранная форма «Настройка насоса», «Настройка температуры нагревателя», «Настройка модуля испытания».

Разработанное приложение может быть использовано в качестве справочного приложения как инженерным составом, так и операторами оборудования.

Список литературы

1 Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Г.Г. Раннев. – М.: Академия, 2010. – 336 с.

2 Михайлова, В.А. К вопросу об автоматизированной обработке результатов испытания / В.А. Михайлова, Р.И. Баймухаметов, А.М. Черноусова // Сборник материалов IX Всероссийской конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии» с международным участием; Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2019. – С. 59–62.

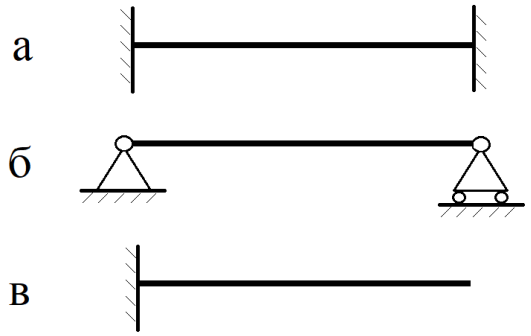
3 Михайлова, В.А. Автоматизация процесса испытания полипропиленовых труб / В.А. Михайлова, О.А. Каратеева, Д.А. Голяшин, А.С. Пензин // Сборник материалов Международной молодежной научной конференции «Студенческие научные общества–экономике регионов». I часть – Оренбург, 2018. – С. 320 – 324. ISBN 978-5-7410-2164-4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАКОВИНЫ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕРЖНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Морозов Н.А., канд. техн. наук, доцент,
Коваль С.Ю., Деревянкин Д.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При производстве отливок из металла поток газов, выходящий из формовочного материала, может вызвать появление газовой раковины. Так же раковина может появиться вследствие выделения газов из самого металла. Раковины имеют гладкую поверхность, что требует учета при компьютерном моделировании. Газовые раковины влияют на напряженно-деформированное состояние отливок, а также на формы и частоты их собственных колебаний [1, 2].

Газовые раковины могут быть одиночными или групповыми. В данной работе исследовался стержень, содержащий одну раковину, положение которой менялось от продольной оси стержневой отливки до поверхности стержня. Исследовалось напряженное состояние стрежня, содержащего раковину, при трех способах закрепления стержня (рисунок 1).



а – заделка с двух сторон, б – шарнирное, в - консольное
Рисунок 1 – Способы закрепления стержня

В качестве объекта моделирования был выбран стержень длиной 500 мм, диаметром 30 мм, выполненный из стали Ст3, находящийся в условиях сложного нагружения. В центре стержня были приложены вертикальная поперечная сила 1 кН и крутящий момент 3 кН·мм, лежащий в вертикальной плоскости. Внутри стержня моделировалась раковина диаметром 3 мм. Во всех рассмотренных случаях закрепления дефект находился посередине стержня, причем расстояние от раковины до оси менялось от 0 до 15 мм с шагом 0,5 мм.

Моделирование производилось в программном комплексе Autodesk Fusion (рисунок 2).

Максимальные напряжения при изгибе в вертикальной плоскости будут возникать на верхней поверхности стержня. Исследуем зависимость данных напряжений в точке потенциального выхода раковины на поверхность от радиального расположения раковины для указанных способов закрепления бруса (на рисунках 3 – 5 красным цветом показаны напряжения в стержне без раковины, синим цветом – напряжения в стержне с раковиной).

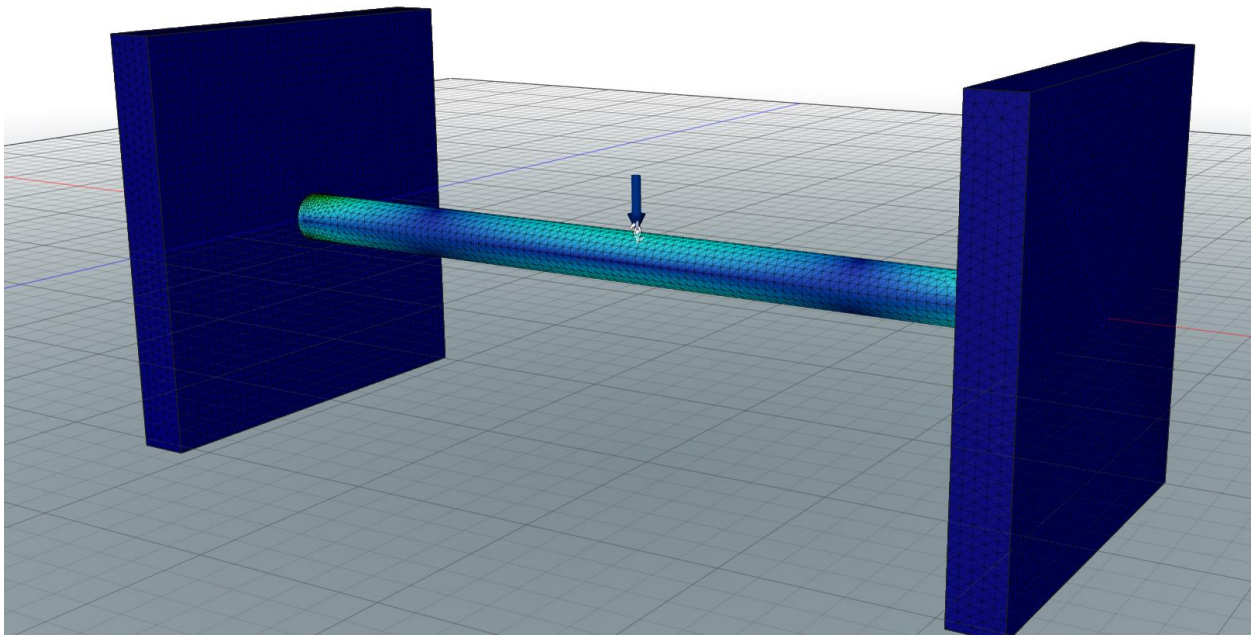


Рисунок 2 – Твердотельная модель с конечно-элементной сеткой

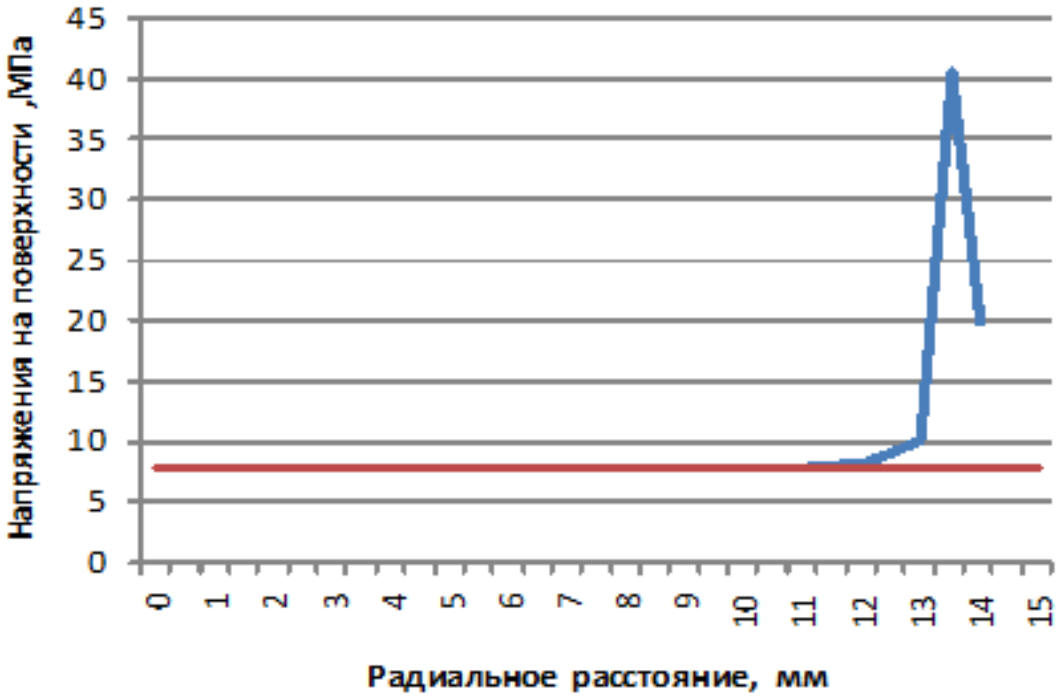


Рисунок 3 – Максимальные напряжения в стержне, заделанном с двух сторон

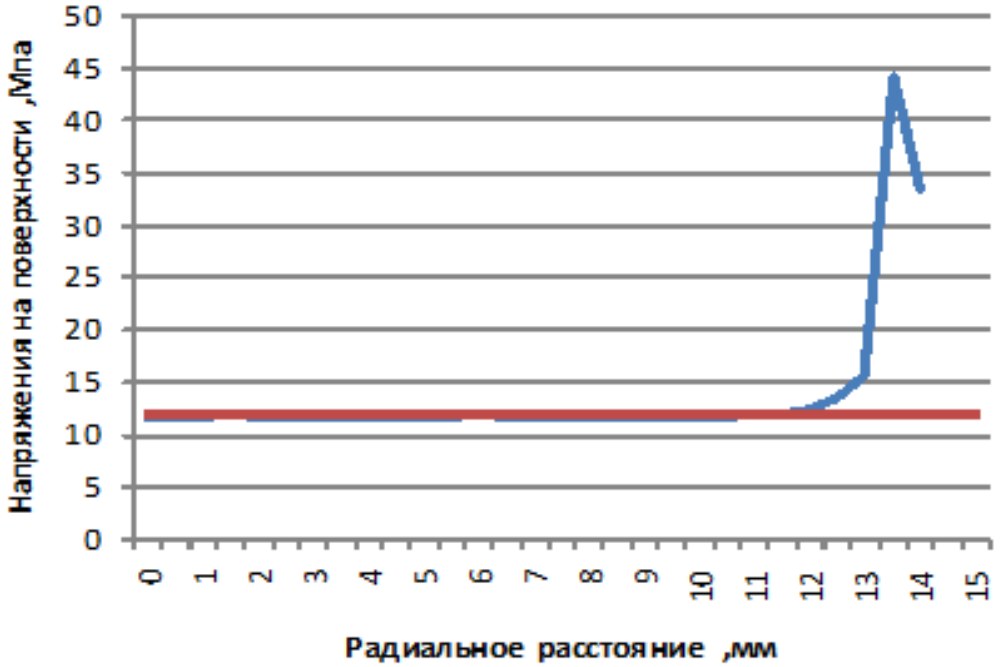


Рисунок 4 – Максимальные напряжения в стержне, закрепленным шарнирно

Рисунок 5 – Максимальные напряжения в консольном стержне

Из рисунков видно, что для всех случаев закрепления стержня раковина, находящаяся на расстоянии меньшем 12 мм от оси, не оказывает сильного влияния на максимальные напряжения на поверхности стержня. При приближении дефекта к поверхности стержня максимальные напряжения начинают возрастать. На графиках виден резкий скачок напряжений при выходе раковины на поверхность стержня.

Таким образом, наиболее опасными будут являться раковины, расположенные вблизи поверхности стержня.

Список литературы

1. Морозов, Н. А. Влияние радиального расположения литейной раковины на местные напряжения, возникающие в отливке / Н. А. Морозов, С. Ю. Коваль, Д. В. Деревянкин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2019. - С. 832-835.

2. Гаврилов, А. А. Прочностные аспекты моделирования изгибных колебаний тонкостенных стержней / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Оренбургский государственный университет", 2013. – С. 494-500

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОСТЕННОГО СТЕРЖНЯ

Морозов Н.А., канд. техн. наук, доцент, Морозова И.А., Игуменов А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время для исследования динамики тонкостенных стержней применяются программные комплексы, использующие метод конечных элементов. Для полного анализа конструкций зачастую необходимо получать аналитические выражения, позволяющие исследовать напряженно-деформированное состояние, а так же устанавливать зависимости между параметрами колебаний и характеристиками исследуемых объектов. При изучении колебаний тонкостенных конструкций необходимо определять частоты свободных колебаний, что позволяет на этапе проектирования избегать возможных резонансных явлений [1 – 3].

Моделирование колебаний тонкостенного стержня производилось в программном комплексе Autodesk Inventor. Наряду с изгибными колебаниями, моделировались продольные и крутильные колебания. 3D модель представлена на рисунке 1, а некоторые формы колебаний – на рисунках 2 – 5.

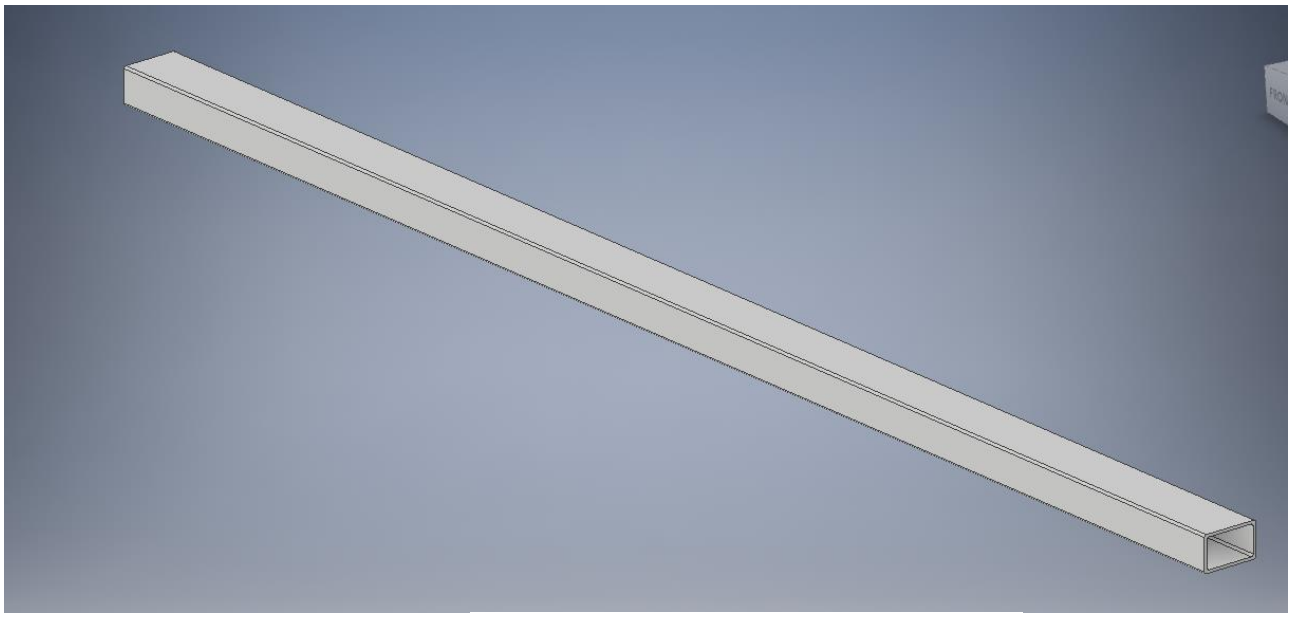


Рисунок 1 – 3D модель тонкостенного стержня

Значения полученных собственных частот колебаний стального консольного стержня представлены в таблице 1.

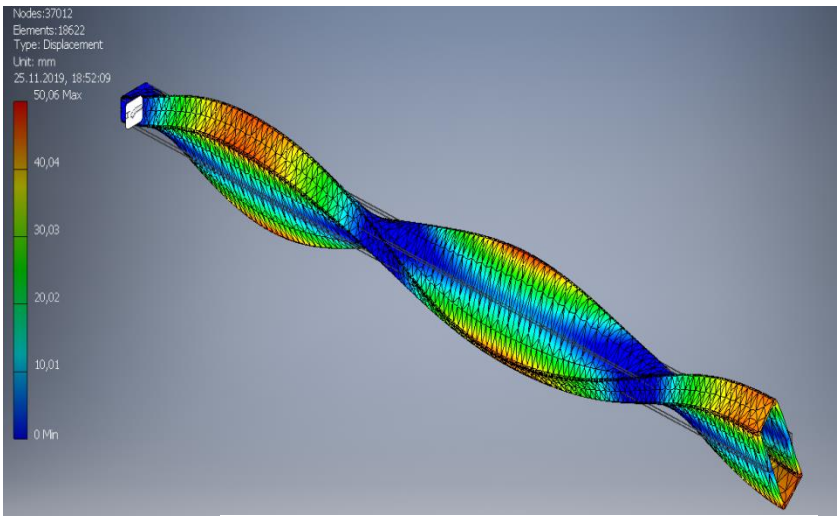


Рисунок 2 – Третья форма крутильных колебаний

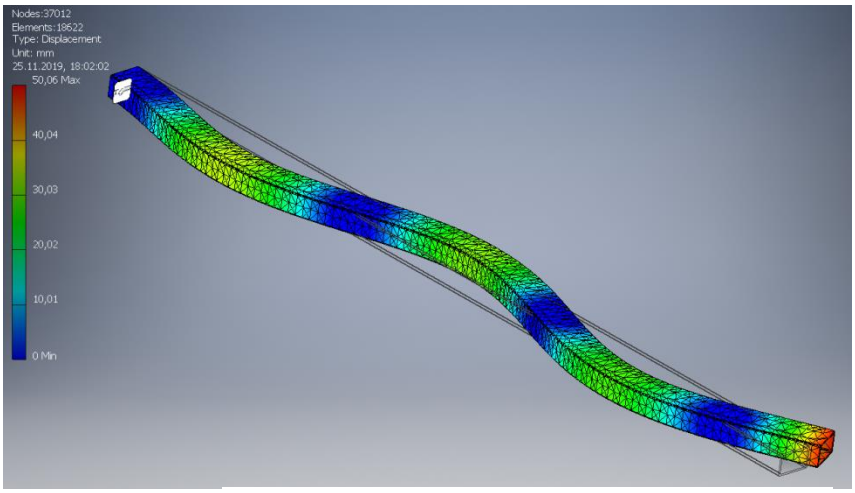


Рисунок 3 – Четвертая форма изгибных колебаний
в горизонтальной плоскости

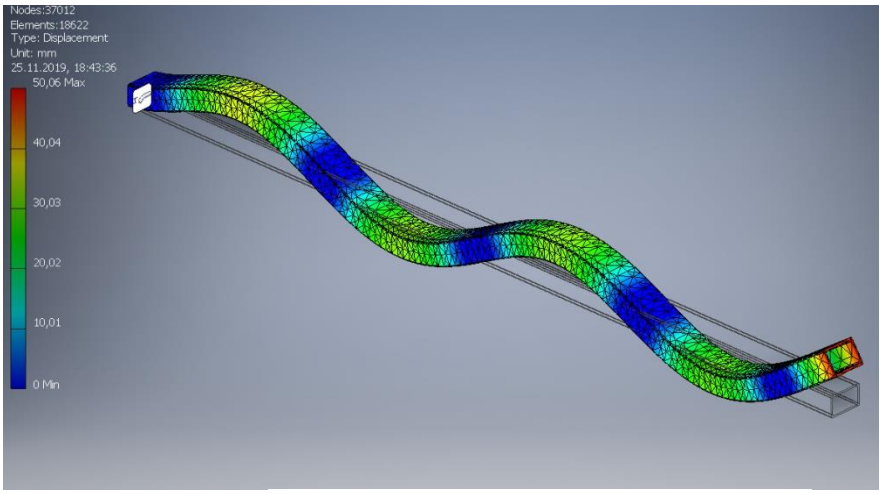


Рисунок 4 – Пятая форма изгибных колебаний
в вертикальной плоскости

Таблица 1 – Значения частот собственных колебаний

Вид колебаний	Номер формы	Значение частоты, Гц
Изгибные колебания в вертикальной плоскости	1	28,88
	2	178,63
	3	490,77
	4	936,69
	5	1498,52
	6	2153,54
	7	2886,66
	8	3660,23
Изгибные колебания в горизонтальной плоскости	1	42,07
	2	259,71
	3	710,59
	4	1348,09
	5	2147,97
	6	3072,16
Крутильные колебания	1	667,37
	2	1976,26
	3	3093,26
	4	3767,58
Продольные колебания	1	1295,01
	2	3883,92

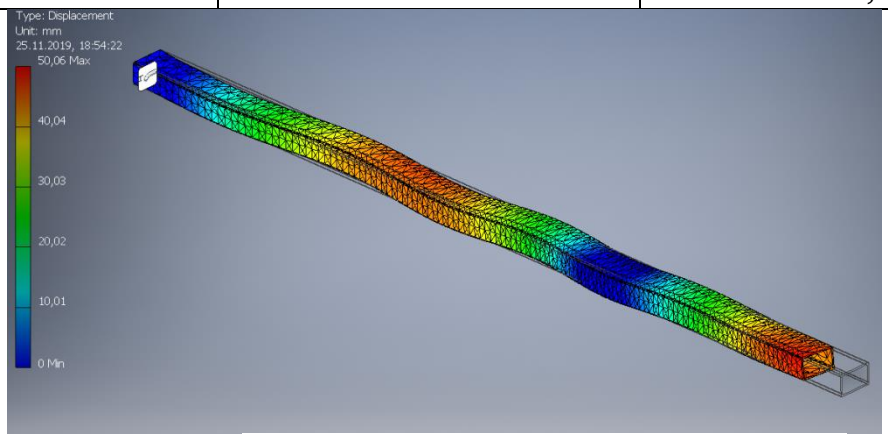


Рисунок 5 – Вторая форма продольных колебаний

Таким образом, применение программного комплекса Autodesk Inventor позволило произвести моделирование колебаний тонкостенного консольного стержня. Были получены 20 значений частот различных видов колебаний, что позволит избежать резонансных явлений при проектировании. Если частоты возмущающих сил превышают 4000 Гц, количество определяемых частот необходимо увеличить.

Список литературы

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

2. Free Vibrations of Thin-Walled Box-Section Bars Allowing for Shear Strains / A. Gavrilov, G. Grebenyuk, N. Morozov, A. Grehov // International Journal of Engineering & Technology,2018. - Vol. 7, Iss. 2.13. - P. 7-12

3. Морозов, Н. А. Исследования колебаний рамы, выполненной из тонкостенной профильной трубы / Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов, И. А. Морозова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2019. - С. 836-839.

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИКОПТЕРОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Овечкин М.В, канд. техн. наук, доцент,
Мирзаев Р.И., Овечкин А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и дистанционно-пилотируемые летательные аппараты (ДПЛА) применяются для решения различных задач, которые раньше решались только с применением пилотируемых летательных аппаратов. Одни из первых БПЛА были достаточно дорогие в эксплуатации, но с интенсивным скачком в развитии технологий стоимость эксплуатации БПЛА в подавляющем количестве случаев стала меньше, а их малая по сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами себестоимость и отсутствие пилота на борту позволяют им нести большую полезную нагрузку и отправляться на задания, которые имеют риск потери летательного аппарата. Изначально БПЛА пилотировались оператором с земли удалённо, но данная схема имеет свои недостатки, например, невозможность управления в связи с большим удалением, особенностями местности, недоступностью радиочастот, помехами и так далее.

Существует множество схем построения беспилотных аппаратов вертолетного типа. Один из наиболее распространенных – мультикоптеры. К этой группе относятся вертолеты, имеющие больше двух несущих винтов. Реактивные моменты уравновешиваются за счет вращения несущих винтов попарно в разные стороны или наклона вектора тяги каждого винта в нужном направлении. Беспилотные мультикоптеры, как правило, относятся к классам мини- и микро-БПЛА

Таки образом, перед современным производством стоит задача автоматизированного использования подобных дронов, что невозможно без квалифицированных кадров. Для этого необходимо на стадии обучения более детально рассматривать современное состояние систем управления мультикоптерами.

Рассмотрим основные компоненты мультикоптерных систем, изучение которых необходимо для подготовки кадров, умеющих работать с БПЛА.

Исполнительными механизмами управления винтами являются бесколлекторные двигатели. Все производимые в последнее время дроны используют двигатели, которые считаются более эффективными с точки зрения производительности и эксплуатации по сравнению с коллекторными двигателями (рисунок 1). В любом типе техники конструкция мотора не менее важна, чем все остальные компоненты, ведь эффективный двигатель не только обеспечивает отличное пилотирование (в случае с беспилотником), то

сокращает ваши расходы на обслуживание и покупку дополнительного оборудования. Чем мощнее двигатель, тем больше длится время автономной работы дрона и дольше его полет. Мощность двигателя также влияет на параметры полезной нагрузки, которую может нести дрон: камера и другое оборудование.

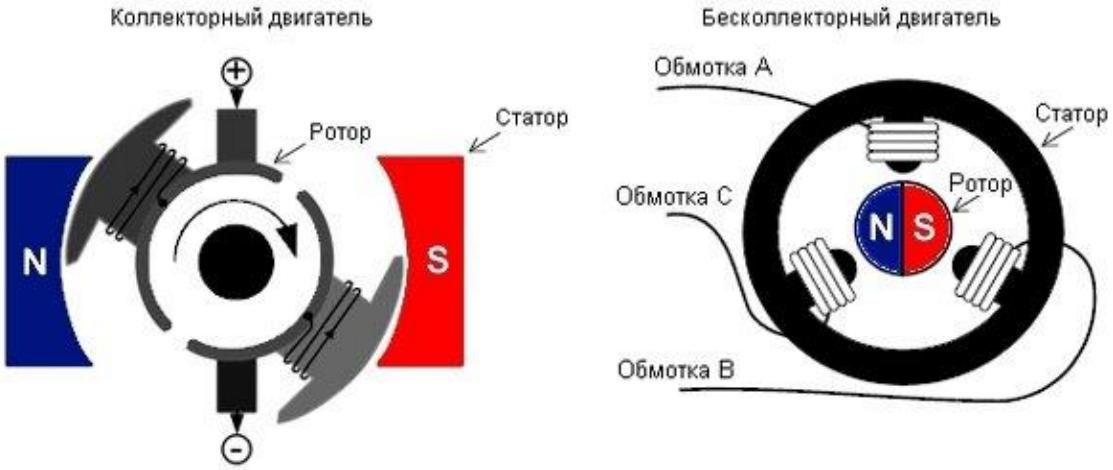


Рисунок 1 – Схема работы коллекторного и безколлекторного двигателей

Примером является разработка компанией DJI серии своих дронов промышленного назначения: Inspire 1, Inspire 2, серии дронов Matrice и Agras. Конечно, у DJI в этом плане тоже есть конкуренты, стремящиеся выпускать летательные аппараты с мощными двигателями, однако пока китайская компания идет на шаг впереди, создавая не только мощные, но и экономичные, а также малошумные агрегаты.

Электронный регулятор скорости (ESC, рисунок 2) (другие названия: электронный регулятор скорости, электронный регулятор хода) представляет собой электрическую цепь, которая призвана контролировать скоростной режим беспилотника (впрочем, и других типов летательных аппаратов, так как это устройство в различных модификациях есть и у самолетов). По сути, это важное устройство передает энергию от батареи к двигателю бесколлекторного типа, преобразуя постоянный ток источника питания в переменный ток, который нужен мотору.

Схема работы электронного регулятора хода предполагает подачу (на входе) напряжения с батареи и поступление сигналов с полетного контроллера (бортового компьютера дрона). На выходе от регулятора поступает на привод управляющее напряжение. Регуляторы хода должны быть совместимы с полетным контроллером, когда проектируется и собирается конкретная модель беспилотника. Кроме того, они должны потреблять тока меньше, чем отдавать. Расчет же тока для привода производится, исходя из характеристик мотора и пропеллера плюс 20-30%.

Рисунок 2 – ESC

Полетный контроллер выполняет роль материнской платы или даже бортового компьютера беспилотника. Если несколько упростить его задачи, то полетный контроллер отвечает за передачу всех команд, которые пилот передает на борт дрона. А если точнее, то в задачи контроллера входит интерпретация входящих данных от ресивера (приемника), модуля GPS, монитора батареи и бортовых датчиков. Кроме этого, полетный контроллер взаимодействует с электронными регуляторами хода и тем самым следит за работой двигателя и регулировку скорости, что является частью задач по управлению коптером. Но это, разумеется, далеко не все. Любые команды — запуск и работа камеры, управление режимом автопилота и другие автономные функции, — все они направляются полетным контроллером. Как правило, пользователю не нужно вносить какие-либо изменения в работу устройства, поскольку это может негативно повлиять на характеристики беспилотника.

Передатчик — это устройство, отвечающее за передачу радиосигналов от контроллера к дрону для выдачи команд о направлении полета и других связанных с этим параметров (рисунок 3). Как и приемник, передатчик должен иметь не менее четырех каналов для работы с беспилотником, но обычно также рекомендуется 5. Так же, как и в ситуации с ресиверами, на рынке сегодня представлено много модификаций приемников от различных производителей. Этот факт будет, скорее всего, интересен тем, кто хотел бы собрать собственный дрон, так как в случае замены устройства на моделях от DJI, используется фирменная продукция и продукция тех брендов, которые имеют партнерские отношения с китайским производителем. Приемник и передатчик должны использовать один радиосигнал для связи с дроном во время полета. Каждый радиосигнал имеет стандартный код, который помогает отличать в эфире свой сигнал от чужих.

Рисунок 3 – Пульт квадрокоптера DJi Mavic Pro

Таким образом, интеграция образования, науки и производства имеет важное значение для эффективного производства. Специалисты, бакалавры и магистры, владеющие современным оборудованием являются более конкурентоспособными на рынке труда, чем обучающиеся, не ориентирующиеся на современные тенденции развития науки и техники.

Список литературы

1. Ельцин, С.Н. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов / С.Н. Ельцин // М-во образования и науки Российской Федерации, Балтийский гос. технический ун-т "Военмех". - Санкт-Петербург, 2011. – 20 с.

2. Жиделев А.Р. Квадрокоптер как вид беспилотных летательных аппаратов/А.Р. Жиделев А.Р, А.А. Скляров// Вестник современных исследований. – 2018. - № 5.3 – С. 435 – 436

3. Колбин, Т.С. Радиоуправляемый квадрокоптер для спасения людей на пожаре/Т.С. Колбин// Техносферная безопасность. – 2014. - № 2 – С. 34–43.

4. Красовский, А.Н. Квадрокоптеры: история, устройство, управление, перехват, примеры / А.Н. Красовский, В.В. Прохоров, Н.А. Красовский, Суслова О.А. // Екатеринбург, 2016. – 32 с.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ РАЗЛИВКИ ФЕРРОСПЛАВА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Овечкин М.В, канд. техн. наук, доцент,
Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Хоменко С.Г.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Металлургическая промышленность является высокотехнологичной отраслью, которая состоит из множества взаимосвязанных процессов. Для получения качественных сплавов (сталь, чугун и пр.) необходимы не только ископаемые, но и синтезированные продукты или добавки, улучшающие показатели металлов. Такими добавками являются ферросплавы.

Ферросплав – это сплав железа (Fe) с определенными компонентами (кремний, молибден, марганец, калий, и пр.), используемый для легирования, раскисления, рафинирования черных и цветных металлов.

Производство ферросплавов состоит из нескольких сложных и трудоемких технологических процессов [1]: подготовка шихты (доставка шихты, отделение стальной стружки с помощью грохота, разгрузка шихтовых материалов в суточные бункеры ферросплавной печи, выгрузка порций компонентов шихтовой смеси в дозатор); непрерывная выплавка в ферросплавной печи; выпуск сплава из ванной печи в разливочных ковш; транспортировка ковша к месту разливки; разливка ферросплава с использованием разливочной машины или цехового крана; доставка затвердевших отливок на участок дробления и фракционирования; дробление отливок и их фракционирование по требуемому диапазону размера куска.

На данный момент производители активно автоматизируют технологические процессы производства, внедряя современные автоматизированные системы: подготовки, дозирования и транспортировки шихты, управления режимом работы руднотермических печей, газоочистки, дробления и фракционирования [2].

Для подготовки квалифицированных кадров, способных автоматизировать различные технологические процессы, необходимо на стадии обучения более детально рассматривать различные отрасли промышленности, к которым относится производство ферросплавов. Это позволит будущим специалистам лучше понимать технологию производства продукции, а так же находить те аспекты производства, автоматизируя которые, можно улучшить качество выпускаемой продукции, объемы условия труда.

Поэтому рассмотрим получение ферросплавов и выделим процессы, которые можно автоматизировать. Производство ферросплавов характеризуется большим разнообразием конечного продукта. Основу

ферросплавов составляют сплавы кремния, хрома, марганца, выплавляемые в мощных электрических печах [3].

Сырье, применяемое для получения ферросплавов, состоит из трех основных групп компонентов: руды, агломерата или концентрата, содержащих ведущий элемент; восстановителя; в некоторых случаях флюсов и железосодержащей части.

В каждом конкретном технологическом процессе шихта составляется из различного набора сырьевых материалов. Шихтовые материалы предварительно подвергают дроблению, сушке, магнитной сепарации, рассеву, при необходимости окускованию. Подготовленные компоненты шихты системой поточно-транспортных (с помощью ленточных транспортеров) средств подаются в дозировочное отделение, откуда дозированная шихта поступает в печной пролет и распределяется по печным карманам (бункерам). Выплавку производят в основном в закрытых трехфазных рудно-термических электропечах мощностью от 16,5 до 80 МВА, как показано на рисунке 1.

Рисунок 1 – Выплавка ферросплава в печи

В результате физико-химических процессов в ванне печи накапливаются сплав и шлак, которые периодически выпускаются через летки в ковш, как показано на рисунке 2. Следует отметить, что современные руднотермические электропечи снабжены разделителем шлака и сплава.

Рисунок 2 – Выпуск ферросплава в разливочный ковш

После чего происходит разливка ферросплава на разливочной машине, либо с помощью цехового крана, как показано на рисунке 3 и 4.

Рисунок 3 – Разливка ферросплава в наполные изложницы с помощью крана

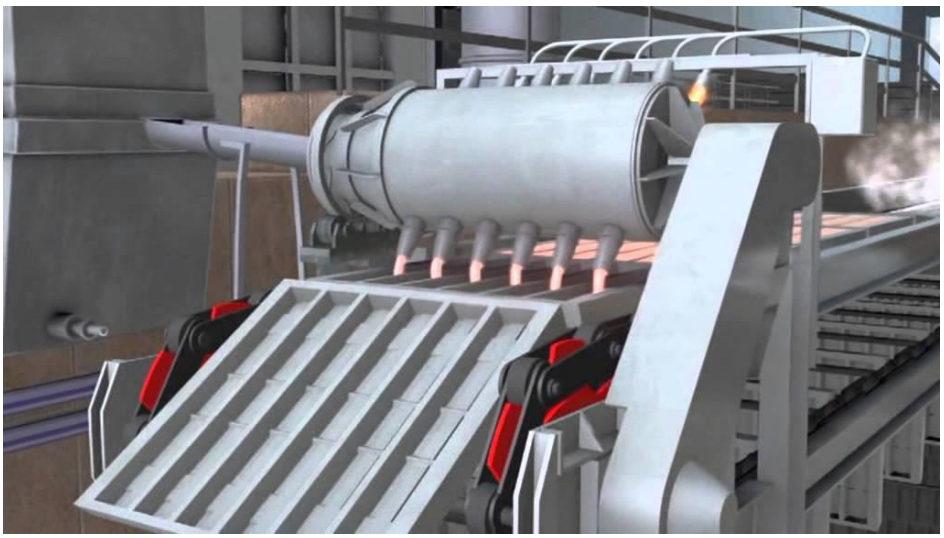


Рисунок 4 – Разливка ферросплава на разливочной машине

Остывшие отливки подвергаются дроблению, сортировке, упаковке и отгружаются потребителю в таре или вагонах и контейнерах. На многих заводах России и СНГ разливку осуществляют с помощью цеховых кранов или на разливочных машинах (машиной управляет оператор, который находится рядом, доставку ковша выполняют с помощью тележки или крана). Таким образом, можно автоматизировать технологический процесс разливки ферросплава с включением в него процесса выпуска из печи, и доставки ковша на участок разливки. Для решения данной проблемы необходимо разработать АСУ ТП разливки ферросплава. Возможная конфигурация системы представлена на рисунке 5 [4].

Система разделена на 4 подсистемы:

1) «Машины обслуживания шпуров»;
2) «Ковш»;
3) «Тележка перемещения ковша»;
4) «Участок разливки и кристаллизации».

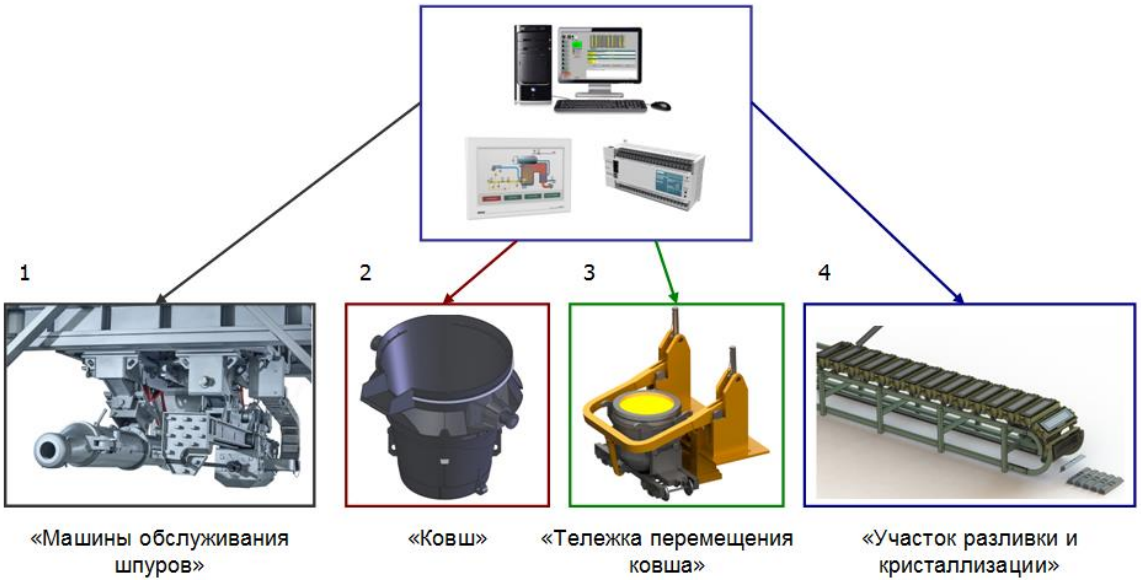


Рисунок 5 – Конфигурация АСУ ТП разливки ферросплава

Таким образом, интеграция образования, науки и производства имеет важное значение для высокотехнологичных отраслей промышленности. Специалисты по автоматизации, окончившие высшее учебное заведение будут иметь обширные знания о производственных процессах на различных предприятиях, смогут быстрее изучить технологию производства на своем будущем рабочем месте, а так же качественно и рационально выполнить автоматизацию технологических процессов за более короткое время.

Список литературы

1. Гасик, М.И. Теория и технология производства ферросплавов / Гасик М.И., Лякишев Н.П., Емелин Б.И. М.: Металлургия, 1988. 784 с.

2. Годына В.В. Опыт автоматизации ферросплавного производства в СНГ и за рубежом // Сб. докладов международной конференции №2 «Перспективные направления развития ферросплавного производства» – Запорожье, 2008.

3. Поволоцкий, Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов/ Поволоцкий Д.Я., Рощин В.Е., Мальков Н.В. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1995. 592 с.

4. Хоменко, С.Г. Конфигурация автоматизированной системы управления технологическим процессом разливки ферросплава [Электрон. ресурс] / С.Г.Хоменко, М.В. Овечкин // Наука в XXI веке: современное состояние, проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2 ч.. 2019 г. − Пермь, 2019. − С. 85–89.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Подкопаева О.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В каждой области машиностроения от аэрокосмической техники до оборудования пищевых производствшироко применяются теплообменные аппараты. Их непосредственной функцией является охлаждение рабочей жидкости в системе машин, дизельных электростанций, шлифовальных станков, компрессорных установок и автомобилей. В зависимости от области применения и роста энергетической мощности и объема производства увеличиваются габаритные размеры и масса теплообменника, которые изготавливают из дорогостоящих материалов, таких как медь. Уменьшение массы и удешевление изделия является не маловажной проблемой.

Наиболее перспективным направлением решения данной проблемы является использование сплавов алюминия, что по стоимости в 2 раза меньше чем медь и по весу в 1,5 раза легче. Но алюминиевые сплавы характеризуются как очень капризный материал для производства из-за образования оксидной пленки.

Исследуя технологию пайкитрубчато-пластинчатых теплообменников из алюминиевых сплавов можно выделить основные проблемы [1]. Одной из главных является использование элементов конструкции с адгезионным поверхностным слоем (покрытием) металла. Второй проблемой стала толщина цинкового сплава на поверхности алюминия, которая составляет от 2.20 до 4.6 мкм. Отсюда вытекает третья проблема - высокая точность изготовления опорной пластины на рисунке 1.

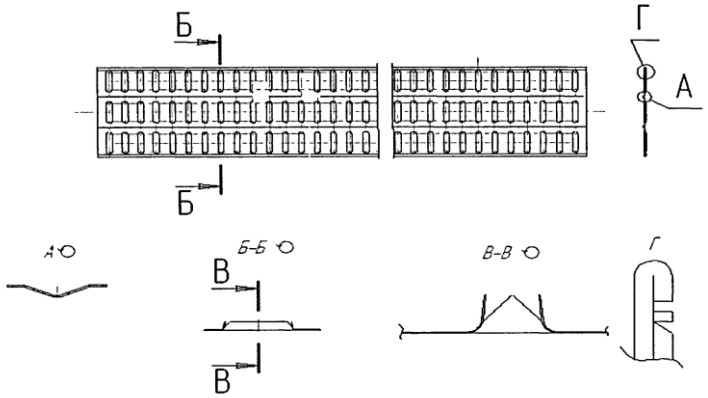


Рисунок – 1. Опорная пластина

Данную заготовку сформируют листоштамповочным штампом в виде

корытца. По всей длине поверхности вырубным штампом просекают отверстия с отбортовкой на рисунке – 1, разрезы Б-Б и В-В по размеру охлаждающих трубок с уклоном для лучшего контакта с охлаждающими трубками. При этом, отверстия в охлаждающих пластинах группируют в один ряд или несколько рядов с различным шагом как в ряду, так и между рядами. Опорную пластину одевают на собранный пакет сердцевин из охлаждающих трубок и пластин [2].После чего на поверхность сердцевины наносят флюс, излишки которого удаляют и отправляют в печь цикличного действия, где состыкованные детали нагревают до583-600°С(на рисунке 2 изображена фазовая диаграмма бинарного сплава)[1].

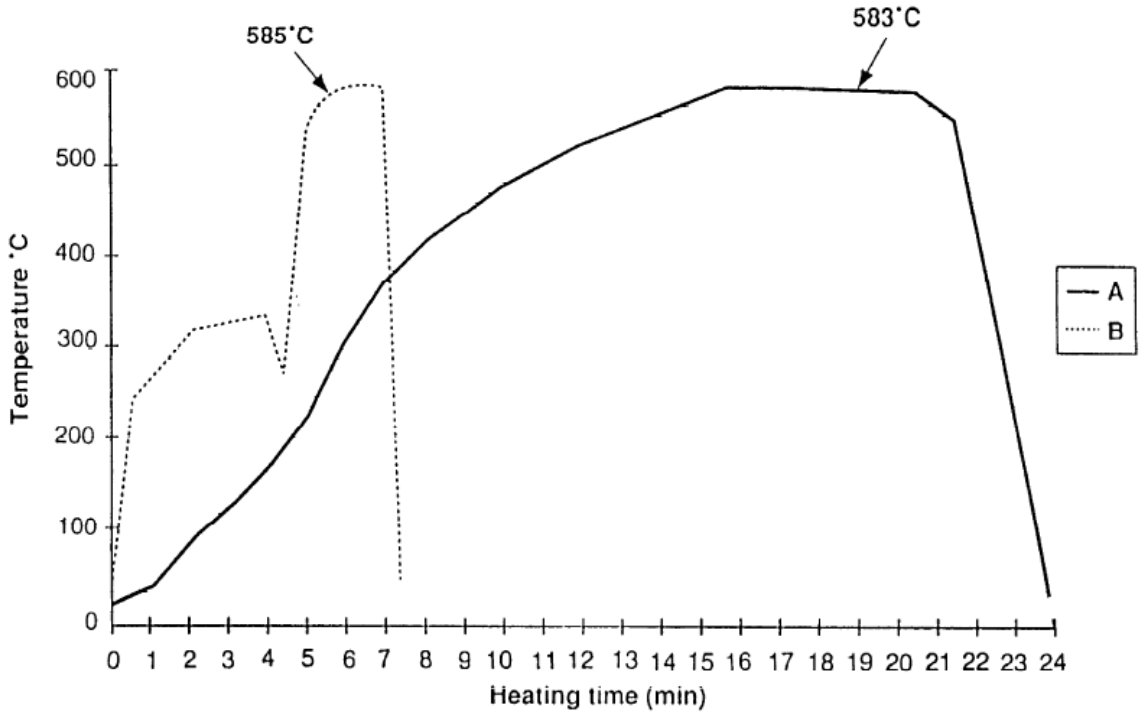


Рисунок – 2. Фазовая диаграмма бинарного сплава.

В результате чего происходит диффузия части цинка из поверхностного слоя в элементы и плавления граничных цинк-алюминиевых сплавов образуютнадежный паяный шов, как на рисунке – 3, который герметичен. Расчетом было определено, что зона плавления примерно 15 мкм будет достаточной для образования качественных швов между трубками и ребрами в каркасе теплообменника, имеющего шаг отверстий для охлаждающей трубки примерно 3 мм. Минимальная начальная толщина покрытия, требуемая для образования зоны плавления,которая зависит от температуры и времени [1].

Рисунок – 3. Спаи между отверстиями опорной пластины и охлаждающими трубками.

К остывшим сердцевинам приваривают электродуговой сваркой в среде аргона правый и левый баки, которые получают холодной штамповкой. Полученное готовое изделие проходит испытание на герметичность рабочим давлением. Герметичность изделия является признаком качества и конкурентной способностью предприятия.

Выше изложенные аспекты изготовления алюминиевых теплообменников дают толчок к переходу на автоматизированное производство. Освоение новых технологий и оборудования помогут развить новые возможности методики подготовки специалистов.

Список литературы

1. Пат. 2094189 Российская Федерация, МПК^{6}В 23 К 1/00. Способ соединения покрытых цинком алюминиевых элементов и теплообменник, изготовленный данным способом / Мортен Сислак Эдвард, Джеймс Морлей, Лейв Одна Фолькендаль; заявитель и патентообладатель Норкс Хюдро. - №93058515/02; заявл. 13.05.1992; опубл. 27.10.1997; приоритет 14.06.1991; № 912300. – 3 с.

2. Пат. 130059 Российская Федерация, МПК F 28 F 1/00. Заготовка радиаторной секции трубчато-пластинчатого радиатора, Секции радиаторов, изготовленные из этой заготовки (варианты), и радиатор, изготовленный из этих секций / Мезин В.Г.; заявитель и патентообладатель Мезин В.Г. - № 2012134013/06; заяв. 08.08.2012; опубл. 10.07.2013,приоритет 08.08.12. – 22 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПЫТАНИЯ СТАНКОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ НА ЖЕСТКОСТЬ

Поляков А.Н., д-р техн. наук, профессор,
Гончаров А.Н., канд. техн. наук,
Никитина И.П., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Достижение требуемых параметров точности механической обработки в первую очередь связано с параметрами статической жесткости металлорежущего станка. В настоящее время существует устоявшаяся методика испытания станков на жесткость, разработанная еще в ЭНИМСе (экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков) [1, 2]. Однако, ее реализация связана с использованием приспособления, характеризуемого низкой надежностью и эффективностью.

Для проведения испытаний на жесткость станков с ЧПУ на кафедре технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета было сконструировано другое приспособление, схема которого в условиях проведения испытаний приведена на рисунке 1.

Центральное место приспособления - динамометр, представляющий собой пружину в виде скобы 1 и измерительная головка 3. Для чистоты эксперимента в качестве измерительной головки использовался как индикатор часового типа МИГ, так и цифровая измерительная головка Norgau модели NID-1201. Для создания центрального осевого воздействия на шпиндельный узел 2 в него была вставлена оправка 4. Нагрузочное устройство в виде элемента винт-гайка 5 создавало осевое усилие на торец оправки 4. Осевые смещения торца шпинделя 2 измерялись измерительной головкой 7, установленной в штативе 6. Также для чистоты эксперимента в различных сериях экспериментов использовались цифровые измерительные головки Norgau модели NID-1201 и индикаторы часового типа МИГ.

На рисунках 2 приведены фотографии станков 400Vи HAAS TM-1P в условиях испытаний на статическую жесткость.

На рисунках 3 и 4 кривые 1 представляют зависимость «$P-\delta$» полученные при нагружении станка, а кривые 2 – при разгрузке. Анализ полученных результатов показал, что действительно формируется петля гистерезиса. Жесткость 400V можно оценивать около 60 Н/мкм, а жесткость HAAS TM-1P–составляет около 20 Н/мкм. При этом, если для 400V жесткость слабо зависит от реализованных серий эксперимента, то для HAAS TM-1P жесткость станка на первой серии эксперимента была зафиксирована практически в два раза меньшей, чем на пятой.

Для оценки жесткости технологической системы необходимо знать диапазоны силы резания, возникающей при фрезеровании. Радиальная

составляющая сил резания принимается в диапазоне от 0,6 до 0,8 главной составляющей силы резания. Осевая составляющая сил, оказывающая влияние на опоры шпинделя, близка по значениям к радиальной составляющей и составляет в диапазоне от 0,35 до 0,55 от окружной силы.

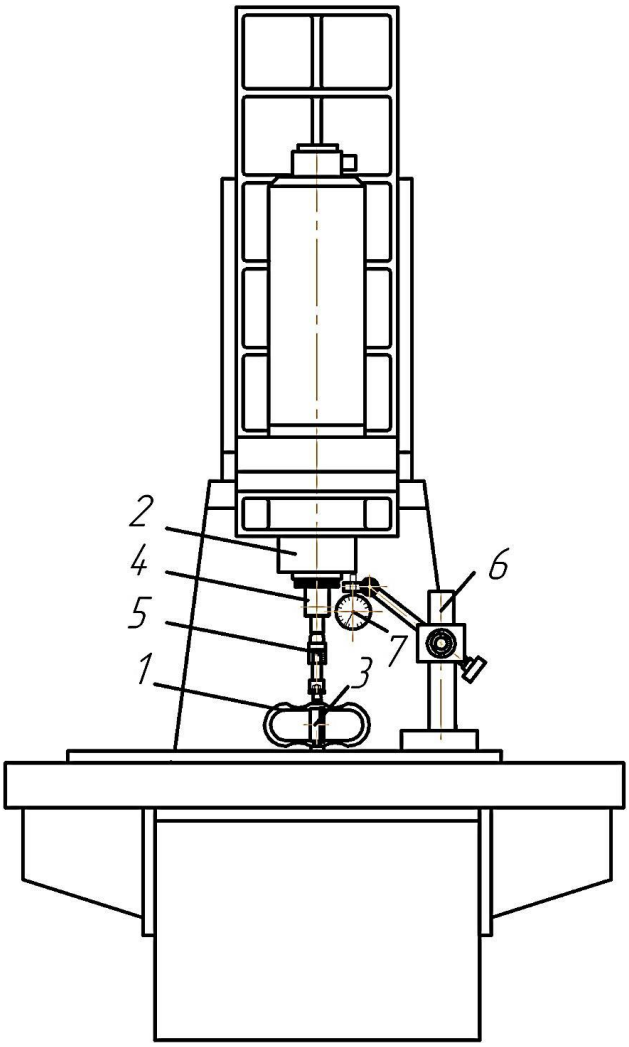
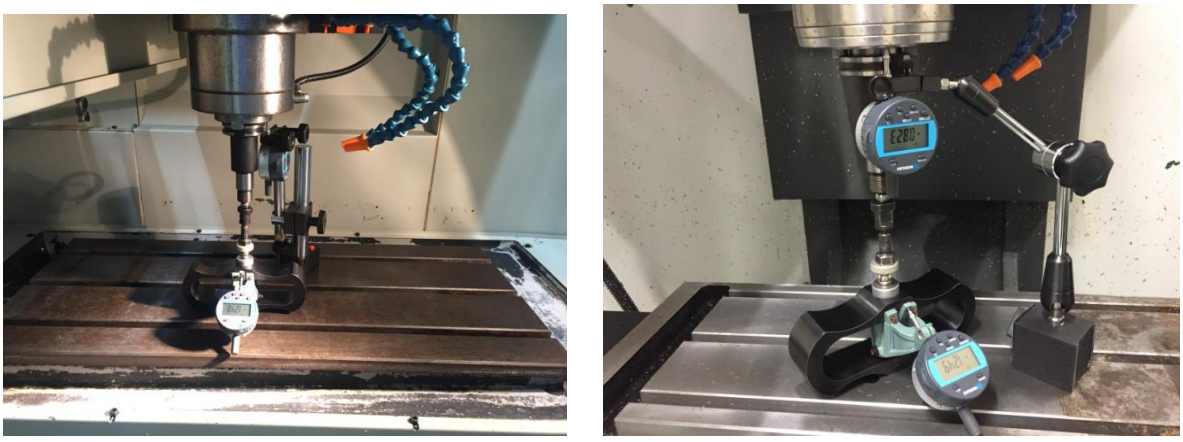


Рисунок 1 – Схема расположения приспособления при испытании на жесткость станка 400V



а) б)

Рисунок 2 – Станки 400V и ТМ-1Р в условиях эксперимента

По данным отечественных и мировых исследователей известно, что для фрез диаметров от 10 до 63 мм осевые составляющие силы резания находятся в диапазоне от 100 до 3000 Н. Учитывая, что для исследуемых станков грузоподъемность стола не превышает 400 кг, предельная заданная нагрузка не превышающая 1400 Н соответствовала чистовой и получистовой обработке.

На рисунке 3 приведены результаты испытаний на жесткость станка 400V.

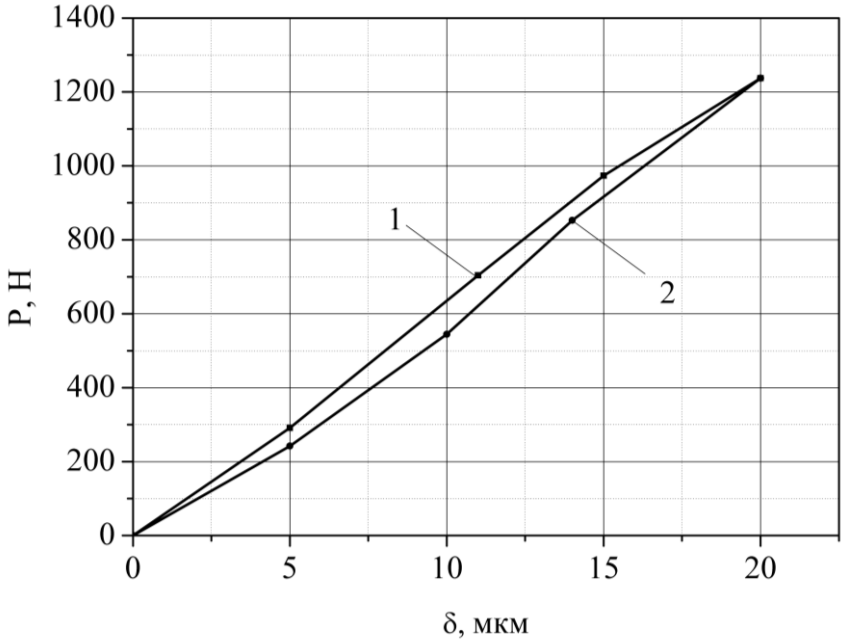


Рисунок 3 – Результаты испытаний на жесткость станка 400V

На рисунке 4 приведены результаты испытаний на жесткость станка ТМ-1Р.

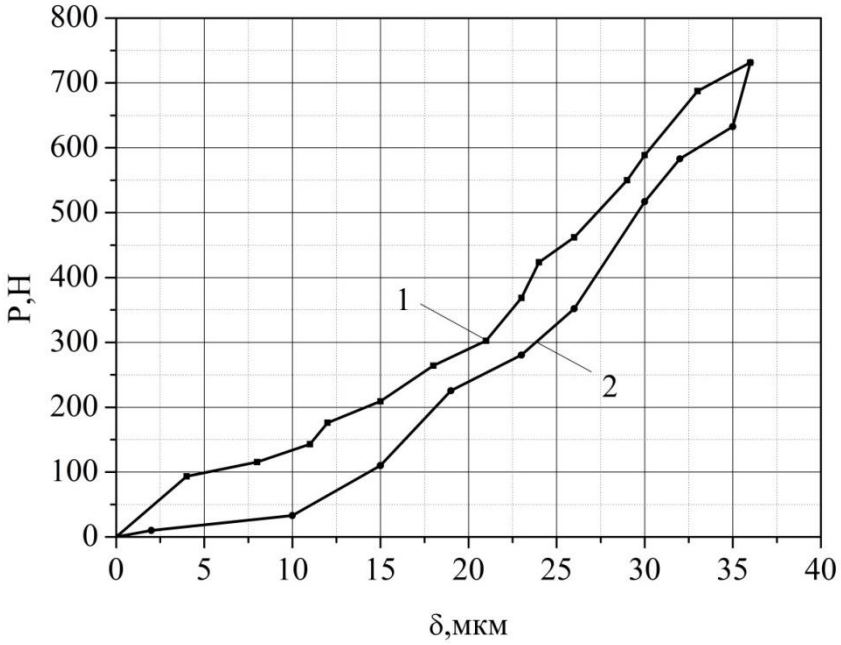


Рисунок 4 – Результаты испытаний на жесткость станка HAAS TM-1P

Представленная методика показала на практике возможность получения достаточно стабильных результатов статической жесткости исследуемого оборудования. Полученные данные не имеют противоречий с ранее установленными результатами. При этом, использование нового приспособления позволило существенно расширить диапазон измерения жесткости станка.

Список литературы

1 Экспериментальные исследования статических и тепловых характеристик станка с ЧПУ [Электронный ресурс] / Поляков А. Н. [и др.] // СТИН,2014. - № 6. - С. 13-18.

2 Поляков, А. Н. Снижение температурной погрешности станков с ЧПУ на основе управления движением их рабочих органов [Электронный ресурс] : монография / А. Н. Поляков, А. Н. Гончаров; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2019. - ISBN 978-5-4487-0525-0. - 218 с.

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НА ОСНОВЕ КВАРЦЕВОГО ВОЛОКНА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РАКЕТОСТРОЕНИИ

Припадчев А.Д., д-р техн. наук, профессор,
Горбунов А.А., канд. техн. наук, доцент,
Белов С.В., Припадчева Л.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Материалы на основе кварцевых волокон ранее обычно рассматривались как термостойкие без предъявления каких-либо особых требований к механическим характеристикам. Однако за последние 20 лет качество волокна значительно повысилось, уменьшилось количество примесей, улучшились механические характеристики, что в целом позволяет рассматривать композиционные материалы на их основе как конструкционные различного назначения, а именно: абляционные, изоляционные, радиопрозрачные, силовые и т.п. Дается анализ различных свойств современных кварцевых волокон и композиционных материалов на их основе с акцентом на механические характеристики [1, 4].

Под термином кварцевое стекло понимается материал в стекловидном состоянии, характеризующийся отсутствием фиксированной точки плавления, Это состояние противоположно состоянию кристаллического кварца. Свойства кварцевого стекла и кварца также существенно различны. Кварцевое стекло получают путем плавления натурального кварца при температуре около 2000 ^{0}C. Получаемый продукт является очень чистым и содержит 99,09 % $Si0_2$, что обеспечивает стеклу ряд специфических свойств, например, высокую прозрачность. Кварц стабилен до 1000°C, а затем под действием некоторых примесей он может перейти в кристаллическое состояние, Основные свойства кварцевого стекла, таблица 1.

Таблица 1 – Свойства кварцевого стекла

Показатель	Характеристики
Чистота	99,99 % $Si0_2$
Физическое состояние	твердый аморфный до 1300°C пастообразный в диапазоне 1300-1800 ^{o}C
Плотность	2,2 г/см^3
Средние теплофизические характеристики в диапазоне 20..1000 ^{o}C	
коэффициент теплового расширения	0,55 *10^{-6} 1/°C
удельная теплоемкость	1 Дж/г ^{o}C
теплопроводность	2 Вт/м °C

Кварцевое стекло никогда не находится в текущем состоянии. Процесс перехода из пастообразного состояния в газообразное происходит при температуре выше 1300°C. При температуре 1800°C процесс перехода в газообразное состояние происходит очень интенсивно. Вязкость убывает

пропорционально росту температуры, но все время остается повышенной. Именно эти свойства кварцевого стекла делают его идеальным аблирующим материалом. Кварцевое стекло по всем показателям (тепло- и электроизоляционные свойства, радиопрозрачность, плотность и т.п.) превосходит обычные стекла (E, R, S) [2].

Кварцевое волокно получают вытяжкой со скоростью от 28 до 40 м/с при температуре 1800°С из расплава чистого кварца. Волокна обладают всеми свойствами стекла, но имеют по сравнению со стеклом, более высокие механические характеристики, Прочность при растяжении, замеряемая на одном волокне, зависит от многих параметров, чем объясняется различие в значениях предела прочности, встречаемых в литературе. Теоретическое значение предела прочности при растяжении находится в диапазоне от 2500 до 30000 МПа. На практике это значение предела прочности не достигается. Основные причины изменения прочности: диаметр волокна (от 8000 до 10000 МПа при диаметре волокна 1 мкм, от 1500 до 3000 МПа при диаметре волокна 9 мкм и от 500 до 1500 МПа при диаметре волокна 30 мкм), длина испытываемого волокна (значение предела прочности удваивается при уменьшении длины волокна от 100 до 5 мм), окружающая среда, особенно влажность (предел прочности удваивается при испытаниях в сухой атмосфере и учетверяется при испытаниях в вакууме при температуре от 600 до 700°С). Влияние окружающей среды происходит из-за наличия поверхностных микротрещин.

Модуль упругости кварцевого волокна меньше зависит от указанных параметров, но, тем не менее — он изменяется в функции диаметра от 60 000 до 120 000 МПа. Во Франции выпускают волокно диаметром 9 мкм и поставляют его в виде крученых и некрученых жгутов, состоящих из 240 волокон. Предел прочности при растяжении волокна от 1500 до 3000 МПа, модуль упругости 85000 Мпа. В качестве замасливателя используется состав А 1100, обеспечивающий необходимые свойства для дальнейшей переработки волокна (особенно при изготовлении тканей) и хорошую адгезию с полимерными матрицами.

Рассматриваются три вида композиционных материалов:

а) получаемые намоткой жгутов;

б) двух и трехмерные материалы, используемые для теплоизоляции, аблирующих покрытий и силовых конструкций;

в) материалы для теплозащиты.

Для конструкций, изготавливаемых намоткой, в основном применяются некрученые жгуты (ровница), пропитанные фенольной смолой. В некрученых жгутах легко реализуется предел прочности волокна при растяжении 3000 МПа, что примерно выше на 15 % прочности стеклянных волокон R. Однако на образцах больших размеров, таких как кольца NOL выигрыша в прочности по сравнению с композиционным материалом на основе волокон из стекла R не получается, что говорит о проблеме взаимодействия волокно-матрица [3].

Основные характеристики композиционных материалов на основе некрученого жгута представлены в таблице 2.

Двунаправленные композиционные материалы были разработаны специально для цилиндрических аблирующих конструкций. Разработанная структура материала «ирис» характерна тем, что ткань из кварцевых волокон, пропитанная фенольной смолой, укладывается под углом от 10^0 до 15^0 по отношению к внешней поверхности цилиндра.

Таблица 2 – Характеристика композиционных материалов на основе некрученого жгута

Показатель	Характеристики
Объемное содержание связующего	17-33 %
Плотность	1,6-1,8 г/см^3
Предел прочности волокна при растяжении	2800-3700 МПа
Прочностные характеристики, полученные из испытаний на кольцах NOL:	
предел прочности при растяжении	1100-1300 МПа
предел прочности при межслойном сдвиге	40-45 МПа

Полимеризация производится в автоклаве за один цикл при давлении от 1,5 до 3,0 МПа. В этом случае объемное содержание волокна составляет не более 50 %. Предел прочности при растяжении в осевом направлении составляет 400 МПа, а в окружном направлении от 100 до 150 МПа. Основным недостатком двунаправленного композиционного материала является низкая прочность при межслойном сдвиге. Основные характеристики двунаправленных композиционных материалов типа «ирис» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики двунаправленных композиционных материалов типа «ирис»

Показатель	Характеристики
Плотность	1,6 г/см^3
Объемное содержание связующего	50 %
Пористость	8 %
Предел прочности при растяжении в осевом направлении	380 МПа
Модуль упругости в осевом направлении	21 000 МПа
Предел прочности при межслойном сдвиге	25 МПа
Средние теплофизические характеристики в диапазоне температуры 20-200 ^{o}C	
коэффициент `теплового расширения в осевом направлении	7*10^{-6} 1/^{o}C
удельная теплоемкость	1,1 Дж/г ^{o}C
теплопроводность в радиальном направлении	0,45 Вт/м ^{o}C

Трехмерные композиционные материалы разработаны с целью повышения прочности при межслойном сдвиге и получаются на основе объемных тканей, либо прострочкой двумерных тканей, либо специальной намоткой. В этом случае пропитка тканого наполнителя должна проводиться под большим давлением, чтобы заполнить все пустоты. Неравномерное распределение волокна в материале и концентрированное скопление связующего в зонах переплетения приводит к снижению прочностных

характеристик композиционного материала. В таких материалах реализуется прочность волокна при растяжении 1500 МПа. Основные характеристики трехмерных композиционных материалов на основе фенольного связующего представлены в таблице 4.

Прочность трехмерных композиционных материалов при сжатии равна, по крайней мере, прочности при растяжении.

Несмотря на достаточно хорошие характеристики двумерных композиционных материалов, они все же не могут конкурировать с композиционными материалами углерод-углерод. Их основное применение: как теплоизоляционный материал, способный нести значительные механические нагрузки. В случае использования в радиопрозрачных обтекателях фенольное связующее может быть заменено на кремнийорганическую матрицу, что приведет к некоторому снижению прочностных свойств композиционного материала.

Таблица 4 – Характеристики трехмерных композиционных материалов на основе фенольного связующего

Показатель	Характеристики
Плотность	1,6 г/см^3
Объемное содержание волокна	
общее	55 % (40-40-20)
в осевом направлении	22 %
Пористость	6-10 %
Предел прочности при растяжении в осевом направлении	330 МПа
Модуль упругости	19 000 МПа
Коэффициент Пуассона	0,1
Средние теплофизические характеристики в диапазоне температуры 20-2007 ^{o}C	
коэффициент теплового расширения в осевом направлении	8*10^{-6} 1/^{o}C
удельная теплоемкость	1,1 Дж/г ^{o}C
теплопроводность в радиальном на правлении	0,7 Вт/м ^{o}C

Теплозащитный двунаправленный композиционный материал имеет кремнийорганическую матрицу со специальными жаропрочными добавками и армирующий слой в виде легкой ткани из кварцевого волокна. Материал хорошо формуется при нормальной температуре, но имеет сравнительно низкие прочностные характеристики, что не позволяет использовать его в качестве конструкционного силового материала. Основные характеристики теплозащитного композиционного материла, имеющего обозначение NORCOAT 4011 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики композитного материала NORCOAT 4011

Показатель	Характеристики
Плотность	0,9 г/см^3
Удельная теплоемкость	1,5 Дж/г ^{o}C
Теплопроводность	0,25 Вт/м ^{o}C
Предел прочности при растяжении	20 МПа
Относительное удлинение	7 %

Проведенный обзор и анализ характеристик показывают, что хотя кварцевые волокна и имеют более низкую удельную прочность и удельную жесткость по сравнению с такими новыми волокнами, как углеродное, борное и органическое типа Kevlar, все же они позволяют получить сравнительно легкие композиционные материалы, обладающее хорошими теплоизоляционными свойствами и имеющие достаточно высокие механические характеристики в диапазоне температур, когда стеклянные волокна не могут быть использованы. Проводимые в настоящее время во Франции исследования направлены на повышение механических характеристик кварцевых волокон и связываются, в основном, с поверхностной обработкой и замасливанием. Успешное решение этих проблем, очевидно позволит повысить конкурентоспособность кварцевых волокон.

Список литературы

1. Егер, С. М. Основы автоматизированного проектирования самолётов: учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов / С.М. Егер, Н.К. Лисейцев, О.С. Самойлович. М.: Машиностроение, 1986. 232 с., ил.

2. Курганова, Ю.А. Конструкционные металломатричные композиционные материалы: учебное пособие / Ю.А. Курганова, А.Г. Колмаков. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2015. — 141 с. — ISBN 978-5-7038-4082-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106298 (дата обращения: 13.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Мамедов, Г.В. Моделирование полимерных композиционных материалов / Г.В. Мамедов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. №1. 2014. С. 39-42

4. Припадчев, А.Д. Сборочные процессы элементов летательных аппаратов: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2017.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОН БОРА В КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Припадчев А.Д., д-р техн. наук, профессор, Ермолаева Т.А., Припадчева Л.В., Псянчина Р.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проявляемый интерес к волокнам бора, как армирующему элементу композиционных — материалов, обусловлен их высокими механическими характеристиками при небольшой плотности (2,6 г/см^3). Волокна бора были разработаны в 1959 г, [2, 3] и представляют собой непрерывное волокно диаметром 100-140 мкм, получаемое методом осаждения из газовой фазы BCl_3-H_2 — на вольфрамовую подложку в виде нити диаметром 12-13 мкм.

В волокне бор представляет аморфное тело и характеризуется упругим поведением до разрушения. Физико-механические характеристики бороволокна в сравнении с другими материалами приведены в таблице 1, в которой также даны удельная прочность и удельная жесткость.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики бороволокна

Материла	Плотность г/см^3	Предел прочности при растяжении, ГПа	Модуль упругости, ГПа	Удельная прочность	Удельная жесткость
Бороволокно	2,55	3,5-4,2	400	1,3-1,6	157
Графитоволокно	1,95	1,8-2,4	350-410	1,0-1,23	180-210
Органическое волокно	1,4	2,5	130	1,8	93
Стекловолокно	2,55	1,75-2,75	74	0,98-1,4	29
Дуралюминий	2,8	4,5	75	0,06	27
Сталь	7,8	1,8-2,9	210	0,2-0,4	27

Хрупкость и малый диаметр бороволокон требуют использование их в матрице (полимерной или металлической), основное назначение которой является передача волокнам действующей нагрузки, обеспечение равномерного распределения волокна в композиционном материале и защита волокон от воздействия внешней среды.

В настоящее время стоимость бороволокна превышает стоимость других высокопрочных и высокомодульных волокон (например, стеклянных, органических типа Kevlar 49 н графитовых), что обусловлено сложностью производства. Этот фактор лимитирует использование бороволокна в композиционных материалах и, следовательно, сдерживает рывок сбыта и расширение объема производства.

Положительным качеством композиционных материалов на основе бороволокна являются высокие механические характеристики, превышающие соответствующие показатели других материалов, например, по пределу

прочности при сжатии, по усталостным характеристикам и т.п. [1, 4]. Это обстоятельство побуждает использовать бороволокло в композиционных материалах совместно с другими волокнами, имеющими более низкие характеристики, но менее дорогими.

Успешное применение композиционных материалов на основе бороволокна с полномерными матрицами (боропластиков) в ряде экспериментальных самолетных конструкций, в особенности В США, а также проектные оценки, проведенные в ряде стран, дают все основания предположить, что объем применения композиционных материалов на основе бороволокна в ближайшем будущем будет значительно расширен.

Бороволокно с защитным покрытием (B_4C или SiC) хорошо химически сочетается с легкими металлами (магнием, алюминием, титаном и их сплавами) при температуре от 300 до 600°С. Бороволокно отличается высокими характеристиками свариваемости с текучими металлами, имеющими низкую температуру плавления (например, с алюминием).

Композиционные материалы на основе бороволокна с металлической матрицей имеют более хорошие характеристики электропроводности, прочности в поперечном направлении, прочности при сдвиге, стойкости к старению и т.п. по сравнению с боропластиками и, следовательно, это второе поколение материалов в дальнейшем начнет выпускаться в промышленном масштабе вслед за материалами с полимерной матрицей.

Основные причины высокой стоимости производстве методом осаждения: а) большая сложность для условий промышленного производства; 6) процесс осаждения бора на газообразные фазы BCl_3-H_2 при температуре, соответствующей аморфному состоянию, очень медленный (при температуре выше 1200°С бор переходит в кристаллическое состояние); в) низкая производительность процесса перехода BCl_3/B, что делает необходимым переработку и повторное использование реактивов, г) высокая стоимость исходных продуктов (особенно вольфрамовой подложки в BCl_3).

Основные работы, направленные на снижение стоимости бороволокна, связываются с модификацией процесса изготовления (осажденная) и заменой вольфрамовой подложки. Модификация процесса осаждения бора не даст значительного снижения стоимости. Условия, которым должна удовлетворять подложка: материал должен быть жаропрочным, т.е. сохранять высокие механические характеристики при температуре ю1200°С, быть при этой температуре совместимым с бором и его соединениями в газообразной фазе и быть по возможности дешевым.

Систематические исследования, проводимые в лаборатории химии твердых тел CNRS (университет г, Бордо, Франция), направлены на изучение химической совместимости с бором и смесью BCl_3-H_2 различных материалов, которые могут быть использованы в качестве подложки.

Применяемый термодинамический метод основан на минимизации свободной энергии системы и учете равновесного состояния материалов. Это позволяет при заданных начальных параметрах (составе газовой смеси,

давление, температуре и виде подложки) определять равновесное состояние системы в камере осаждения. Этот метод может быть использован, например, для качественного и количественного анализа восприимчивости подложки к газообразным составляющим.

Как показывают теоретические исследования и имеющийся опыт изготовления бороволокна, практически очень трудно найти лучший материал для подложки из металлов, чем вольфрам. Однако помимо многочисленных преимуществ вольфрам имеет и ряд существенных недостатков, таких как большая плотность, высокая стоимость, быстрый переход в соединения с бором, что вызывает интенсивную эмиссию из подложки в процессе получения волокна, и т.п. С точки зрения указанных недостатков перспективным представляется подложка из углеродного волокна. Вполне возможно, что в этом случае скорость протяжки подложки при осаждении бора будет увеличена приблизительно на 40%, а, следовательно, будет и уменьшена стоимость получаемых волокон, как это показано в таблице 2, где дан прогноз стоимости бороэпоксидных композиционных материалов в зависимости от объема производства бороволокна.

Таблица 2 – Прогноз производства бороволокна

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2022 г.
Объем производства бороволокна, т.	13,61	15,88	18,14	22,68
Стоимость бороэкопсидных композиционных материалов, долл./кг				
на основе волокна с вольфрамовой подложкой	1882,3	1759,0	1696,3	1633,6
на основе волокна с углеродной подложкой	1256,8	1130,9	1005,5	942,2

Возможности производства бороволокна на углеродной подложке составляют в настоящее время приблизительно 500 кг в год.

Основное применение бороволокна в настоящее время связано с использованием боропластика. Основные физико-механические характеристики боропластика приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Основные физико-механические характеристики боропластика

Характеристики	Бороволокно с углеродной подложкой	Бороволокно гибридное	Бороволокно графитовое
Плотность, г/см^3	2,0	1,8	1,6
Предел прочности, МПа			
при растяжении	700	630	680
при сжатии	1750	1500	650
Модуль упругости, Гпа	130	120	70
Стоимость, долл./кг	942,2	571,1	314,1

Боропластик обладает рядом высоких характеристик, таких как прочность при растяжении и сжатии, усталостная прочность и т.д. при небольшой плотности (около 2 г/см^3 по сравнению с 2,7 г/см^3 у алюминия), что делает эти материалы более эффективными по сравнению с традиционными

металлическими сплавами при использовании в конструкциях летательных аппаратов.

Список литературы

1. Егер, С. М. Основы автоматизированного проектирования самолётов: учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов / С.М. Егер, Н.К. Лисейцев, О.С. Самойлович. М.: Машиностроение, 1986. 232 с., ил.

2. Курганова, Ю.А. Конструкционные металломатричные композиционные материалы: учебное пособие / Ю.А. Курганова, А.Г. Колмаков. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2015. — 141 с. — ISBN 978-5-7038-4082-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106298 (дата обращения: 13.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Мамедов, Г.В. Моделирование полимерных композиционных материалов / Г.В. Мамедов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. №1. 2014. С. 39-42

4. Припадчев, А.Д. Сборочные процессы элементов летательных аппаратов: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2017.

ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДРОБЕМЕТНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Веприкова О.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Студентам, обучающимся по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», нередко приходится вникать в особенности разных технологических процессов. Одним из примеров такого процесса может служить технология дробеочистки стальных труб перед нанесением антикоррозионных покрытий. Автоматизация этой технологии требует от будущего специалиста знаний не только в области автоматики, но и особенности эксплуатации дробемётного оборудования, требования безопасности обслуживающего персонала.

Очистка металлических поверхностей перед такими процессами, как сваривание или покраска – это необходимый производственный процесс, который позволяет значительно повысить качество заготовок, удалить из них все загрязнения, ржавчину, окалину и другие компоненты, которые могут негативно сказаться на уровне сцепления покрытия с заготовкой или надежности сварного соединения. Для очистки металлических поверхностей используются различные технологии: очистка ручным инструментом; механическая очистка; абразивоструйная очистка.

Очистка ручным инструментом проводится с помощью обрубочных молотков для скалывания ржавчины и других загрязнений, ручных проволочных щёток, шпателей, скребков или наждачной бумаги. Молотки для скалывания применяются для удаления толстого рыхлого слоя ржавчины. Обработка молотками часто проводится в сочетании с зачисткой щётками. Данная обработка непригодна для общей подготовки поверхности перед нанесением покрытий. Ручная очистка иногда применяется на начальном этапе для предварительной очистки, с целью снятия легко удаляемых загрязнений перед использованием механизированных инструментов.

Подготовка металлических поверхностей с применением механизированных ручных инструментов, но без использования абразивоструйной очистки называется методом механической очистки. Механизированную очистку проводят с использованием вращающихся проволочных щёток, машин для зачистки абразивной бумагой и абразивами точильных камней, зачистных молотков с электро- или пневмоприводом, игольчатых пистолетов, шлифовальных кругов.

Поверхности, с недоступными для данных инструментов участками, подготавливаются в ручную. Перед очисткой ручным и механическим инструментом необходимо удалить с поверхности грязь, масло, смазку, толстые слои ржавчины.

Производительность и эффективность очистки механизированным инструментом выше чем у очистки ручным инструментом, но ниже чем эффективность абразивной струйной очистки. Наиболее эффективный способ подготовки поверхности перед свариванием, покраской – абразивоструйная очистка.

Сухая абразивоструйная очистка или по-другому бластинг заключается в ударе абразивного потока с высокой кинетической энергией о подготавливаемую поверхность. Подача абразива осуществляется при помощи центробежной силы, сжатого воздуха или эжекции.

Абразивная струйная очистка сжатым воздухом осуществляется при подаче абразива в поток воздуха и направлении образующейся воздушно-абразивной смеси с высокой скоростью из сопла на очищаемую поверхность. Абразив может быть впрыснут в воздушный поток из ёмкости, находящейся под давлением, или увлечён этим воздушным потоком в процессе всасывания из ёмкости, не находящейся под давлением.

Абразивная струйная очистка с впрыскиванием влаги – метод аналогичный абразивной струйной очистке сжатым воздухом, разница лишь в том, что в воздушно-абразивный поток добавляют незначительное количество жидкости, обычно воду. При данном методе не образуется пыль в диапазоне размера взвешенных частиц менее 50мкм, а расход воды составляет 15-25 л/ч.

При использовании метода струйной очистки жидкостью под давлением в поток жидкости вводят абразив или смесь абразивов и направляют через сопло на очищаемую поверхность. Данный метод основан на воздействии кинетической энергии высоконапорной водяной струи на обрабатываемую поверхность. При этом струя воды позволяет удалять с поверхности загрязнения и отложения любой физической природы и химического состава: ржавчину, консервационные смазки, лакокрасочные покрытия, битум, смолы, нагар, окалину и т.д. Давление воды зависит от типа удаляемых загрязнений, таких как рыхлая ржавчина и окрасочные покрытия со слабым сцеплением.

Данные технологии активно используются в технологических процессах, где необходимо быстро, качественно и безопасно выполнить работы по очистке и подготовке поверхности металла.

Из сказанного выше следует, что наиболее эффективной технологией очистки металлоизделий в условиях промышленного производства является обработка дробью с помощью дробемётных или дробеструйных машин.

Дробеметные установки – аппараты различного типа функционирования (с нагнетателем или пневматический), производящие очистку обрабатываемой поверхности от инородных включений и покрытий за счет направленного воздушно-абразивного или газоабразивного потока.

Дробеметная и дробеструйная обработки являются процессами холодной обработки металлов давлением. Поверхность металла бомбардируется дробью – частичками активного абразивного материала, зачастую, шарообразной формы. Каждый удар такой дроби деформирует поверхность металла, оставляя на ней

микроскопический след. Под поверхностью, обработанной дробью, образуется слой, имеющий высокие сжимающие напряжения.

При дробемётной обработке частицы абразивного материала подаются на поверхность изделия с высокой скоростью. Это происходит под действием центробежных сил. Поток дроби, бомбардируя поверхность, откалывает от нее всевозможные загрязнения и небольшие фрагменты металла. В результате на поверхности образуются микроскопические углубления и пики. Дробемётная обработка не только очищает поверхность, но и придает ей нужную шероховатость, повышающую адгезию покрытий. Придание поверхности равномерной шероховатости обеспечит прочность сцепления с покрытием, продлевая, тем самым, сроки эксплуатации изделия. Дробемётная и дробеструйная обработки поверхности металла позволяют значительно увеличить долговечность металлического изделия, за счет образующегося слоя с высоким разряжающим напряжением, предупреждающего коррозию и усталостные повреждения. Качество обработки во многом зависит от используемого абразива.

Данный вид очистки считается универсальным, так как может применяться для обработки отливок и, например, тонкостенного проката перед гальваническим покрытием. Эта технология незаменима для обработки металлических изделий после термообработки из любой стали - низкоуглеродистой, углеродистой или легированной. Также обрабатывают технической дробью витые цилиндрические пружины, зубчатые колёса и другие детали сложных форм с целью поверхностного упрочнения.

При автоматизации процесса дробеочистки стальных труб можно использовать стационарную дробемётную машину (рисунок 1). Она предназначена для очистки и подготовки наружных поверхностей труб к нанесению защитного покрытия. Машина устанавливается в комплексе с другим оборудованием и работает в составе механизированной линии для непрерывной подачи и обработки. Машина устанавливается в отапливаемом помещении с температурой от 5^0С до 35^0С. Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров, токопроводящей или абразивной пыли в концентрациях способных нарушить нормальную эксплуатацию машины.

Корпус дробемётной установки представлен в виде сварной конструкции на которой смонтированы все основные узлы машины. Изнутри рабочее пространство камеры защищено износостойкими литыми бронеплитами. В торцевых стенках камеры имеются окна. На каждом из окон смонтирован шлюз обеспечивающий уменьшение количества вылетающей дроби из корпуса камеры. Через шлюзы осуществляется ввод и вывод обрабатываемой внутри корпуса камеры трубы. Шлюзы имеют сменные защитные резиновые щиты, устанавливаемые в зависимости от диаметра очищаемой трубы. В верхней части корпуса установлены два дробемётных аппарата. Аппараты имеют распределительные камеры с помощью которых можно регулировать направление факела дроби. Факел дроби необходимо регулировать так, чтобы

он был направлен в центр рабочего пространства и не попадал в окна загрузки/выгрузки. В нижней части корпуса установлен шнековый транспортёр, обеспечивающий подачу отработанной дроби к элеватору через загрузочный лоток. Шнек защищён от воздействия летящей дроби бронеплитами. Элеватор служит для транспортировки отработанной дроби приходящей из загрузочного лотка в бункер-сепаратор. Элеватор имеет два ката (приводной и ведомый), закреплённых внутри корпуса, и надетой на них транспортерной лентой с ковшами. Ковшами дробь подаётся в верхнюю часть элеватора, где происходит их центробежная разгрузка.

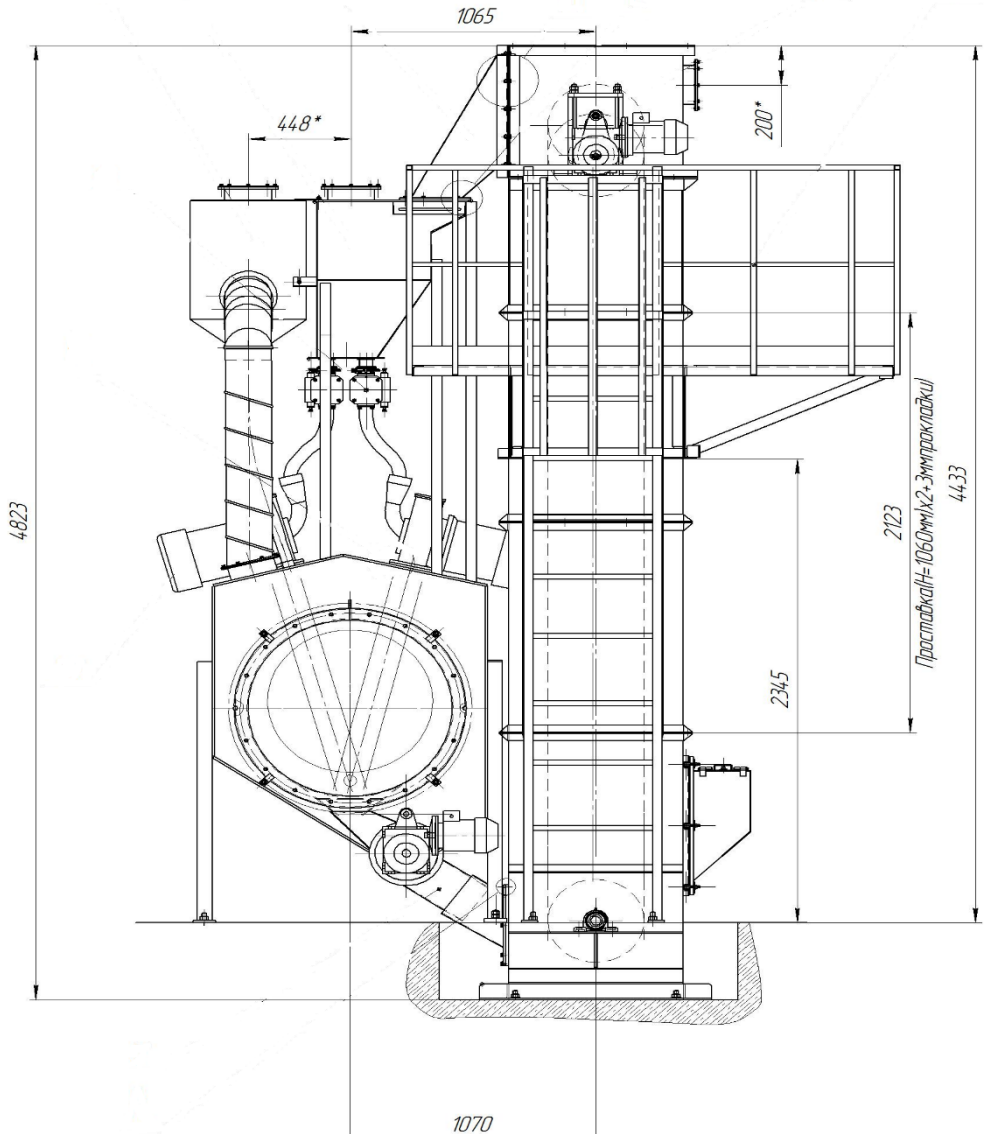


Рисунок – 1 Машина дробеметная стационарная

Далее по наклонному патрубку элеватора дробь подаётся в бункер-сепаратор. Бункер-сепаратор служит для просеивания и обеспыливания дроби. В верхней его части имеется лоток с закреплённой на нем сеткой. Лоток обеспечивает отделения крупных включений (мусора, грязи, окалины и д. р.). Дробь дополнительно обеспыливается, попадает в разделитель и по рукавам попадает в приёмные патрубки дробемётных аппаратов. Для закрывания и

открывания подающих патрубков на бункере установлены поворотные затворы с пневмоприводом. На крыше бункера имеется патрубок для присоединения к системе пылеудаления. Вытяжная вентиляция должна быть настроена на производительность по воздуху так, чтобы исключить выброс пыли в окружающее бункер пространство и высасывание дроби в систему пылеудаления. На бункере-сепараторе смонтировано устройство возврата дроби, соединённое воздуховодом с корпусом камеры. Воздуховод обеспечивает возможность удаления пыли из корпуса камеры. На крыше устройства имеется патрубок для присоединения к системе пылеудаления.

Потоком воздуха, создаваемым системой пылеудаления, возможен захват дроби. Оседающая в устройстве дробь, через нижний патрубок возвращается в корпус камеры. В верхней части элеватора смонтирована площадка с лестницей для обслуживания привода элеватора и механизма натяжения транспортёрной ленты.

Список литературы

1 Козлов Д.Ю. Бластинг. Гид по высокоэффективной абразивоструйной очистке / Д.Ю. Козлов. — Екатеринбург: Оригами, 2007. — 234 с. — ISBN 978-5-9901098-1-0.

2 Садаков Г. А. Гальванопластика / Г.А. Садаков. — М.: Машиностроение, 1987. 288 с.

3 Спринг, С. Очистка поверхности металлов: учеб. пособие / С. Спринг. М.: Машиностроение, 1966. 350 с.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Проскурин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Токпаев Н.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При изучении дисциплин технического направления у студентов иногда возникают трудности усвоения материала, вызванные отсутствием наглядных примеров связи теории и практики. В данной статье рассмотрена система автоматизированного контроля обнаружения утечек, которую можно использовать в качестве примера для изучения дисциплин «Технические средства автоматизации», «Проектирование автоматизированных систем».

Обнаружение утечек в критических системах охлаждения, например в электродуговых печах, является важным защитным механизмом. В настоящее время всё большее распространение получают автоматические системы обнаружения утечек для контуров охлаждения, позволяющие оперативно обнаружить факт утечки и установить место её образования. Это позволяет не только значительно сократить время реакции аварийных служб и, как следствие значительно уменьшить ущерб от чрезмерного перегрева критический важных узлов электродуговой печи.

Применение современных технологии промышленной автоматизации, позволяет визуализировать на автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора весь технологический процесс контуров охлаждения по таким параметрам как: расход, температура, давление и т.д. Для реализации программно-технического комплекса, можно использовать следующие средства промышленной автоматизации:

- Siemens Simatic WinCC - система HMI, программное обеспечение для создания человеко-машинного интерфейса;
- Siemens Simatic PCS7 - система управления технологическим процессом для комплексной автоматизации;
- контрольно измерительные приборы фирмы Endress+Hauser;
- Simatic Panel TP177A – панель оператора;
- Simatic S7-300F CPU 315F-2DP – программируемый логический контроллер;
- сигнальные модули ввода и вывода фирмы Siemens.

Вне зависимости от типа охлаждающего контура принципы обнаружения утечки будут общими. Величины расхода на входе и выходе контура охлаждения измеряются подходящими расходомерами. Температура на входе и выходе также фиксируется датчиками, устанавливаемыми в непосредственной близости от расходомеров [1].

Для достижения максимально возможной точности в системе используются отдельные датчики температуры (т. е. не встроенные в расходомеры). Контур охлаждения представлен на рисунке 1.

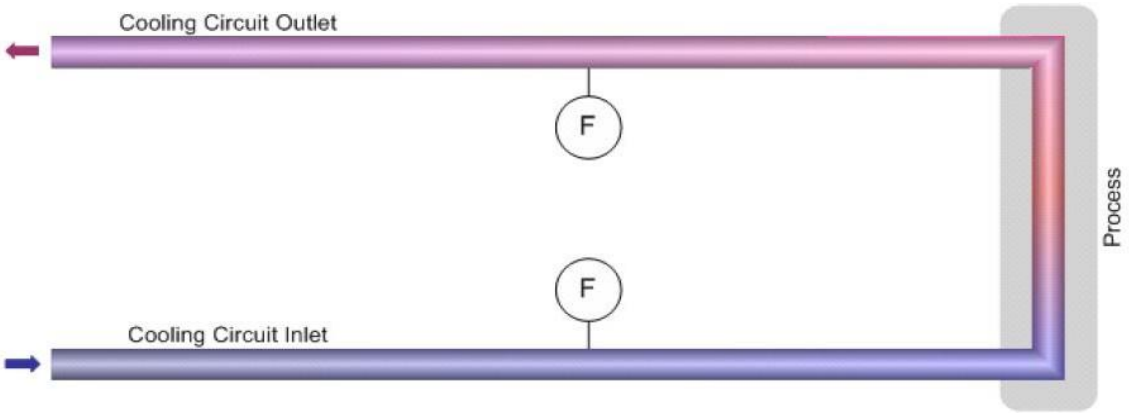


Рисунок 1 – Контур охлаждения.

При возникновении течи в контуре охлаждения обнаруживается различие в объемах расхода на входе и выходе и поступает аварийное сообщение. Этот метод предполагает использование в качестве охлаждающей среды воды или другой несжимаемой среды.

Во избежание электромагнитных помех рекомендуется использовать экранированные кабели сечением не менее 0,5 мм² для сигнальных и 1,5 мм² для силовых кабелей датчиков. Экраны должны быть заземлены только на одном конце (в коммутационном шкафу системы обнаружения утечек).

Пример структуры одного охлаждающего контура показан на рисунке 2.

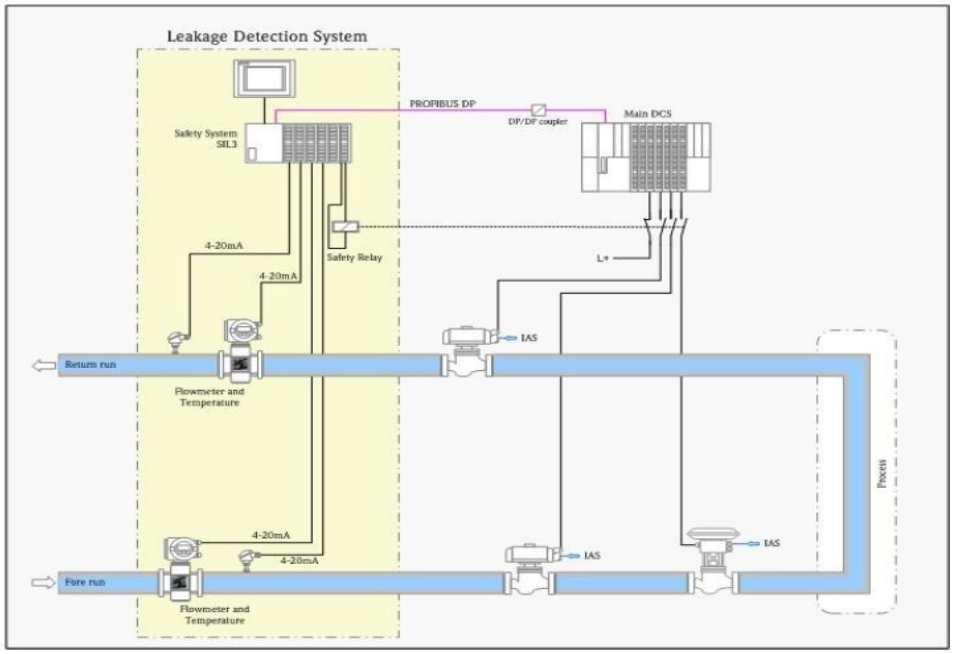


Рисунок 2 – Системная структура охлаждающего контура.

Измерение расхода жидкости в контурах охлаждения выполняется

магнитно-индуктивным (предпочтительно) или ультразвуковым расходомером. Эти инструменты обеспечивают экономически эффективное измерение расхода в сочетании с высокой точностью.

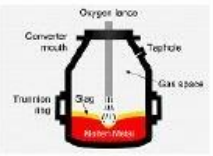
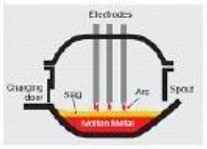
Application		Preferred device	Alternative
Blast Furnace (injection nozzles)			
Converter (oxygen lances)			
Electric Arc Furnace (Panels) AC type currents up to 80 kA DC type currents up to 140 kA			modified to withstand strong magnetic fields

Рисунок 3 – Применяемые контрольно-измерительные приборы.

Для примера можно использовать магнитно-индуктивный расходомер Proline Promag 50 с выходным сигналом 4-20 мА. Прибор обладает следующими характеристиками:

- модульная концепция для устройства и эксплуатации;
- программа для чистки электродов (опция);
- макс. расход 110 000 м^3/ч;
- макс. температура среды +135 °C;
- макс. рабочее давление 40 бар, без падения давления;
- нечувствительность к вибрации.

Рисунок 4 – Электромагнитный расходомер.

Измерение температуры в контурах охлаждения выполняется резистивными термометрами, предпочтительно с верхнерасположенным датчиком температуры. Например, термометры Omnigrad MTR10 с выходным током 4- 20. Модели прибора могут быть различной длины, сенсорный блок с защищенным минерализованным кабелем. Датчик комплектуется

двухпроводным измерительным преобразователем РСР (4...20 мА); прецизионным резистором Pt100, класс А; проволочным резистором Pt100 (-200...600°С); простым чувствительным резистором Pt100 с четырёхпроводным соединителем.

Рисунок 5 – Датчик температуры.

Главный блок управления – система промышленной автоматизации Siemens Simatic S7. По возможности используются отказоустойчивые компоненты серии S7-300. В центральном процессорном блоке стандартно устанавливается отказоустойчивый ЦПБ (S7-315F 2 DP). При большом количестве контролируемых контуров охлаждения может быть установлен ЦПБ S7-317F 2 DP. Блок выполнен на основе ЦПБ SIMATIC 315-2 DP

Рисунок 6 – Центральный процессорный блок **(**ЦПБ**).**

Модули аналоговых входов. Сигналы 4-20 мА от датчиков расхода и температуры считываются отказоустойчивыми модулями аналоговых входов новой версии SM336. Каждый модуль имеет 6 аналоговых входов 4\-20 мА с 15-битовым разрешением, с интегрированными предохранительными функциями для безотказной работы.

Рисунок 7 – Модуль аналоговых входов SM336 SIL 3

Модули аналоговых выходов применяется для обработки сигналов по текущему расходу на входе, текущему расходу на выходе и текущей разности

между ними в виде сигналов 4-20 мА. Каждый модуль имеет 8 аналоговых выходов 4-20 мА с 11/12-битовым разрешением. Модуль передает диагностическую информацию на ЦПБ.

Рисунок 8 – Модуль аналоговых выходов SM332

Модули цифровых выходов. Если различие в объемах расхода на входе и на выходе охлаждающего контура превышает допустимое, то подается аварийное сообщение в виде цифрового выходного сигнала. Используются отказоустойчивые модули цифровых выходов SM326 с интегрированными предохранительными функциями. Модуль может использоваться как серия S7-300 для стандартных областей применения.

Рисунок 9 – Отказоустойчивый модуль цифровых выходов SM326.

Модули цифровых входов. Если различие в объемах расхода на входе и на выходе охлаждающего контура превышает допустимое, то подается аварийное сообщение в виде цифрового входного сигнала на систему обнаружения утечек. Используются отказоустойчивые модули цифровых входов SM326. Каждый модуль имеет 24 «одноканальных» или 12 «двухканальных» отказоустойчивых цифровых входов 24 В.

Предохранительное реле. Для передачи аварийного цифрового выходного сигнала в качестве безвольтового контакта используется предохранительное переключающее устройство Siemens Sirius 3TK28. В этом устройстве используется внутреннее предохранительное реле с принудительно направляемыми контактами.

Панель оператора (HMI – интерфейс «человек-машина»). Для отображения текущих значений и получения доступа используется панель управления Simatic TP177B (или TP177A) с сенсорным экраном 5.7 дюйма. Эта панель монтируется в передней части коммутационного шкафа и подключается непосредственно к блоку управления.

Рисунок 10 – Панель управления

Для реализации системы контроля выбраны технические средства автоматизации, обеспечивающие длительное, надежное функционирование в условиях условий производства. Основные производители Sirius, Siemens, Endress+Hauser, Omnigrad. Знакомство студентов с современной техникой на этапе обучения позволит им быстрее осваивать особенности технологических процессов при автоматизации, рационально подходить к выбору средств автоматизации на своих будущих рабочих местах.

Список литературы

1 Крылов, Ю.А. Энергоснабжение и автоматизация производств в теплоэнергетическом комплексе. Учебное пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. – СПб.: Лань, 2013 – 176 с.

2 Комплексные решения [Электронный ресурс]. – URL: http://www.com-sol.ru/controller/siemens.html.

3 Брюханов, Ю.А. Автоматизация производства. / В.Н. Брюханов. – М.: Высшая школа, 2005г.

4 Жидкостный контур системы охлаждения [Электронный ресурс]. – URL: https://studref.com/380627/tehnika/zhidkostnyy_kontur_sistemy_ohlazhdeniya

5 Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. – М.: Колос С. 2006. – 352 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ОБЪЕКТЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ

Родионов А.В., Пчелинцева А.А., Сергеев А.И., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье описан подбор средств автоматизации промышленного оборудования для оснащения действующего объекта производства (в приоритете отечественные образцы, в силу общего курса импортозамещения). Произведены расчеты энегроэффективности, отражены важные особенности применения выбранных компонентов АСУ ТП.

При подготовке магистрантов по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» в рамках изучаемой дисциплины необходимо проводить научную работу с написанием статей. В научной статье обучающиеся проводят глубокий детальный анализ технической проблемы, анализируют аналогичные работы других авторов, и раскрывают свой творческий потенциал. Немаловажно отразить практическое применение и значимость материала на конкретных примерах промышленных объектов, средствах и устройствах. Затрагивая пути решения технической проблемы необходимо отметить две важные составляющие. Первая - это реализация альтернативных возможных вариантов решения, приводя конкретные примеры (существующие и теоретические). И вторая - это экономический эффект от выбранного варианта.

Примером может служить автоматизация производства промышленного объекта при его модернизации.

Важным этапом модернизации системы автоматического управления объектов газотранспортной системы нефтегазового производства является повышение энергоэффективности и качества регулирования технологического процесса. Этому способствует внедрение современного высокотехнологичного электронного оборудования, такого как инверторный преобразователь частоты или частотно-регулируемый электропривод (ЧРП). В настоящее время происходит интенсивное внедрение ЧРП в системах воздушного охлаждения, в частности, в аппаратах воздушного охлаждения газа (АВОГ) после процесса сжатия газокомпрессорными установками. Оснащение АВОГ ЧРП и интеграция этих систем в автоматическую систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) производства, на сегодняшний день, является, безусловно, наиболее прогрессивным подходом к модернизации и имеет ряд важных преимуществ, описанных в данной статье далее.

Рассмотрим блок АВОГ двухступенчатой компрессорной установки по сжатию попутного нефтяного газа предприятия первичной переработки и транспортирования нефти и газа. Выход газа с температурой 140 ˚С первой

ступени компримирования поступает на вход первой секции АВОГ, далее охлажденный газ поступает на вход второй ступени компримирования. После сжатия газа с выхода второй ступени компримирования, газ поступает на вход второй секции АВОГ. Нормальная температура продукта на выходе АВОГ составляет 50 ˚С (± 10 %). Нормальное давление продукта на входе и выходе АВОГ составляет 11 МПа. На АВОГ установлено 6 вентиляторов, и осуществляется контроль температуры, давления по входу и выходу газа. Электродвигатели вентиляторов асинхронные марки ВАСО5Л-22-12 производства г. Лысьва, с основными паспортными параметрами: напряжение 380 В, частота 50 Гц, мощность 22 кВт, сила тока 53 А, частота вращения ротора 500 об/мин, КПД 88,5 %, cos φ 0,71 [1].

Теперь вполним расчет энергопотребления с применением ЧРП и энергозатрат без ЧРП.

Как известно, нагрузке индуктивного характера (электродвигатели, трансформаторы и т. п.) свойственно потребление реактивной мощности. Активная энергия преобразуется в полезную – механическую, тепловую и прочие виды энергии. Реактивная же энергия не связана с выполнением полезной работы, расходуется на создание электромагнитных полей и связана с особенностями протекания переменного тока через катушки с магнитными сердечниками. Показателем потребления реактивной энергии (мощности) является коэффициент мощности cos φ. Он показывает соотношение активной мощности P и полной мощности S, потребляемой электроприемниками из сети:

$$\cos \varphi = P / S.$$

Итак, 6 двигателей по 22 кВт каждый, P = 22 000 х 6 = 132 000 Вт. S = 132 000/0,71 = 185 915 ВА. Из расчета видно, что полезная мощность меньше потребляемой на 53915 ВАР (реактивная составляющая), то есть 29 % [2].

Применение ЧРП дает первое важное преимущество, так как имеет коэффициент мощности близкий к 1, за счет рекуперации энергии реактивная мощность двигателя поглощается в звене постоянного тока преобразователя на любых режимах его работы. В совокупности с оптимизацией режимов работы электродвигателей реальное снижение энергопотребления при использовании ЧРП составляет 35 % и более [3].

Далее для расчета принимаем среднюю экономию электроэнергии 35 %. Средняя наработка двигателей составляет 700 часов в месяц, теперь подсчитаем экономию электроэнергии за месяц в среднем по формуле:

$$Wэ = Тч \cdot Рдв \cdot 35\ \%;$$

где: Тч – отработанное среднее количество часов месяц, Рдв – суммарная мощность электродвигателей, в кВт, 35 % - экономия электроэнергии в среднем.

Тогда, средняя экономия электроэнергии за месяц:

$$Wэ = 700 \cdot 132 \cdot 0{,}35 = 32340\ кВт*ч.$$

За год экономия при таких расчетах в среднем составит 388080 кВт · ч.

Далее, ежемесячная экономия в денежном эквиваленте рассчитывается по формуле:

$$Цэ = Wэ \cdot Цт$$

где, Wэ - средняя экономия электроэнергии за месяц в кВт · ч, Цт – тариф электроэнергии в рублях в среднем за кВт · ч.

Тариф электроэнергии за 2019 год в Оренбургской области для промышленных предприятий данного типа составляет в среднем 4,51 руб/кВт · ч.

Ежемесячная экономия в денежном эквиваленте рассчитывается:

$$Цэ = 32340 \cdot 4{,}51 = 145853 \text{ рубля.}$$

Для оснащения АВОГ по необходимым параметрам выбираем преобразователь ПЧВ3-22К-В-54 российской торговой марки ОВЕН [4]. Цена за единицу составляет 115758 руб. без НДС. В упрощенном виде, не принимая во внимание дополнительные расходы, связанные со вспомогательным оборудованием, цена оснащения ЧРП при 6 преобразователях составит:

$$Цчрп = 115758 \cdot 6 = 694548 \text{ рублей.}$$

Теперь можно определить срок окупаемости ЧРП, который составит 4,7 месяца [5].

Учитывая тот факт, что ежегодный расход электроэнергии на охлаждение компримированного газа может составлять 60…70 % общего потребления на транспорт газа, повышение эффективности и надежности работы АВОГ путем автоматической оптимизации температурных параметров средствами автоматизированного частотно-регулируемого электропривода является важным фактором экономии топливно-энергетических ресурсов и снижения стоимости транспортировки газа [6].

В добавление к выше изложенному, необходимо отметить важность повсеместного применения ЧРП на АВОГ, независимо от величины мощностей электродвигателей. Этому способствует относительная доступность необходимых компонентов, так как рынок достаточно насыщен, даже в отечественном сегменте производителей.

Перейдем ко второму важному преимуществу применения ЧРП, которое заключается в получении требуемого качества переходных процессов регулирования АСУ ТП охлаждения газа. АСУ ТП охлаждения газа может содержать как сторонний управляющий программируемый логический контроллер (ПЛК), так и использовать встроенный ПЛК в преобразователь частоты. Такие функциональные возможности есть во всей линейке преобразователей частоты ОВЕН. Необходимое условие – это наличие алгоритмов ПИ-регулятора. А в частности подбор оптимальных настроек ПИ-регулятора: пропорциональный коэффициент усиления ($k_р$) ПИ-регулятора, постоянная времени интегрирования ($Т_и$) ПИ-регулятора. Управление и обмен данными, возможно осуществить по интерфейсу RS-485 протокол Modbus RTU. Обратная связь осуществляется посредством датчика температуры выхода газа АВОГ. Для оснащения АВОГ необходимы низкоинерционные, высокоточные преобразователи температуры. Выбираем для нашего проекта интеллектуальный HART-преобразователь с гальванической развязкой

ТСПУ031С/ХТ-Э/Exd/С-4/20-(-50/150)-0,25 производства ЗАО СКБ «Термоприбор» г. Королев [7]. Основные параметры данного прибора: диапазон измеряемых температур от - 50 ˚С до + 150 ˚С, токовый выход 4 – 20 мА, основная допускаемая приведенная погрешность ± 0,25 %, взрывозащищенное исполнение.

Выводы

Выбраны промышленные средства автоматизации отечественного производства, отвечающие необходимым требованиям.

Благодаря применению ЧРП в ходе модернизации АВОГ достигнуты следующие результаты:

- экономия электроэнергии, адаптивные режимы работы и увеличение ресурса вентиляционного оборудования. Экономия электроэнергии подсчитана в денежном эквиваленте;
- получение требуемого качества переходных процессов регулирования;
- стабилизация температурного режима, поддержание требуемой температуры газа на выходе АВО с высокой точностью - до 0,2 °С;
- отсутствие «ударного» включения электродвигателей и критически высоких пусковых токов, так как реализован плавный пуск электродвигателей;
- повышение надежности системы, возможность автодиагностики цепи силовой линии связи, обмоток электродвигателя на предмет технической неисправности, короткого замыкания обмоток, утечек. Система диагностики и самодиагностики позволяет получать информацию в реальном времени о режимах работы, взаимодействии функциональных узлов, состоянии портов и датчиков, текущих значениях параметров. При нарушении установленных условий работы встроенный контроллер выдает команду предупреждения или отключения;
- интеграция ЧРП в действующую АСУ ТП производства, с управлением и отображением основных параметров в SCADA-системе.

Список литературы

1. Производственное предприятие, осуществляющее выпуск асинхронных взрывозащищенных двигателей ООО «Электромашсервис» [Электронный ресурс] / Описание продукции ООО "Электромашсервис". - Режим доступа: http://электромасервис.рф/

2. Электротехнический интернет портал Элек.ру [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.elec.ru/publications/

3. «Автоматизация и производство» – информационное обозрение с полезной технической информацией для специалистов промышленной автоматизации АСУ ТП и КИПиА [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://aip.com.ru

4. Промышленная автоматика и компоненты от производителя ОВЕН [Электронный ресурс] / Каталог продукции ОВЕН. — Режим доступа: https://owen.ru/catalog/preobrazovateli_chastoti

5. Ильинский Н.Ф., Шакарян Ю.Г. Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода. – М.: Минтопэнерго РФ, 1997.

6. Крюков, О.В. Автоматизация технологических энергоустановок для эффективного транспорта газа / О.В. Крюков // Экспозиция нефть и газ. – 2014 г. - № 5 (37). – С. 14 – 17. - ISSN: 2076-6785

7. ЗАО Специализированное конструкторское бюро «Термоприбор» [Электронный ресурс] / Каталог продукции. — Режим доступа: http://termopribor.msk.ru/catalog.php

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВКИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ DIMENSION ELITE

Романенко К. С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В условиях, растущих с каждым годом требований к производительности и качеству выпускаемых изделий, это стало представлять собой серьезную проблему [1], решение которой было найдено за счет разработки и внедрения автоматизированных компьютерных технологий быстрого прототипирования или аддитивных производственных технологий. Особенно актуально решение данной проблемы при производстве и проектировании сложных механических устройств.

Для разработки и проектирования таких механизмов при помощи аддитивных технологий, разработана методика, включающая в себя следующие пункты:

– расчёт и проектирование конструкции изделия;

– построение моделей отдельных деталей с учётом особенностей соединений в конструкции изделия;

– импортирование модели в систему Catalyst EX;

– выбор ориентации модели в зоне печати;

– построение детали или механизма.

Для каждого соединения в модели изделия нужно провести анализ. Оценить подвижность соединения, возможность уменьшения количества соединений в готовом изделии. В процессе проведения анализа выбирается зазор в каждом соединении, который варьируется от 150 мкм до 300 мкм (рисунок 1). Соединения с зазором менее 150 мкм целесообразно создавать либо детали отдельно друг от друга, либо заменять их единой монолитной конструкцией [2].

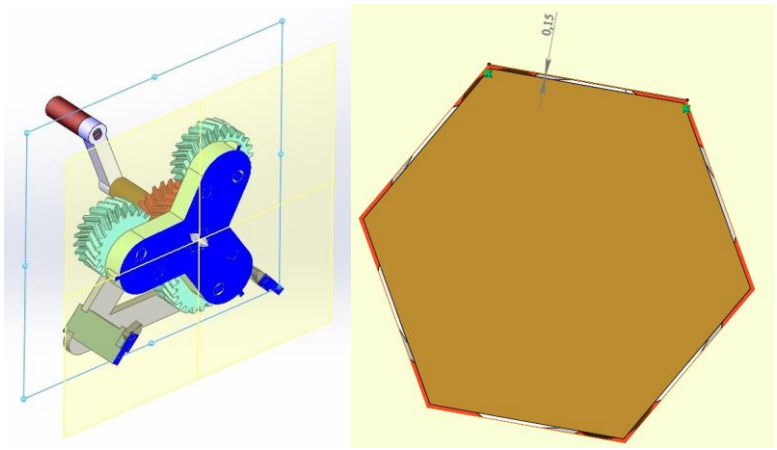


Рисунок 1 – Зазор в соединении водила и центрального вала.

Импортирование модели в систему Catalyst EX. При импортировании деталей нужно отметить некоторые особенности данного процесса. А именно, учесть точность отрисовки объекта в CAD системе (рисунок 2). Это напрямую влияет на качество изделия. Если использовать модель с «плохой» отрисовкой, то готовая модель будет иметь соответствующую огранку [3].

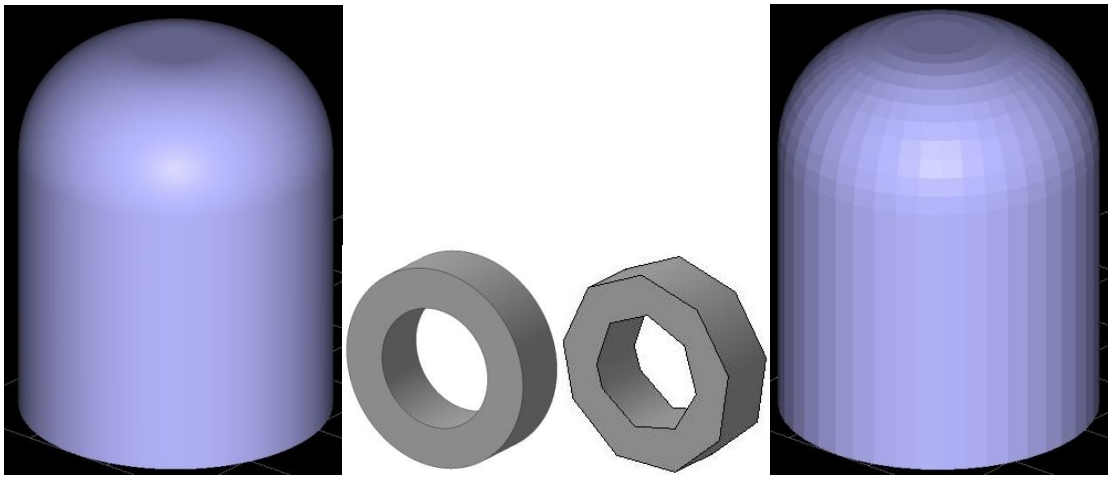


Рисунок 2 – Качество отрисовки моделей.

Выбор толщины слоя также влияет на качество детали (рисунок 3). При меньшей толщине слоя, деталь будет приближена к «эталонной» математической модели, но на это потребуется большее количество времени. Поэтому оператору установки требуется выбрать вариант: большая толщина слоя – низкое качество изделия, но меньшее количество времени на производство, либо изделие более высокого качества, но требующее большее количество времени на печать.

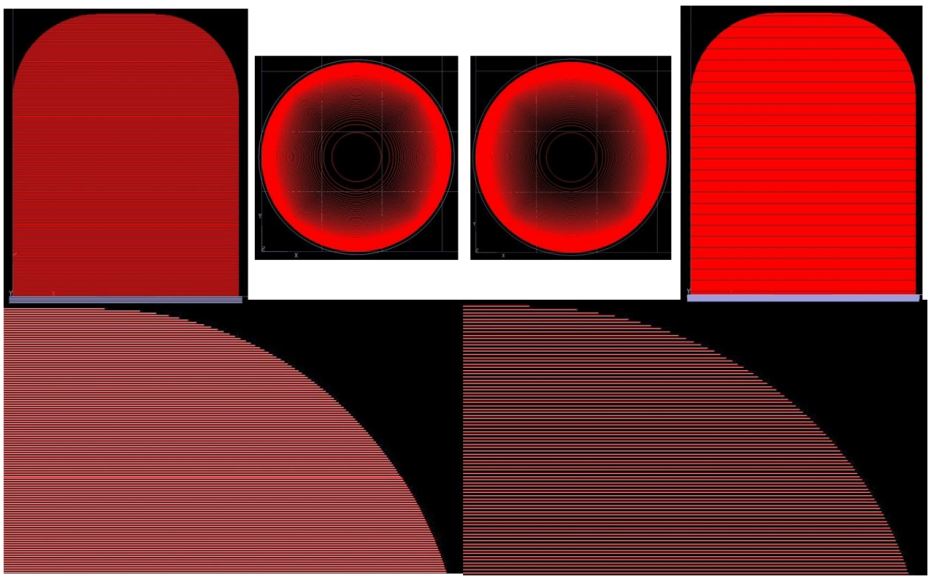
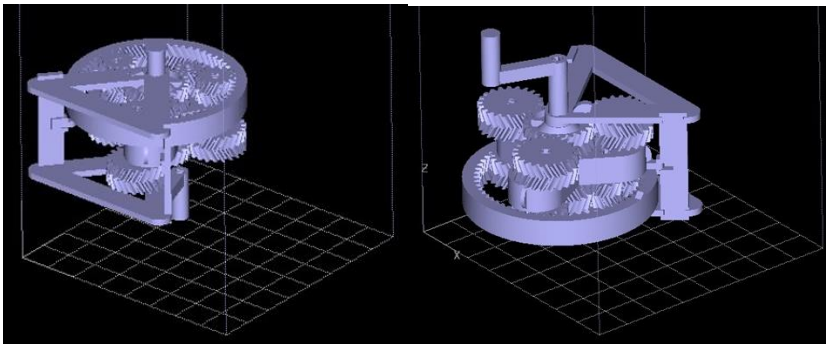
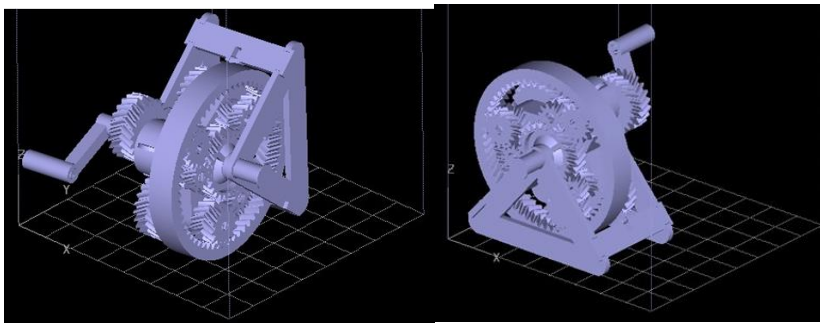


Рисунок 3 – Разбиение на слои, толщиной 178 мкм и 254 мкм.

Непосредственно на время и качество изделия также влияет и пространственная ориентация детали во время печати (рисунок 4).



а) б)



в) г)

а) объём материала модели 399,80 см3, объём материала поддержки 172,94 см3, время построения 90,07 часа;
б) объём материала модели 399,80 см3, объём материала поддержки 135,43 см3, время построения 89,23 часа;
в) объём материала модели 398,42 см3, объём материала поддержки 184,74 см3, время построения 90,07 часа;
г) объём материала модели 399,80 см3, объём материала поддержки 172,94 см3, время построения 93,84 часа.
Рисунок 4 – Пространственная ориентация модели,

На примере планетарного редуктора видно, насколько данный пункт важен при создании изделия технологиями трехмерной печати.
Используя пункты данной методики, на кафедре ТММСК выполнены изделия изображенные на рисунке 5.

Рисунок 5 – Изделия, изготовленные на кафедре ТММСК методом аддитивных технологий.

Список литературы

1. Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника и 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / С. В. Каменев, К. С. Романенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - ISBN 978-5-7410-1696-1. - 144 с.

2. Поляков, А. Н. Моделирование несущей системы станка с использованием 3D-принтера Dimension Elite [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2013. - ISBN 978-5-4417-0414-4. - 135 с.

3. Поляков, А. Н. Базовые принципы работы на 3D принтере Dimension Elite [Электронный ресурс]: методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, А. И. Сердюк, К. С. Романенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообраб. станков и комплексов. - Оренбург : ОГУ. - 2013. - 41 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОНИТОРИНГА ПОД СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

Сергеев А.И., д-р техн. наук, доцент, Кириков Р.В., Кириков М.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Мониторинг как инструмент контроля является неотъемлемой частью любого производственного, технологического или управленческого процесса. Функциональная задача мониторинга состоит в обеспечении обратной связи при наблюдении за состоянием объектов, явлений, процессов с целью их оценки, контроля или прогноза. Осуществлять надзор на промышленных объектах помогает система мониторинга, которая в непрерывном режиме собирает, обрабатывает, оценивает данные и подготавливает решения, направленные на недопущение серьезных отклонений, способных привести к сбоям в технологическом процессе.

Существующие системы мониторинга состоят из наборов датчиков, с помощью которых происходит сбор интересующих параметров, аппаратной части для первичной обработки сигналов, программно-аппаратного обеспечения для передачи полученных и обработанных данных по каналам передачи и программной платформы (приложения пользователя), с помощью которой оператор контролирует проходящие процессы. Результаты мониторинга нуждаются в постоянной регистрации, систематизации и оценке. Важно вовремя отслеживать формирующиеся тенденции, что дает возможность заблаговременно отследить направление тренда и предугадать появление аварийных ситуаций.

Общий принцип работы систем мониторинга и управления процессами достаточно прост [3]. На вход электронного устройства подключаются датчики. Устройство выполняет обработку полученных данных и на основе заложенного в контроллер алгоритма выполняет управление процессом с помощью подключенных к выходам механизмов (Рисунок 1).

Рисунок 1 – Обобщенный принцип работы систем управления процессами

Для быстрого старта, отладки алгоритмов, сборки прототипов можно использовать решения на радиоконструкторах Arduino на базе микропроцессоров atmega, stm32 и подобных (Рисунок 2).

Рисунок 2 – Arduino UNO

Программная часть этой системы состоит из бесплатной программной оболочки Arduino IDE и библиотек для работы со всевозможными датчиками и периферийными устройствами. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат.

Комбинация из свободного аппаратного обеспечения и открытого программного кода с огромным количеством библиотек и примеров сделала семейство плат Arduino очень популярным. Многие радиолюбители используют их в своих проектах. Так, разработчики создали миллионы устройств на базе Arduino.

Сторонние разработчики добавили поддержку популярного Wi-Fi-микроконтроллера ESP8266 (Рисунок 3) в Arduino IDE, благодаря чему компилировать и загружать прошивки для этого контроллера можно прямо из Arduino IDE.

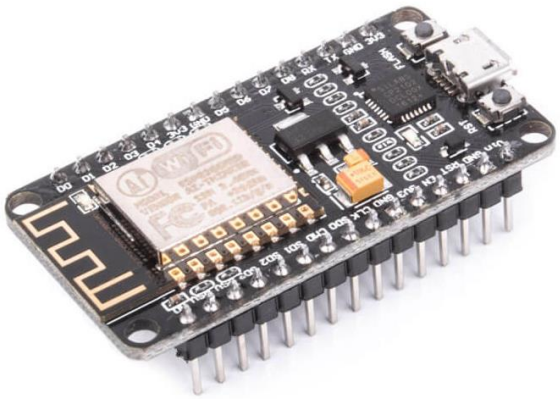


Рисунок 3 – ESP8266

Семейство микроконтроллеров ESP китайского производителя Espressif Systems с интерфейсом Wi-Fi стало популярно в 2014 году благодаря крайне низкой цене и достаточно высоким техническим характеристикам. Так, ESP8266 содержит 80 MHz 32-битный процессор Tensilica Xtensa L106, а ESP32 – уже двухъядерный 240 МГц 32-бит Tensilica Xtensa® LX6.

Еще одним решением для реализации систем мониторинга является Raspberry Pi (Рисунок 4).

Рисунок 4 – Raspberry Pi

Raspberry Pi – одноплатный компьютер размером с банковскую карту, изначально разработанный как бюджетная система для обучения информатике, но позже получивший более широкое применение и известность. Так как Raspberry Pi почти полноценный компьютер, то для его работы необходима операционная система. Наиболее часто устанавливается система на основе Linux ядра, но также возможна установка Windows 10 IOT.

Для решения задач, связанных с управлением технологическими процессами, принято использовать программируемые логические контроллеры (ПЛК), например, фирмы ОВЕН (Рисунок 5).

Рисунок 5 – ПЛК ОВЕН 154 серии

Промышленный вариант контроллеров применяется в основном в промышленности ввиду более высокой надежности и по сравнению с любительскими наборами. Как правило, каждый производитель имеет собственные среды разработки программирования, либо выпускает ПЛК, отвечающие стандарту МЭК 61131, что в свою очередь подразумевает совместимость со средами программирования типа CoDeSys, которые поддерживают стандарт МЭК 61131-3, описывающий языки программирования для ПЛК [1, 2].

Зарубежные производители программируемых логических контроллеров: ABB, Danfoss, Delta, Eaton, Emerson, Mitsubishi, Omron, Robert Bosch GmbH, Rockwell Automation, Schneider Electric, Siemens AG, Yaskawa и другие.

Существует большой выбор и отечественных производителей, таких как: «АБС ЗЭиМ Автоматизация», «Авиатрон» («Интек»), «Авиатэкс», «Авитрон-Ойл», «Автоное», «Альбатрос», «Болид», «Волмаг», «Вымпел», «ДЭП», «Зентек», «ИНЭУМ», «ИЭК» (IEK, ONI), «ИнСАТ СПб», «КОНТИНЕНТ», «Комплексы и системы», «Компьютерные комплексы», «Контэл», «МЗТА», «МикроДАТ», «Модульные Системы Торнадо (МСТ)», «НИЛ АП» (RealLab), НПФ «Агрострой», НПФ «Прорыв», НПФ «Тритон», НИИтеплоприбор, «Овен», «Пик Зебра», «Прософт-системы», СКБ «Промавтоматика», «Сегнетикс», «Системотехника», «ТРЭИ ГМБХ», «Текон», «Теплоком», «Терси-КБ», «УМИКОН» (МИФИ, Инкоммет), «ФИОРД», «Фаствел Групп», «Фрактал», «Центрконтрольавтоматика», «ЭЗАН», «ЭЛЕКТРОТЕСТ ИНЖИНИРИНГ», «ЭТК-Прибор», «Экоресурс», «ЭлеСи», «Электромеханика», «Эмикон» и другие.

На рынке производителей ПЛК серьезная конкуренция, поэтому в конкурентной борьбе может выиграть тот, кто сможет предложить рынку вариант, способный решить поставленную задачу, задействовав минимум ресурсов (обучение персонала, ввод в эксплуатацию, сопровождение и т. д.).

Конкурентным решением могут оказаться одноплатные решения специального назначения. Как правило, это устройства с закрытым исходным кодом, в основном узкоспециализированые, рассчитанные на решение определенных задач. Так как при проектировании таких устройств закладывались конкретные параметры, то обычно они не имеют возможности

расширения или изменения конфигурации. Однако, они являются оптимальным выбором для решения задач, для которых они предназначены. Такие устройства не содержат лишних компонентов и, соответственно, могут быть простыми, надежными и компактными, а также могут конкурировать в ценовом сегменте не только с ПЛК, но и микрокомпьютерами.

Таким образом, автоматизация проектирования таких программно-аппаратных комплексов способна:

- в зависимости от требований и имеющихся датчиков оптимально подобрать комплектующие и параметры системы;
- сократить время сбора и первичной обработки исходной информации;
- сократить время подготовки итоговой документации;
- сократить ошибки проектирования.

Список литературы

1. Максимычев, О. И. Программирование логических контроллеров (PLC) : учеб. пособие / О. И. Максимычев, А. В. Либенко, В. А. Виноградов. – М. : МАДИ, 2016. – 188 с.

2. Сергеев, А. И. Программирование контроллеров систем автоматизации: учебное пособие / А. И. Сергеев, А. М. Черноусова, А. С. Русяев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 125 с. – ISBN 978-5-7410-1649-7.

3. Шишов, О. В. Современные технологии промышленной автоматизации : учебник / О. В. Шишов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 250 с. – ISBN 5-7103-1123-5.

РАЗРАБОТКА ПОСТПРОЦЕССОРА В СРЕДЕ POSTBUILDER ПОД CAM-СИСТЕМУ NX ДЛЯ СТОЙКИ УПРАВЛЕНИЯ «MAZATROL FUSION 640M»

Сергеев А.И., д-р техн. наук, доцент, Цыркаев А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При подготовке магистров по направлению 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника, магистерская программа «Системы автоматизации проектирования в машиностроении» одной из задач является изучение принципов интеграции инженерного программного обеспечения. Полученные при этом компетенции позволяют решать реальные производственные задачи. Так, например, на предприятии АО «КумАПП» возникла проблема разработки управляющих программ в связи с переходом всего холдинга «Вертолеты России» на новую версию системы автоматизированного проектирования NX [1], а имеющиеся покупные постпроцессоры не поддерживают работу в данной версии. В связи с высокой стоимостью услуг сторонних организаций было принято решение о разработке постпроцессора своими силами. Рассмотрим данный процесс для обрабатывающего центра с системы числового программного управления «MAZATROL FUSION 640M».

Система установлена на двухколонном обрабатывающем центре MAZAK FJV 60/120 с высокими эксплуатационными характеристиками при низкой стоимости, предоставляющем возможности для высокоточной и высокоскоростной обработки тяжелых и крупногабаритных заготовок. Широкий диапазон режимов резания: от обработки тяжелых, крупногабаритных заготовок до одновременной обработки нескольких средне- и малогабаритных заготовок, размещенных на столе, позволяет изготавливать на этих станках различные детали для всех отраслей промышленности.

Постпроцессор обеспечивает выполнение следующих функций:

- трехкоординатная обработка;
- обработка с использованием встроенных циклов сверления, расточки, нарезания резьбы.

Для разработки постпроцессора для NX-CAM использовалась среда разработки PostBuilder [2]. Шпиндель данного станка имеет редуктор с переключаемой по управляющей программе муфтой. Первая ступень – силовая: обеспечивает частоту вращения до 1711об/мин с повышенным крутящим моментом. Вторая ступень обеспечивает весь диапазон вращений от 0 до 10000 об/мин, при этом на низких значениях оборотов шпиндель имеет меньший крутящий момент.

В постпроцессоре была реализована возможность автоматического вывода этих режимов в зависимости от назначенного числа оборотов, следующими командами:

M39 – при 1711 < n < 10000 – расширенный диапазон
M38 – при 0.1< n < 1711 – низкочастотный силовой диапазон

Реализация в Postbuilder:

```
global mom_spindle_speed   ### обозначение глобальной переменной
if {$mom_spindle_speed >1711} { #### сравниваем диапазон вращение если
#### частота вращения больше 1711  то выводим M39
MOM_output_literal "M39"
} else { ### если частота вращения меньше 1711  то выводим M38
MOM_output_literal "M38"}
```

Использование диапазонов режимов M38 и M39 дает положительный эффект, например, при обработке титана, не требуются высокие обороты, но нужен большой крутящий момент, так как титан является тяжело обрабатываемым металлом. При обработке мягких цветных металлов, где используются более высокие обороты, рациональнее использовать диапазон M39.

Для повышения безопасности работы на станке в постпроцессоре реализованы автоматически выводимые отводы шпинделя в верхнее положение по оси Z. Эти отводы реализуются в машинных координатах позиционирования осей станка (с командой G28) и не зависят от положения ноля детали и вылета инструмента. Отводы выполняются перед сменой инструмента, в начале и конце программы. Для безопасной работы задача программиста выводить инструмент на плоскость безопасности, а задача оператора не допускать запуска программы при нахождении инструмента в зоне обработки или в опасной близости с деталью и оснасткой.

Вывод перехода в Postbuildor:

```
MOM_output_literal "G91 G28 Z0."
MOM_output_literal "G90"
set smena_instr 1
```

В постпроцессоре реализован ряд проверок управляющих программ, предотвращающих возникновение ошибок обработки и возникновение аварийных ситуаций. Рассмотрим их подробнее. Из-за особенности стойки станка имя управляющей программы должно содержать только цифры. Если в названии программы будут использованы буквы, то постпроцессор выдаст ошибку (рисунок 1).

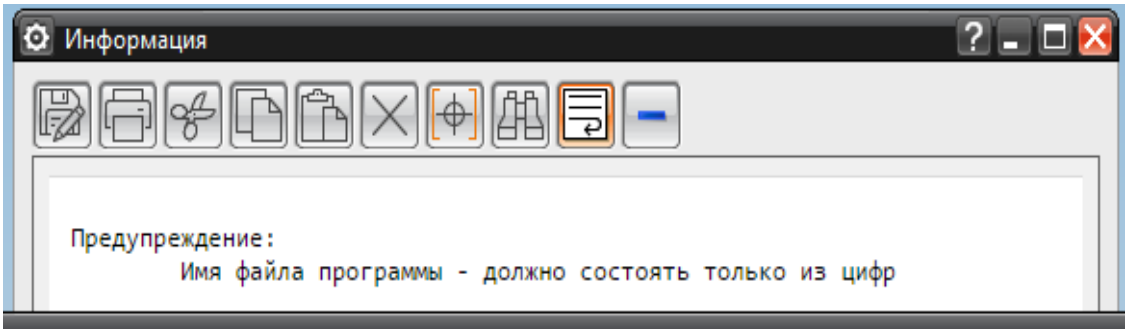


Рисунок 1 - Сообщение о некорректном имени файла с управляющей программой

Для предотвращения установки инструмента в ячейку, занятую щупом для измерения температурной компенсации, выполняется проверка тридцатой ячейки магазина (рисунок 2).

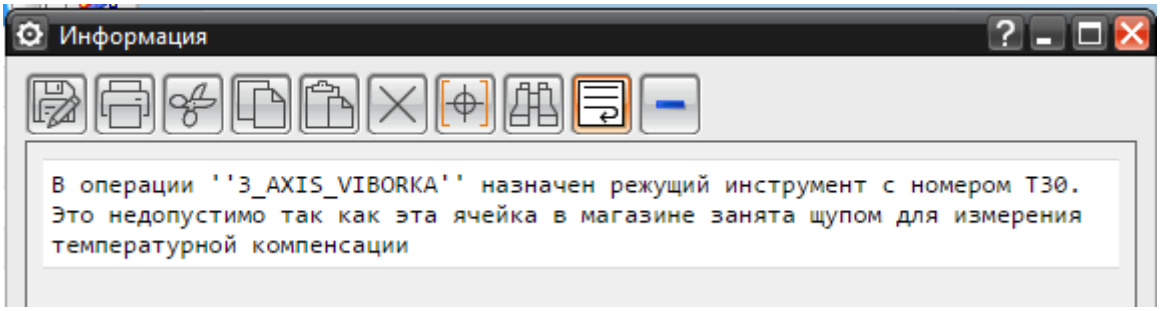


Рисунок 2 – Сообщение о занятости ячейки магазина

Также выполняется проверка превышения количества ячеек в магазине инструмента (рисунок 3).

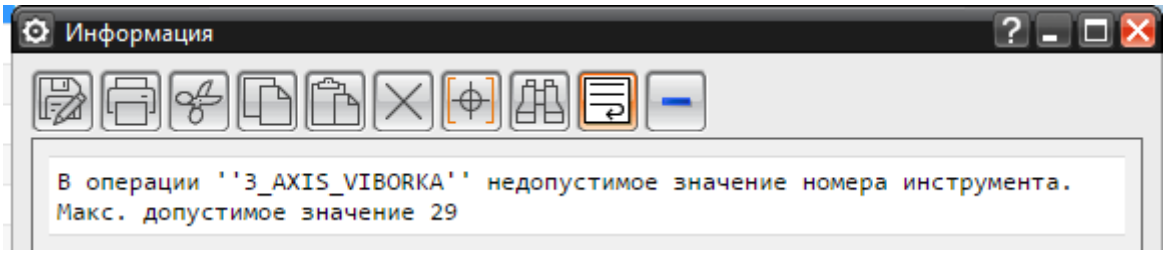


Рисунок 3 – Сообщение о превышении максимально допустимого количества инструмента

Так как станок трехосевой, то выполняется проверка угла наклона инструмента для предотвращения указания несуществующей оси обработки (рисунок 4).

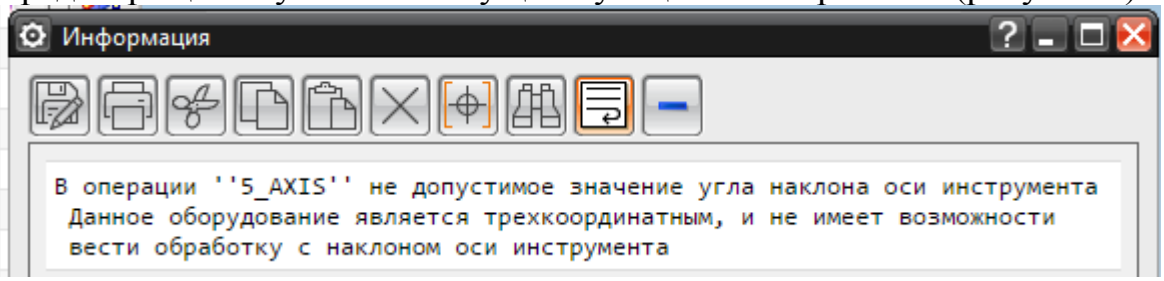


Рисунок 4 - Сообщение о недопустимом угле инструмента

В базовой проверке режимов резания выполняется проверка минимальных и максимальных оборотов и подачи (рисунок 5).

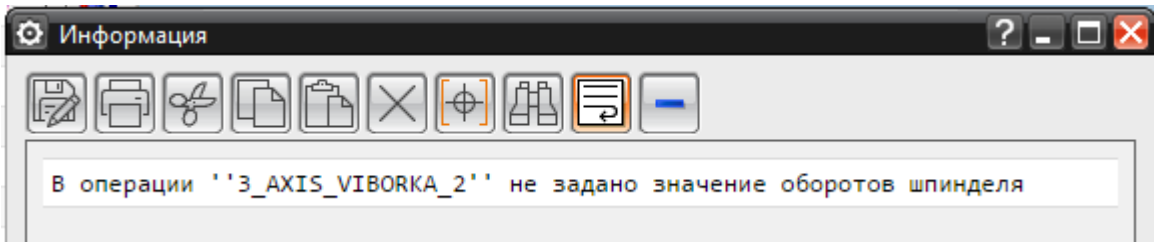


Рисунок 5 - Сообщение о том, что не заданы обороты шпинделя

Разработанный постпроцессор позволил предприятию внедрить в проектно-производственную деятельность новое программное обеспечение без привлечения сторонних организаций. Достоинством выполненной работы является возможность учитывать особенности оборудования и особенности организации производственного процесса, принятые на предприятии, такие как единообразное для всех однотипных станков размещение измерительного щупа в заданной ячейке. Полученные при этом компетенции позволяют в дальнейшем перейти к разработке постпроцессоров и для других стоек числового программного управления.

Список литературы

1. Система автоматизированного проектирования NX: [Электронный ресурс] официальный сайт разработчика. – Режим доступа: https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/.

2. Вержаковская, М.А. Разработка постпроцессора для оптимизации работы на станках с числовым программным управлением / М.А. Вержаковская, В.Ю. Аронов, А.А. Слепнев // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. – 2019. – Т. 11. No 2. – С. 40-50.

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ

Сердюк А.И., д-р техн. наук, профессор, Воронин Д.Н., Гаврюшина Е.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Современные производственное оборудование изготавливается по модульному принципу, опционно оснащается сервисными системами в зависимости от требований заказчика или условий встраивания в производственные системы более высокого уровня. Например, многоцелевые станки (МЦС) могут оснащаться микропроцессорными системами разных производителей, приводами различной мощности, инструментальными магазинами для размещение различного количества режущих инструментов. При этом стоимость таких станков достигает десятков миллионов рублей.

Функционирование МЦС тесно связано с выполняемыми на них технологических процессами, в свою очередь отличающимися вариантами технологических переходов, типоразмеров режущих инструментов, инструментальных материалов, режимами резания и производительностью обработки.

Очередность изготовления на станке деталей по различным технологическим процессам, в свою очередь, формируется последовательностью и содержанием сменных заданий, диктуемых заказами производства или требованиями сборки [1 – 3].

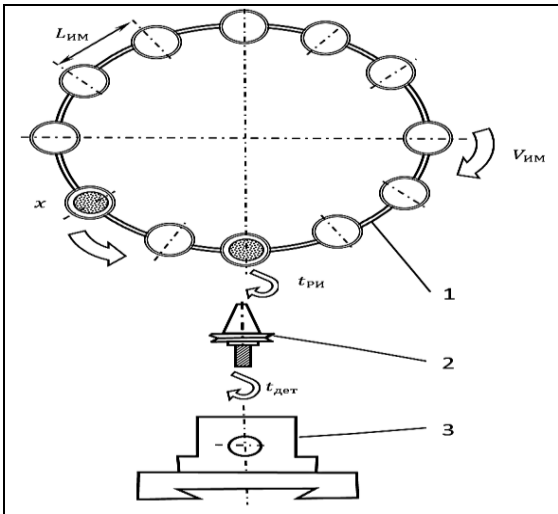
Таким образом, изучение процесса функционирования МЦС с учетом проектных, технологических и организационных решений необходимо как на этапе проектирования, так и при эксплуатации станков. Современным подходом к решению задачи может служить компьютерная симуляция, предполагающая разработку формализованного описания процесса функционирования и соответствующих программных модулей.

Суть предложенного метода формализованного описания заключается в разработке на основе расчетной схемы (рисунок 1, а) последовательности автоматизированного синтеза цепочки последовательных элементарных циклов работы станка: смены заготовок в рабочей зоне $t_{\text{дет}}$, поворотов инструментального магазина $t_{\text{им}}$, смены инструментов $t_{\text{ри}}$, а также машинного $t_{\text{маш}}$ и вспомогательного $t_{\text{всп}}$ времени выполнения технологических переходов (рисунок 1, б).

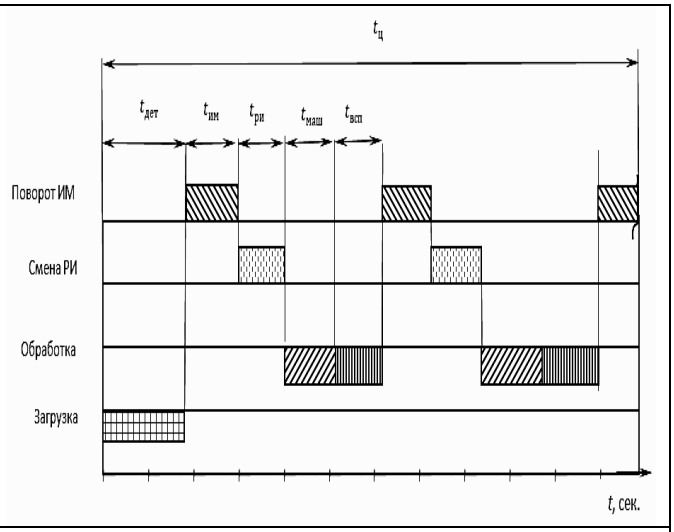
В качестве исходных данных используются следующие [4 – 6].

1. Данные по технологическим процессам, выполняемым на станке p_{i} = (p_1, …, p_{L}), где p_{i} – код технологического процесса из номенклатуры L. Каждый технологический процесс описывается последовательностью и содержанием технологических переходов p_{i} =

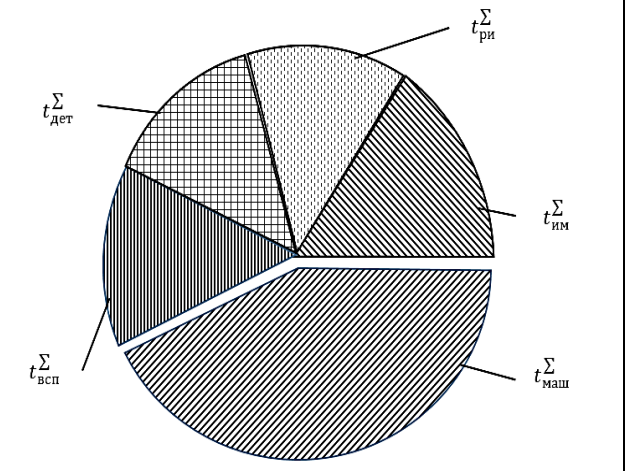
$((t^1_{\text{маш}}+t^1_{\text{всп}}) \cup I^1+\ldots+(t^j_{\text{маш}}+t^j_{\text{всп}}) \cup I^2 +\ldots+ (t^g_{\text{маш}}+t^g_{\text{всп}}) \cup I^g)$, где g - индекс последнего технологического перехода в p_i-ом технологическом процессе; $t^j_{\text{маш}}$, $t^j_{\text{всп}}$ – машинное (время резания) и вспомогательное время (позиционирование, установочные перемещения) на j-ом технологическом переходе; I^g – типоразмер (код) режущего инструмента на j-ом технологическом переходе; Для каждого типоразмера инструмента задается его стойкость T_I^m, исходя из которой рассчитаны режимы резания и машинное время $t^j_{\text{маш}}$.



а) расчетная схема станка

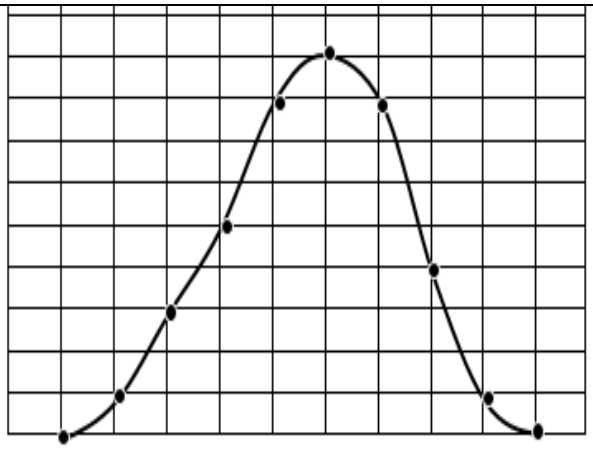


б) циклограммы работы станка



в) диаграмма составляющих времени работы

г) результаты вычислительных экспериментов



д) статистическая кривая

е) функциональная зависимость

Рисунок 1 – Схемы описания работы многоцелевого станка и получаемые результаты

2. Данные по техническим параметрам станка: время цикла загрузки заготовки в рабочую зону, $t_{\text{дет}}$, сек.; скорость поворота инструментального магазина (ИМ), $V_{\text{им}}$, м/мин.; наличие реверса в приводе магазина, *rev,* (есть/нет); расстояние между осями соседних гнезд ИМ, $L_{\text{ИМ}}$, мм.; число гнезд в ИМ станка, $G_{\text{ИМ}}$, шт.; цикл смены инструмента в шпинделе, $t_{\text{ри}}$, сек.

3. Данные по сменному заданию S_{x}, описываемому как число партий запуска заготовок в обработку, их очередность и число заготовок в партии, в виде $S_{\text{x}} = k_1 \cup n_1 + \ldots + k_{\text{i}} \cup n_{\text{i}} + \ldots + k_{\text{z}} \cup n_{\text{z}}$, где k_{i} – код заготовки из номенклатуры заготовок *L*, изготавливаемых на данном станке*; i = (1, ..., L)*; $n_{\text{i}} = (0, n_i^{min}, \ldots, n_i^{max})$ – число одинаковых заготовок в партии запуска, шт.; n_i^{min}, n_i^{max} – предельные размеры партий запуска заготовок k_{i} наименования в обработку, шт.; Z – число наименований заготовок в СЗ, шт. Экранная форма ввода данных соответствующего приложения представлена на рисунке 2.

Автоматизированный синтез циклограммы работы станка осуществляется в следующей последовательности.

Шаг 1. После старта программы выявляется совокупность типоразмеров режущих инструментов $I = (I_1, I_2, \ldots, I_x)$, необходимых для выполнения множества технологических переходов в СЗ.

Шаг 2. Процедурой *Random* генерируется размещение требуемых инструментов в гнездах инструментального магазина; если гнезд недостаточно, то выдается соответствующее сообщение. После этого начинается симуляция работы станка, представляющая собой процесс итерационного перебора последовательности элементарных действий, состоящих в следующем.

Шаг 3. В соответствии со СЗ генерируется подача очередной заготовки k_{i} в рабочую зону станка. При этом текущее значение модельного времени t_{mod} увеличивается на величину времени загрузки заготовки: $t_{\text{mod}} = t_{\text{mod}} + t_{\text{дет}}$.

Шаг 4. Последовательно генерируются технологические переходы, выполняемые при обработке данной заготовки.

Для текущего технологического перехода *j*:

а) определяется гнездо *x* инструментального магазина с требуемым режущим инструментом I^g, *x = (1, 2,…,* $G_{\text{им}}$);

б) рассчитывается время поворота магазина для доставки гнезда с инструментом в позицию смены:

$$t_{\text{им}} = 60 \times \frac{L_{\text{им}} \times (x-1)}{V_{\text{им}}}; \quad (1)$$

в) текущее значение модельного времени t_{mod} увеличивается на величину времени поворота магазина $t_{\text{им}}$, времени цикла смены инструмента в шпинделе, а также на величину машинного и вспомогательного времени выполняемого перехода:

$$t_{\text{mod}} = t_{\text{mod}} + t_{\text{им}} + t_{\text{ри}} + t^j_{\text{маш}} + t^j_{\text{всп}}; \quad (2)$$

г) рассчитывается остаточный ресурс (стойкость) режущего инструмента после выполнения текущего технологического перехода:

$$T^m_I = T^m_I - t^j_{\text{маш}}; \quad (3)$$

д) перекодируется положение инструментального магазина с учетом того, что гнездо *x* теперь находится в позиции смены магазина;

е) задается приращение индекса технологического перехода *j=j+1* и последовательность действий а) – е) повторяется. Пошаговые текущие значения составляющих времени элементарных циклов *j*, $t^j_{\text{маш}}$, $t^j_{\text{всп}}$, I^g, T^m_I, *x*, $t_{\text{им}}$, $t_{\text{ри}}$ и t_{mod} построчно накапливаются в файле результатов (рисунок 2) и после завершения процесса симуляции используются для графической интерпретации полученных результатов.

Данные файла результатов представляют собой цифровое описание циклограммы работы станка, которое может интерпретироваться в виде ее графического представления (рисунок 1, б), либо в виде круговой диаграммы баланса времени (рисунок 1, в).

Таким образом, рассмотренное описание работы многоцелевого станка позволяет разработать схему алгоритма и программный код процедур компьютерной симуляции работы МЦС, обеспечив тем самым создание современного инструментария для оценки качества проектных, технологических и организационных решений.

Список литературы

1 Сердюк, А.И. Разработка технического предложения по созданию гибкой производственной системы механической обработки/ Сердюк А.И., Сергеев А.И., Корнипаев М.А., Проскурин Д.А.// Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-2. с. 272-279.

2 Сердюк, А.И. Формализованное описание работы гибких производственных систем при создании систем компьютерного моделирования/ Сердюк А.И., Сергеев А,И., Корнипаев М.А., Проскурин Д.А.// СТИН. 2016. № 7. С. 12 - 18.

3 Сердюк, А.И. Инфология процессов функционирования гибких производственных систем/ Сердюк А.И., Радыгин А.Б., Шерстобитова В.Н.// Проблемы машиностроения и автоматизации. 2016. № 4. С. 26 - 36.

4 Сердюк, А.И. Автоматизированная среда предпроектных исследований гибких производственных систем FMS CONCEPT/ Сердюк А.И., Сергеев А.И., Корнипаев М.А., Проскурин Д.А. // Автоматизация в промышленности. 2016. № 11. С. 50 - 53.

5 Сердюк, А.И. Компьютерное моделирование гибких производственных систем с автоматизированной системой инструментального обеспечения/ Сердюк А.И., Сергеев А.И., Радыгин А.Б.// Автоматизация. Современные технологии. 2017. т. 71. № 9. С. 387 - 392.

6 Радыгин, А.Б. Компьютерное моделирование работы гибких производственных систем с учетом вероятностных возмущений/ Радыгин А.Б., Сергеев А.И., Сердюк А.И.// СТИН. 2018. № 8. С. 8 - 13.

ТЕЗИСЫ К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Серёгин А.А. канд. техн. наук, доцент,
Кравцов А.Г. канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Тезис 1. Совокупность приёмов, методов и способов изготовления машин, выработанных в течение определённого исторического периода и используемых в конкретной области производства, составляет технологию данной области. В связи с этим возникли понятия: технология сварочного производства, технология литья, технология механической обработки, технология сборочного производства, технология ремонта машин. Все эти области производства материальных средств относятся к технологии машиностроения.

Тезис 2. В условиях начинающегося подъёма машиностроительного производства основным направлением развития машиностроения является повышение эффективности производства и качества выпускаемой продукции. Эффективность производства, его способность перестраиваться в конструкций и моделей современной техники, определяется степенью автоматизации всех уровней процесса производства машин. Процесс автоматизации, в настоящий момент, затронул все сферы деятельности, связанные с производством машин и механизмов.

Тезис 3. На современном этапе развития машиностроения происходит постепенное изменение методов производства прошедших путь от металлообрабатывающих систем с раздельным модулированием станка, станочного приспособления и инструмента до автоматических, использующих объединённые обрабатывающие системы – технологических обрабатывающих центров. Новое значение приобрела постановка задач выбора рациональных условий обработки. До середины семидесятых, начала восьмидесятых годов прошлого столетия подобные задачи решались путём оптимизации технологической операции только по одному критерию – стойкости инструмента, а также повышением производительности и снижением себестоимости продукции при наложении ограничений по заданным на технологическую операцию технологическим показателям, прежде всего точности обработки и качеству изготовления. Для более эффективного использования автоматизированных металлообрабатывающих центров оснащённых системами программного управления необходимы средства оптимизации, рассматривающие несколько критериев, инженерные методы совместного рассмотрения данных критериев в целях оптимизации, прежде всего с использованием новой вычислительной техники, широко распространённой на машиностроительных предприятиях. Для этого

необходимо дальнейшее развитие методов автоматического синтеза конструкторско-технологических систем проектирования новых моделей машин и механизмов, а также систем машиностроения, участвующих в их изготовлении.

Тезис 4. При оптимизации методов управления технологическими процессами стремятся свести к минимуму время реакции системы управления на происходящие изменения в процессе обработки детали. Поскольку при создании управляющей системы необходимо сбалансировать несколько различных критериев технологического процесса, управляемого данной системой, то осуществляется подбор оборудования с характеристиками, обеспечивающими минимальное время ответной реакции системы. Поиск путей дальнейшего повышения эксплуатационных характеристик систем управления технологическими процессами необязательно связывать с совершенствованием вычислительной техники, датчиков контроля и измерительных систем, процесс оптимизации управления необходимо вести по другим направлениям, например – прогнозирование изменений происходящих в технологической системе при обработке металлов резанием. Зная предстоящие изменения технологической системы в процессе обработки можно оказывать управляющее воздействие до того, как произойдут изменения. Таким образом, эффективное время ответной реакции системы управления технологическим процессом снизится, эффективность процесса обработки возрастёт [1]. Для решения подобных задач необходимо наличие подробных результатов научных исследований в области обработки металлов резанием, и перевод полученных данных в системные единицы микропроцессорной техники.

Тезис 5. Главным компонентом всех систем автоматизации в области обработки металлов резанием выступает станок с числовым программным управлением [2]. Однако, в других технологических процессах, таких, как обработка металла давлением, дело обстоит значительно хуже: не предусмотрены процессы с программным управлением и автоматической смены штампа, отсутствуют гибочные и резательные машины с программным управлением и адаптацией. Рассмотрим проблемы технологии ремонта машин, станков и станочных приспособлений, и проблемы технологической оснащённости ремонтных предприятий. Одной из главных задач, стоящих перед ремонтными организациями, является повышение качества и снижение себестоимости ремонта посредством широкого внедрения оригинальных методов и передовых технологий ремонта, автоматизация и комплексная механизация ремонтных работ, а так же максимальное использование действующего универсального оборудования по старым и новым способам обработки деталей механизмов. Технологическая оптимизация способов обработки включает в себя не только выбор экономически оптимальных рабочих режимов, но и техническую возможность выполнения необходимых операций на технологическом оборудовании, имеющемся в распоряжении ремонтной службы. Отсутствие специализированного технологического оборудования на ремонтных предприятиях вызывает резкий рост

себестоимости ремонта. Это обусловлено тем, что из-за необходимости восстановления сложных деталей ремонтным заводам приходится обращаться за техническим содействием к смежным организациям, и в отпускную цену отремонтированного изделия включаются дополнительные расходы по транспортировке, хранению, а также стоимость восстановления, накладные расходы и прибыль сторонней организации. Таким образом, использование универсального технологического оборудования по новым свойствам уже обуславливает экономию средств, ресурсов и сокращает время общего технологического цикла.

Тезис 6. Алгоритмы расчёта выходной точности технологического процесса обработки деталей машин необходимы для улучшения работы систем адаптивного управления металлорежущим оборудованием. Если при разработке адаптивных систем управления ставить задачу только оптимизации режимов обработки детали с целью снижения себестоимости и повышения производительности, а точность размеров получать традиционными методами – значит уменьшить эффективность использования данных систем. Исследования, проведенные в Аэрокосмическом институте, показывают, что повышение точности с использованием систем автоматики даёт эффект превышающий эффект от оптимизации режимов резания [2].

Тезис 7. В качестве **выводов** заключаем следующее. Автоматизация средств производства даёт существенный технико-экономический эффект:

1. Достигается экономия материалов благодаря точности изготовления изделий. Меньше металла уходит в стружку
2. Сокращаются сроки изготовления, что позволяет снизить степень морального старения изделия за время его серийного выпуска и уменьшаются затраты на его дальнейшую модернизацию.
3. Вследствие сокращения трудовых затрат снижается стоимость изготовления.

Список литературы

1. Серегин, А.А. Модели упреждающего управления технологическим оборудованием: Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога/А.А.Серёгин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Оренбург, 2010.С. 583 – 586.

2. Серёгин, А.А. Мониторинг технологических систем при обработке точных поверхностей сложного контура/ А.А.Серёгин, А.Г. Кравцов// Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия «Машиностроение». 2018. Том 18, № 4. С. 48 – 56.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОлЩИНЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ МАШИНОСТРОЕНИя

Спешилова Н.В., д-р экон. наук, профессор,
Юршев В. И., канд. техн. наук, доцент,
Кокарева О.В., Кельдибаева А. С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В машиностроении широко применяются различные покрытия. Сами покрытия различаются своим широким спектром свойств. Наиболее практикуемые и самые используемые покрытия на сегодняшний день: гальванические, термодиффузионные, вакуумные (PVD, CVD).

Некоторые служат больше для декоративной свойств, а другие детали, работающие в сложных условиях и больших нагрузках, преимущественно для защиты от коррозии и повышения износостойкости. Теоретические основы нанесения различных методов покрытий известны, но изучены не одинаково глубоко. Это связано с особенностями каждого физико-химического процесса, специфическими особенностями методов и уровнем научных исследований для каждого из них.

Обобщенная схема процессов нанесения покрытий представлена на рисунке 1[1].

Рисунок 1 – Схема процессов нанесения покрытий

На сегодняшний день применение гальванических покрытий является необходимым условием для защиты металлов от коррозии, повышения износостойкости и других важных свойств. Хорошими коррозионными свойствами обладает хром, никель. Хромом покрывают детали, предназначенные для работы в жестких коррозионных условиях, например штока амортизаторов транспортных и гусеничных машин. Толщина покрытия хрома обычно составляет 0.075 до 0.25 мм. Цвет покрытия от светло-серого до серого с голубоватым оттенком. Сопротивление хрома большим нагрузкам в большей мере определяется прочностью и твердостью основного металла. На основании (изделии) с низкой твердостью хромовое покрытие под большим давлением будет продавливаться вместе с основным металлом. При прочном основном металле хромовое покрытие может выдержать значительные усилия, нормальные к его поверхности. К таким покрытиям предъявляется ряд жестких требований. Так же известно, что чем больше слой хромирования наносится на деталь, тем больше увеличивается шероховатость. Для улучшения шероховатости необходима операция шлифования, после которой образуются микротрещины и поры на поверхности, тем самым снижается коррозионная стойкость и другие свойства у деталей, усложняется технологический процесс и экономически это будет нецелесообразно.

Соотнести по цвету и по качеству с покрытием хромирования можно никелирование. Цвет матового никелевого покрытия светло-серый с желтым оттенком, блестящего никелевого покрытия светло-серый. Цвет химического никелевого покрытия серый с желтым оттенком. Тем самым уже можно выявить схожесть с хромированием по цвету. Что касается главных свойств никеля, здесь следует отметить отличную коррозионную стойкость, повышенная прочность, обладает хорошей устойчивостью к высоким температурам, и так же относится к декоративным покрытиям. Основные свойства гальванических никеливых и хромовых покрытий приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик покрытий

Вид покрытия	Средняя скорость осаждения	Цвет покрытия	Микротвёрдость МПа	Контактная прочность со сталью (Адгезия)
никелирование	20 мкм/час	Цвет матового никелевого покрытия светло-серый с желтым оттенком, блестящего никелевого покрытия светло-серый. Цвет химического никелевого покрытия серый с желтым оттенком	Никеля 2490-4900 МПа. Химического никеля 6400-11800 МПа.	

хромирование	25 мкм/час	Цвет молочного покрытия светло-серый. Цвет блестящего покрытия светло-серый с голубоватым оттенком. Цвет матового покрытия светло-серый. Цвет твердого (износостойкого) покрытия светло-серый с синеватым или молочно-матовым оттенком.	7350-10780 МПа.	1400 МПа

Нанесение покрытий используется на ступенчатые валы, которые используются в машиностроении для фиксации различных тел вращения (это могут быть шестерни, шкивы, роторы и другие элементы, устанавливаемые в механизмах). Производство и ремонт валов с коррозионными свойствами является одним из динамичных направлений в промышленности и во многих случаях.

Для покрытия стальных валов никелирование часто производят по промежуточному подслою из меди (необходимость подслоя меди объясняется электрохимическим рядом активности металлов). Особенностью никелевых покрытий является их пористость. В отдельных случаях на поверхности могут появляться точечные пятна, так называемый "питтинги". Для предотвращения питтингов применяют интенсивное воздушное перемешивание гальванических ванн и встряхивание подвесок с укрепленными на них деталями.

Хромирование валов отличается от других гальванических процессов более жесткими требованиями к режиму работы ванн. Незначительные отклонения от требуемой плотности тока, температуры электролита и других параметров неизбежно приводят к значительному ухудшению качества покрытий. Рассеивающая способность хромовых электролитов невысокая, что приводит к неравномерному покрытию внутренних поверхностей и углублений деталей. Для повышения равномерности покрытий применяют специальные подвески и дополнительные экраны.

Если металл покрытия более твердый, менее пластичный то увеличивается его временное сопротивление. Твердые никелевые покрытия, применяемые в машиностроении, получают в ваннах с высоким значением pH. Многие другие металлы также могут быть нанесены электроосаждением с высокими значениями твердости, но такие покрытия склонны к охрупчиванию под действием высоких внутренних напряжений (как сжимающих, так и растягивающих), так что реальный предел прочности на растяжение для таких покрытий трудно определить. Пластичность снижается с повышением твердости, поэтому покрытие становится все более склонны к повреждению при ударных нагрузках, понижая тем самым свои защитные свойства.

Некоторые случаи применения гальваностегии рассчитаны на получение необычайно твердых износостойких видов покрытий из коррозионностойких

металлов. Тонкие покрытия хрома и никеля часто наносят на изделия из стали с целью одновременного достижения высокой стойкости к износу и к коррозии. Толстые, или машиностроительные, хромовые покрытия в процессе гальванического электроосаждения постоянно растрескиваются, но тут же вновь зарастают, в результате трещины не проходит насквозь через все покрытие. Толстые хромовые покрытия имеют низкую пластичность и вследствие наличия в них дефектов структуры имеют низкую эффективную прочность. Такие покрытия лучше выполняют служебное назначение на жестких подложках [2].

В различных исследованиях связи с этим изучают кинетику электрохимической коррозии разрабатываемых покрытий потенциодинамическим методом. Однако это не дает полного представления на стадии проектирования технологического процесса как изделие выполнит служебное назначение во время эксплуатации. Внутренние напряжения в покрытии, динамические нагрузки, изгибы могут привести в образованию микротрещин, а в последующем к коррозии и образованию концентраторов напряжений с последующим разрушением.

Таким образом, проведенный анализ литературных источников показал, что оптимизировать толщину покрытия с учетом жесткости детали, наряду с твердостью, пластичностью и прочностью является важной задачей, учитывающей жизненный цикл изделия.

Список литературы

1. Украинская ассоциация сталеплавильщиков. Покрытия в машиностроении.
Режим доступа: https://uas.su/books/newmaterial/181/razdel181.php. – 15.12.2019.

2. Справочник химика 21 века. Химия и химическая технология. Режим доступа: https://www.chem21.info/info/650537/. – 15.12.2019.

3. Гальванические покрытия в машиностроении. Том 1 под редакцией д-ра тех. наук проф. М.А. Шлугера и канд. техн. наук Л.Д.Тока.

4. Гальванические покрытия в машиностроении. Том 2 под редакцией д-ра техн. наук проф. М.А. Шлугера и канд. техн. наук Л.Д.Тока.

5. М.А. Дасоян, Техника электрохимических покрытий. Машиностроение, 1989.

6. Б.Н. Байрачный Справочник гальваника – Харьков Прапор, 1988.

7. А.М. Ямпольский, В.А.Ильин. Краткий справочник гальваника 3-е изд. Машиностроение 1981.

8. Г.Н. Дубинин, Диффузионное хромирование сплавов в порошках [Текст] / Канд. техн. наук доц. Г. Н. Дубинин. - Москва : [б. и.], 1959. - 32 с. : ил.

ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор, Исаченкова Т.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Впервые система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБПП) в основе которой лежали принципы НАССР была разработана и внедрена в рамках космической программы по производству питания для космонавтов. Поэтому обучение проектированию современной (СМБПП) является одной из актуальных проблем в современной системе обучения.

Обучающемуся необходимо знать принципы внедрения программных продуктов для автоматизации процессов принятия решений при прогнозировании и сквозном контроле качества пищевых продуктов в связи с тем, что процесс проектирования системы такого типа требует проведения затратных по времени процедур и привлечении большого количества экспертов, чтобы эти процедуры выполнить.

Вопросам автоматизации процессов принятия решений при проектировании СМБПП посвящены работы Чернухи А.М., Бородина А.В., Никитиной М.А., Чернухи И.М., Лисицина А.Б. В диссертации [1] автором разработано математическое и программное обеспечения информационно-управляющей системы анализа рисков и поддержки принятия решений при производстве пищевых продуктов. В работе [2] предложены алгоритмическое и программное обеспечение численной реализации инструмента «Дерево принятия решений», с помощью которого осуществляется процесс определения критических контрольных точек (ККТ).

При реализации данного программного обеспечения для ККТ автоматически разрабатывается схема мониторинга, то есть система постоянных наблюдений или измерений, которая позволяет удостовериться, что ККТ находится под контролем [2].

Авторами статьи [3] разработана обобщенная структура системы компьютерного мониторинга качества и безопасности производства пищевой продукции. Данная система предусматривает интеграцию инструментальных средств и результатов лабораторного контроля, которые формируют информационный массив о качестве переработки сырья, с информационно-вычислительным и аппаратно-программным комплексами, обрабатывающими эту информацию. Для каждого этапа технологического процесса определен комплекс контрольных параметров и разработана подсистема мониторинга.

Кроме того, существуют автоматизированные комплексные системы управления предприятием пищевой промышленности (ИС-Про, iiko, Alga НАССР) [4, 5, 6] в основе которых лежат принципы НАССР.

Прежде чем обучающиеся преступят к проектированию системы, им необходимо объяснить, что применение такого типа систем будет индивидуально для каждого предприятия, это связано с тем, что функции и задачи у каждого разные и специфичные, этим будет обусловлен различный прикладной функционал систем и набор инструментов каждой из них, на которые нужно будет обратить внимание преподавателю перед тем как дать материал.

На основе вышесказанного можно сделать вывод о том, что при разработке обучающимися программного обеспечения для автоматизации процесса принятия решений при проектировании СМБПП особое внимание должно быть уделено мониторингу рисков и выявлению ККТ на протяжении всей цепи производства пищевой продукции.

Получившееся в ходе выполнения поставленной задачи программное обеспечение предназначается для максимальной автоматизации процесса мониторинга и контроля показателей безопасности и качества на каждой стадии выработки пищевого продукта.

Основное определение СМБПП изложено в нормативном документе ГОСТ Р 53755-2009 (ISO/TS 22003:2007) [7] согласно которому СМБПП – это «совокупность сгруппированных и связанных общей концепцией элементов, посредством которых формируется политика и цели в области обеспечения безопасности пищевой продукции, пути их достижения, которые применяются для осуществления управления и контроля деятельности организации относительно безопасности пищевых продуктов», данное определение является главным для изучения поэтому его необходимо давать в первую очередь.

Требования к проектированию СМБПП устанавливает группа стандартов серии ISO 22000, которые базируются на семи принципах HACCP (рисунок 1).

В соответствии с ГОСТ Р 51705.1-2001 [8] HACCP – это «концепция, предусматривающая систематическую идентификацию, оценку и управление опасными факторами, существенно влияющими на безопасность продукции», для того, чтобы подробно изучить принципы системы необходимо изучить предложенный нормативный документ.

Рисунок 1 – Последовательность исполнения семи принципов HACCP

Для того, обучающимися было усвоено правильное направление реализации СМБПП им необходимо усвоить процедуру анализа рисков и выявления ККТ. Согласно [8], риск – это «сочетание вероятности реализации опасного фактора и степени тяжести его последствий».

Во время объяснения проведения процедуры анализа рисков преподавателю необходимо ссылаться на нормативные документы, в которых подробно изложены этапы проведения процедуры для того, чтобы обучающиеся избежали ошибок в дальнейшем. К таким нормативным документам относятся:

- ГОСТ Р ИСО 22004-2017 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Руководство по применению ИСО 22000»;
- ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования».

Также можно обратиться к методическим указаниям.

Для того, чтобы правильно провести процедуру сбор и оценку информации об опасностях, несущих вред для потребителя и факторах, которые влияют на их возникновение, необходимо обратиться к нормативному документу ГОСТ Р 51705.1-2001.

В результате проведения сбора и оценки информации обучающимся должна быть составлена сводная таблица, пример которой представлен (таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент таблицы анализа возможных рисков

Ингредиент, стадия	Потенциальная опасность	Обоснование	Значима ли опасность	Контролирующие и предупреждающие действия
Ингредиенты				
1	2	3	4	5
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	Химические факторы: (не более) свинец – 0,5 мг/кг; мышьяк – 0,2 мг/кг; кадмий – 0,1 мг/кг; ртуть – 0,03 мг/кг. Микотоксины: афлатоксин B_1 - 0,005 мг/кг; дезоксиниваленол – 0,7 мг/кг; Т – 2 токсин – 0,1 мг/кг. Пестициды: гексахлоциклогексан – 0,5 мг/кг; дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ) и его метаболиты – 0,02 мг/кг; гексахлорбензол – 0,01 мг/кг. Радионуклиды: цезий-137 – 60 Бк/кг; стронций-90 – 30 Бк/кг.	Могут изначально присутствовать в муке, попав в неё из сырья, то есть из пшеницы.	Да	Входной контроль. Работа с поставщиками сырья для мельницы (проверка работы мельничного комплекса на ФКУ «ИК-8»)
	Физические факторы: попадание кусочков мешковины, посторонних предметов личного пользования, запрещенных на территории предприятия, стройматериалов.	Могут попасть в муку при разрушении упаковки, вовремя транспортировки муки из мельничного комплекса в пекарню или во время изготовления муки непосредственно на мельнице.	Да	Входной контроль, просеивание муки, осмотр персонала перед началом работы на мельничном комплексе.

Каждый пункт таблицы заполняется обучающимся вручную.

Процесс выявления ККТ осуществляется путем проведения анализа каждого опасного фактора и рассмотрения последовательно всех операции производственного процесса. ККТ, согласно ГОСТ Р 51705.1-2001 [7] определяется, как «место проведения контроля для идентификации опасного фактора или управления риском».

Для подробного изучения методики определения ККТ преподавателю необходимо обратиться к работе Кантере В.М. в которой подробно рассмотрены построения алгоритмов отбора ККТ для каждого типа предприятия, описано использование алгоритмизированных схем «Дерево принятия решений», пример представлен на схеме (рисунок 2) и методик экспертных оценок [9].

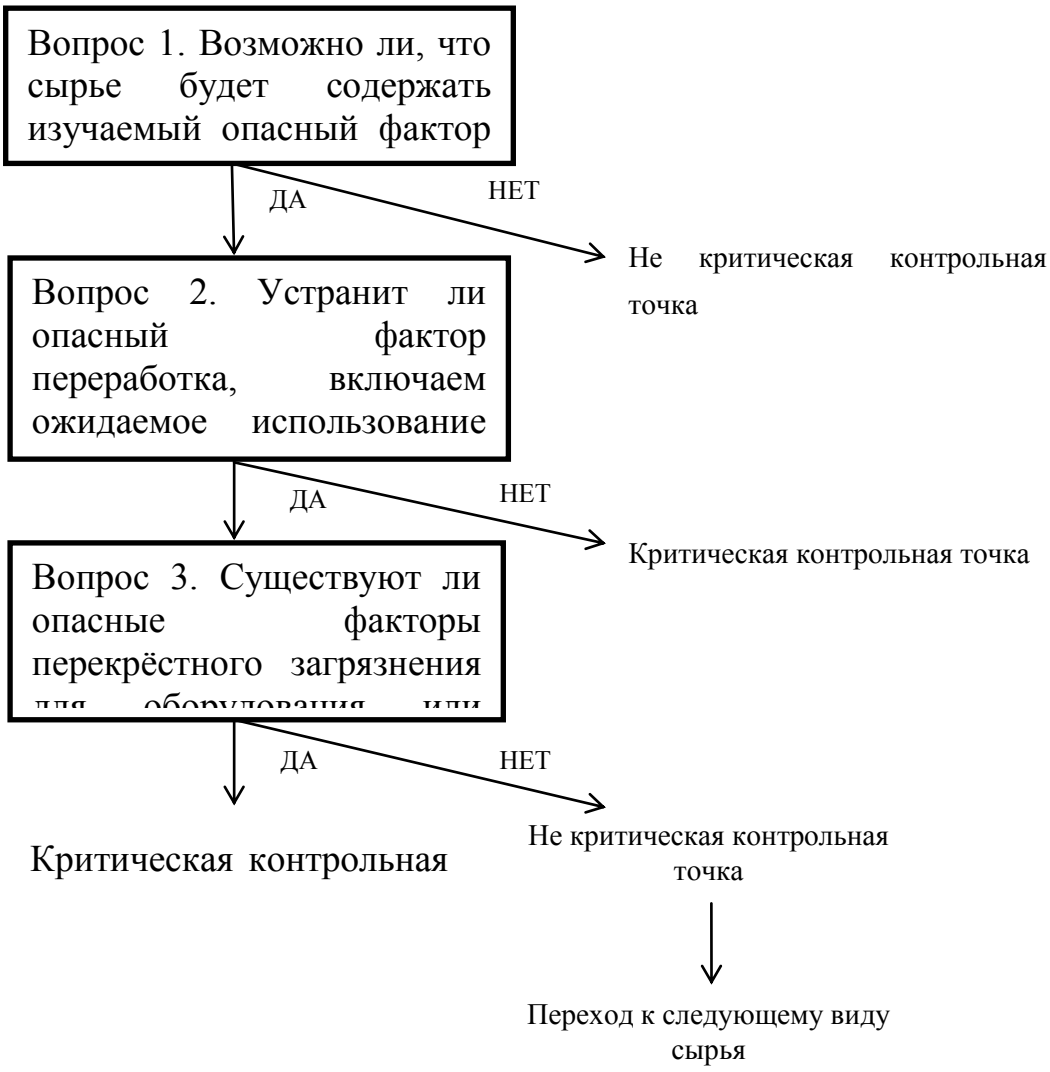


Рисунок 2 – Алгоритм «Дерево принятия решений» по ККТ сырья

Результаты выполнения алгоритма заносятся обучающимся в таблицу (таблица 2).

Таблица 2 – Фрагмент таблицы критических контрольных точек

Продукт	Опасность	В1	В2	В3	ККТ	Заметки группы HACCP
1	2	3	4	5	6	7
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	химическая	да	нет	нет	нет	В исходной муке могут содержаться химические опасные факторы. ККТ нет, так как на предприятии осуществляется технико-химический контроль муки и зерна.
	физическая	да	да	да	нет	Будет устранена путем просеивания муки в мукопросеивателе.

Таким образом, применительно к процедурам анализа рисков и выявления ККТ весьма актуальной является задача обучения разработке информационного программного обеспечения, которое позволит с помощью автоматизированных алгоритмов и баз данных на которые они будут опираться, осуществить процесс анализа рисков и выявления ККТ. Для этого обучающимся необходимы глубокие знания в области систем менеджмента и основ проектирования программного обеспечения.

Поскольку применение такого типа программ снижает трудозатраты и вероятность появления ошибок при анализе данных, обучения в данной отрасли будет перспективным в дальнейшем так как будет достигнута реализация оперативного управления производственными процессами для обеспечения безопасности выпускаемой продукции при решении данной задачи.

Список литературы

1. Чернуха, А.М. Разработка математического и программного обеспечения автоматизированной информационно-управляющей системы поддержки принятия решений при производстве пищевых продуктов/ А.М. Чернуха; [Место защиты: ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии]. – Москва, 2009. – 156с.

2. Бородин, А.В. Определение критических контрольных точек по трофологической цепи производства мясных продуктов от поля до потребителя / А.В. Бородин, И.М. Чернуха, М.А Никитина // Теория и практика переработки мяса –2017. –№1. С. 69-83

3. Лисицын, А.Б. Применение информационных технологий при производстве и контроле качества и безопасности мясных продуктов / А.Б. Лисицын, А.М. Чернуха // Все о мясе –2007. –№5. С. 6-10

4. «Система управления предприятием ИС-Про» [Электронный ресурс].: «Автоматизация пищевой промышленности». – корпорация Intellect service. – Режим доступа: http://is-pro.ru – 28.08.2019

5. «iiko» [Электронный ресурс].:»Автоматизация ресторанов». – Режим доступа: https://iiko.ru/ – 28.08.2019

6. Султанов, Н.З. Теоретические и методологические основы выбора рациональной структуры парка АТП с использованием программно-целевого планирования / Н.З. Султанов, Любимов И.И.// Вестник Оренбургского государственного университета –2006. –№12S-2. С467-473

7. ГОСТ Р 53755-2009. (ISO/TS 22003:2007) «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к органам, осуществляющим аудит и сертификацию систем менеджмента безопасности пищевых продуктов». – Введ. 2010-07-01 – М.: Стандартинформ, 2001. – 25 с.

8. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. – Введ. 2001-07-01– М.: Стандартинформ, 2001. – 12 с.

9. Кантере, В.М. Система безопасности продуктов питания на основе принципов НАССР / В. М. Кантере; Институт управления качества, безопасности и экология предприятий продуктов питания, МГУПП. – М.: Типография РАСХН, 2004. – 462 с. – ISBN 5-85941-116-2.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА: ИНСТИТУТ ИНТЕГРАЦИИ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

Султанов Н.З., д-р техн. наук, профессор,
Овечкин М.В., канд. техн. наук, доцент,
Гедзь А.В., Семенов Г.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В 2016 году в России принята Национальная технологическая инициатива – проект, в который входят программы формирования и развития высокотехнологических рынков. По итогам сессии «Форсайт-Флот» в 2015 году были выделены девять рынков, один из которых «АэроНет» – «Распределенные системы беспилотных летательных аппаратов» [1].

Постановлением Правительства Российской Федерации № 1184 от 29.09.2017 утверждена «дорожная карта», направленная на прогнозирование и развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и применение ее в разных сегментальных рынках. Конечной целью развития программы является формирование конкурентоспособной отрасли беспилотных авиационных систем (БАС) с выходом на лидирующие мировые позиции [2].

Отдельно необходимо обратить внимание на то, что в дорожной карте четко разделены сегменты внутреннего рынка, где наблюдается устойчивый рост спроса на БАС:

1) B2G (Business-to-government) Данный сегмент подразумевает следующие направления:

– исследование климата;

– экологический мониторинг;

– мониторинг транспортного потока;

– борьба со стихийными бедствиями;

– 3D моделирование земли и т.д.

2) B2B (Business-to-business) Данный сегмент подразумевает направления:

– сельское хозяйство, мониторинг посевов фото/видео земель с составлением баз данных;

– связь и телекоммуникации;

– исследование инфраструктуры объектов;

– картография и топосъёмка и т.д.

3) BTC (Business-to-consume) термин, обозначающий коммерческие взаимоотношения между частными лицами, так называемым «конечным» потребителем.

С целью выявления фактора роста отрасли беспилотных летательных аппаратов, принято решение провести опрос руководителей промышленных

предприятий, заводов и органов управления Оренбургской области с целью получения объективного мнения по актуальности внедрения БПЛА.

В перечень вопросов к руководителям входили следующие пункты:

– «Есть ли в производственном цикле вашего предприятия процессы, выполнение или контроль за которыми можно делегировать БПЛА?»

– «Если на вашем производстве уже используют БПЛА, то какие задачи перед ними стоят? Какие сведения или данные они собирают и систематизируют?»

– «Насколько актуально внедрение этих технологий в производство?»

Организационная схема проведения опроса предполагала, что именно крупные корпорации и холдинги наиболее быстро реагируют на развитие новых технологий. Внедрение передовых разработок в производстве, является неотъемлемым этапом снижения себестоимости продукции, безопасности труда человека.

Реализация государственных программ в области автоматизации производства в первую очередь касается предприятий нефтегазового и энергетического сектора. Список рассылки представлен в таблице 1.1.

Таблица 1 – Список организаций

№	**Организации**	**ФИО руководителя**	**Сектор рынка**
1	ПАО ГазПромНефть-Оренбург"	Хабипов Ирек Атласович	B2C
2	ООО "Газпром Добыча Оренбург"	Кияев Владимир Александрович	B2C
3	ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат»	Ставский Геннадий Геннадьевич	B2C
4	Министерство сельского хозяйства пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области	Новоженин Валерий Иванович	B2B
5	Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области	Самбурский Александр Михайлович	B2B

Продолжение таблицы 1

6	РТРС "Оренбургский ОРТПЦ"	Михеев Алексей Валерьевич	B2C
7	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования по Оренбургской области	Коваль Марина Анатольевна	B2B
8	ООО "Сладково-Заречное"	Барышников Андрей Владимирович	B2C
9	ПАО «Т Плюс» Оренубргский	Великороднов Валерий Александрович	B2C
10	Торгово-промышленная палата Оренбургской области	Авдеев Олег Николаевич	B2B
11	ООО "Уралэлектросеть"	Логунов Вячеслав Петрович	B2C
12	Оренбургского гелиевого завода ООО «Газпром переработка»	Молчанов Сергей Александрович	B2C

По итогам проведения опроса предприятий Оренбургской области можно констатировать, что из 12 респондентов ответ предоставили 9.

Из полученных ответов можно констатировать, что область разработок новых технологий и их перспективного внедрения сводится к следующим направлений:

1) Мониторинг экологической обстановки:

– показатели ПДК вредных веществ в атмосфере;

– выявления нарушения на особо охраняемых природных территориях;

– выявления мест несанкционированных размещений отходов;

– распознание нарушений установленных правил (размещение отходов разных классов опасности, добыча полезных ископаемых и пресечение добычи общедоступных ископаемых без лицензии);

Данное направление интересно Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области, ПАО «Газпромнефть-Оренбург" и ООО "Газпром Добыча Оренбург".

2) Комплексное обследования земель:

– аэрофотосъемка землепользования, составления электронных карт;

– составление ортофотопланов земель с высокой точностью;

– мониторинг сельскохозяйственных земель: оценка всходов растений; мониторинг распространений заболеваний и вредителей, мониторинг озимых культур (подкормка, всходы и т.д.);

– выявления очагов степных пожаров;

– мониторинг лесного фонда.

Данное направление интересно Министерство сельского хозяйства пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области.

3) Аудит строительных сооружений методом неразрушающего контроля:

– дистанционный мониторинг трубопровода с проведение фото видео фиксаций;

– дистанционное обследования объектов капитального строительства на теплопотери (зданий и сооружений, дымовые трубы, теплотрассы и т.д.);

– дистанционное обследования в местах с густой застройкой (резервуары, обвязки установок, мачты и опоры и т.д.).

Данное направление интересно ПАО «Т Плюс» Оренбургский.

4) Безопасность использования БПЛА:

– безопасность применений БПЛА на территории предприятий;

– безопасность использования БПЛА в закрытых помещениях (защита работающих винтов, защита от столкновений с препятствиями);

– искробезопасность корпуса;

– защита от радиопомех.

Как видно из вышеизложенных блоков, область направления научного изучения довольно обширна. Проанализировав полученных ответы было принято решения по разработке проекта «Автоматизированные программно-аппаратные комплексы дистанционного мониторинга в промышленности». Разработка комплексов будет включать в себя следующие направления:

1. Дистанционный мониторинг окружающей среды. Контроль ПДК загрязняющих веществ в атмосфере.

Вопрос о загрязнения окружающей среды – одна из серьёзнейших проблем в Оренбургской области. Загрязнение воздуха происходит не только из-за использования автотранспорта, но и в результате промышленной деятельности. На данный момент разработаны целые программы по охране окружающей среды, в рамках которой проводится контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

В целях расширения возможностей мобильных экологических постов, предлагается разработать дистанционный комплекс на базе БПЛА. «Автоматизированный программно-аппаратный комплекс дистанционного мониторинга атмосферы» с возможностью определения концентрации газов и составлением карты загрязнение и указанием источника загрязнения.

Задачи системы:

1) Проведение мониторинга до 70 га за один вылет;

2) Определение следующих показателей:

– CxHe - углеводороды;

– NO2 - оксид азота;

– SO2 - сернистый газ (сернистый ангидрид, диоксид серы);

– PM1.0, PM2.5, PM10 - Взвешенные частицы - представляют собой широко распространенный загрязнитель атмосферного воздуха, включающий смесь твердых и жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии;

– температура и влажность.

3) Подвесное оборудование для забора проб воздуха.

4) Программное обеспечение для составления графиков и моделей с привязкой к месту по GPS координатам и высотам.

2. Аудит строительных сооружений методом неразрушающего контроля на выявление теплопотерь.

23 ноября 2009 г. вступил в силу Федеральный закон N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". Действие закона рассчитана на снижение издержек на готовую продукцию.

В стоимости любой готовой продукции заложены затраты на использовании энергоресурсов, и они являются существенными. Одним из ключевых параметров уменьшении себестоимости выпускаемой продукции, является применение оптимизации теплоэнергетических издержек на предприятии.

Директор В.А. Великородногов ПАО «Т-Плюс» филиал «Оренбургский», в своем ответе предложил возможность применение БПЛА с целью проведения обследования тепловых сетей на предмет тепловых потерь.

Решением данной задачи станет разработка проекта «Автоматизированный программно-аппаратный комплекс дистанционного мониторинга в промышленности».

Основные характеристики комплекса:

– БПЛА среднего радиуса действия мультироторного типа;

– наличие у БПЛА защитного каркаса, способного защитить от столкновения с препятствиями.

Подвесное оборудование:

– тепловизор;

– пирометр;

– фото/видео аппаратура.

Основные цели комплекса:

– определение места источника тепловых потерь;

– фиксация объема повреждения;

– проведение приема работ по теплоизоляции после монтажа, ремонта и реконструкции;

– проведение анализа состояния ТИ;

– проведение расчета потерь тепла, для дальнейшего подсчета затрат и КПД оборудования.

3. Проектирование защищенного корпуса для БПЛА с целью применения его в местах плотной застройки и замкнутых помещений.

В рамках разработки вышеуказанных комплексов, остро стоит вопрос по созданию защитного каркаса для БПЛА. Данная проблема связаны с следующими требованиями:

– защита комплекса от столкновения с препятствиями. Возможность работать в узком пространстве;

– защита винтов от внешнего взаимодействия;

– защита подвесного оборудования при падении;

– выполнения требований промышленной безопасности на предприятии.

Переход к использованию новых технологий и соответствующие им техники и оборудования, является важнейшим звеном на современном этапе научно-технической революции. К таким технологиям относятся самые наукоемкие отрасли, которые были перечислены в НТИ «Национальная технологическая инициатива».

На основании проведённого опроса, можно констатировать о формировании нового направления в промышленности – автоматизированных комплексов БПЛА. С помощью последних расширяется возможность существующих технологических систем и процессов.

Таким образом, именно интеграция института и промышленности, позволяет эффективно развивать новые направления за счет разработок и внедрения актуальных идей и проектов.

Список литературы

1. Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.nti2035.ru

2. Постановление Правительства РФ от 29.09.2017 N 1184 (ред. от 10.09.2018) "О порядке разработки и реализации планов мероприятий ("дорожных карт") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" (вместе с "Положением о разработке и реализации планов мероприятий ("дорожных карт") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы") [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.consultant.ru

3. Осанов В.А., Щурихин А.А., Кондратьев С.М., Михаленко Ю.А., Коняева О.С. Разработка автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха с использованием беспилотного летательного аппарата // T-Comm: Телекоммуникация и транспорт. 2019. Том 13. №5 С. 28-34

4. Шарафутдинов А.А., Имамутдинов С.А., Мухаметьянов А.Н., Табульдина А.Т., Маннанов Т.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2018. №2 С 99-116

5. Зайченко И.М., Смирнова А.М., Борреманс А.Д. Цифровая трансформация управления промышленными предприятиями: применение беспилотных летальных аппаратов // Научный вестник Южного института менеджмента. 2018. №4. С. 76-81. https://doi.org/10.31775/2305-3100-2018-4-76-81

6. Федеральная экологическая информация Оренбургской области [Электронный ресурс]. Режим доступа:

7. Источник: Росстат и отраслевая отчетность Минэнерго России https://energy.s-kon.ru/i-s-kojukhovskii-klyuchevie-rezultati-reformi-elektroenergetiki-i-novie-vizovi/

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА АН-348А НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Тавтилов И.Ш., канд. техн. наук, Валитов Д.М.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В промышленности в настоящее время возникла проблема создания многофункциональных износостойких покрытий для узлов трения, работающих в агрессивных средах в условиях больших скоростей и применяемых нагрузок, при недостаточном количестве смазочных материалов (сухое трение) или при полном их отсутствии. В ряде случаев для повышения эксплуатационных показателей и увеличения срока службы деталей машин используют различные способы восстановления и поверхностного упрочнения. Для того чтобы поверхность работала в условиях агрессивных сред, необходим обоснованный выбор пары трения для каждого случая, а это требует проведения ряда экспериментов в широком интервале сред, скоростей, нагрузок и температур.

Одним из таких способов получения покрытий является автоматическая наплавка под слоем флюса, позволяющая также резко поднять производительность, экономичность, улучшить качество наплавки и условия труда рабочих-сварщиков. Повышение производительности при изготовлении или восстановлении деталей машин достигается, прежде всего, за счет увеличения силы сварочного тока, а также непрерывности процесса [1]. В качестве присадочного материала применяется специальная порошкообразная шихта, которая наносится ровным слоем на поверхность и нагревается до расплавления вследствие теплопроводности путем передачи теплоты от нагретой детали. Шихта состоит из наплавочного сплава, железного порошка, шлама, графита.

Для экспериментов были использованы заготовки из стали 40Х13 (рисунок 1), с размера 25х25х110 мм, в котором фрезеровали паз шириной 12 мм и глубиной 5 мм, в который помещается смесь шихты и уплотняется на прессе.

Рисунок 1 – Подготовленная заготовка для нанесения шихты

Процесс наплавки под слоем флюса выполняется в следующем порядке.

Шихта состоит из железного порошка который прокаливают в течение 35-40 минут, шлам просеивают, химический состав указан в таблице 1, затем идет смешивание, соотношение смеси мы выбрали это 20, 30, 40 % шлама, 2 % графита, остальное железный порошок.

Таблица 1 – Химический состав шлама монохроматного производства, %.

C	Mn	Si	Cr	Ni	W	Mo
3,8	1,2	1,5	26,5	1,8	0,3	0,15

Деталь с подготовленной шихтой закрепляют и засыпают из бункера флюсом АН-348А слоем толщиной 40-80 мм и шириной 40-100мм. Наплавку под слоем флюса проводят на сварочном автомате А-384МК. Сварочная дуга горит в каменно-газовом мешке, который образуется в результате расплавления металла и флюса. Расплавленный электрод и шихта в сварочной ванне перемешивается, и кристаллизация образует сварной шов, полученный результат после наплавки представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Полученный результат после наплавки под слоем флюса

Полученный результат после наплавки под слоем флюса, показал, что шихта имеет малую магнитную проницаемость, огромное электрическое сопротивление и вяло реагирует на воздействие переменного электромагнитного поля.

Заготовку с наплавленным покрытием подвергали очистке от флюсов и окалины. Заготовку порезали на образцы 16х16, для следующих операций шлифования и полирования образцов, измерения твердости, снятия микроструктуры и испытаний на абразивный износ.

Для травления самофлюсующихся сплавов применяли раствор азотной кислоты в этиловом спирте (3-5 % в течении 1 мин). В результате травления получаем картину, по характерным признакам которой можно составить представление о типе рассматриваемой структуры, об ее особенностях, позволяющей, в конечном счете, составить представление о свойствах сплава.

Изучение микроструктуры наплавленных образцов проводили с использованием металлографического микроскопа с последующим фотографированием микроструктуры.

Микроструктура наплавленного слоя представлена на рисунке 3 и 4.

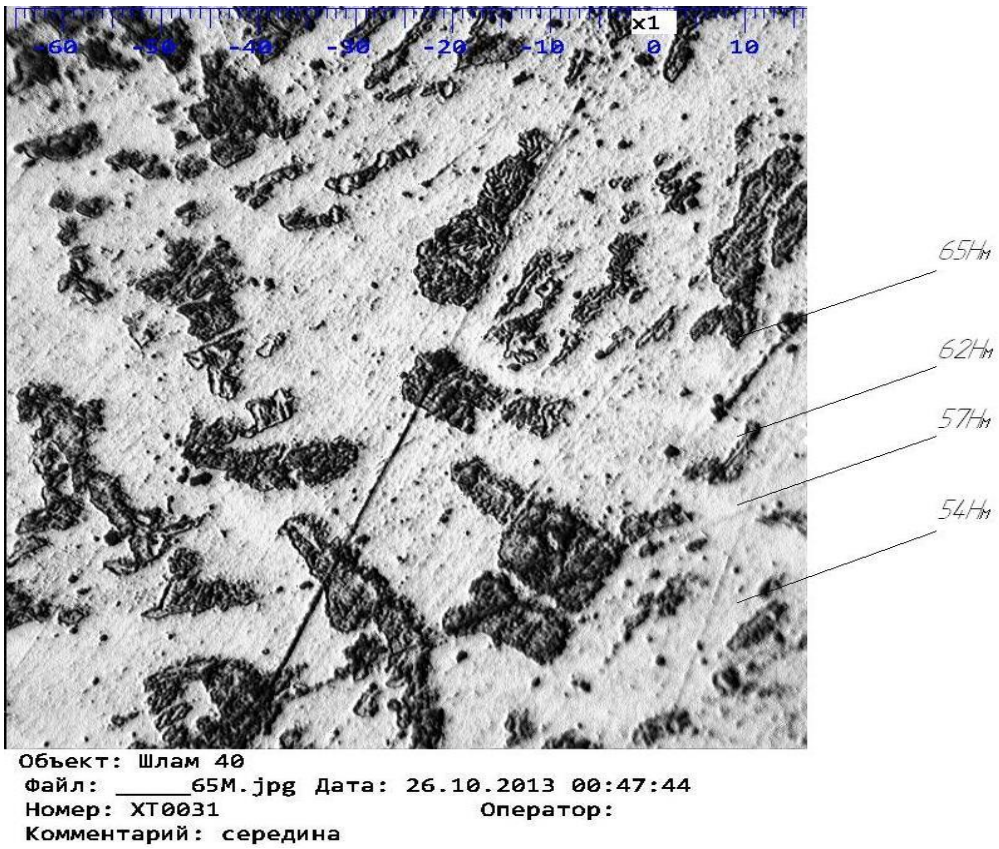


Рисунок 3 – Микроструктура наплавленного слоя под флюсом АН-348А, состав (40% шлама, 58% железного порошка и 2 % графита) , 97 HRB

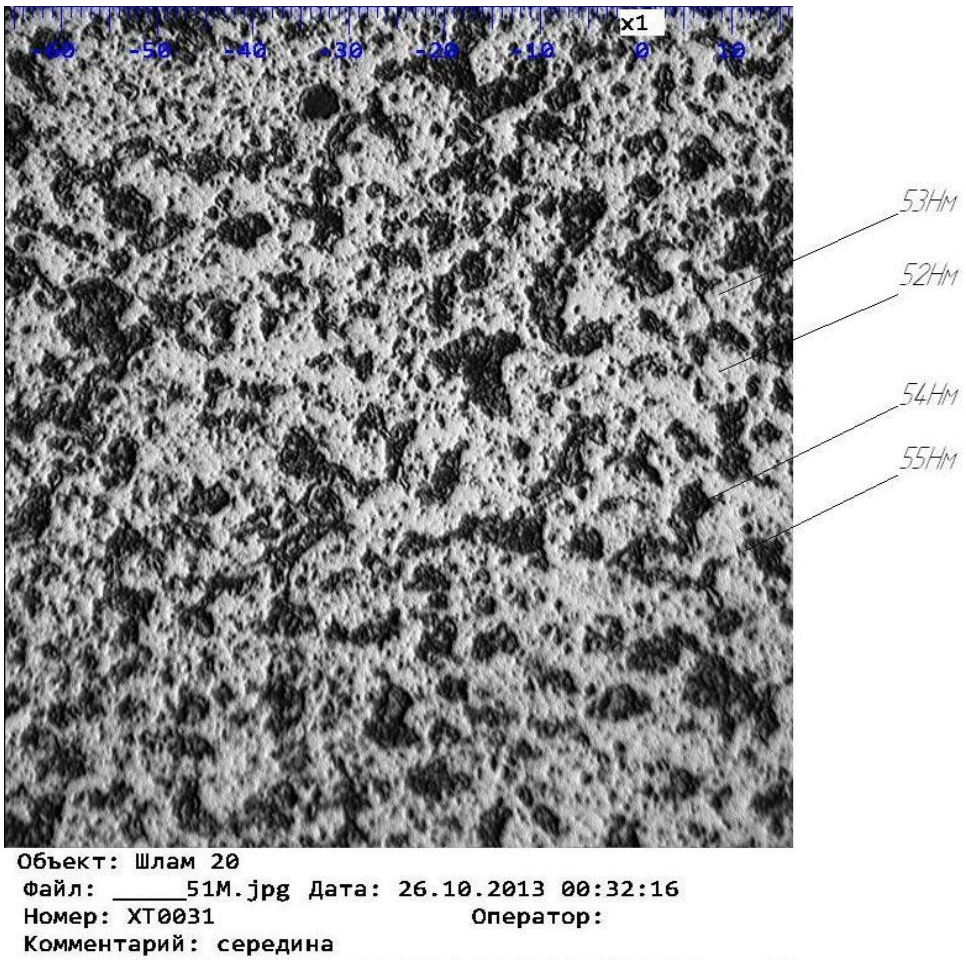


Рисунок 4 – Микроструктура наплавленного слоя под флюсом АН-348А, состав (20% шлама, 58% железного порошка и 2 % графита) , 69,7 HRB

Анализ микроструктур показывает изменение фазового состава материала. Избыточных карбидов хрома и темных участков с понижением твердости (по-видимому, аустенит).

Испытания на износостойкость проводили на машине трения конструкции ГОУ ОГУ (рисунок 5), подготовленный образцы 16х16 взвешивали на электронных весах до и после износа, затем проводили испытания в течение двух минут.

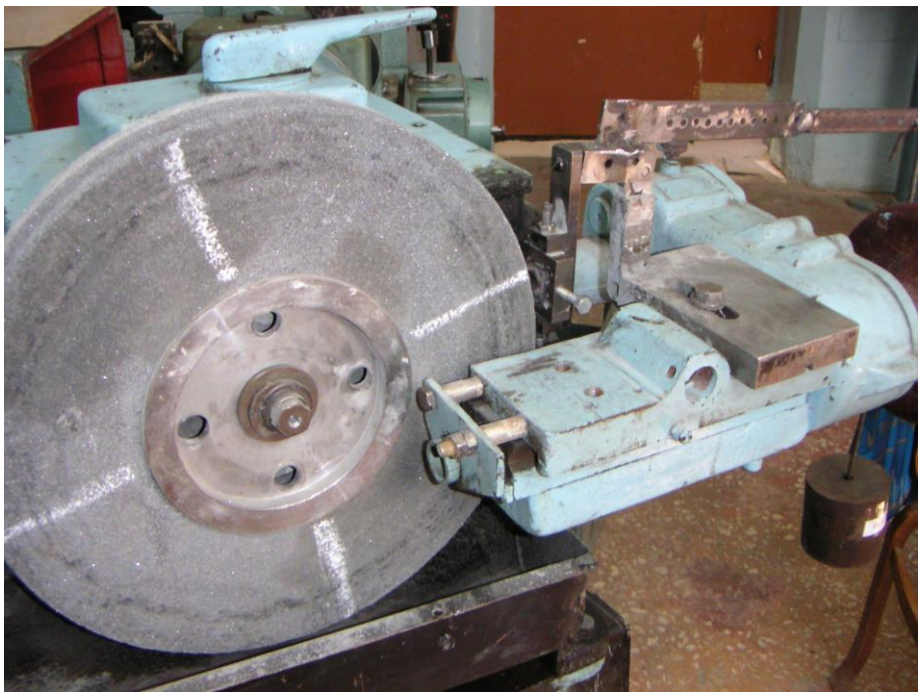


Рисунок 2.5 – Верхний узел машины трения для испытания на абразивный износ

Комбинированное покрытие на стали 40Х13 имеет высокое сопротивление износу благодаря образованию на поверхности соединений на основе железа, хрома, никеля и других элементов входящих в состав флюса, которые является своего рода смазкой при работе деталей на истирание. В результате коэффициент трения поверхности снижается, а износостойкость повышается: в условиях трения скольжения без смазочного материала в 4-4,5 раз, в условиях абразивного и гидроабразивного изнашивания в 2-2,5 раза.

Список литературы

1 Ажогин Ф. Ф. Коррозионное растрескивание и защита высокопрочных сталей. М.: Металлургия, 1974 – 342 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAM-СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Терентьев А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Увеличение сложности и точности продукции машиностроения требует применения высокотехнологичного автоматизированного оборудования, в том числе станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и промышленных роботов. Одним из главных условий эффективного использования такого оборудования является качество технологических процессов и управляющих программ при минимальных затратах труда и времени на подготовку производства и изготовление продукции.

Так называемое «ручное» программирование оправдано при подготовке управляющих программ для довольно простых по геометрии деталей. При подготовке управляющих программ для более сложных деталей затраты времени на их разработку резко возрастают. В этом случае, а также при подготовке управляющих программ для обработки деталей со сложной геометрией, необходимо применение CAM (от английского – Computer-Aided Manufacturing). Под CAM понимают автоматизированную систему или модуль автоматизированной системы, который предназначен для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Использование CAM-систем дает следующие основные преимущества:

– сокращается время подготовки управляющих программ;

– разработка программ производится на рабочем месте технолога-программиста, а не на стойке станка, что сокращает потери времени на подготовку производства;

– повышается точность обработки деталей, особенно, со сложной геометрией.

Так как применение CAM-систем в России растет, то и потребность в специалистах, умеющих с ними работать, увеличивается. Поэтому многие российские ВУЗы используют CAM в образовательном процессе. Наиболее популярными CAM являются Autodesk, ADEM, Mastercam, NX, ГеММа 3D и SprutCAM [1].

В Аэрокосмическом институте ОГУ при подготовке бакалавров изучают SprutCAM, а при подготовке магистров – CAM-систему NX.

Основы идеологии SprutCAM и анализ работоспособности этой CAM-системы были рассмотрены в работе [2]. Необходимо отметить, что использование отечественных продуктов, каковым является данная система, является приоритетным в условиях импортозамещения, тем более, что в настоящее время SprutCAM используют в 54 странах мира, в том числе в таких промышленно развитых странах, как Германия, США, Япония и других.

Обучению работе с данной системой способствуют интуитивно понятный интерфейс, выполнение последовательно усложняющихся практических заданий и предоставляемые компанией «СПРУТ-Технология» видеоуроки.

В первую очередь рассматриваются вопросы создания и импорта геометрических моделей, выбора технологического оборудования и создания системы координат. Затем изучаются вопросы создания технологических операций сверлильно-фрезерно-расточной, токарной и токарно-фрезерной обработок, расчета траектории движения режущего инструмента, эмуляции процесса обработки и генерирования управляющих программ.

Особым достоинством CAM-систем является то, что, если нужно подготовить управляющие программы обработки какой-либо детали для различных систем ЧПУ при условии одинаковых компоновки и типоразмера оборудования, то технологу-программисту не требуется заново формировать последовательность технологических операций. Достаточно выбрать нужный постпроцессор и сгенерировать управляющую программу для соответствующей системы ЧПУ.

В качестве примера на рисунке 1 приведен фрагмент управляющей программы обработки детали в системе Heidenhain, а на рисунке 2 – фрагмент управляющей программы обработки той же детали в системе Sinumerik. На рисунке 3 приведен пример моделирования обработки приведенных фрагментов управляющей программы.

```
37 BLK FORM 0.1 Z X-150 Y-154 Z-150
38 BLK FORM 0.2 X+288 Y+24 Z+150
39 ;1 CHernovoe frezerovanie
40 ; CYLINDRICAL_MILL D52
41 TOOL CALL 1 Z S1685 DL+0 DR+0
42 TOOL DEF 2
43 L Z+0 FMAX M91
44 M10 M15
45 L A+0 R0 FMAX M3
46 L X+201.012 Y+33.81 Z+165.945 C0 R0 FMAX
47 L Y+48.084 R0 FMAX
48 L Y+22.084 R0 F3370 M8
49 CR X+189.59 Z+163.769 R+13 DR+
50 CR X+161.422 Z+153.945 R+26 DR-
51 L X+160.988 Z+153.405 R0
52 CR X+155.633 Z+148.17 R+36.461 DR+
53 CR X+149.316 Z+143.939 R+46.35 DR+
54 CR X+139.536 Z+139.581 R+57.901 DR+
55 L X+136.711 Z+138.725 R0
```

Рисунок 1 – Фрагмент управляющей программы в системе Heidenhain

```
;1 CHernovoe frezerovanie
N10 T="T1"; 52mm EndMill
N20 M6
N30 G17 G54
N40 S1685 M3
N50 G0 A0
N60 X201.012 Y33.81 Z165.945 C-90
N70 Y48.084
N80 G1 Y22.084 M8 F3370
N90 G3 X189.59 Z163.769 I=AC(193.125) K=AC(176.279)
N100 G2 X161.422 Z153.945 I=AC(182.519) K=AC(138.749)
N110 G1 X160.988 Z153.405
N120 G3 X155.633 Z148.17 I=AC(132.957) K=AC(176.721)
N130 X149.316 Z143.939 I=AC(126.767) K=AC(184.434)
N140 X139.536 Z139.581 I=AC(120.963) K=AC(194.422)
N150 G1 X136.711 Z138.725
```

Рисунок 2 – Фрагмент управляющей программы в системе Sinumerik

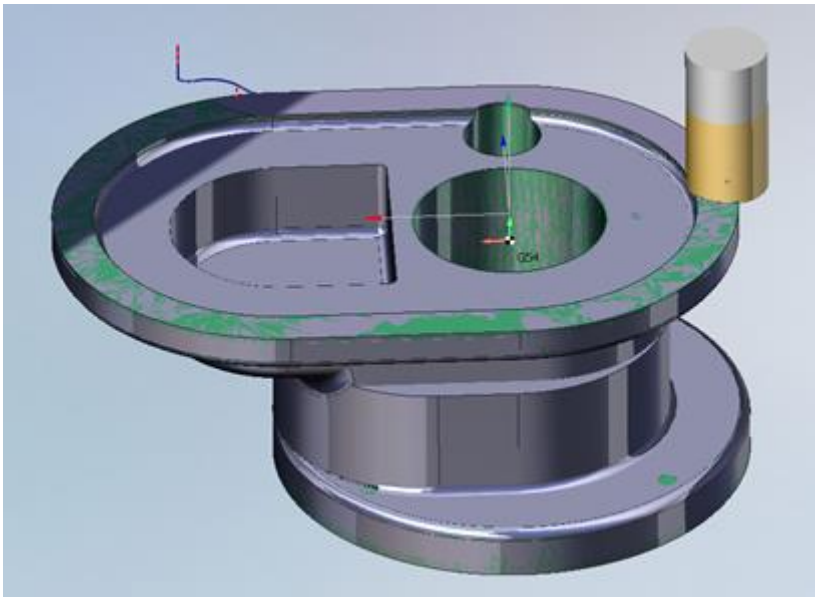


Рисунок 3 – Пример моделирования обработки приведенных фрагментов управляющей программы

Изучение разделов дисциплины «Программирование обработки на станках с числовым программным управлением», связанных с приобретением знаний, умений и навыков работы с CAM-системами, направлено на формирование компетенций, которые помогут будущему молодому специалисту успешно программировать обработку деталей на станках с

числовым программным управлением с использованием автоматизированных систем подготовки управляющих программ.

Список литературы

1. Обзор российского рынка CAM за 2016 год / Андрей Ловыгин. – Информационно- аналитический журнал «Планета CAM», 2017. – Режим доступа: http://planetacam.ru/articles/market/obzor_rossiyskogo_rynka_cam_za_2016_god/.

2. Терентьев А.А. Применение CAM-системы SprutCAM в технической подготовке высокотехнологического производства / А.А. Терентьев // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2017. – С. 326-328.

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ В КОНСТРУКЦИИ ЛЫЖНОГО ШАССИ САМОЛЕТА

Топильский В.В., Орленко А.А.,
Горбунов А.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Самолётные лыжи относятся к взлетно-посадочным устройствам при эксплуатации ВС зимой в течение снегового периода.

Необходимость применения лыж вызвана проваливанием на снеговом покрове колёс под действием веса ВС из-за слишком высокого удельного давления пневматиков на поверхность снежного покрова.

Широкое применение данного типа взлетно-посадочных устройств возможно на ВС для МВЛ в течение зимнего периода в северных регионах России.

По внешнему виду лыжи представляют конструкцию обтекаемой формы, представленную на рисунке 2.1.

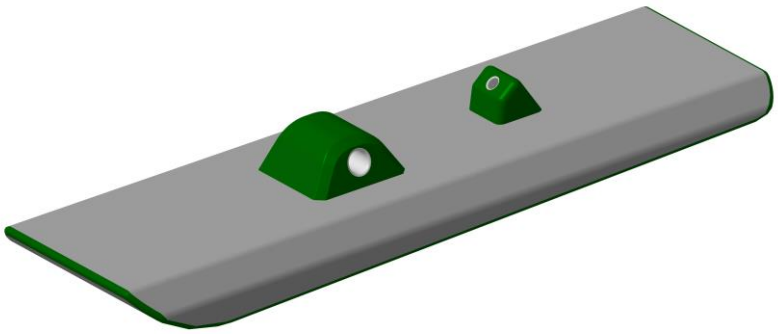
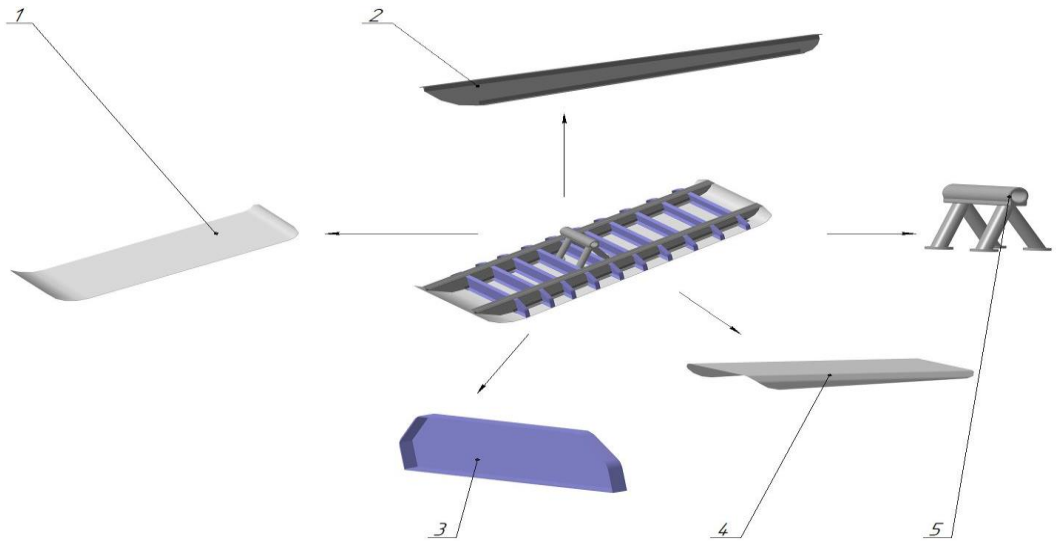


Рисунок 1 – Самолётная лыжа

Конструкция носовой лыжи с площадью опорной поверхности $S_{пов.}$ = 1,35 м^2 для ВС с максимальной взлётной массой ($m_{взл.}$) 23500 кг представлена на рисунке 2. Основными конструктивными элементами такой лыжи являются: скользящая поверхность 1, обшивка, 2 лонжерона, 10 шпангоутов, кабан.



1– скользящая поверхность (полоз); 2– лонжерон; 3– шпангоут; 4– обшивка; 5– кабан

Рисунок 2 – Основные элементы лыжи

Полоз лыжи является нижней рабочей поверхностью. Материалом для полоза служит лист из титанового сплава марки ВТ-6 толщиной 2 мм, покрытый сверхвысокомолекулярным полиэтиленом (СВМПЭ). Титан имеет высокую прочность, низкую чувствительность к водороду, низкую склонность к коррозии и высокую технологичность. Также конструкции с применением данного материала отличаются небольшим весом. Покрытие из СВМПЭ улучшает показатели скольжения изделия и защищает его от преждевременного истирания, а также имеет высокие показатели морозостойкости и хорошо выдерживает ударные нагрузки.

Лонжерон лыжи сборной конструкции, состоит из стенки, верхнего пояса и нижнего пояса. Пояса изготовлены из дюралюминиевых прессованных уголков, стенка – сплошная из дюралюминия марки Д16Т толщиной 3 мм.

Шпангоуты изготавливают из листового дюралюминия толщиной 3 мм методом штамповки.

Обшивка изготовлена из дюралюминиевого листа толщиной 1 мм, крепится к каркасу с помощью заклёпок.

Кабан является устройством крепления лыжи к стойке шасси и представляет собой сварную ферменную конструкцию из титановых труб. Состоит из втулки, раскосов, подкосов, косынок и башмаков, которыми кабан укреплён на полозе лыжи.

Нанесение на деталь покрытия из «СВМПЭ»

Основные свойства и преимущества данного типа покрытия

В последние годы наблюдается повышенный интерес к новым синтетическим полимерам, которые обладают рядом уникальных свойств. Этому в значительной степени способствует разработка и внедрение новейших

каталитических систем. что позволяет получить целый ряд высоко- и сверхвысокомолекулярных полимеров, обладающих свойствами, отсутствующими у более низкомолекулярных продуктов. Среди данных полимеров наибольший интерес вызывает сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) ввиду наличия целого коплекса ценных свойств.

К СВМПЭ относят полиэтилены (ПЭ), обладающие молекулярными массами (ММ) более $1{,}5 \cdot 10^6$. Изделия, полученные из СВМПЭ, характеризуются низким коэффициентом трения, а также высокой износостойкостью. Кроме того, они обладают высокой стойкостью к действию агрессивных сред, а также повышенной морозостойкостью.

В то же время данный полимер имеет следующие недостатки:

- сверхвысокая ММ полимера является причиной ограничения его в переработке;
- высокая вязкость расплава не позволяет использовать обычные для термопластов методы переработки.

СВМПЭ может перерабатываться следующими методами:

- спекание;
- прессование;
- гель-формование;
- рэм-экструзия;
- напыление методами электростатического и горячепламенного напыления.

СВМПЭ используется там. где обычные марки ПЭ и многие другие полимеры не выдерживают жёстких условий эксплуатации. СВМПЭ может выступать в качестве заменителя более дорогостоящих материалов, таких как сталь, бронза, полиамиды, фторопласты, а может являться технически необходимым, т.е. единственно пригодным для данной цели материалом.

До недавнего времени титано–магниевый катализатор (ТМК) для производства СВМПЭ поставлялся в Россию из-за рубежа. Однако в последние годы в институте катализа им. Г. К. Борескова СО РАН был разработан отечественный аналог ТМК ИКТ-8-20, который позволяет получить СВМПЭ с необходимым значением ММ.

Промышленное производство СВМПЭ в России пока не налажено, однако потребность в нём велика. По оценкам экспертов общая мировая потребность в СВМПЭ составляет от 140 до 150 тыс. т/год, и в мире уже есть несколько крупных производителей, которые эту потребность закрывают. Так, некоторыми поставщиками предлагается ряд марок СВМПЭ зарубежного производства под торговым названием CTSTILENE.

В России опытные образцы СВМПЭ получены на территории Северной площадки Томской особой экономической зоны в ООО «Научно-исследовательская организация «Сибур-Томскнефтехим» (НИОСТ), входящем в структуру ОАО «СИБУР Холдинг».

Описание методики плазменного напыления

При плазменном способе нанесения покрытий напыляемый материал разогревается до жидкого состояния и переносится на обрабатываемую поверхность при помощи потока плазмы с высокой температурой. Напыляемый материал выпускается в виде прутков, порошков или проволоки. При напылении СВМПЭ на скользящую поверхность лыжи будет использоваться порошковый способ.

Уникальность метода плазменного напыления заключается в высокой температуре (до 50 тыс. градусов по Цельсию) плазменной струи и высокой скорости (до 500 м/с) движения порошка в струе. Нагрев же напыляемой поверхности невелик и составляет не более 200 °С.

Производительность плазменного напыления составляет от 3 до 20 кг/ч для плазмотронных установок мощностью от 30 до 40 кВт и от 50 до 80 кг/ч для оборудования мощностью от 150 до 200 кВт.

Прочность сцепления покрытия с поверхностью детали в среднем равна от 10 до 55 МПа на отрыв, а некоторых случаях — до 120 МПа. Пористость покрытия находится в пределах от 10 до 15%. Толщина покрытия обычно не более 1 мм, так как при ее увеличении в напыляемом слое возникают напряжения, стремящиеся отделить его от поверхности детали.

Плазменно-дуговое напыление в сочетании с одновременной обработкой поверхности вращающейся металлической щеткой позволяет уменьшить пористость покрытия до 1-4%, а общую толщину напыления увеличить до 20 мм.

Плазмообразующими газами служат азот, гелий, аргон, водород, их смеси и смесь воздуха с метаном, пропаном или бутаном.

Для плазменного напыления используют проволоку, в том числе порошкового типа, порошки из черных и цветных металлов, никеля, молибдена, хрома, меди, оксиды металлов, карбиды металлов и их композиции с никелем и кобальтом, сплавы металлов, композиционные материалы (никель-графит, никель-алюминий и др.) и механические смеси металлов, сплавов и карбидов. Регулирование режима напыления позволяет наносить как тугоплавкие материалы, так и легкоплавкие.

Основой для плазменного напыления могут служить металлы и неметаллы (пластмасса, кирпич, бетон, графит и др.). Для нанесения покрытий на небольшие поверхности применяется микроплазменный способ напыления, который позволяет сэкономить потери напыляемого материала (ширина напыления 1-3 мм).

С целью повышения адгезии напылённых покрытий, защиты от окисления, уменьшения пористости используется метод плазменного напыления в защитной среде (вакуум, азот, смесь азота с аргоном и водородом) и с применением специальных сопел, закрывающих область между распылителем и обрабатываемой поверхностью. Перспективным направлением в технологии плазменного напыления является сверхзвуковое напыление.

Процесс плазменного напыления включает 3 основных этапа:

1) Подготовка поверхности.

2) Напыление и дополнительная обработка покрытия для улучшения свойств.

3) Механическая обработка для достижения чистовых размеров.

Предварительные размеры поверхностей под напыление должны быть определены с учетом толщины напыления и припуска на последующую механическую обработку. Переходы поверхностей должны быть плавными, без острых углов, во избежание отслаивания покрытия. Отношение ширины паза или диаметра отверстия к его глубине должно быть не меньше 2.

Детали перед напылением должны быть тщательно очищены и обезжирены. Ремонтные детали, имеющие замасленные пазы или каналы, следует нагреть в печи при температуре 200-340 град. в течение 2-3 часов для выпаривания масла.

Далее производится активация поверхности — придание ей определенной шероховатости для обеспечения адгезии. Активацию производят при помощи обдува детали сжатым воздухом с абразивом или нарезанием рваной резьбы.

Абразив выбирают зернистостью от 80 до 150 по ГОСТ3647, или применяют чугунную/стальную дробь ДЧК, ДСК №01-05 по ГОСТ 11964.

Металлическая дробь не применяется для обработки жаростойких, коррозионно-стойких сталей и цветных металлов и сплавов, т. к. может вызвать их окисление.

Шероховатость поверхности под плазменное напыление должна составлять от 10 до 60 Rz, поверхность должна быть матовой.

Поверхности, не подлежащие абразивной обработке, защищают экранами. Зона обдува на 5+/-2 мм должна быть больше, чем номинальный размер напыленной поверхности.

Тонкие детали закрепляют в приспособлениях с целью предотвращения их коробления во время обработки.

Расстояние от сопла до детали при абразиво-струйной обработке должно находиться в пределах от 80 до 200 мм, меньшие значения принимают для более твердых материалов, большие — для мягких. После этого детали обеспыливают путем обдува сжатым воздухом.

Промежуток времени между очисткой и напылением должен составлять не более 4 ч, а при напылении алюминия и других быстро окисляющихся материалов — не более часа.

Для плазменного напыления следует применять порошки одной фракции, форма частиц — сферическая. Оптимальный размер частиц для металлов составляет около 100 мкм, а для керамики — от 50 до 70 мкм. В случае, если порошки хранились в негерметичной таре, их нужно прокалить при температуре от 120 до 130 градусов в течение 1,5-2 ч в сушильном шкафу.

Те части детали, которые не подвергаются напылению, защищают экранами из асбеста или металла, или обмазками.

Предварительный подогрев детали перед напылением осуществляют плазмотроном до температуры от 150 до 180 градусов.

Режимы обработки определяют опытным путем. Средние значения режимов плазменного напыления следующие:

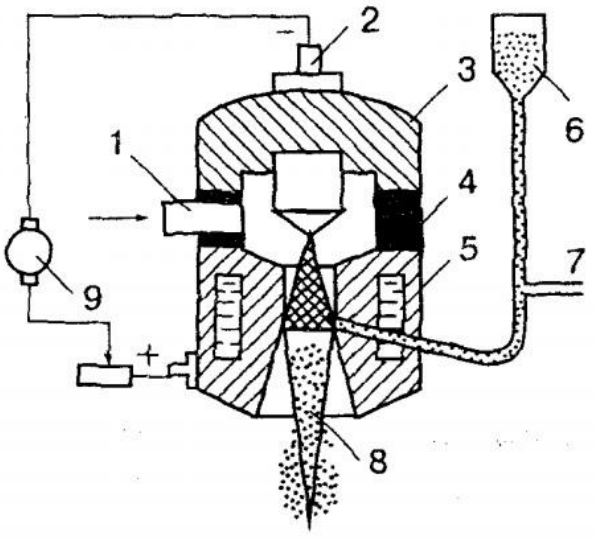
1) расстояние от сопла до детали — от 100 до 150 мм;
2) скорость струи — от 3 до 15 м/мин;
3) скорость вращения детали — от 10 до 15 м/мин;

4) угол напыления — от 60 до 90 градусов.

Общую толщину покрытия набирают несколькими циклами с перекрытием полос напыления на 1/3 диаметра пятна напыления.

После напыления деталь снимают с плазмотрона, удаляют защитные экраны и охлаждают до комнатной температуры.

Принципиальная схема плазменного порошкового напыления представлена на рисунке 3.



1 – подвод плазмообразующего газа, 2 – катод плазмотрона, 3 – корпус катода, 4 – изолятор, 5 – корпус анода, 6 – порошковый питатель, 7 – подвод газа-носителя порошка, 8 – плазменная дуга, 9 – источник питания.

Рисунок 3 – Принципиальная схема плазменного порошкового напыления.

На рисунке 4 показана структура нанесённого покрытия. Данная структура является пористой и имеет следующие положительные свойства:

– значительная диффузионная проницаемость;

– высокие адсорбционные свойства;

– малая теплопроводность.

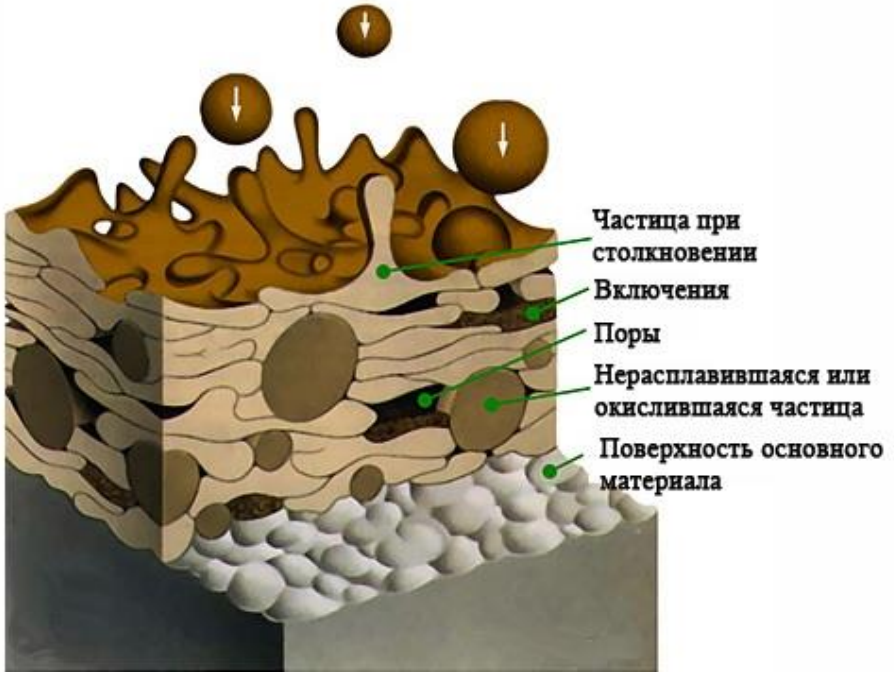


Рисунок 4 – Структура покрытия, напыленного плазменным способом.

На основе вышеизложенных материалов можно сделать вывод, что благодаря методам, применённым в изготовлении полоза лыжи, обеспечивается высокая технологичность изделия, значительно увеличивается ресурс, а также улучшаются его эксплуатационные свойства.

Список литературы

1. Горбунов, А. А. Использование технологий САПР при проектировании сложных технических авиационных изделий [Электронный ресурс] / Горбунов А. А., Припадчев А. Д. // Высокие технологии, экономика, промышленность : сб. ст. Тринадцатой Междунар. науч.-практ. конф. "Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике", 24-26 мая 2012 г., Санкт-Петербург / Ин-т прикладных исследований и технологий [и др.]; под ред. А. П. Кудинова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Из-во Политехн. ун-та,2012. - Т. 1. - С. 50-52. - 3 с.

2. Корнев Е.П. Барвинок В.А., Пытьев П.Я., Основы технологии производства летательных аппаратов. -М. Машиностроение, 1995.-400с.

3. Шульженко М.Н. Конструкция самолетов. - М. Машиностроение, 1971.-416с.

АЛГОРИТМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Трипкош В.А., канд. техн. наук, доцент, Акимов С.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В силу многообразия приложений распознавание образов, как научно-практическая задача, не имеет универсальных решений. Поэтому, буквально с самого начала развития этого научного направления, в рамках кибернетики, рассматривались самые различные подходы к реализации процесса автоматического распознавания образов.

«Единой теории распознавания образов, включающей все главные разделы, нет, ибо каждой области применения свойственны одной ей присущие особенности, в расчете на которые и строится соответствующий подход» [1, с. 7].

С учетом все более расширяющейся практики использования в промышленности сложных технических систем (СТС), при управлении которыми без автоматического распознавания образов (объектов, процессов, состояний, ситуаций), очевидно, не обойтись. Более того, в силу большого числа входящих в такую систему разнородных частей (элементов) и сложности функционирования, придется комбинировать (комплексировать) самые различные технологии машинного распознавания.

При практической реализации систем автоматического распознавания образов, наряду с проблемой выбора системы признаков, оптимально описывающей образы, выделяют проблему построения оптимальных решающих процедур (алгоритмов), необходимых для распознавания образов.

Целью настоящей статьи является проведение анализа известных алгоритмов принятия решений в интересах их практической реализации в комбинированных системах автоматического распознавания в составе СТС.

Авторы ряда публикаций, например [2, 3, 4], дают различную классификацию методов распознавания образов. Некоторые авторы выделяют параметрические, непараметрические и эвристические методы, другие авторы при классификации методов распознавания исходят из исторически сложившихся школ и направлений в данной области.

Обобщая различные подходы среди методов распознавания образов можно выделить:

– статистические методы;

– правила «голосования».

– непараметрические методы;

– алгоритмы, базирующиеся на предположениях о классе решающих функций;

– логические алгоритмы;
– лингвистические (синтаксические или структурные) методы;
– коллективы решающих правил;
– нейросетевые методы.

Статистические методы распознавания заимствованы из теории статистических решений и используют оценки плотностей распределения вероятностей значений признаков. Они основываются на байесовской процедуре принятия решений и предполагают определение отношения правдоподобия в различных точках многомерного признакового пространства. Статистические алгоритмы распознавания будут эффективны в случаях, когда имеются сведения о законах распределения вероятностей значений признаков классов. Так как в большинстве случаев такие сведения могут быть получены, по крайней мере, методом экспертных оценок, статистические (байесовские) алгоритмы имеют хороший шанс занять основное место в ряду алгоритмов принятия решений в комбинированных системах автоматического распознавания.

В случае распознавания ситуаций, как совокупности образов группы из N объектов, среди наиболее эффективных статистических методов следует отметить составные байесовские правила [2, 5]. При практической реализации составных байесовских процедур в комбинированной системе автоматического распознавания, их известный недостаток, заключающийся в большой вычислительной сложности от входа N, может быть преодолен с помощью, предложенного в работе [6], граф-схемного метода сокращения объема вычислений.

Принцип работы алгоритмов вычисления оценок (правил «голосования») основан на вычислении оценок сходства распознаваемого и эталонного объектов в системе подмножеств заданного множества признаков. Особенностью правил «голосования» является принципиально другой способ оперирования описаниями признаков объектов. Для алгоритмов вычисления оценок объекты одновременно присутствуют в самых разных подпространствах признакового пространства, при этом оценка сходства объектов рассчитывается сопоставлением определенных или всех возможных сочетаний признаков, входящих в описания объектов.

Среди правил «голосования» наиболее подходящим для практической реализации в комбинированных системах автоматического распознавания образов представляется алгоритм обобщенного голосования [2], который предполагает разбиение всего диапазона значений каждого t-го признака (из всех T признаков словаря) на Q_t градаций, характеризующихся коэффициентами λ_{iqt}. Коэффициент λ_{iqt} представляет собой вероятность того, что при предъявлении к распознаванию объекта i-го класса (из всех M классов алфавита) измеренное значение t-го признака окажется в его q-ой области. Принятие решения о классе распознаваемого объекта принимается в соответствии с выражением:

$$i = \arg\max_i \left\{ \log P(A_i) + \sum_{t=1}^{T} \sum_{q=1}^{Q_t} \delta_{tq} \cdot \log \lambda_{iqt} \right\},$$

где $P(A_i)$ – априорная вероятность предъявления к распознаванию объекта класса $A_i \in \{A_1, A_2, ..., A_M\}$;

$$\delta_{tq} = \begin{cases} 1, \text{ если значение } t\text{-го признака попало в } q\text{-ю градацию;} \\ 0, \text{ в противном случае;} \end{cases}$$

$\log(\cdot)$ – означает операцию логарифмирования выражения $(\cdot)$ по любому основанию.

Непараметрические методы распознавания применяются, когда законы распределения вероятностей значений признаков классов неизвестны и нет возможности предположить их характер. К этим методам относятся методы: многомерных гистограмм, «k-ближайших соседей», евклидова расстояния, потенциальных функций и др. В комбинированных системах автоматического распознавания непараметрические методы, в силу своих особенностей могут выполнять хотя и вспомогательную роль, но очень важную роль. Например, могут дублировать работу основных алгоритмов с целью исключения или минимизации ошибок распознавания в случаях преднамеренных или непреднамеренных искажений значений признаков классов. Причинами искажений признаков для таких представителей СТС, как, например, беспилотные транспортные средства, могут быть снег, туман, грязь, существенно затрудняющие получение информации о дорожной разметке, дорожных знаках и др.

В группе алгоритмов, базирующихся на предположениях о классе решающих функций, принимается общий вид решающей функции и задается функционал ее качества. Вследствие этого по некоторой обучающей последовательности определяется оптимальное приближение решающей функции. Среди решающих функций самыми распространенными считаются их представления в виде линейных и обобщенных нелинейных полиномов. Данные алгоритмы в силу тех же причин, что и у непараметрических методов, в комбинированных системах автоматического распознавания могут выполнять также вспомогательную роль.

Логические алгоритмы распознавания образов основываются на аппарате алгебры логики и оперируют информацией, как о значениях отдельных признаков, так и о сочетаниях значений признаков. В логических методах значения признаков классов рассматриваются как элементарные события. Последовательная схема процедуры принятия решений в ходе работы логических алгоритмов может способствовать накоплению ошибки в случае неверной идентификации образа на начальных этапах. Следовательно, логические алгоритмы должны дополняться другими разновидностями решающих правил при их использовании в комбинированных системах автоматического распознавания.

Лингвистические методы распознавания базируются на использовании

специальных грамматик (правил построения объектов из непроизводных элементов) порождающих языки, с помощью которых описываются свойства распознаваемых объектов. Использование лингвистических методов целесообразно при автоматическом распознавании «пространственных сцен» [1].

Коллективы решающих правил, по сути, уже являются комбинированными алгоритмами. В этом случае в алгоритме распознавания применяется двухуровневая решающая схема. На первом уровне используются любые алгоритмы распознавания, частные решения которых объединяются на втором уровне схемы. Способы такого объединения могут быть основаны на назначении областей компетентности конкретного частного алгоритма и построении для каждой из областей собственного алгоритма распознавания.

Нейросетевые методы базируются на применении различных разновидностей нейронных сетей. Они обеспечивают быстрое и надежное распознавание образов в виде изображений, но данные методы требуют реализации процедур обучения. Кроме того, для нейросетевых методов характерны проблемы с распознаванием образов в условиях шумов (помех). Поэтому в комбинированных системах автоматического распознавания нейросетевые методы должны дополняться другими разновидностями алгоритмов принятия решений.

Таким образом, проведенный анализ алгоритмов принятия решений свидетельствует о том, что, в силу их особенностей, распознавание образов (объектов, процессов, состояний, ситуаций) в сложных технических системах должно быть организовано, как комбинированный процесс. При этом в зависимости от области применения комбинированной системы машинного распознавания, в качестве базовых алгоритмов могут быть использованы нейросетевые методы, статистические байесовские методы, методы «голосования» или коллективы решающих правил. В качестве вспомогательных решающих процедур, позволяющих повысить достоверность распознавания образов в особых случаях, могут быть задействованы непараметрические методы или логические алгоритмы.

Список литературы

1 Дуда, Р., Харт, П. Распознавание образов и анализ сцен / Р.О. Дуда, П.Е. Харт. Перевод с англ. Г.Г. Вайнштейна и А.М. Васьковского. Под ред. В.Л. Стефанюка. – Москва: Мир, 1976. – 511 с.

2 Горелик, А.Л. Селекция и распознавание на основе локационной информации / А.Л. Горелик, Ю.Л. Барабаш, О.В. Кривошеев, С.С. Эпштейн. – Москва: Радио и связь, 1990. – 240 с.

3 Лифшиц Ю. Статистические методы распознавания образов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://yury.name/modern/07modernnote.pdf, своб.

4 Попова, Л.П. Обзор существующих методов распознавания образов / Л.П. Попова, И.О. Датьев // Информационные технологии в региональном развитии. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. – Вып. VII. – С. 93–103.

5 Трипкош, В.А. Моделирование процесса распознавания производственных ситуаций в информационно-управляющих системах предприятий и организаций / В.А. Трипкош // Актуальные проблемы экономической деятельности и образования в современных условиях : Оренбургский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2017. С. 199–204.

6 V.N. Shepel`, N.V. Speshilova, V.A. Tripkosh, R.R. Rakhmatullin. (2019). Synthesis Method of Flash Graphs for Optimal Search of Manufacturing Subsystems Recognised on Basis of Composite Bayes Task Solution. TEM Journal, 8(1), 144–149. – URL: http://www.temjournal.com/content/81/TEMJournalFebruary2019_144_149.pdf. – DOI:10.18421/TEM81–20.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Тугов В.В., канд.техн.наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Изучение процессов теплообмена является одним из основных разделов современных исследований в авиационной, космической и других отраслях промышленности [1,2]. Как известно, многие производственные процессы в той или иной степени связаны с изменением температурного состояния и переноса теплоты. Следует отметить, что исследования кинетики целого ряда физических и химико-технологических процессов аналогичны задачам стационарной и нестационарной теплопроводности.

Задачи теплопереноса для многослойных конструкций сферической формы относятся к задачам с граничными условиями четвертого рода. В связи с развитием высокотемпературной теплофизики они приобретают первостепенное значение при проведении тепловых и прочностных расчетов конструкций авиационной и космической техники, расчетов многослойных композиционных материалов, широко применяемых во многих отраслях промышленности [3,4]. Следует отметить, что для получения многослойных материалов с заданными свойствами наилучшим образом подходят аналитические решения, т.к. они в явном виде содержат основные физические параметры (температуропроводность, теплоемкость, теплопроводность и др.).

В работе разрабатываются и исследуются математические модели, информативные в отношении фундаментальных основ теплообменных процессов. Для достижения цели, предлагается применить метод конечных интегральных преобразований и метод изотермических поверхностей, которые дают возможность решать задачи связанные с получением многослойных структур с учетом фазовых переходов.

В процессе производства многослойных конструкций сферической формы необходимо соблюдать определенные технические и технологические требования, учитывать выделения тепла при полимеризации. Так, например, если не учитывать выделение теплоты полимеризации, то это вызывает изменения температурного режима производства и появления при остывании остаточных термонапряжений и деформаций.

Температурный процесс полимеризации включает в себя три этапа (режима): I – режим предварительного нагрева; II – режим полимеризации; III – режим охлаждения.

На каждом из этапов определяются скорости возрастания температуры и соответствующие температурные режимы. Своеобразие теплофизических процессов на каждом из этапов создает необходимость использования

различных математических моделей, при чем в начале разрабатываются модели для первого и третьего этапа, а затем на их основе создаются модели для второго этапа [5].

На первом этапе производства многослойных конструкций методом полимеризации протекает невзаимосвязанный тепломассообмен. Поэтому отдельно рассматриваются теплообмен и отдельно массообмен, хотя они решаются по одной и той же схеме. В работе рассмотрим теплообмен.

Как известно, математическая модель теплообмена в многослойных конструкциях сферической формы описываются дифференциальными уравнениями в частных производных параболического типа и имеют вид (центральная симметрия) (рисунок 1):

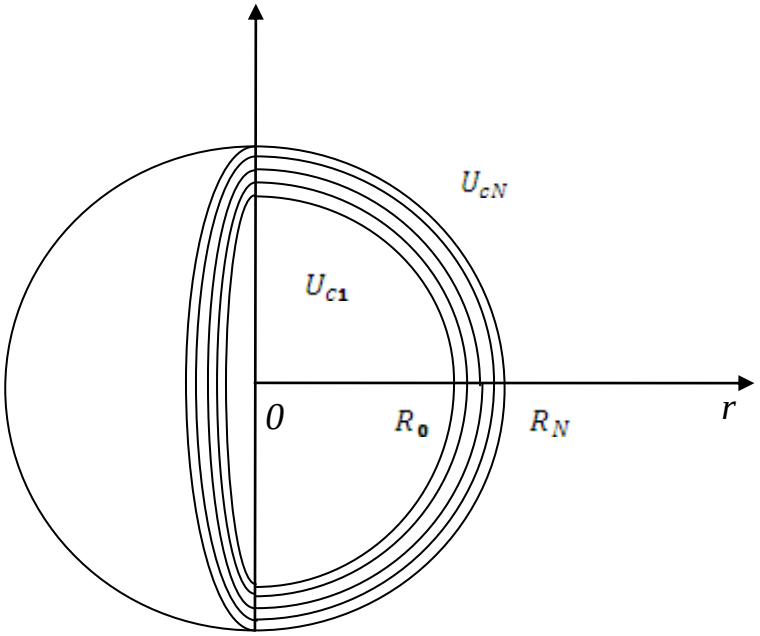


Рисунок 1 – N- слойный шар

$$\frac{\partial U_i(r_i,\tau)}{\partial \tau} = a_i^2\left(\frac{\partial^2 U_i(r_i,\tau)}{\partial r_i^2} + \frac{2}{r_i}\frac{\partial U_i(r_i,\tau)}{\partial r_i}\right) + \frac{q_i}{c_i\rho_i}; \quad (1)$$

$$i = 1,2,\ldots,N,\ R_{i-1} \le r_i \le R_i,\ \tau > 0;$$

с начальными условиями: $U_i(r_i,0) = f_i(r_i);$ (2)

и граничными условиями: $\lambda_1 \frac{\partial U_1(R_0,\tau)}{\partial r_1} - \alpha_1\left[U_1(R_0,r) - U_{c1}\right] = 0;$ (3)

$$\lambda_N \frac{\partial U_N(R_N,\tau)}{\partial r_N} - \alpha_N\left[U_N(R_N,r) - U_{cN}\right] = 0; \quad (4)$$

и с условиями сопряжения

$$U_j(R_j,\tau) = U_{j+1}(R_j,\tau);\ \lambda_j \frac{\partial U_j(R_j,\tau)}{\partial r_j} = \lambda_{j+1}\frac{\partial U_{j+1}(R_j,\tau)}{\partial r_{j+1}}; \quad (5)$$

$$j = 1,2,\ldots,N-1,$$

где U_i – температура внутренней поверхности изделия; r_i – текущий радиус слоев; τ – время; a_i^2 – температуропроводность слоя; q_i – мощность источника; c_i – удельная теплоемкость слоя; ρ_i –плотность материала слоя; N – количество слоев; R_i – радиусы слоев; λ_i – коэффициент теплопроводности слоев; R_0 – радиус поверхности внутреннего слоя; α_i –коэффициент теплового взаимодействия поверхностного слоя со средой; U_{c1} – температура вне внутреннего слоя; R_N – радиус поверхности внешнего слоя; U_N – температура внешней поверхности изделия; U_{cN} – температура вне внешнего слоя изделия.

Для решения задач теплопроводности в многослойных телах с неоднородными граничными условиями используют алгебраическую сумму решения стационарной задачи теплопроводности с неоднородными граничными условиями и нестационарной задачи теплопроводности с однородными граничными условиями, т.к. непосредственное решение исходной задачи приводит к медленно сходящимся рядам, что удлиняет расчеты [6].

Решение задачи (1)-(5) ищем в виде

$$U_i(r_i,\tau) = S_i(r_i) + P_i(r_i,\tau),\ i = 1,2,\ldots,N, \qquad (6)$$

В итоге решение исходной задачи (1)-(5) имеет следующий вид:

$$U_i(r_i,\tau) = A_i + \frac{B_i}{r_i} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_{in}\sin\left(\frac{\mu_n r_i}{a_i} + \varphi_{i,n}\right) e^{-\mu_n^2 \tau} \sum_{m=1}^{N} \frac{\lambda_m}{a_m^2} c_{m,n}}{0{,}5 \sum_{m=1}^{N} \frac{\lambda_m}{a_m^2} c_{m,n}^2} \times$$

$$\times \frac{\int_{R_{m-1}}^{R_m} r_m \left[f_m(r_m) - A_m - \frac{B_m}{r_m} \right] \sin\left(\frac{\mu_n r_m}{a_m} + \varphi_{m,n}\right) dr_m}{\left\{ R_m - \frac{a_m}{\mu_n} \left[\sin\left(\frac{\mu_n R_m}{a_m} + \varphi_{m,n}\right) \cos\left(\frac{\mu_n R_m}{a_m} + \varphi_{m,n}\right) - \sin(\varphi_{m,n})\cos(\varphi_{m,n}) \right] \right\}}, \qquad (7)$$

где μ_n – корни характеристического уравнения;

φ – угол сечения изделия сферической формы.

На третьем этапе производства многослойных конструкций сферической формы происходит остывание многослойного шара с центральной симметрией от температуры полимеризации до температуры окружающей среды (цеха). Остывание начинается с внешней поверхности изделия с температуры полимеризации связующего до температуры окружающей среды (просто отключается электрообогрев и изделие вместе с установкой, внутри которого оно находится, остывает до температуры цеха).

$$\frac{\partial U_1(r,\tau)}{\partial \tau} = a_1^2 \left(\frac{\partial^2 U_1(r,\tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U_1(r,\tau)}{\partial r} \right),\ \tau > 0,\ R_0 \le r \le R_N; \qquad (8)$$

$$\frac{\partial U_2(r,\tau)}{\partial \tau} = a_2^2\left(\frac{\partial^2 U_2(r,\tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial U_2(r,\tau)}{\partial r}\right),\ \tau > 0,\ R_N \le r \le \infty; \quad (9)$$

с начальными условиями: $U_1(r,0) = f(r) = U_1,\ \ U_2(r,0) = U_c;$ (10)

и граничными условиями: $-\lambda_1 \frac{\partial U_1(R_N,\tau)}{\partial r} = -\lambda_2 \frac{\partial U_2(R_N,\tau)}{\partial r};$ (11)

$$U_1(R_N,\tau) = U_2(R_N,\tau), \quad (12)$$

где r – переменная в радиальном направлении;

λ_1 – теплопроводность изделия;

λ_2 – теплопроводность среды;

U_c – температура внешней среды (цеха) ($(U_c < U(r,\tau))$).

Решение задачи (8)-(12) ищем в виде стационарной и нестационарной составляющих:

$$U(r,\tau) = S(r) + P(r,\tau), \quad (13)$$

Решение получено методом конечных интегральных преобразований. Переходя к оригиналу, решение исходной задачи (8)-(12) получим в виде:

$$U(r,\tau) = A + \frac{B}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_{1n}\sin\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right) e^{-\mu_n^2 \tau}\ \frac{\lambda_1}{a_1^2} c_{1,n}}{0{,}5\frac{\lambda_1}{a_1^2} c_{1,n}^2} \times$$

$$\times \frac{\int_{R_0}^{R_N} r\left[f(r) - A - \frac{B}{r}\right]\sin\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right) dr}{\left\{r - \frac{a_1}{\mu_n}\left[\sin\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right)\cos\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right) - \sin(\varphi_{1,n})\cos(\varphi_{1,n})\right]\right\}}, \quad (14)$$

Для решения задачи второго этапа используем метод изотермических поверхностей, а также математические модели задач первого и третьего этапов и их аналитические решения.

Математическая модель теплообмена в полимеризованном слое (центральная симметрия) изделия полой сферической формы имеет вид:

$$\frac{\partial U_1(r,\tau)}{\partial \tau} = a_1^2\left(\frac{\partial^2 U_1(r,\tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial U_1(r,\tau)}{\partial r}\right), \quad \tau > 0, \quad R_0 \le r \le R_N, \quad (15)$$

$$\frac{\partial U_2(r,\tau)}{\partial \tau} = a_2^2\left(\frac{\partial^2 U_2(r,\tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial U_2(r,\tau)}{\partial r}\right),\ \tau > 0,\ R_N \le r \le \infty; \quad (16)$$

с начальными условиями: $U_1(r,0) = f(r) = U_1,\ \ U_2(r,0) = U_c;$ (17)

и граничными условиями: $-\lambda_1 \frac{\partial U_1(R_N,\tau)}{\partial r} = -\lambda_2 \frac{\partial U_2(R_N,\tau)}{\partial r};$ (18)

$$U_1(R_N,\tau) = U_2(R_N,\tau). \quad (19)$$

Аналитическое решение задачи третьего этапа производства ищется в виде стационарной и нестационарной составляющих:

$$U(r,\tau) = S(r) + P(r,\tau). \quad (20)$$

$$S(r,\tau) = U_1(r,\tau) - \frac{B}{R_0}\left(\frac{\lambda_1}{\alpha_1 R_0} + 1\right), \quad (21)$$

где

$$B = \frac{U_{cN} - U_{1N}}{\frac{\lambda_1}{R_N}\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{R_N\alpha_1}\right) - \frac{\lambda_1}{R_0}\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{R_0\alpha_1}\right)}. \quad (22)$$

$$P(r,\tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_{1,n}\sin\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right) e^{-\mu_n^2\tau}\,\frac{\lambda_1}{a_1^2}c_{1,n}}{0{,}5\frac{\lambda_1}{a_1^2}c_{1,n}^2} \times$$

$$\times \frac{\int_{R_0}^{R_N} r\left[f(r) - A - \frac{B}{r}\right]\sin\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right)dr}{\left\{r - \frac{a_1}{\mu_n}\left[\sin\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right)\cos\left(\frac{\mu_n r}{a_1} + \varphi_{1,n}\right) - \sin(\varphi_{1,n})\cos(\varphi_{1,n})\right]\right\}}. \quad (23)$$

Для математического моделирования и решения нестационарной задачи теплообмена на втором этапе производства многослойных конструкций полой сферической формы использован метод изотермических поверхностей [7].

Сущность этого метода состоит в замене истинного распределения температуры $U_{k,n}$ внутри каждой области $D_{k,\tau}$ не стационарным, при фиксированных положениях границы $S_{i,\tau} : \xi_{i,n} = \xi_i(\tau_n),\ n = 1,2,3\ldots.$

Фиксируя произвольно положения границы $S_{i,\tau} : \xi_{i,n} = \xi_i(\tau_n),$ заменяем область непрерывного изменения этой границы дискретным множеством $\{\xi_{i,n}\},$ представляющим возрастающую и ограниченную сверху последовательность.

Полученная математическая модель совпадает с (1)-(5) и задача в этой зоне решается методом интегральных преобразований и имеет вид 7.

Таким образом, полученные математические модели позволят с определенной степенью точности исследовать динамику теплообмена в

многослойных конструкциях сферической формы под действием заданных и изменяющихся во времени температур и граничных условий.

Список литературы

1. Козлов, В.Н. Управление энергосистемами. Часть 5. Математические модели и дифференциальные задачи теплофизических процессов в многослойных конструкциях с фазовыми переходами / В.Н. Козлов, И.А. Акимов. – Санкт-Петербург: 2007. - 204 С.

2. Акимов И.А. Исследование влияния погрешностей технологий на эксплуатационные характеристики авиаконструкций из композиционных материалов / И.А. Акимов, В.В. Тугов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 1. –С. 58-61.

3. Akimov, A.I., Mathematical models of heat exchange in multilayer constructions with various thermalphysic characteristics in industrial installations // A.I. Akimov, E.O. Karakulina, I.A. Akimov, V.V. Tugov // International Review on Modelling and Simulations. – 2018. – Т. 11. № 2. – pp. 59-66.

4. Тугов, В.В. Управление процессом теплообмена в многослойных конструкциях с фазовыми переходами / В.В. Тугов, И.А. Акимов // Автоматизация. Современные технологии. – 2017. – Т. 71. № 6. – С. 243-247.

5. Kozlov, V.N. Development of complex of mathematical models at production stages of multilayer structures of spherical shape by polymerization method / V.N. Kozlov, I.A. Akimov, V.V. Tugov, V.A. Urban // Actual Issues of Mechanical Engineering (AIME 2018) Proceedings of the International Conference. – 2018. – pp. 601-606.

6. Туголуков, Е.Н. Решение задач теплопроводности методом конечных интегральных преобразований / Е.Н. Туголуков. – Тамбов: Издательство ГТУ, 2005. – 174 с.

7. Шафеев, М.Н. О сходимости метода изотермических поверхностей / М.Н. Шафеев // ВИНИТИ. – 6597-1386. – Уфа: 1986.- 12 с.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА ГАЗОВЫХ ХРАНИЛИЩАХ

Ульянова Т.С., Акимов С.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Автоматизированные системы управления играют далеко не последнюю роль в организации деятельности современного предприятия. Без применения подобных систем в условиях современной рыночной экономики управление фирмой было бы не эффективным. Именно благодаря АСУ повышается обоснованность управленческих решений. Данные системы служат для сбора информации, ее обработки, анализа, хранения, прогнозирования новых данных на основе имеющихся, а также выполняет другие функции. Ввод автоматизированной системы управления позволит предприятию сэкономить на численности персонала, усовершенствовать хозяйственные операции, а, следовательно, повысить их эффективность и результативность, что в конечном итоге приведет к повышению качества управления и функционирования объекта в целом.

При принятии управленческих решений руководителю крайне важно иметь «под рукой» всю необходимую информацию. Но не менее важно иметь только достаточную информацию. Избыточная информации маскирует ключевую информацию, снижает качество и оперативность принимаемых решений. Ну и конечно важно получать информацию не в виде огромных массивов данных, а в виде лаконичных таблиц, отображающих ключевую информацию, требуемую в данный момент.

Объектом исследования в работе является процесс планирования проведения пусконаладочных работ подземных хранилищ газа в рамках разработки программы и методики проведения испытаний (ПиМ), которые являются главными документами при сдаче объекта в эксплуатацию.

Прототип системы поддержки принятия решений при планировании ПНР предназначен для разработки программ и методик испытаний оборудования, представленного для проведения контрольных испытаний при сдаче объекта в эксплуатацию. Программно-аппаратная система позволит:

– сократить временные затраты и трудоемкость при разработке программы и методики испытаний, а также ППР;
– снизить влияние человеческого фактора;
– повысить качество и достоверность стандартной информации;
– облегчить добавление, хранение и обработку данных;
– повысить эффективность работы специалистов разработчиков документации.

Разрабатываемая СППР построена на основе эмпирической модели представления данных, а именно на основе продукционных правил. Данный

выбор был сделан на основании того, что продукционные модели можно считать наиболее распространенными. Продукционная модель – это модель, основанная на правилах, позволяющая представить знание в виде предложений типа «ЕСЛИ условие, ТО действие».

Достоинством продукционной модели являются:

- наглядность;
- высокая модульность;
- легкость модификации;
- простой механизм логического вывода.

Главной отличительной особенностью продукционных систем является способность осуществлять выбор правила из конфликтного множества в зависимости от определенных критериев и характеристик предметной области.

Содержимое рабочей памяти изменяется в процессе решения задачи. Это происходит по мере срабатывания правил. Правило срабатывает, если при сопоставлении фактов, содержащихся в рабочей памяти, с антецедентом анализируемого правила имеет место совпадение. Если условия истинны, продукция активируется. В противном случае происходит поиск подходящей продукции.

Рассмотрим продукционную систему, применительно к разрабатываемой СППР.

База знаний включает следующие продукционные правила:

ЕСЛИ A_0&B_0, ТО C_0,

ЕСЛИ A_1&B_1, ТО C_1,

ЕСЛИ A_2&B_2, ТО C_2,

ЕСЛИ C_0a, ТО D_0a,

ЕСЛИ C_1c, ТО D_1c,

ЕСЛИ A_0&B_0&C_0, ТО E_0,

ЕСЛИ A&B&C&D&E&H заполнены, ТО F,

ЕСЛИ F с вероятностью 0.92, ТО F_1 считается наилучшим,

ЕСЛИ F с вероятностью 0.78, ТО F_2 считается удовлетворительным, ИНАЧЕ F_3,

ЕСЛИ A_0, ТО проводятся G_1, иначе G_2,

ПНР. ЕСЛИ G_1 выполнены успешно, ТО подписывается H_7, ИНАЧЕ проводятся повторные испытания,

ПНР. ЕСЛИ G_2 выполнены успешно & подписан H_{10}, ТО подписывается H_{11}, ИНАЧЕ система не принята в эксплуатацию & проводятся повторные испытания,

где A_0 – A_2 – тип документа (0 – программа ПНР, 1 – методика ПНР, 2 – ППР);

B – действие с документом;

B_0 – B_1 – тип действия (0 – создать новый, 1 – открыть существующий);

C – тип системы;

C_0a – АСУ ТП, C_0b – КИП, C_0c – АСПСиКЗ, C_0d – другое;

C_1a – АСУ ТП, C_1b – КИП, C_1c – АСПСиКЗ, C_1d – другое;

C_2a – АСУ ТП, C_2d – другое;
D – нормативные документы;
D_0 – для программ ПНР;
D_1 – для методик испытаний;
D_2 – для ППР;
D_0a – АСУ ТП, D_0b – КИП, D_0c – АСПСиКЗ, D_0d – другое;
D_1a – АСУ ТП, D_1b – КИП, D_1c – АСПСиКЗ, D_1d – другое;
D_2a – АСУ ТП, D_2d – другое;
E – вид испытания оборудования;
E_0 – испытания АСУ ТП;
E_1 – испытания КИП;
E_2 – испытания АСПСиКЗ;
E_3 – другое;
H – вид акта;
H_0 – H_{11} – акты;
F – сформированный документ;
G – тип испытаний оборудования (G_1 – индивидуальные испытания, G_2 – комплексное опробование).

Структурная схема разрабатываемой системы, состоящая из нескольких взаимосвязанных блоков, представлена на рисунке 1.

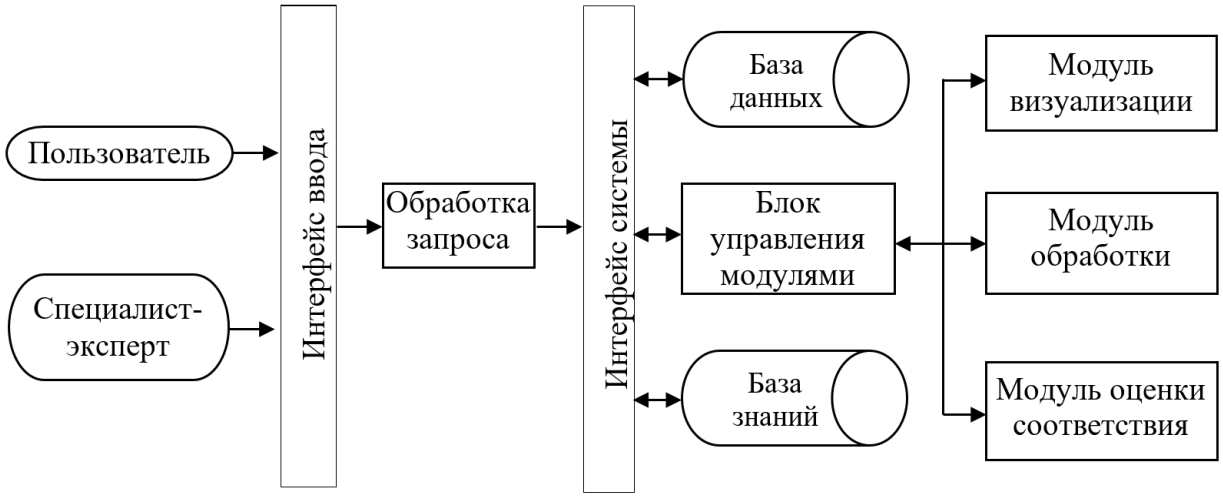


Рисунок 1 – Структурная схема

Разработанное программное средство позволяет сократить время на создание документа путем автозаполнения основных разделов. Таким образом, повышается эффективность работы, снижается степень участия человека, исключается вероятность неполноты разрабатываемого документа, пользователем может быть начинающий специалист. Документ создается не «с нуля», а в готовый шаблон, путем диалога с пользователем, заносится основная информация, характерная для объекта исследования. Помимо этого имеется единая база готовых программ и методик ПНР, нормативных документов, основного оборудования и способов проведения испытаний. Тем самым

значительно снижается этап разработки ПиМ ПНР, требующий большого внимания, концентрации и времени.

Список литературы

1. Бузинов, С.Н. Совершенствование системы контроля за эксплуатацией Карашурского ПХГ: достаточность и пути совершенствования / С.Н. Бузинов, А.С. Гарайшин, Р.А. Плотицин // Материалы Межд. конф. «Подземное хранение газа: надежность и эффективность». – М., 2016. – С. 192-211.

2. Кесельман, Т.С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Т.С. Кесельман, Э.А Махмудбеко. – М.: Недра, 2016. – 256 с.

3. Плюснин, И.И. Мобильная система диагностического обслуживания и мониторинга газопроводных систем / И.И. Плюснин, К.И. Бушмелева, П.Е. Бушмелев // Фундаментальные исследования. – 2016. – №1. – С. 61-63.

4. Ульянова, Т.С. Методика проведения пусконаладочных работ на газовых хранилищах. / Т.С. Ульянова, С.С. Акимов // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – 2019. – С. 989-992.

5. Ульянова, Т.С. Проектирование системы автоматизированного управления сборных пунктов скважин на подземном хранилище газа / Т.С. Ульянова, С.С. Акимов // В сборнике: Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии Сборник материалов IX Всероссийской конференции с международным участием, 2019. – С. 369-372.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Фролова О.А., канд. техн. наук, доцент,
Пояркова Е.В., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время использование современных информационных технологий позволяет изменить характер организации научно-исследовательской и образовательной деятельности, а также процессов восприятия информации, что, в свою очередь, способствует оптимизации и повышению эффективности обучения и информатизации общества.

Новые информационные технологии, несомненно, способствуют модернизации образования и появлению новых форм обучения, таких как самообучение и дистанционное обучение посредством онлайн-курсов, систем электронного обучения, электронных учебных пособий и методических рекомендаций, виртуальных лабораторных работ, компьютерных тренажеров, видео-уроков, использования видеоконференций (вебинаров), что, несомненно, повышает качество образования [1].

Таким образом, использование современных информационных технологий и внедрение инноваций в методологию научно-исследовательской и образовательной деятельности является весьма актуальной задачей при подготовке специалистов не только различных форм и направлений подготовки, но и различного уровня обучения.

Как известно, массовые открытые онлайн-курсы (сокр.: МООК; англ. Massive open online courses, MOOC) представляют собой информационную и образовательную технологию, позволяющую организовать обучение до нескольких десятков тысяч человек одновременно. На сегодняшний день МООК являются одной из наиболее современных форм дистанционного образования.

В настоящее время из большого круга образовательных ресурсов в России наиболее известны и популярны образовательные платформы Coursera, EdX, Stepic. Эти ресурсы объединяют более сотни университетов и образовательных организаций из различных стран мира и предлагают огромное количество онлайн-курсов по самым разнообразным направлениям: экономике, юриспруденции, математике, прикладной механике, физике, строительным конструкциям, авиастроению, педагогике и многим другим.

Сегодня достаточно успешно развиваются российские образовательные онлайн-проекты на обучающих платформах, такие как «Универсариум», «Лекториум», «Uniweb», «Открытое образование», «Internet Urok», «Lend Wings», «Деловая среда», «TeachPro», «Web.University», «Мегапрорыв»,

«Постнаука» и другие. Некоторые платформы бесплатны, а некоторые работают по подписке. Одни проводят обучение только онлайн, другие работают и в офлайне. Общее у всех отечественных образовательных площадок только одно: все они выкладывают курсы и видеолекции на русском языке.

Использование подобных образовательных платформ, и прежде всего национальной платформы «Открытое образование», как площадок для создания широкого профессионального межвузовского сообщества, позволяет обсуждать различные методические аспекты преподавания базовых дисциплин, а также формировать экспертное сообщество для анализа содержания представляемых на платформе онлайн-курсов, что представляет собой дополнительную возможность обмена опытом с ведущими вузами.

Применение в современной научно-исследовательской и образовательной деятельности открытых образовательных платформ, как правило, способствует повышению квалификации и предоставляет широкие возможности профессионального овладения средствами электронного обучения, квалифицированного применения дистанционных образовательных технологий при реализации основных образовательных программ [2].

Использование в учебном процессе Оренбургского государственного университета (ОГУ) современных образовательных ресурсов не является каким-либо отклонением от традиционных форм обучения; напротив, − преподаватели постоянно наращивают свой научно-образовательный потенциал и охотно демонстрируют его в профессиональной среде.

К примеру, сотрудники кафедры механики материалов, конструкций машин (ММКМ) ОГУ в качестве одной из инновационных образовательных технологий, способствующей диверсификации данного процесса, рассматривают реинжиниринг – совокупность научных методов и принципов обучения, упрощающих сложные задания с целью более качественного их выполнения [3].

Под руководством преподавателей кафедры ММКМ студенты различных факультетов активно принимают участие в масштабных проектах в сфере массового онлайн-образования на различных образовательных платформах.

К примеру, обучающиеся, изучая по образовательным программам технические дисциплины, выбрали на образовательной платформе www.coursera.org. для освоения аналогичные онлайн-курсы из каталога популярных специализированных дисциплин:

– по дисциплине «Теоретическая механика» курсы «Engineering Systems in Motion: Dynamics of Particles and Bodies in 2D Motion» и «Advanced Engineering Systems in Motion: Dynamics of Three Dimensional Motion» (разработчик курсов – Технологический Институт штата Джорджия, США);

– по дисциплине «Механика» курсы «Introduction to Engineering Mechanics» и «Applications in Engineering Mechanics» (разработчик курсов – Технологический Институт штата Джорджия, США);

– по дисциплинам «Техническая механика» и «Сопротивление материалов» курсы «Mechanics of Materials I: Fundamentals of Stress & Strain and Axial Loading» и «Mechanics of Materials II: Thin-Walled Pressure Vessels and Torsion» (разработчик курсов – Технологический Институт штата Джорджия, США);

– по дисциплине «Строительная механика» курсы «L'art des structures 1: Câblesetarcs» и «L'Art des Structures 2: treillis, poutres, dalleset cadres» (разработчик курсов – Федеральная политехническая школа Лозанны, Швейцария).

Необходимо отметить, что большая часть студентов (в различных курсах процент успешного обучения варьировался от 70 % до 95 %), не смотря на сложность коммуникации в новой образовательной среде, недостаточность владения иностранным языком на «продвинутом» уровне, информационную загруженность, непривычный для российского студента креатив, всё же смогли завершить обучение по выбранным курсам и образовательным траекториям, и получить соответствующие тому подтверждения (сертификаты).

Также на протяжении последних трех лет успешно зарекомендовал себя в образовательном процессе эксперимент онлайн-обучения на современной национальной образовательной платформе открытого образования https://openedu.ru по курсу «Сопротивление материалов» (разработчик курса – НИТУ «Московский институт стали и сплавов», Россия). Необходимо отметить, что этому способствуют не только стремления ведущих преподавателей кафедры ММКМ ОГУ вовлечь студентов в «двойной» образовательный процесс, но и явные улучшения содержания самого курса, выполненные со стороны разработчиков этого образовательного ресурса.

Приобретенный опыт изучения сложных инженерно-технических дисциплин по традиционным классическим методикам и использования образовательных онлайн-платформ для расширения возможностей очного обучения студентов показал, что подобная смешанная модель образования повышает вовлеченность студентов в учебный процесс, а также увеличивает их посещаемость занятий и улучшает успеваемость [4, 5].

Вместе с тем, преподаватели кафедры достаточно активно ведут учебно-методическую работу, связанную с актуальной проблематикой оптимизации подготовки студентов университета с использованием электронной образовательной платформы Moodle. Разработаны курсы не только по всем основным дисциплинам, закрепленным за кафедрой (например, «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Сопротивление материалов», «Прочность конструкций», «Дефекты и повреждения деталей и конструкций», «Строительная механика», «Расчет и проектирование сварных конструкций», «Машиноведение», «Прикладная механика», «Механика материалов», «Расчет пластин и оболочек» и другие), но и курсы для научно-исследовательской деятельности обучающихся, научных стажировок и курсы, направленные на формирование различных компетенций по различным дисциплинам для подготовки кадров высшей квалификации.

Структура и содержание курсов в системе обучения Moodle отличается от существующих изданий и традиционных форм обучения наличием четкой структуризации предметного материала, сочетанием разных методов и способов подачи учебного материала, наличием деятельностных элементов, требующих от студентов активного участия и обратной связи.

Возможность использования в курсах Moodle обучающих материалов для самостоятельной работы студентов заочной форм обучения заслуживает особого внимания. Курсы содержат иллюстративный, учебно-методический и дидактический материал, а также нормативно-техническую документацию, необходимую для успешного освоения обучающимися изучаемой дисциплины. В курсах, как правило, имеется наличие учебного блока, разбитого на тематические модули в соответствии с рабочей программой дисциплины, каждый из которых содержит:

− теоретический материал, представленный в виде конспектов, презентаций, видео-уроков, обучающих материалов;

− ссылки на современные научные издания, образовательные платформы, электронные библиотечные системы и виртуальные лабораторные практикумы, свободное программное обеспечение, достаточно большое количество активных интернет-ссылок на необходимую нормативно-техническую документацию;

− задания на применение полученных знаний, в том числе, включающие в себя элементы, обеспечивающие обратную связь;

− контрольно-измерительные материалы, позволяющие добиваться получения качественных знаний обучающихся и другие составляющие курса.

Обосновано, что использование электронной образовательной платформы Moodle в образовательном процессе вуза способствует повышению мотивации студентов, росту интереса к предмету, активизирует самостоятельность, развивает рефлексию, навыки планирования, содействует формированию адекватной самооценки и нацеливает на обучение в течение всей жизни [6].

Также преподавателями кафедры внедряются в учебный процесс дополнительные профессиональные программы повышения квалификации, например, «Моделирование и расчет строительных конструкций в программном комплексе ЛИРА», которые направлены на развитие профессиональных компетенций, обеспечивающих владение общими и специализированными знаниями в области компьютерных технологий, что позволяет получить полезные знания в инженерных вопросах и самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения.

Опыт проведения образовательных курсов показал, что полученные обучающимися в течение программы знания, будут полезны при изучении инженерных дисциплин, выполнении курсового и дипломного проектирования, создании конкурсных проектов и написании научных статей, а также для участия в научно-практических конференциях различного уровня и научно-образовательных форумах с возможностью участия в грантовых конкурсах.

Таким образом, эффективное применение интерактивных форм обучения в научно-исследовательской деятельности и образовательном процессе будет способствовать повышению качества образования, повышению интереса к процессу познания и обучения, развитию мышления, а также экономии финансовых ресурсов, созданию безопасной и экологически чистой среды.

Список литературы

1. Фролова, О.А. Мультимедиа технологии как средство повышения эффективности познавательной деятельности [Электрон. ресурс] / О.А. Фролова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 2012 / Оренбург. гос. ун-т. –Электрон.дан. – Оренбург, 2012. – С. 192–194.

2. Дырдина, Е.В. Интеграция массовых открытых онлайн-курсов в преподавании механики [Электрон. ресурс]/ Е.В. Дырдина, Л.И. Кудина, Е.В. Пояркова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 2018 / М-во образования и науки РФ, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". – Электрон.дан. – Оренбург: ОГУ, 2018. – С. 4517– 4523.

3. https://vk.com/mechanics_osu – Страница публичной открытой группы кафедры механики материалов, конструкций машин Оренбургского государственного университета в социальной сети в "В Контакте".

4. Сердюк, А.И. Разработка организационно-методической системы и механизма функционирования новой образовательной технологии в Аэрокосмическом институте ОГУ [Электронный ресурс] / А.И. Сердюк, Е.В. Пояркова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., г. Оренбург, 29‑31 янв. 2014 г. − Оренбург, 2014. − С. 468–471

5. Новый подход к генерированию профессиональных компетенций магистров в условиях личностно-ориентированной образовательной технологии [Электронный ресурс] / Е.В. Пояркова [и др.] // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., г. Оренбург, 29‑31 янв. 2014 г. − Оренбург, 2014. − С. 406‑411.

6. Голошумова, Г.С. Возможности использования электронной образовательной платформы Moodle в образовательном процессе вуза / Г.С. Голошумова, О.С. Чернова // Филологический класс. – 2017. − №3(49). – С. 53–58.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Фролова О.А., канд. техн. наук, доцент
Чухломин А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Надземные пешеходные переходы все чаще используются в системе улично-дорожной сети в связи с возрастающим транспортным потоком.

Надземные пешеходные переходы представляют собой сложные пространственные конструкции над проезжей частью дороги и отличаются более низкой стоимостью и меньшими сроками возведения по сравнению с подземными пешеходными переходами.

В данной работе представлены результаты моделирования пространственной стержневой конструкции на примере надземного пешеходного перехода. Моделирование выполняли в программном комплексе ЛИРА, который позволяет моделировать сложные технические системы, выполнять проверку и подбор сечений, выполнять расчет напряжений, деформаций, устойчивости при различных силовых воздействиях (статические, динамические, температурные нагрузки) в линейной и нелинейной постановке задачи [1].

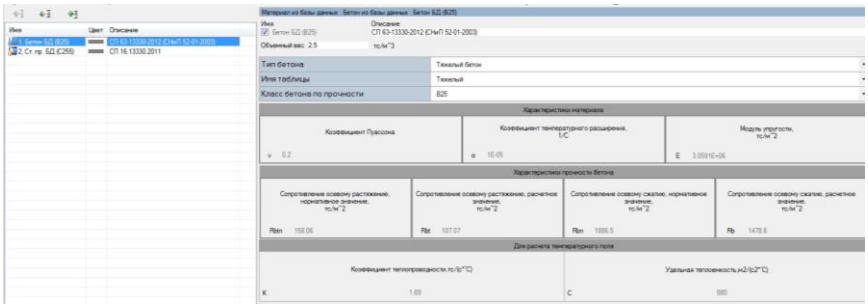
Опоры данной конструкции представляют собой железобетонные прямоугольные колонны. Пролеты перекрыты пространственными стальными фермами с прямоугольным очертанием поясов вдоль пролетов и с треугольным очертанием в верхней части поперечника. Металлические пространственные стержневые конструкции имеют высокую надежность, прочность при работе на статические и динамические нагрузки, индустриальность и эстетичность объектов. К недостаткам можно отнести малую коррозионную стойкость и огнестойкость стали.

Прототипом для создания данной модели является конструкция первого надземного пешеходного перехода, возведенного в Оренбургской области в Оренбургском районе на 16 километре трассы Оренбург-Беляевка в рамках проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (рисунок 1).

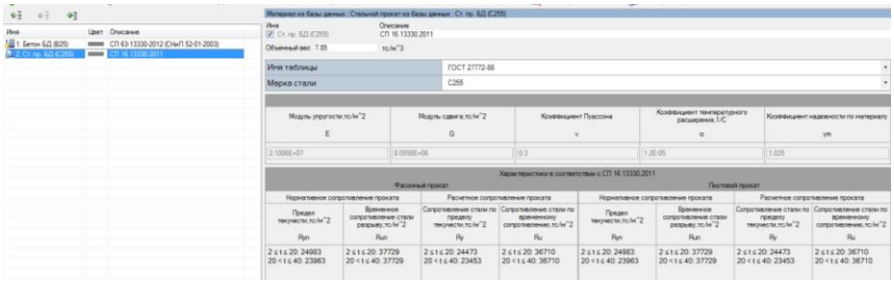
Расстояние между крайней и внутренней железобетонными колоннами составляет 18,85 м, между внутренними колоннами – 27 м. Высота колонн 8,86 м. Высота металлических двутавровых стоек 2,7 м. Длина крайних ферм составляет 21,75 м (7 панелей), длина внутренней фермы 27 м (9 панелей). Высота фермы в верхней части поперечника 0,847 м.

Рисунок 1 – Первый надземный пешеходный переход в Оренбургской области на трассе Оренбург-Беляевка

Материал опор – бетон В25 (рисунок 2 а), материал металлических стержневых элементов конструкции – сталь С255 (рисунок 2 б).



а) характеристики бетона В25



б) характеристики стали С255

Рисунок 2 – Панель активного редактора задания материалов

Элементы опорных железобетонных колонн представляют собой стержни с прямоугольным сечением (16х70 – основная стойка; 70х80 – верхняя часть колонны). Опорные металлические стойки на железобетонных опорах между пролетами представляют собой стержни двутаврового поперечного сечения

(30К2); верхний и нижний пояса ферм – стержни коробчатого сечения (250х250х10); раскосы ферм – стержни коробчатого сечения (140х140х8); связи ферм – стержни коробчатого сечения (100х100х8); прогоны – стержни коробчатого сечения (50х50х3); подкосы – стержни коробчатого сечения (120х120х4); ригели – стержни коробчатого сечения (180х180х8) (рисунок 3).

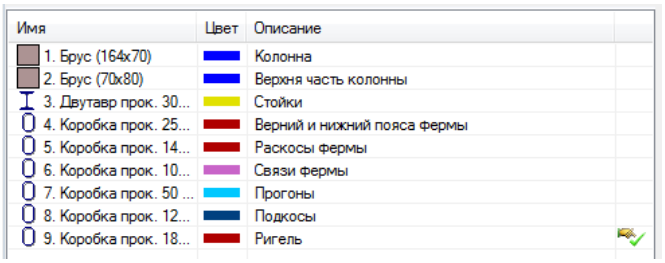


Рисунок 3 – Панель активного редактора задания сечений

Схема расчетной модели конструкции с учетом назначенных сечений представлена на рисунке 4.

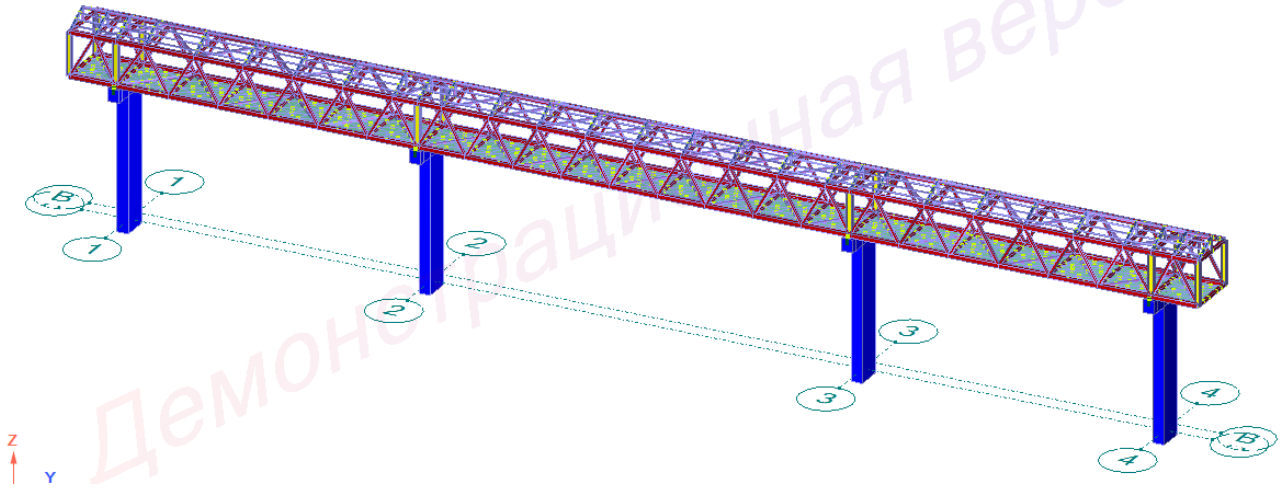
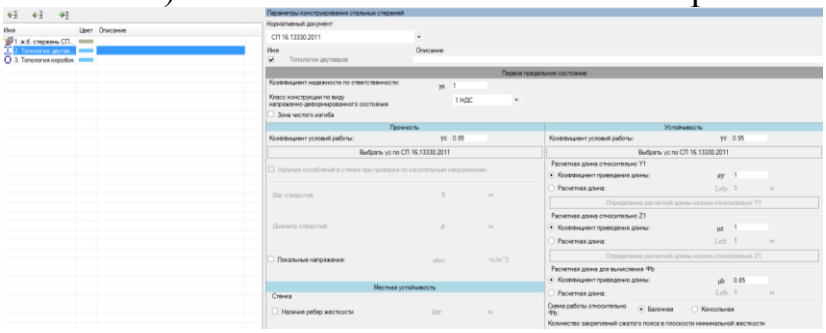


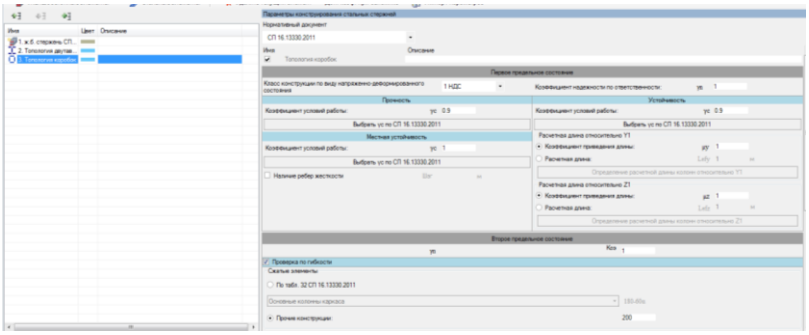
Рисунок 4 – Расчетная модель конструкции с учетом назначенных сечений

С целью выполнения проверки и подбора поперечных сечений стержневых элементов (процент использования металлокаркаса) задавали параметры конструирования железобетонных и металлических стержневых элементов (рисунок 5 а–в).

а) топология железобетонного стержня



б) топология двутавра



в) топология коробок

Рисунок 5 – Панель активного редактора задания параметров конструирования

При нарушении соосности стыковки стержневых элементов в узле применяются жесткие вставки. В данной конструкции были использованы жесткие вставки в месте стыковки прогона и подкоса, а также нижнего пояса фермы и верхней части опорной колонны.

Таким образом, построена расчетная модель сложной пространственной конструкции надземного пешеходного перехода с учетом конструктивных особенностей всех элементов и рекомендаций нормативных документов [2, 3].

Список литературы

1 Фролова, О.А. Применение САПР при моделировании, расчете и анализе конструкций / О.А. Фролова. – Виртуальное моделирование,

прототипирование и промышленный дизайн: материалы II международной научно-практической конференции: изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып.2. – Т.II. – С. 160–163.

2 СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05-84*. – Введен в действ. 20.05.2011. – 341 с.

3 СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Введ. 2011–05–20. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 172 с. – Режим доступа http://docs.cntd.ru/document/1200084089.

ОЦЕНКА КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

Шапкин Р.О., Проскурин Д.А. канд. техн. наук, доцент,
Баймухаметов Р.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Одним из важных вопросов современной автоматизации можно назвать информационную поддержку процессов и продукции предприятий. Информационное обеспечение предприятий позволяет уменьшить временные затраты и увеличить скорость реакции руководства, на возникающие в ходе рабочего цикла вопросы и проблемы.

Современные тенденции развития требуют от предприятий использования информационно-справочных систем в процессе своей деятельности. Однако многие предприятия не обращают внимания на данный аспект, и не обеспечивают свои подразделения и службы подобными системами. Зачастую работники заполняют журналы и отчеты вручную, что приводит к нерациональному использованию рабочего времени, что, в свою очередь, косвенно влияет на качество продукции и прибыль предприятия.

В настоящий момент не существует ограничений при разработке информационных систем на неавтоматизированных участках предприятия. Можно создать любую информационно-справочную систему с необходимыми функциями и архитектурой при наличии соответствующих ресурсов. Гораздо сложнее обеспечить взаимосвязь между подразделениями (участками) при помощи таких систем. Соответственно, возникает необходимость в создании автоматизированных информационно-справочных систем для информационной поддержки работ участков. [1]

В процессе написания магистерской диссертации рассматривается один из таких участков, а именно участка технического обеспечения средств контроля (УТОСК). УТОСК обеспечивает непрерывную круглосуточную работу газоаналитического оборудования в зоне ответственности предприятия. Введение подобной автоматизированной информационно-справочной системы могло бы предоставить участку те преимущества, что имеют данные системы в сравнении с использованием некомпьютеризированной журнализации и отчетности, а также тех инструментов, которые рассчитаны на широкий профиль использования, не учитывающих узкоспециализированную направленность метрологической службы УТОСК.

В ходе подготовки магистров по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» изучается учебная дисциплина «Планирование эксперимента», в рамках которой проведена работа по ранжированию факторов качества информационно-справочной системы.

Рассмотрим результаты формализации программного средства. Для исследования объекта выделены девять факторов (x1-x9) из нормативно-технического документа «ГОСТ 28806-90. Качество программных средств. Термины и определения», характеризующих:

– функциональность;
– надежность;
– удобство пользования;
– эффективность;
– сопровождаемость;
– мобильность;

К характеристикам функциональности относятся:

1) адекватность программного средства (x_1) – совокупность свойств программного средства, характеризующая наличие и степень достаточности обеспечиваемых им функций для решения задач в соответствии с его назначением;

2) правильность программного средства (x_2) – совокупность свойств программного средства, характеризующая возможность получения только верных или предусмотренных результатов функционирования;

3) нормосоответствие программного средства (x_3) – совокупность свойств программного средства, характеризующая его соответствие стандартам, соглашениям, договорам, нормам и правилам, принятым в установленном порядке.

Характеристикой надежности является завершенность программного средства (x_4) – совокупность свойств программного средства, характеризующая частоту отказов, обусловленных дефектами программного средства.

Удобство пользования характеризуют:

1) понимаемость программного средства (x_5) – совокупность свойств программного средства, характеризующая затраты усилий пользователя непосредственно на эксплуатацию и управление функционированием программного средства;

2) управляемость программного средства (x_6) – совокупность свойств программного средства, характеризующая затраты усилий, необходимых для освоения правил его применения.

Характеристикой эффективности выступает ресурсоемкость программного средства (x_7) – совокупность свойств программного средства, характеризующая объемы используемых при его функционировании ресурсов и продолжительность их использования.

Характеристикой сопровождаемости является анализируемость программного средства (x_8) – совокупность свойств программного средства, характеризующая усилия, необходимые для выявления недостатков программного средства или причин его отказов, либо для установления частей, которые должны быть видоизменены.

Характеристикой мобильности выступает адаптируемость программного средства (x_9) – совокупность свойств программного средства, характеризующая

возможности его адаптации для функционирования в различных заданных средах без приложения действий или средств, дополнительных по отношению к тем, которыми для этой цели обеспечено само рассматриваемое программное средство. [2]

На стадии предварительного изучения объекта исследования опрошены семь экспертов (m = 7), знакомых с разрабатываемым программным средством информационно-справочной системы. Данные опросы использованы для априорного ранжирования факторов с целью выделения наиболее существенных из них.

Матрица рангов, полученная из анкет, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица рангов

Эксперты (m = 7)	Факторы (k = 9)								
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
1	2	1	5	9	3	4	8	6	7
2	1	1	1	6	2	3	7	4	5
3	5	4	3	1	7	6	1	2	2
4	1	1	3	6	2	2	5	2	4
5	1	3	2	9	4	5	8	6	7
6	2	1	3	8	5	4	9	6	7
7	2	2	2	6	1	1	5	3	4
$\sum_{i=1}^{m} a_{ij}$	14	13	19	45	24	25	43	29	36
Δ_i	-14	-15	-9	17	-4	-3	15	1	8
Δ_i^2	196	225	81	289	16	9	225	1	64

Определим значение средней суммы рангов T

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}}{k}, \qquad (1)$$

где a_{ij} – ранг каждого i-го фактора у j-го исследователя;

m – число исследователей;

k – число факторов;

$$T = \frac{14+13+19+45+24+25+43+29+36}{9} = \frac{248}{9} = 27{,}55 \approx 28.$$

Определим значение разности (Δ_i) между суммой каждого фактора и средней суммой рангов

$$\Delta_i = \sum_{i=1}^{m} a_{ij} - T. \qquad (2)$$

Определим значение суммы квадратов отклонений (S)

$$S = \sum_{i=1}^{m} (\Delta_i)^2 ; \qquad (3)$$

$$S = 196 + 225 + 81 + 289 + 16 + 9 + 225 + 1 + 64 = 1106.$$

Определим значение коэффициента конкордации Кендалла. Коэффициент определяется по формуле:

$$\omega = \frac{12s}{m^2(k^3 - k) - m\sum_{i=1}^{m} T_j} \qquad (4)$$

$$\omega = \frac{12 \cdot 1106}{7^2 \cdot (9^3 - 9) - 7 \cdot 18} = 0{,}38$$

где $T_j = \sum_1^m (t_j^3 - t_j)$;

t_j – число одинаковых рангов в j-м ранжировании.

$$. \ \omega = \frac{12 \cdot 1106}{7^2 \cdot (9^3 - 9) - 7 \cdot 18} = 0{,}38$$

Так как величина коэффициента конкордации (ω = 0,38) существенно отличается от единицы, то можно считать, что между мнениями исследователей практически отсутствует или присутствует незначительная связь.

Определение значения критерия Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{12s}{mk(k+1) - \frac{1}{k-1}\sum_1^m T_j} \quad ; \qquad (5)$$

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 1106}{7 \cdot 9(9+1) - \frac{1}{9-1} \cdot 18} = \frac{13272}{627,75} = 21{,}142$$

.

Табличное значение при степени свободы f = 9 – 1 определяем, что табличное значение критерия Пирсона равно 15,509.

В связи с тем, что табличное значение критерия Пирсона меньше расчетного, можно с 95 %-ной доверительной вероятностью утверждать, что мнение исследователей относительно степени влияния факторов согласуется в соответствии с коэффициентом конкордации ω = 0,38. [3]

На основании полученных результатов построим диаграмму значимости рангов. Диаграмма представлена на рисунке 1.

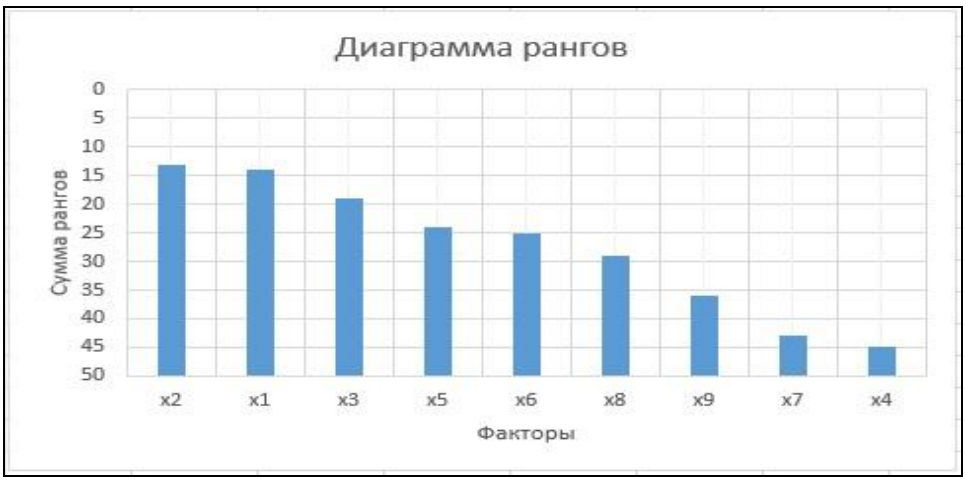


Рисунок 1 – диаграмма рангов

Таким образом, в результате опроса экспертов установлено, что наиболее существенное влияние на разработку подобного программного средства оказывают: адекватность программного средства (x_1), правильность программного средства (x_2), нормосоответствие программного средства (x_3). При проектировании информационно-справочной системы мнения экспертов будут соблюдены и приняты меры по перераспределению ресурсов, выделенных на её разработку.

Список литературы

1. Шапкин, Р.О. О требованиях, предъявляемых к программным продуктам для участка технического обеспечения средств контроля / Р.О. Шапкин, Р.И. Баймухаметов, Д.А. Проскурин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции, 23-25 января 2019 года. – Оренбург : ОГУ, 2019. – С. 910-912.

2. ГОСТ 28806-90 Качество программных средств. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 25.12.90 N 3278: дата введения 1992-01-01. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-28806-90 (дата обращения 14.01.2020). Текст: электронный.

3. Черноусова, А. М. Применение методов планирования эксперимента при исследовании систем автоматизации технологических процессов: методические указания для практических занятий и самостоятельной работы / А. М. Черноусова, Л. В. Галина. – Оренбург : ОГУ, 2013. – 62 с.

ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА В МАТЕРИАЛЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ»

Шепель В.Н., д-р экон. наук, профессор,
Спешилова Н.В., д-р экон. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Современное развитие образовательного процесса высшего образования характеризуется такими чертами как инновационность, динамичность и глобализация. Своевременная и максимально быстрая обработка статистических данных, их анализ и получение новых, нетривиальных знаний об экономическом состоянии предприятий и на этой базе выбор «предпочтительных управленческих» решений является ключевой задачей обучения дисциплине «Методы принятия технических решений» (МПТР).

В процессе изучения дисциплины МПТР часто приходится решать: как следует организовать принятие решений для максимизации дохода. Для случая использования критериального подхода к принятию решений целесообразно сформулировать постановку задачи, выбрать критерии качества, определить управляемые параметры, описать дисциплинирующие условия, построить имитационную модель, провести с ее помощью расчеты и принять решение.

Различают три вида постановок задач: ОЗПР – общая задача принятия решения, ЗВ – задача выбора и ОЗО – общая задача оптимизации. В постановке ОЗПР отсутствует информация о показателях эффективности и альтернативах решения, ЗВ содержат только альтернативы решения, ОЗО содержат как информацию о показателях эффективности, так и альтернативах решения. Недостающие показатели эффективности (критерии качества) необходимо получить в процессе решения задачи принятия решения.

Поэтому развитие методов выбора критериев качества с целью обоснования управленческих решений на промышленных предприятиях с помощью имитационного моделирования является актуальной.

Критерии качества (КК) используются для сравнения степени достижения поставленной цели с помощью выбранного способа действия. Предлагается применять для выбора КК неформальную процедуру, состоящую из пяти этапов: 1) устранить неопределенности целей; 2) осуществить семантический анализ перечня целей операции; 3) провести шкалирование; 4) провести ранжирование КК; 5) сформулировать постановку однокритериальной и многокритериальной задач принятия решений. В связи с этим целью исследования является получение процедуры выбора КК для случая применения в управлении промышленным предприятием имитационного моделирования.

Выбирая КК необходимо стремиться, чтобы они обладали следующими свойствами [4, 5]:

1) позволяли рассчитывать степень достижения поставленной цели с помощью выбранных стратегий;

2) позволяли проводить измерения на высших уровнях - шкалах интервалов или отношений;

3) допускали не сложную интерпретацию;

4) подчинялись закону больших чисел.

Устранение неопределенности целей. Принято различать три типа неопределенностей –1 – целей, 2 – наших знаний об окружающей среде, 3 – действий партнера – в постановках задач принятия решений. Результатом данного этапа процедуры выбора критериев качества является порождение перечня целей, которые преследуются лицом, принимающим решение (ЛПР) в данной операции.

Устранение неопределенности целей осуществляется с привлечением экспертов. Использование экспертов обеспечивает применение индивидуального или коллективного опыта. Экспертизы делят на простые и сложные. Использование коллективных экспертиз привело к различного рода голосованиям, описанию и анализу. На практике часто возникают проблемы, для которых нельзя найти экспертов, способных дать достаточно надежную оценку. Для этого случая экспертизы должны быть специальным образом организованы. Примеры сложных экспертиз: а) метод дерева целей; б) метод решающих матриц; в) обсуждения и комментарий.

Семантический анализ перечня целей операции проводится в следующей последовательности:

1) проверка на независимость целей между собой в перечне целей. Рассматривается возможность оставить в перечне только независимые цели;

2) проверка на согласованность целей разных уровней;

3) проводится предварительная проверка целей на осуществимость – экономическую, социальную, физическую и т.д.;

4) осуществляется формулировка целей, предварительно согласовав ее с ЛПР и всеми экспертами.

Шкалирование подразумевает:

- определение единицы измерения для каждой выбранной цели;

- определение уровня шкалы для измерения целей (по возрастанию числа возможных математических операций с критериями качества чаще всего выделяют шкалы наименований; шкалы порядка; шкалы интервалов; шкалы отношений).

Шкалы отношений являются предпочтительными для КК, используемых в имитационных моделях. Числа, с которыми обычно приходится иметь дело в этом случае составляют множество действительных чисел, характеризующиеся следующими аксиомами:

1. Для любых критериев $e_{ki,}\, e_{kj} \in E$ определено единственное число:

$$e_{ki} + e_{kj} \in E. \qquad (1)$$

2. Для любых критериев $e_{ki}, e_{kj} \in E$ имеет место соотношение:

$$e_{ki} + e_{kj} = e_{kj} + e_{ki}. \quad (2)$$

3. Для любых критериев $e_{ki}, e_{kj}, e_{kz} \in E$ имеет место соотношение:

$$(e_{ki} + e_{kj}) + e_{kz} = e_{kj} + (e_{ki} + e_{kz}). \quad (3)$$

4. Существует число $0 \in E$ такое, что:

$$e_{ki,} + 0 = e_{ki} \text{ для всех } e_k \in E; \quad (4)$$

- определения направленности действия полученных критериев качества

$$e_k \rightarrow (max, min, e_{k0}); \quad (5)$$

- определение возможной шкалы измерения:

$$e_{k} = \Omega e \ ; \quad (6)$$

где Ωe – область допустимых значений КК;

- размещение критериев качества в порядке возрастания важности для ЛПР.

Веса критериев качества целесообразно нормировать, например:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1. \quad (7)$$

В заключение процедуры выбора КК сформулируем математические постановки [3, 4, 6] однокритериальной (случай 1) и многокритериальной (случай 2) задач принятия решений, относящихся к детерминированным статическим.

Случай 1. Эффективность управления характеризуется некоторым численным критерием F вида:

$$E = E(X, C, \zeta), \quad (8)$$

где $X=(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ – n-мерный вектор управления, C – массив фиксированных неслучайных параметров, ζ – массив фиксированных случайных параметров.

Лицо, принимающее решения стремится максимизировать значение КК:

$$E = E(X, C, \zeta) \rightarrow max. \quad (9)$$

Оптимальный выбор вектора управления X из области Ω_X является средством достижения этой цели, причем, требуется найти значение $\overline{X}$ вектора X и $\overline{E}$ функции E, удовлетворяющей условию:

$$\overline{E} = E(\overline{X}, C, \zeta) = \max_{X \in \Omega x} E(X, C, \zeta). \quad (10)$$

Случай 2. ЛПР должно определить стратегию $\overline{X}$, лучшую с учетом вектора V важностей КК и кроме того принадлежащую области Ω_X ее допустимых значений:

$$\overline{E} = E(\overline{X}) = \underset{X \in \Omega_X}{opt} [E(X), V], \quad (11)$$

где $\overline{E}$ – оптимальное значение вектора критериев качества E, а символ *opt* обозначает некоторый оператор оптимизации различный для каждой многокритериальной операции. Для упрощения исследования удобно принять

допущение, о том, что *n*-мерный вектор определяет стратегию оперирующей стороны, т.е.:

$$X = (x_1, x_2, ..., x_n) = (x_j), \quad j \in \overline{1,n}. \tag{12}$$

Таким образом, проведенные исследования позволили определить требования, которым желательно, чтобы удовлетворяли КК. Получена процедура выбора КК для случая применения в управлении промышленным предприятием имитационной модели.

Следует отметить, что при осуществлении решения многокритериальных задач принятия решений [1, 2] может возникать целый ряд проблем специфического характера, но при этом носящих концептуальный характер. Поэтому при выборе схемы компромисса приходится прибегать к различного рода эвристическим процедурам, в которых существенная роль принадлежит экспертам. Итак, самый важный этап процедуры принятия решения – выбор КК. Выбрать не те критерии – значит решить не ту задачу.

Подводя итог вышесказанному, в качестве обобщения отметим, что в статье приводится процедура выбора критериев качества для случая освоения математических МПТР. Рекомендуемая процедура включает требования, которым должны удовлетворять критерии качества. Они должны позволять рассчитывать степень достижения поставленной цели с помощью выбранных стратегий, а также проводить измерения на высших уровнях - шкалах интервалов или отношений. Рекомендуемая процедура выбора включает: устранение неопределенности целей, согласование перечня целей, шкалирование целей, проведение ранжирования критериев качества, постановку однокритериальной или многокритериальной задач принятия решений.

Список литературы

1. V.N. Shepel, N.V. Speshilova, M.V. Kitaeva (2019). The Stimulation Model for the Criterial Decision-Making at the Agricultural Enterprise // 17th International Scientific Conference “Problems of Enterprise Development: Theory and Practice” (Samara, Russia, November 26-27, 2018). – SHS Web of Conferences, Volume 62, 2019. – URL: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2019/03/shsconf_pedtp2018_08004.pdf – doi:https://doi.org/10.1051/shsconf/20196208004

2. Шепель В.Н. Статистическое моделирование обоснования управленческих решений на сельскохозяйственных предприятиях. – М.: КолосС, 2004. – 344 с.

3. Спешилова Н.В., Шеврина Е.В., Корабейникова О.А. Экономико-математические модели и их практическое применение в АПК: Учебное пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2012. – 132 с.

4. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. – Saarbrücken (Germany), LAP (LAMBERT Academic Publishing), 2011. – 436 с.

5. Шепель В.Н., Акимов С.С. Процедура определения закона распределения вероятности по выборке данных в процессе подготовки имитационной модели // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах (ПУТС-2015) (Санкт-Петербург. 28-30 октября 2015 г.). – СПб.: Изд-во СПбЭТУ«ЛЭТИ». – С. 101-103.

6. Ногин В.Д. Принятие решений при многих критериях. Учебно-методическое пособие.– СПб. Издательство «ЮТАС», 2007. – 104 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НАПИСАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Шерстобитова В.Н., канд. техн. наук, доцент,
Белов Т.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При проектировании технологических процессов механической обработки возникает необходимость в определении и назначении элементов режима резания.

Режим резания - это совокупность параметров, определяющих условия процесса резания. Элементами режима резания являются: подача, глубина и скорость резания, частота вращения шпинделя, сила и мощность резания, период стойкости режущего инструмента.

Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между скоростью резания, подачей и глубиной резания, а также стойкостью и геометрическими параметрами режущего инструмента, выбором смазывающе-охлаждающих технологических сред с учетом метода обработки и материала обрабатываемых деталей.

Отечественная практика механической обработки материалов накопила огромный нормативно - справочный материал, представленный в табличной форме, с помощью которого можно назначить любой режим резания для любого вида механической обработки. Однако, такой метод назначения режимов резания является громоздким, так как требует анализа большого количества справочной информации. Все режимные параметры взаимосвязаны и при изменении одного из них автоматически изменяются и другие, что еще более усложняет процесс назначения режимов резания.

Аналитический (расчетный) метод определения режима резания менее трудоёмкий и предпочтителен при проектировании технологических процессов механической обработки резанием. Он сводится к определению скорости, сил и мощности резания при заданных значениях глубины резания и подачи по эмпирическим формулам.

На сегодняшний день это проблема актуальна, так например, в работе 1 рассматриваются вопросы оптимизации режимов резания при токарной и сверлильной обработке с применением адаптивных систем с целью повышения эффективности и надежности обработки, сокращения инструментальных затрат и стабилизации ритмичности производственного процесса[1].

Автором статьи 2 реализовано повышение производительности и стойкости режущего инструмента при обработке резанием за счёт температурного критерия, приведен выбор и обоснование критериев оптимизации режимов резания по данному критерию. На основании

предложенного алгоритма оптимального управления, предположена структурная схема системы управления, обеспечивающая достижение максимальной производительности в процессе резания при сохранении заданной стойкости инструмента [2]. В работе 3 представлен расчетный метод выбора оптимальной скорости резания, соответствующей минимальной интенсивности изнашивания инструмента. Разработан термодинамический критерий оптимизации, отражающий флуктуационную природу трения и износа. Рассмотрены основные проблемы получения заданной точности при высокоскоростной обработке на оборудовании с ЧПУ, показаны основные особенности определения режимов резания в зависимости от траектории движения инструмента, а также опробован метод применения нейронных сетей при решении проблемы выбора оптимальных режимов резания. Предложенная авторами статьи формула для расчета оптимальной скорости резания условий теплового равновесия на контактных площадках токарного резца позволяет выбирать оптимальный режим с помощью расчетов, без проведения дорогостоящих стойкостных экспериментов [3].

Волков А.В. и Матвеев С.В. в статье [4] произведен обзор формул для упрощённого определения усилий резания при точении, даны рекомендации по их применению, проведена оценка точности определения усилий резания, в том числе для разработки подмодулей расчёта режимов резания CAD/CAM/CAE/PDM – систем[4].

Автор статьи 5 сформулированы критерии оптимальности режима резания: критерий максимальной производительности и критерий минимальной себестоимости обработки. При форсировании режима резания, необходимого для повышения производительности и снижения себестоимости обработки, как правило, негативно влияет на ресурс инструмента и стабильность его работы во времени. Оптимизация процесса механической обработки зависит от правильного выбора технологических ограничений, которые определяют область существования оптимальных решений. Скорость резания и подачу целесообразно подбирать по критерию, который лежит между минимальной себестоимостью и максимальной производительностью. При расчете оптимальных режимов токарной обработки следует учитывать, что оптимизация по подаче практически не производится, так как она обычно ограничена допустимой шероховатостью поверхности [5].

В работах 6 и 7 описан выбор режимов резания, приведены основные сведения о работах, выполняемых на токарно-винторезных станках, основных и вспомогательных инструментах, обрабатываемых материалах, о типах, устройстве и наладке токарных станков. Представлены общие справочные материалы: основные понятия и элементы резания, типы фрез, область применения инструментальных материалов [6, 7].

В работе 8 проведено математическое моделирование процесса, дана методика многофакторной аппроксимации полиномиальными уравнениями экспериментальных зависимостей резания, выполнен анализ методов и рассмотрены типовые задачи оптимизации режимных параметров [8].

Таким образом, можно перейти к построению математической модели. В основе данной модели будут использоваться методы оптимизации, положения теории множеств, методы системного анализа, математического моделирования, математической логики.

Разработанная математическая модель будет использована для написания мобильного приложения механической обработки резанием изделий машиностроения. Для написания программы будут использоваться современные технологии объектно-ориентированного программирования.

Список литературы

1. Иноземцев А.Н. Автоматизированное управление режимами резания при токарной и сверлильной обработке / А.Н. Иноземцев, Н.И. Пасько, А.В. Анцев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – Вып. 6. – 2012. – С. 51-58.

2. Сальников В. С. анализ процессов управления режимами резания по температурному критерию / В.С. Сальников, Хоанг Ван Чи // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013.

3. Солкин А. Ю. Оптимизация режимов резания при высокоскоростной обработке на металлорежущем оборудовании с ЧПУ // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2013.

4. Волков А.В. О коэффициенте резания при точении // А.В. Волков, С.В. Матвеев // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2013.

5. Олейник А.П. К вопросу оптимизации режимов однопроходной токарной обработки / А.П. Олейник // Вестник Костромского государственного университета. – 2014. – С.

6. Фещенко В.Н. Токарная обработка / В.Н. Фещенко, Р. Х.Махмутов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 460с. – ISBN 978-5-9729-0131-9.

7. Вереина Л.И.. Технология фрезерной обработки / Л.И. Вереина; под ред. А. А. Боровиков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 192 с. – ISBN 978-5-222-27435-4.

8. Грубый С.В.: Оптимизация процесса механической обработки и управление режимными параметрами: Монография // С. В. Грубый. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 149 с. – ISBN 978-5-7038-3935-5

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТИ – ВАЖНЫЙ ЭТАП ПРЕДПРОЕКТНОЙ СТАДИИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Шрейдер М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Кушнерова И.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Развитие экономики страны невозможно без создания крупных промышленных предприятий. Современные промышленные предприятия характеризуется все большей сложностью используемых технических систем и технологий, увеличением масштабов производства, усложнением процессов и систем управления. Одним из аспектов безопасного функционирования предприятия является создание и эффективное функционирование системы физической защиты (СФЗ).

Современные системы физической защиты крупных промышленных предприятий представляют собой интегрированные комплексы разнообразных технических средств обеспечения безопасности, которые в свою очередь так же являются подсистемами более сложной интегрированной системы управления предприятием в целом.

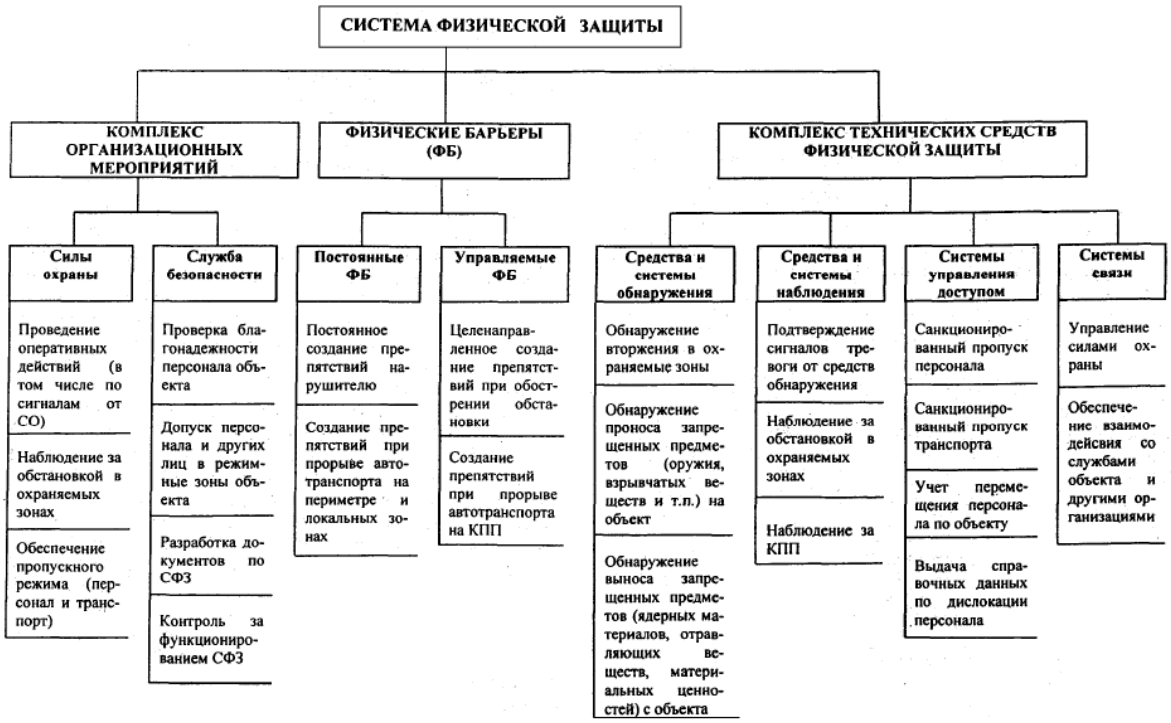


Рисунок 1 – Структура и функции СФЗ

Отличительными особенностями функционирования систем физической защиты является конфликт интересов и работа в условиях неопределенности,

что повышает значимость ранних этапов создания систем, на которых проводится анализ и принимаются концептуальные решения.

Недостаточная проработка всех аспектов на этапе предпроектных исследований может привести в конечном итоге к нарушению безопасности охраняемых объектов. На крупных промышленных предприятиях ошибки разработчиков могут привести к техногенным катастрофам и человеческим жертвам в результате противоправных действий нарушителей [1].

Стадии и этапы создания СФЗ представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Стадии и этапы создания СФЗ [2]

Предпроектная стадия начинается с анализа уязвимости, целью которого является определение жизненно важных центров, на которые в основном и направлены действия нарушителей. Это могут быть: места расположения ценного оборудования, информации, денежных средств, сырья.

Далее производится категорирование предметов защиты, критериями выступают: ценность предмета защиты и возможные последствия несанкционированных действий.

Концептуальное проектирование направлено на предварительное формирование вариантов структуры и состава СФЗ и их оценку их эффективности. На этапе обоснования инвестиций уже основное внимание уделяется экономическим аспектам реализации концептуальных решений. В итоге формируются исходные данные для составления обоснованного технического задания для создания СФЗ [2].

Таким образом, начальным и очень важным этапом предпроектной стадии является анализ уязвимости предприятия, результаты которого являются исходными данными для концептуального проектирования.

Классический вариант анализа уязвимости включает следующий порядок действий:

- создание рабочей группы экспертов;
- разработка плана проведения анализа;
- сбор исходных данных об уязвимых местах и предметах физической защиты;
- определение угроз и моделей нарушителей;
- оформление результатов анализа

Экспертная группа формируется из представителя руководства предприятия с привлечением внешних экспертов из специализированных организаций (силовые структуры, профильные научно-исследовательские и проектные организации).

Определение уязвимых мест – это процесс выявления элементов, которые могут быть предметами посягательства нарушителей и мест их расположения.

Реализация данной процедуры имеет следующие недостатки:

- субъективный характер, объективность повышается путем создания экспертной группы с привлечением сторонних лиц, что приводит к возникновению новых угроз;
- большой объем экспертных знаний, необходимость наличия опыта, сложность учета всех факторов и их взаимосвязи;
- недостаточная разработанность информационных технологий для поддержки данного этапа предпроектных исследований.

Поэтому, по нашему мнению, необходима систематизация и структуризация знаний экспертов, а также их формализация, с целью использования для создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Список литературы

1 Боровский А.С. Модели, методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений в задачах разработки и оценки системы физической защиты объектов информатизации: дис. … д-ра тех. наук.: 05.13.19 / А.С. Боровский - Санкт-Петербург, 2015. – 344с.

2 Степанов Б.П. Основы проектирования систем физической защиты ядерных объектов: учебное пособие / Б.П. Степанов, А.В. Годовых; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 118 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ СКЛАДОВ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Шрейдер М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Матвеева Д.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На стадии концептуального проектирования СФЗ объектов одним из необходимых этапов является анализ потенциальных угроз [1]. В основном данная процедура осуществляется экспертным путем и имеет следующие недостатки:

– субъективный характер, объективность повышается путем создания экспертной группы с привлечением сторонних лиц, что приводит к возникновению новых угроз;

– большой объем экспертных знаний, необходимость наличия опыта, сложность учета всех факторов и их взаимосвязи.

Поэтому необходима систематизация и структуризация знаний экспертов, а также их формализация с целью использования для создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений, которую целесообразно выполнить в виде онтологии.

Классификация угроз безопасности складов жидких углеводородов (СЖУ) представлена на рисунке 1 [2].

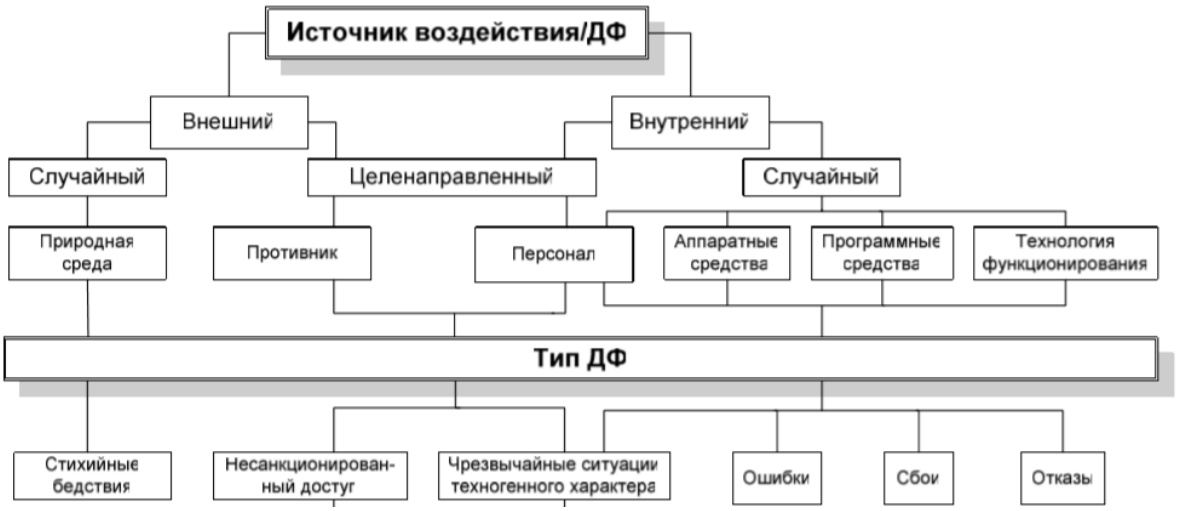


Рисунок 1 – Классификация угроз безопасности складов жидких углеводородов (СЖУ)

Под ДФ – дестабилизирующим фактором понимают потенциальную возможность реализации события или явления, которое может нанести ущерб объекту защиты.

Концептуальную модель угрозы безопасности можно представить следующим образом (рисунок 2).

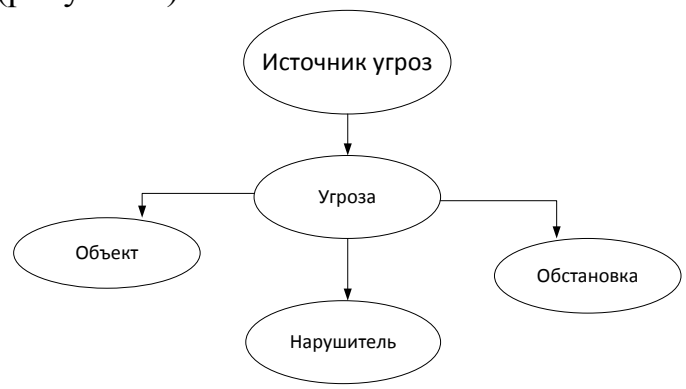


Рисунок 2 – Концептуальная модель угрозы безопасности склада жидких углеводородов

Для создания онтологии угроз безопасности складов жидких углеводородов рассмотрим основные термины и определения исследуемой предметной области.

Внешняя угроза – возникающие во внешней среде системы.

Внутренняя угроза – возникающие во внутренней среде системы.

Случайная угроза – угроза безопасности, происхождение которой не является злонамеренным.

Целенаправленная угроза – преднамеренная угроза, осуществляемая субъектом произвольно.

Природные явления – это физические явления, в результате которых происходят изменения в живой или неживой природе.

Стихийное бедствие – разрушительное природное или природно-антропогенное явление, или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды.

Ливень – кратковременный интенсивный дождь с крупными каплями.

Гроза – атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаками и земной поверхностью возникают электрические разряды - молнии, сопровождаемые громом.

Ураган – ветер крайне разрушительной силы.

Наводнение – затопление суши водой, выступившей из берегов.

Снегопад – выпадение снега из облаков.

Солнечная радиация – электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца.

Обледенение – процесс образования льда на поверхностях различных предметов, зданий и т. д. при низкой температуре.

Внешний нарушитель – нарушитель из числа лиц, не имеющих права доступа в охраняемые зоны.

Внутренний нарушитель – нарушитель из числа физических лиц, имеющих право доступа в охраняемые зоны объекта без сопровождения.

Персонал – личный состав или работники учреждения, предприятия, составляющие группу по профессиональным или иным признакам.

Несанкционированный доступ – доступ к информации в нарушение должностных полномочий сотрудника, доступ к закрытой для публичного доступа информации со стороны лиц, не имеющих разрешения на доступ к этой информации. Также несанкционированным доступом в отдельных случаях называют получение доступа к информации лицом, имеющим право на доступ к этой информации в объёме, превышающем необходимый для выполнения служебных обязанностей.

Диверсионные действия – разрушение, выведение из строя объектов системы.

Террористические действия – это явление криминального характера, в основе которого стоит политика устрашения, подавления противника силовыми, психологическими другими действиями.

Хищение – это совершённое с корыстной целью противоправное безвозмездное изъятие и обращение чужого имущества в пользу виновного или других лиц, причинившее ущерб собственнику или иному владельцу этого имущества.

Ошибочные действия персонала – действия, которые не соответствуют контексту и передают смысл, противоположный намерениям человека.

Халатность – неисполнение или ненадлежащее исполнение должностным лицом своих обязанностей вследствие недобросовестного или небрежного отношения к службе.

Отказ – нарушение работоспособности какого-либо элемента системы, приводящее к невозможности выполнения им своих функций.

Сбой – временное нарушение работоспособности какого-либо элемента системы, следствием чего может быть неправильное выполнение им в это момент своих функций.

Ошибка – неправильное (одноразовое или систематическое) выполнение элементом системы одной или нескольких функций, происходящее вследствие его специфического (постоянного или переменного состояния).

Отказы оборудования – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния машины и (или) оборудования вследствие конструктивных нарушений при проектировании, несоблюдения установленного процесса производства или ремонта, невыполнения правил или инструкций по эксплуатации.

Сбои программного обеспечения – это нарушение нормального режима их функционирования.

Чрезвычайные ситуации – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или окружающей среде,

значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Пожар – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных.

Взрыв – быстропротекающий физический или физико-химический процесс, проходящий со значительным выделением энергии в небольшом объёме за короткий промежуток времени и приводящий к ударным, вибрационным и тепловым воздействиям на окружающую среду вследствие высокоскоростного расширения продуктов взрыва.

Онтологические схемы источников угроз и нарушителей безопасности склада жидких углеводородов (СЖУ) представлены на рисунках 3 и 4.

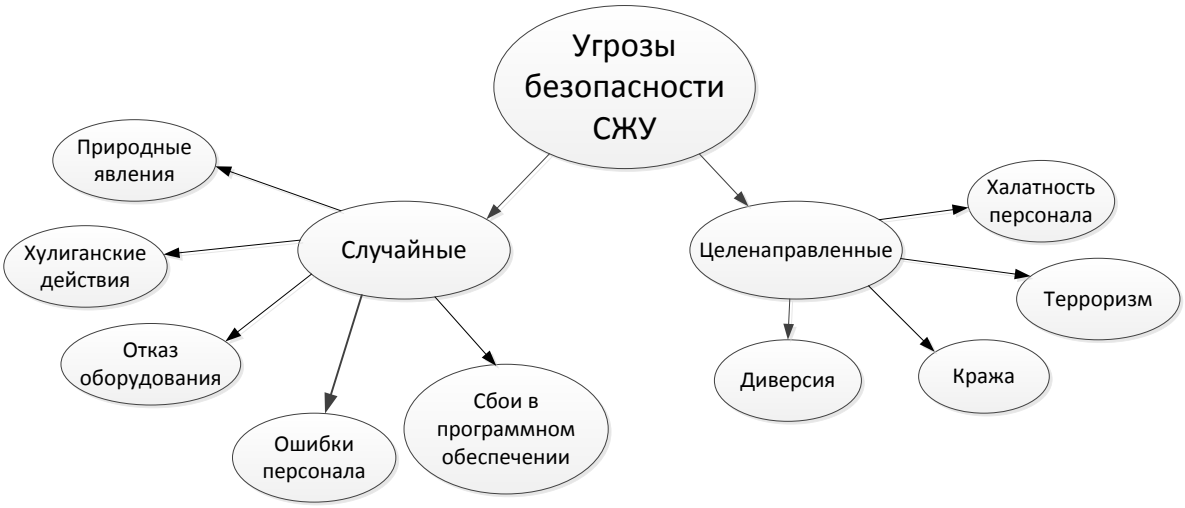


Рисунок 3 – Онтологическая схема источников угроз безопасности склада жидких углеводородов

Рисунок 4 – Онтологическая схема нарушителей безопасности склада жидких углеводородов

Представленные онтологии в дальнейшем могут использоваться для создания базы знаний экспертной системы решения задач концептуального проектирования систем физической защиты объектов.

Список литературы

1 Степанов Б.П. Основы проектирования систем физической защиты ядерных объектов: учебное пособие / Б.П. Степанов, А.В. Годовых; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 118 с.

2 Давидюк Н.В. Классификация потенциальных угроз системы физической защиты объекта / Н.В. Давидюк // Вестник АГТУ. – 2008. – №1 (42). – С. 83-86.

НИТРООКСИДИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Эшкабилов Х. К., канд. техн. наук, доцент,
Юршев В. И., канд. техн. наук, доцент

Каршинский инженерно-экономический институт,Узбекистан,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Мировая промышленность использует различные варианты комбинированных технологий азотирования - нитрооксидирования, которые проводятся в различных насыщающих средах, формируя азотированный диффузионный слой с поверхностной нитридной или карбонитридной зоной, покрытой темной окисной пленкой с уникальными декоративными и антикоррозионными свойствами.

По технологической последовательности процесс нитрооксидирование проводится по одностадийной схеме или по схеме комбинированного процесса: азотирование с последующим оксидированием, предварительное оксидирование с последующим азотированием или по трехстадийной схеме, заключающейся в предварительном оксидировании, азотировании и последующем оксидировании [1].

В данной работе процесс нитрооксидирование рассматривается как способ регулирование фазового состава диффузионного нитридного слоя полученной после азотировании в атмосфере аммиака и с последующим оксидированием в парах воды.

В качестве материалов для исследования процесса нитрооксидирования были использованы сталь 20 и сталь 45 в состоянии поставки.

Металлографический анализ обработанных стальных образцов проводили на поперечных шлифах с помощью светового микроскопа «Neophot-21» в диапазоне увеличений 500-1000.

Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ диффузионного нитридного и нитрид-оксидного слоя изучены с помощью дифрактомера «Дрон-3» с использованием отфильтрованного кобальтового K_α – излучения.

Общую коррозионную стойкость обработанных образцов исследовали в 3%-ном растворе NaCl.

Морфология поверхности и исследование микроструктуры нитрооксидного слоя изучали с помощью сканирующего микроскопа SEM-EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия), составы структур определялись с помощью энерго-дисперсным элементным анализатором марки Energy-Dispersive X-ray spectrometer (EDS-Oxford Instrument).

При изучении морфологии и спектральных анализов поверхности нитрид-оксидного слоя рабочее расстояние (working distance) составляло 8,5 мм.

При нитрооксидировании формируется комбинированный диффузионный

слой, состоящий из поверхностной оксидной зоны, карбонитридной и оксикарбонитридной зоны и далее следует диффузионный подслой – зоны внутреннего азотирования (ЗВА). Во всех случаях на первой стадии насыщения происходит преимущественная диффузия азота, а строение и фазовый состав диффузионного нитридного слоя определяется диаграммой состояния для системы «Fe-N».

Регулированием фазового состава и строения азотированного слоя в зависимости от азотного потенциала и состава насыщающей среды на поверхности обрабатываемых материалов формируют: зоны внутреннего азотирования (ЗВА); композиционные слои γ′-фаза +ЗВА или ε+γ′-фаза +ЗВА. Регулирование фазового состава и строения поверхностного оксидного слоя с получением необходимого нитрооксидированного слоя с заданными эксплуатационными свойствами последующее оксидирование проводят в атмосфере воздуха, кислорода, паров воды и с добавками других кислородосодержащих компонентов. В эксплуатационном плане каждая зона нитрооксидированного слоя имеет определенные служебные характеристики.

В последнее время для поверхностного упрочнения деталей, работающих в коррозионной среде, на износ при малых контактных нагрузках, применяют нитрооксидный слой, состоящий из развитой нитридной зоны и тонкой поверхностной оксидной зоны, которые обеспечивает лучшие прирабатываемости трущихся поверхностей и сопротивление коррозии.

Здесь предпочтение отдаётся подповерхностный нитридной зоне, состоящий из ε-фазы и γ′-фазы, желательно получают ε-фаза с меньшем содержанием азота, имеющий карбонитридный или оксикарбонитридный характер.

Для деталей, работающих в условиях усталости, при повышенных температурах, применяют нитрооксидный слой с развитым диффузионным подслоем – ЗВА, а для инструментов, эксплуатирующиеся в режиме динамичного износа и ударных нагрузок на поверхности формируют ЗВА без хрупкого поверхностного нитридного слоя.

Известно, что нитриды имеют высокое сродство к кислороду и термодинамической оценкой взаимодействия железа и её нитридов с кислородом доказаны, что нитриды железа более активно взаимодействуют с кислородом, чем железа (Рисунок 1).

Рассчитанный изобарно-изотермный потенциал реакцией образования оксидов при 500^{o}C составляет $\Delta G^{o}_{т}$ =209-293 кДж/моль, для $Fe_{2-3}N$ $\Delta G^{o}_{т}$ = 481-711 кДж/моль и для Fe_4N составляет $\Delta G^{o}_{т}$ = 878-1463 кДж/моль. Получающиеся нитрид-оксидные зоны более пластичны, чем оксидные пленки Fe_2O_3 на матрице металла [2].

Оптимальные коррозионно-защитные свойства достигаются при оксикарбонитридном слое с поверхностной плотной оксидной зоной, состоящей из магнетита (Fe_3O_4) толщиной от 1 до 3 мкм. Изменение фазового состава оксидной зоны с образованием оксидов FeO и Fe_2O_3 сопровождается разрыхлением слоя и приводит к ухудшению коррозионной стойкости. Наличие

оксида FeO приводит к растрескиванию оксидной пленки и отслаиванию ее от поверхности.

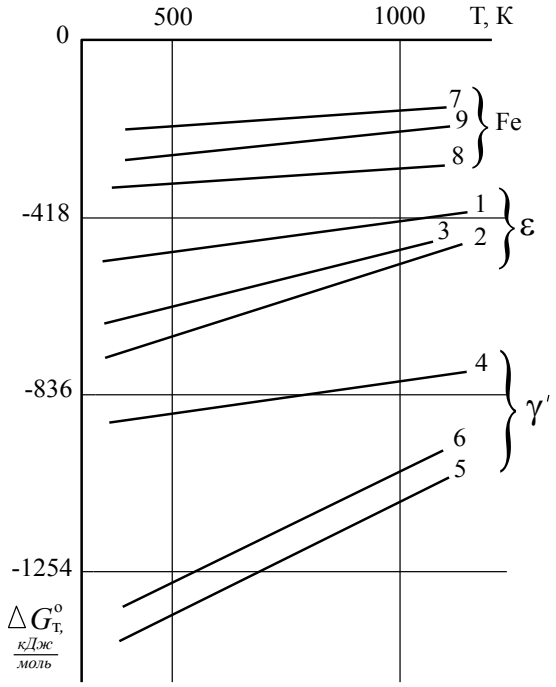


Рисунок 1 – Зависимость изобарно-изотермных потенциалов реакцией окисления нитридов железа от температуры.

Нитридная зона с высокими поверхностными характеристиками имеет γ'(Fe_4N) и ε(Fe_3N) - фаз. Причем ε–фаза обеднена азотом и рентгеноструктурно выявляется в виде двух изоморфных фаз: изоморфной карбонитридной фазы, обозначенной как ε'-фаза с параметрами решетки: а=0,269; с=0,436 нм и карбонитридной фазы с параметрами решетки: а=0,267; с=0,436 нм.

Коррозионная стойкость нитрооксидированного слоя зависит от соотношения γ' и ε фаз в нитридной зоне. На рисунке 2 представлена зависимость времени появления первых очагов коррозии в 3-х % водном растворе поваренной соли стали 45 после нитрооксидирования в парах воды.

С повышением количества γ' - фазы в нитридной зоне до 75% время до появления первых очагов коррозии растет, достигая 910 – 960 часов при 75% γ' фазы. Дальнейшее увеличение количества γ' фазы сопровождается снижением коррозионной стойкости. Наличие оксидного слоя положительно влияет на коррозионные свойства нитрооксидного слоя (Рисунок 2, линия 1).

На рисунке 3 для тех же условий испытания показано изменение площади коррозии от времени испытания для нитридного слоя с 50 и 75% γ' фазы. Следует отметить, что в проведенных экспериментах толщина оксидной зоны составляла – 1-5 мкм.

При нитрооксидировании композиционный слой практически состоящий из γ′-фазы можно получить двухстадийным изменением азотного потенциала атмосферы при 560-580^{o}C, и предварительной диссоциацией аммиака α_o=25% с поддержанием диссоциации смеси аммиака при насыщении α=55-75% и продолжительностью 1,5-3 часа [3].

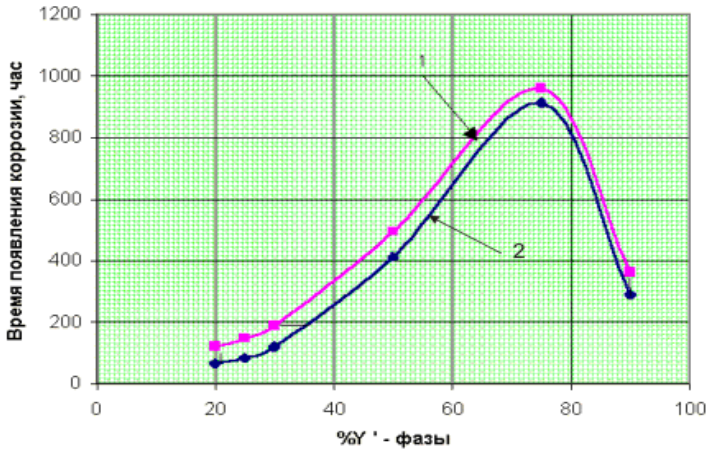


Рисунок 2 - Влияние концентрации γ'- фазы в нитрооксидированной зоне стали 45 на время появления первых очагов коррозии в 3%-ном растворе NaCl. Азотирование при 580˚С, 3 часа + оксидирование в парах воды 550˚С; 0,5 часа; 1 - с оксидным слоем; 2 - без оксидного слоя.

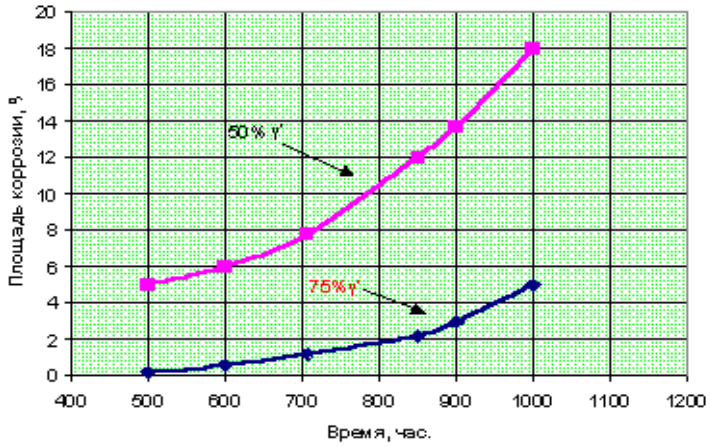
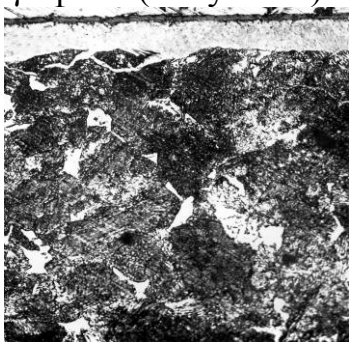


Рисунок 3 - Изменение площади коррозии нитрооксидированной стали 45 в зависимости от продолжительности выдержки в 3%-ном растворе NaCl и концентрации γ'- фазы в нитрооксидной зоне. Азотирование при 580˚С; 3 часа + оксидирование в парах воды 550˚С; 0,5 часа;

Полученный нитридный слой имеет ровный и нетравящийся вид преимущественно состоящий из γ′-фазы (Рисунок 4).



x500

Рисунок 4 - Микроструктура нитрооксидного слоя на стали 40Х после азотирование при температуре 580^0С в смеси 0,75% NH_3+0,25%H_2 в течение 3 часа и с последующим оксидированием при температуре 550^0С продолжительностью 0,5 часа.

Последующем оксидированием γ′-фазы в парах воды при температуре 540-550^{o}C в течение 0,5-1 часа на поверхности можно получить равномерный оксидный слой толщиной 1-3 мкм. Полученный нитрооксидный слой обладая лучшими коррозионными свойствами имеет износостойкость в условиях сухого и граничного трения скольжения в 6-8 раза больше чем азотированные слои полученные в атмосфере аммиака при 580^{o}C в течение 3 часа. Повышение износостойкости происходит снижение коэффициента трения нитрооксидного слоя, чем нитридный слой, полученный при азотировании.

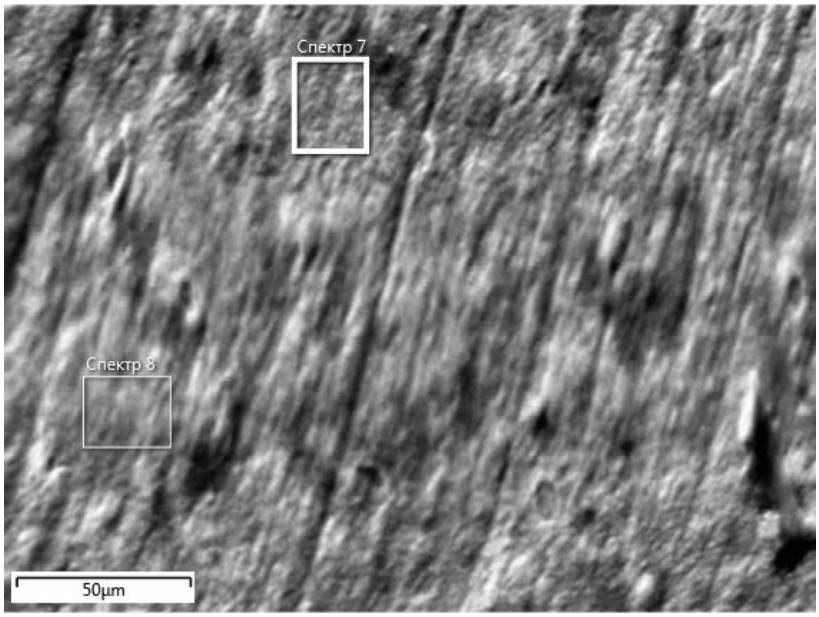
При этом необходимо точное согласование параметров процесса оксидирования на второй стадии обработки с параметрами азотирования на первой стадии. Потому, что скорость роста оксидного слоя на поверхности нитридного слоя должна быть меньше или равно к скорости деазотирования на второй стадии. При их не согласовании могут образовываться промежуточная Fe_{α}-фаза, которая приводит к поверхностному растрескиванию или шелушению оксидного слоя.

Как показали наши дальнейшие исследования, с целью получения карбонитридного и оксикарбонитридного слоя, имеющие определенные соотношения изоморфных к ε - фазе: ε′- и ε′′-фазы, а также γ′-фазы в нитридной зоне и поверхностный плотный оксидный слой, состоящий из одного магнетита.

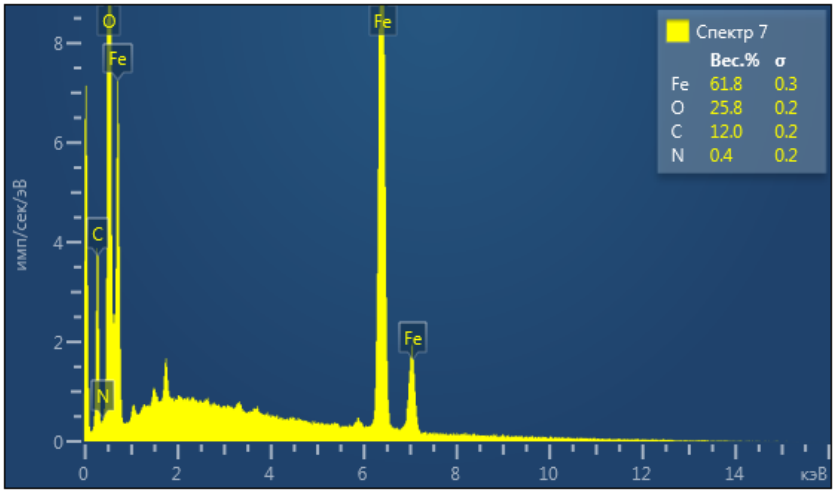
Рентгеноструктурным анализом установлено, что поверхностный оксидный слой состоит практически из одного оксида – магнетита, причем обнаруживается увеличение интенсивности линии оксида Fe_3O_4, чем интенсивности линии Fe_3O_4, полученный при тех же условиях нитрооксидирования, проведенной оксидировании в парах воды.

Были изучены морфология поверхности и исследование микроструктуры нитрооксидного слоя. Изображения были получены в различных масштабах (Рисунки 5). Исследованию подвергались нитрооксидированные образцы диаметром 10 мм, изготовленные из стали 45 после их упрочнения азотированием и последующем оксидированием в парах воды. С целью выяснения соотношение концентраций элементов на поверхности нитрооксидного слоя были сняты спектрограммы в различных точках. Содержание кислорода на поверхности составляет: в «спектре 7» – 25,8 %, а «спектре 8» - 26,5 %. Согласно диаграмма состояния «Fe-O» в зоне существования смеси $Fe_{\alpha} + Fe_3O_4$ при значениях концентрации кислорода выше 23,5 % на поверхности оксидный слой состоит только из Fe_3O_4.

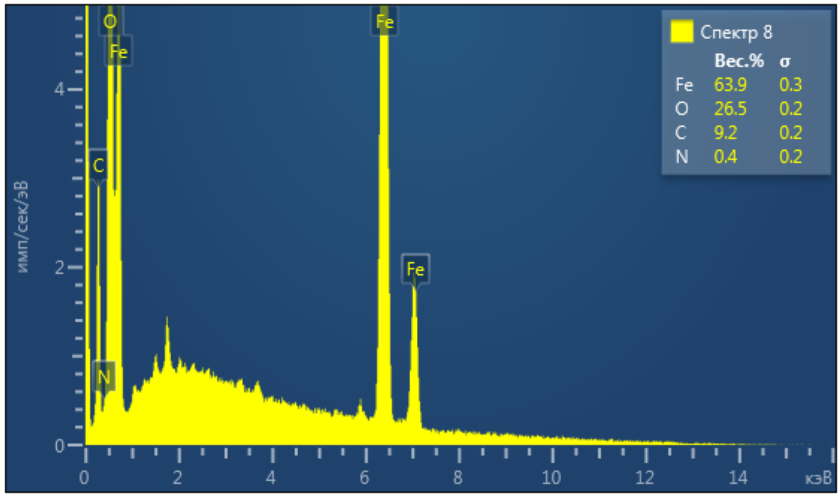
Диффузионные процессы в нитридном слое при получении оксидного слоя происходит преимущественно по границам зерен γ′-фазы. При этом γ′-фаза в нитридном слое будет охвачены ε′-, ε′′- фазами в сетчатом виде в поперечном сечении оксикарбонитридного слоя. Диссоциация высокоазотистой ε-фазы происходит частичным выделением γ′-фазы и образованием ε′-фазы за счет углерода из матрицы и ε′′-фазы из углерода матрицы и кислорода из насыщающий атмосферы.



а)



б)



в)

Рисунок 5 - Морфология и спектрограммы из поверхности с нитрооксидным слоем стали 45. а- морфология поверхности и место снятии спектров; б – спектрограмма из точки «Спектр 7»; в – спектрограмма из точки «Спектр 8».

Результаты проведённых исследований показывают, что:

- установлением времени и выбором насыщающей атмосферы оксидирования можно получить необходимые соотношения азотистых фаз в нитридном слое, обладающие вместе поверхностным оксидным слоем необходимые свойства;

- регулированием того или иного параметра нитрооксидирования на каждой стадии процесса можно получить диффузионный поверхностный слоя состоящий, из оксидного, нитридного, карбонитридного, оксикарбонитридного характера;

- нитридная зона с высокими поверхностными характеристиками состоит из γ' (Fe_4N) и ε (Fe_3N) фаз. Коррозионная стойкость зависит от соотношения γ'- и ε- фаз в нитридной зоне. Увеличение количества низшего нитрида (γ'-фазы) в нитридной зоне до 75% сопровождается ростом сопротивления коррозии;

- нитрооксидный слой, состоящие из γ′-фазы и поверхностного оксида Fe_3O_4, обеспечивает положительный градиент свойства, имеет хорошую прирабатываемости и равномерный поверхностный оксидный слой обладает лучшей адгезионной прочностью к нитридному;

Каждая полученная фаза или смеси фазы ответственны для определённых условий физико-механических и физико-химических свойств обрабатываемых изделий, поэтому с учётом условий эксплуатации деталей изготовленных из конструкционных сталей и установлением технологических параметров нитрооксидирования можно достичь дальнейшего повышения их надёжности и долговечности.

Список литературы

1. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Азотирование стали. –М.: Машиностроение, 1976. -256 с.

2. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Структура и прочность азотированных сплавов. – М., Металлургия, 1982, 176 с.

3. Лахтин Ю. М., Коган Я. Д., Шпис Г. И., Бемер З. Теория и технология азотирования. М. : Металлургия. 1991. 320 с.

4. Евсеев Ю.К. Окисление карбонитридного слоя – новый экологически чистый способ ХТО стальных деталей. – Дисс. на соис. уч. ст. к.т.н., -М.,1990, -172 с.

5. Лахтин Ю. М. Оксиазотирование // МиТОМ. 1994, №9. -С. 2-5.

6. David Pye. Practical Nitriding and Ferritic Nitrocarburizing. ASM Publication. 2003.
-256 p.

7. Vanes S. E. The Nitrotec surface treatment process // Met. and Mat. 1984. V.1. № 4. -p. 238-243.

8. Кольцов В. Е. Теоретические и технологические основы регулируемых процессов оксикарбонитрирования для повышения износостойкости и коррозионной стойкости деталей машин // МиТОМ. 2002. № 4. С. 9-13.

9. Коган Я. Д., Эшкабилов Х..К. Оксиазотирование металлических изделий. //Упрочнящие технологии и покрытия, 2006. №6. -С.17-23.