

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В МИРЕ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

**Сборник научных трудов по итогам международной
научно-практической конференции**

**г. Ростов-на-Дону
2014г.**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Технические науки в мире: от теории к практике/Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2014. 90 с.

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович, кандидат технических наук Ключева Инна Викторовна, доктор технических наук Курганова Юлия Анатольевна, кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич, доктор химических наук Хентов Виктор Яковлевич

В сборнике научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Технические науки в мире: от теории к практике» (г. Ростов-на-Дону) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

© ИЦРОН, 2014 г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ ЦЕНТРОПЛАНА БПЛА Сахбутдинова В.Р., Сунгатуллин Р.Н.	6
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	9
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....	9
СПОСОБЫ ЗАМЕНЫ ПРОЦЕССОРОВ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ПРИ ВЫХОДЕ ИЗ СТРОЯ Обенко А.С.	9
СТАБИЛИЗАТОР КВАДРАТУРНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ Дубровин В.С.	13
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	16
АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЗАТАРОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ВИНТОВЫМ ПИТАТЕЛЕМ Алексеев А.В., Брыль Г.И.	16
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ РОТОРОВ ТУРБИН Карпов Ю.В., Марголит Р.Б.	19
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00) ...	23
ГАЗОТРУБНЫЕ КОТЛЫ:ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ,МЕТОДИКИ РАСЧЕТА Новикова Э.Э.	23
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	26
КРАТКИЙ ОБЗОР ДАННЫХ ПО НАДЕЖНОСТИ ПНЕВМОМОТОРОВ Раевская Л.Т.	26
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ Шигин А.О., Волков А.А.	29
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00).....	34
ЛИТЫЕ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ С ВАНАДИЕМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ГРАНУЛИРУЮЩЕГО ПОЛИМЕРЫ Егоров Ю.П., Утьев О.М.	34
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	43
МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ Филиппова Н.А., Беляев В.М.	43
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	46
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗАМКНУТОГО КРЫЛА САМОЛЕТА Зау Зау Аунг, Семенов В.Н.	46
К ВЕРОЯТНОСТНОМУ ОПИСАНИЮ НЕУСТОЙЧИВЫХ ДВИЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ Пироженко А.В., Меньков Е.В.	49
РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАМКНУТОГО КРЫЛА САМОЛЕТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМУМА ВЕСА ЕГО КОНСТРУКЦИИ Фон Мьинт Тун, Семенов В.Н.	52
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	55

ДЕКОРАТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТЕКЛА В ТЕХНОЛОГИИ ФЬЮЗИНГА Дайнеко В.В.	55
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ШЛАКОБЕТОНА Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В., Ливенцева В.А., Прокофьев А.Н., Шипулин И.А.	57
СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ В ПОИСКЕ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОБЛИЦОВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ АВТОВОКЗАЛАГ. ИРКУТСКА Иванова А.С.	59
СЕКЦИЯ №11. СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.00.00, 06.03.00)	62
СЕКЦИЯ №12. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	62
СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00).....	62
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ПШЕНИЧНОЙ ОБОЙНОЙ В МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ Чижикова О.Г., Коршенко Л.О., Барыбина М.Н., Пундель А.В.	62
ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЮБИЛИЗАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ЭКСТРАКТА ИЗ КОРНЕЙ МЫЛЬНЯНКИ (<i>SAPANARIA OFFICINALIS</i> L.) ПО ОТНОШЕНИЮ К ПИЩЕВЫМ ЭФИРНЫМ МАСЛАМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АРОМАТИЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ Панкова М.Е., Черевач Е.И.	63
СЕКЦИЯ №14. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	65
СЕКЦИЯ №15. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00).....	65
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ С ИНТЕРФЕЙСОМ WIEGAND Корниенко В.Т.	65
СЕКЦИЯ №16. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....	69
СЕКЦИЯ №17. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	70
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОТРЫВА СТРУИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ НЕПЛОТНОСТИ АСПИРАЦИОННЫХ УКРЫТИЙ Ходаков И.В.	70
СЕКЦИЯ №18. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	74
СЕКЦИЯ №19. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	75
ПЕРЕХОД К НОВЫМ СТАНДАРТАМ ARP 4754A и DO-178C С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ Макарова И.В.	75
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ Суходоев Д.В., Стожарова Т.В., Суходоев Н.Д.	77
СЕКЦИЯ №20. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08).....	80
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ МИНЕРАЛА ШУНГИТ НА КОМПЛЕКС СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА Корнев Ю.В., Яновский Ю.Г., Бойко О.В., Чиркунова С.В., Семенов Н.А.	80

СЕКЦИЯ №21.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	83
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ БИЛЛИНГА ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ	
Фомин И.Н.	83
ПРОЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧНОГО ГОРОДСКОГО НОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СЕВЕРНЫХ СУБАРКТИЧЕСКИХ И АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	
Лыткин С.Д., Аммосов В.Н.	86
СЕКЦИЯ №22.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	87
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2014 ГОД	88

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ ЦЕНТРОПЛАНА БПЛА

Сахбудинова В.Р., Сунгатуллин Р.Н.

КГТУ-КАИ им. А. Н. Туполева, г.Казань

В последние два десятилетия возросло применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных целях. Их применение обуславливается простотой обслуживания, отсутствием необходимости подготовки лётного состава и аэродромной инфраструктуры, сравнительно низкой стоимостью самих аппаратов и их обслуживания. Всё большее распространение БПЛА требует создание серийной технологии с применением современного оборудования и программного обеспечения. В настоящей работе рассмотрено изготовление формообразующих оснасток для деталей беспилотника, имеющих сложную форму, с применением современных программных комплексов.

Существующая конструкция центроплана БПЛА (Рисунок 1, а) состоит из деталей обшивки и каркаса (Рисунок 1, б). Все соединения являются клееными.

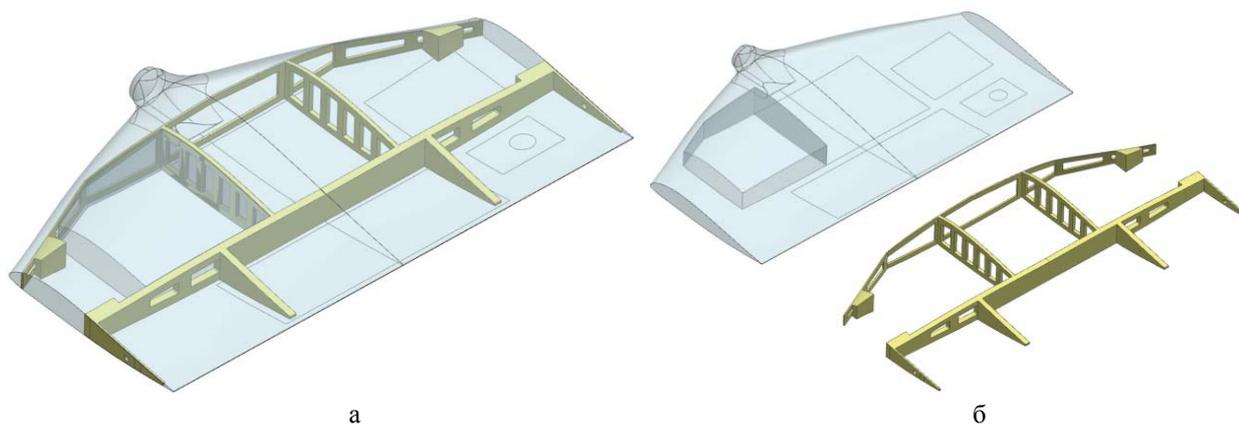


Рис.1. Существующая модель центроплана БПЛА, где: а - модель в сборе; б - разнесённый вид

Новая конструкция должна свести к минимуму количество деталей, обладать максимальной интегральностью и при этом не терять в технологичности. Одним из эффективных путей снижения цикла изготовления композитных конструкций является повышение степени их интегральности, которая подразумевает объединение нескольких деталей в одну. Основными преимуществами интегральности является:

- сокращение времени и ресурсов на сборку и доводочные операции;
- точное взаимное расположение частей друг относительно друга;
- сокращение количества формообразующей оснастки.

Оптимальной была выбрана схема, предусматривающая разделение центроплана на две основные композитные детали и крышки лючков (Рисунок 2).

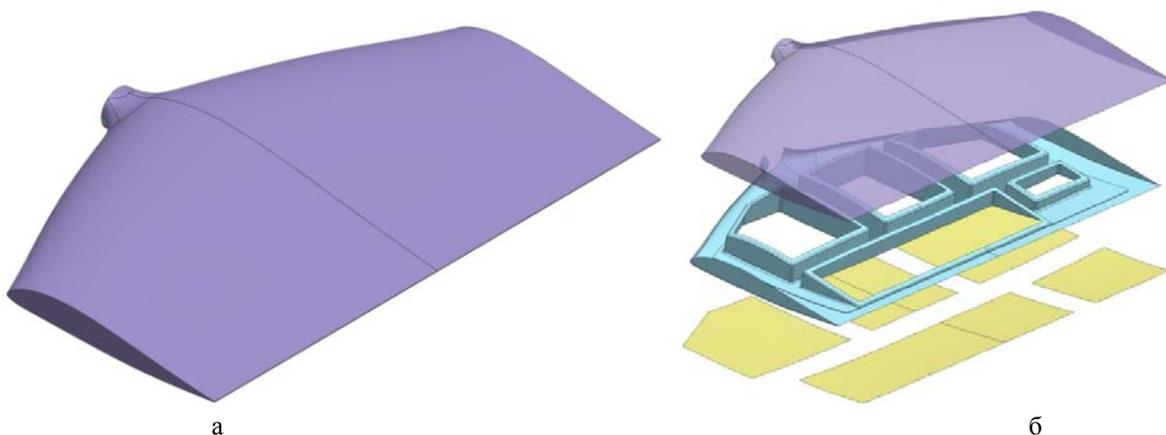


Рис.2. Технологическое членение центроплана на 2 части с крышками лючков, где:
а - модель в сборе; б - разнесённый вид

Для формования наиболее сложной детали - нижней секции центроплана, спроектирована ФО, изображенная на Рисунке 3. Моделирование деталей центроплана и формообразующих оснасток осуществлялось в программном продукте Siemens NX 8.0.

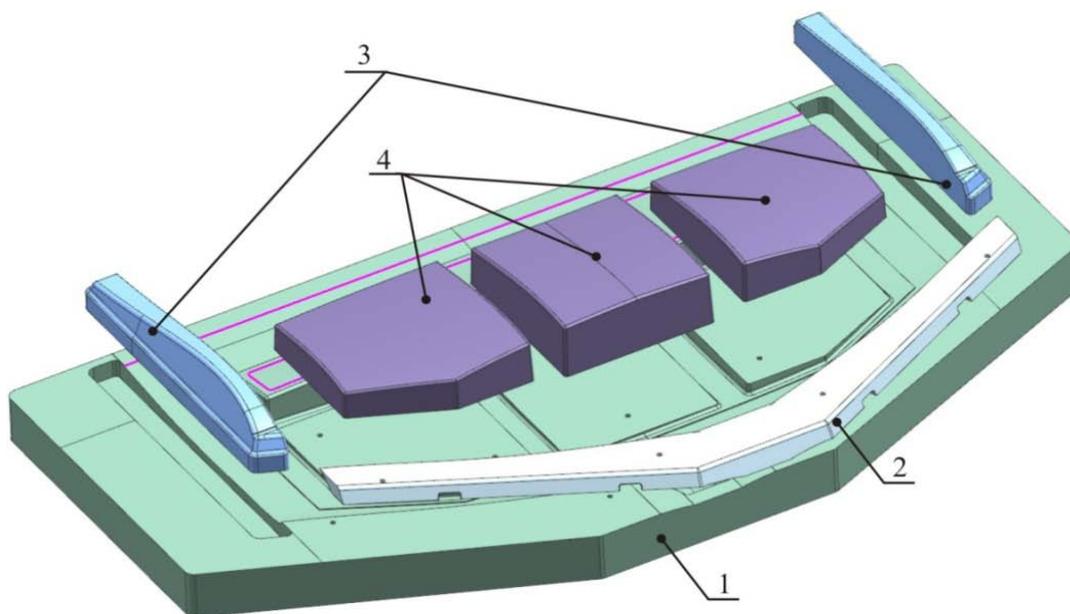


Рис.3. Экспериментальная оснастка для изготовления нижней секции центроплана БПЛА, где 1 - основная часть; 2 - элемент оснастки для формирования подсечки; 3 - торцевые элементы оснастки для формирования нервюр; 4 - элементы оснастки для формирования ячеек для оборудования

Сложность геометрии детали (наличие подсечек в зонах лючков, острых углов в зонах стыка нервюр, обшивки и обратного угла по всей длине передней кромки) повлекло за собой усложнение конструкции оснастки.

Для облегчения работы с оснасткой в зоне между элементами поз. 4 (Рисунок 3) была предложена концепция отдельной выкладки на вспомогательную оснастку. Для её реализации спроектирована оснастка для преформирования, включающая в себя поз. 4 экспериментальной оснастки (Рисунок 4).

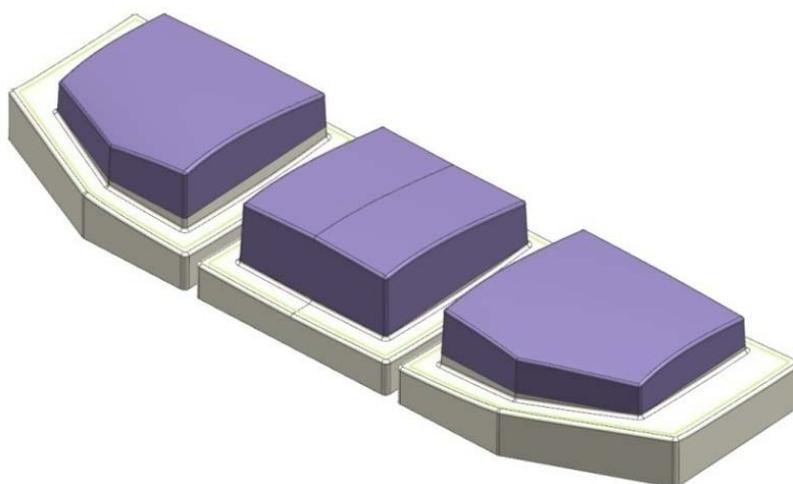


Рис.4. Оснастка для преформирования

Ввиду большой трудоёмкости изготовления, высокой стоимости алюминиевого сплава для изготовления экспериментальной оснастки и оснастки для преформирования был выбран модельный пластик Renshape плотностью 0,65-0,7 г/см³ и теплостойкостью 75-80°С.

Для изготовления верхней секции центроплана спроектирована трёхсоставная оснастка, представленная на Рисунке 5.

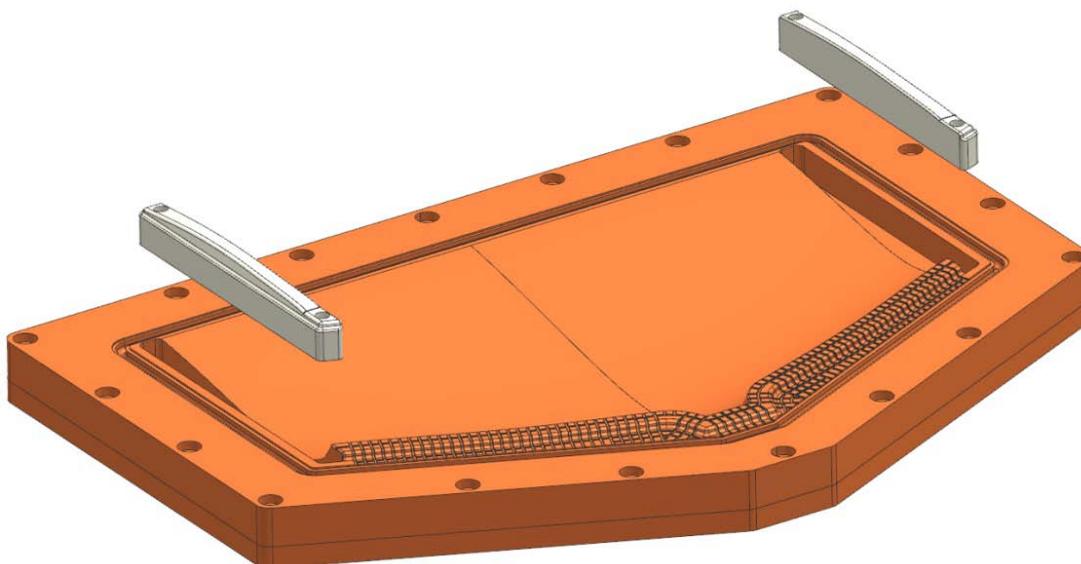


Рис.5. Формообразующая оснастка верхней секции центроплана.

По всему контуру рабочей зоны оснастки предусмотрен канал сечением 10x10 мм, а по переднему контуру канавки сечением 1x2 мм для беспрепятственного создания вакуума в технологическом пакете.

Для изготовления крышек лючков была спроектирована оснастка, представленная на Рисунке 6. С целью оптимизации технологического процесса предусмотрено изготовление всех деталей за одно формование с последующей обрезкой технологического припуска.

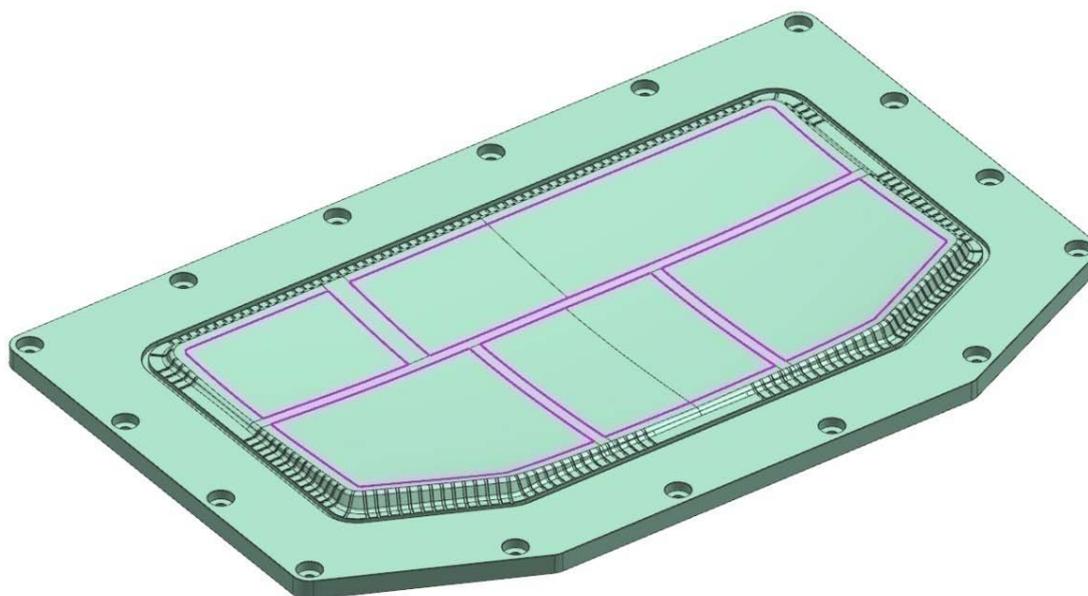


Рис.6. Формообразующая оснастка верхней секции центроплана.

Для изготовления экспериментальной оснастки выбран алюминиевый сплав Д-16Т.

Дальнейшие работы будут осуществляться в следующих направлениях: анализ и подбор материалов по критериям наименьшего времени и температуры полимеризации, обеспечивающих требуемую серийность выпуска деталей.

Список литературы

1. Халиулин В.И., Шапаев И.И. Технология производства композитных изделий. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан.гос. техн. ун-та, 2003.

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СПОСОБЫ ЗАМЕНЫ ПРОЦЕССОРОВ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ПРИ ВЫХОДЕ ИЗ СТРОЯ

Обенко А.С.

МГУПИ, РФ, г.Москва

Аннотация

В статье рассмотрены способы замены микропроцессоров. Так же рассмотрены типы процессоров, применяемых в современной электронике.

Описание процессоров

Современная электроника - это интернет-технологии и компьютеры, промышленная и бытовая техника, мобильные телефоны и прочие средства связи.

В самом начале своего развития электронные технологии широко внедрились абсолютно во все области жизнедеятельности человека. Многие пользуются электронной техникой, просто нажимая на различные

функциональные кнопки, являясь простыми пользователями.[4;113] Однако есть и такие, которым необходимо разобрать, понять, починить, выяснить все тонкости нюансы того или иного электронного предмета.

Эти люди всю свою жизнь связывают с электроникой, гордо называя себя радиолюбителями. Но постепенно наша жизнь меняется и «обрастает» компьютерами и вездесущим Интернетом. Этот новый мир, завораживающий безграничностью своих возможностей, как магнит притягивает электронщиков различных направлений деятельности.

Прежде, чем говорить о случаях, когда возникает необходимость замены микропроцессора, давайте в двух словах определимся, что же такое процессор.

Что такое процессор. В современном понимании, микропроцессор – это устройство, которое может выполнять логические и арифметические операции, а также осуществлять управление другими устройствами компьютера, в котором он установлен. Как правило, конструктивно микропроцессор выполнен в виде одной большой интегральной микросхемы в цельном корпусе, снабженной несколькими сотнями выводов или контактных площадок для установки в соответствующий разъем материнской платы. Если говорить о внутренней структуре микропроцессора, то она очень сложна и состоит из десятков миллионов элементарных транзисторов и других элементов электроцепей.

Для того чтобы правильно установить процессор, нужно понимать конфигурацию его установки, а она заключается в следующем.[4;46] Процессор вставляется в сокет, который полностью повторяет форму расположения ножек на процессоре, затем процессор надёжно фиксируется в соquete, и сверху на него надевается радиатор с кулером.

Важно отметить, что радиатор с кулером выполняют функцию охлаждения. Так как в процессе своей работы процессор очень сильно нагревается - ему необходимо охлаждение, чтобы он попросту не сгорел. Металлический радиатор плотно прижимается к процессору, благодаря чему процессор отдаёт часть своего тепла радиатору, а тот в свою очередь остужается кулером. Между процессором и радиатором должна быть прослойка термопасты, которая создаст качественное соединение и хорошую теплопередачу между этими двумя деталями. Теперь обо всём этом расскажем более детально.

Большинство пользователей ПК зачастую сталкивается с проблемой недостаточной производительности. Покупая компьютер, мы в большинстве случаев получаем модель с лучшим доступным для неё процессором на данный момент. Но через некоторое время появляются процессоры получше, а вместе с ними и более требовательное программное обеспечение. В результате мы чувствуем себя владельцами устаревшей техники, а позволить себе покупку топовой модели каждый год могут далеко не все.[2;15] Единственным верным решением станет замена процессора, что особенно актуально в случае, когда остальные комплектующие вполне устраивают. Ведь именно от процессора напрямую зависит быстродействие большинства программ, за исключением разве что видеоигр, где, кроме хорошего процессора, необходимо также иметь мощную видеокарту.

Перед заменой процессора необходимо проверить, поддерживает ли ваш компьютер более быстродействующие модели, ведь проблема совместимости одна из самых острых. Доверить эту работу, как и саму замену процессора, вы можете специалистам.

Замена процессора подразумевает понимание смысла слова «сокет». Физически, центральный процессор (CPU) представляет собой микросхему. Для подключения ее к материнской плате применяется два способа: - классический, когда с одной из сторон CPU припаяно множество тонких медных штырьков. Микросхема вставляется этими штырьками в особый разъем (сокет) на материнке. Такого способа придерживается AMD; - совершенно иной подход выбран в Intel. Штырьки припаяны в самом разьеме, а на микросхеме CPU есть только медные контактные площадки. По этому признаку сразу можно определить производителя, но намного важнее особенности установки, о чем укажем далее.[4;142]

Прежде, чем заменить процессор в компьютере своими руками, необходимо убедиться в том, чтобы материнская плата его «восприняла». Так, как в материнской плате имеется разъем процессора. В этот разъем процессор и устанавливается. У многих материнских плат разъемы разные. Это означает, что приобретать процессор необходимо учитывая этот параметр. Подготовим все необходимое для замены процессора своими руками. Самое необходимое – процессор, это хотя итак понятно. В первую очередь необходимо взять термическую пасту, тряпочку, чтобы убрать прежнюю термическую пасту, отвертку крестообразную и плоскую.

Убедитесь в том, что компьютер отключен от питающей сети, отсоединяем все кабеля, откручиваем болтики крестообразной отверткой, убираем боковую крышку. Затем переворачиваем системный блок так, чтобы вентилятор был к нам передом, отключаем его от питания. Теперь мы видим 4 защелки вентилятора. На всех защелках них нарисованы стрелки. Для того, чтобы убрать вентилятор, необходимо каждую из защелок поворачивать в сторону, обратную стрелке. После этого все крепления тянем вверх. Щелчки подскажут вам что вентилятор снят.

Если вентилятор закреплен дуговидными защелками, то их открыть можно будет плоской отверткой. В каждой защелке имеется отверстие, в него вставляем отвертку. Немного приподнимаем защелку и тянем на себя. В низу радиатора и на самом процессоре будет видна старая термическая паста. Тряпочкой стираем пасту. Слегка отводим в сторону и приподнимаем рычажок сокетa. Аккуратно, чтобы не обломить ножки, вынимаем старый процессор.

Затем осторожно на то место где находился старый процессор, вставляем новый. Теперь опускаем рычаг сокетa (скорее всего необходимо будет приложить в конце определенное усилие). Пасту наносим в центр процессора таким слоем чтобы он был не более 1 мм, сверху ставим радиатор (разрешается немного повертеть, но не сильно).[2;86]

После установки радиатора закрепляем защелки: - в том случае если 4 защелки, то прижимаем их до слабого щелчка, ну и поворачиваем в сторону указанную стрелкой. - если 2 рычага, то закрепляем их в сторону противоположную, от их начального состояния. Затем вентилятор подключаем в разъем питания. Теперь остается подключить все кабеля, прикрутить отверткой боковую крышку и включить питание. Замена процессора в компьютере своими руками завершена, теперь можно работать!

Замена процессора в ноутбуке – это один из экстремальных вариантов апгрейда ноутбука. В таком виде апгрейда, не так все просто как для настольных компьютеров. В некоторых материнских платах мобильный процессор изначально впаян в системную плату, поэтому, чтобы его заменить, необходимо обратиться в сервисный центр.

В домашних условиях замена впаянного процессора ноута – это задача сложная и требует специального оборудования. Впрочем, все современные ноутбуки имеют извлекаемые процессоры, замена которых легко осуществима. В таком случае, необходимо просто купить подходящий CPU, и можно рискнуть заменить цп самостоятельно. Где можно найти процессоры для ноутбуков? Аукционы в интернете сервис-центры по ремонту ноутбуков компьютерные барахолки. Сколько нужно ядер процессору? О том, что такое многоядерные процессоры и зачем они нужны, написано и сказано немало. Остановимся на описании их основных преимуществ. Основное достоинство многоядерной технологии – это выполнения двух и более задач. На практике это означает заметное повышение скорости работы компьютера. Например, если однопроцессорное ядро будет загружено обработкой видеоданных, другое будет доступно для любых других приложение. То есть, если вам часто приходится запускать на своем ноутбуке несколько ресурсоемких приложений одновременно, то многоядерная технология избавит вас от многих проблем.

Какой процессор выбрать? Как правило, для большинства пользователей ноутбуков решающим фактором является мобильность, они используют стандартные функции компьютера, используя его для прослушивания музыки или просмотра фильмов, а также используя программное обеспечение, связанное с офисными документами, ну и, естественно для доступа в интернет. Для таких пользователей первостепенное значение имеет цена. И именно поэтому большинство предпочли бы купить одноядерный, ну а максимум 2-х процессор. Поскольку чем менее производительный ЦП, тем меньше стоимость ноута, да и расход запаса батареи меньше. Следующим пунктом для пользователя ноутбука, при принятии решения о его покупке будет баланс двух основных аспектов, это производительность системы и цена. Большинство потенциальных покупателей предпочтет быстрый ноутбук, не требующего больших затрат и позволяющего сыграть в достойную однопользовательскую игру. Только после того, как вы определитесь с типом процессора и количеством его ядер, следует приступить к выбору конкретной модели для апгрейда. Для этого совершим небольшой экскурс в ассортимент наиболее распространённых процессоров, устанавливаемых в ныне производящиеся портативные компьютеры. Не секрет, что процессоры AMD стоят дешевле, чем Intel от 20 до 60 процентов. Поэтому заменить заводской процессор AMD гораздо дешевле чем от обновить Intel. Именно поэтому многие предпочитают покупать AMD. Хотя, все зависит от того, что вы собираетесь делать на компьютере. Если вы собираетесь просматривать фильмы, слушать музыку и редактировать офисные документы, то покупайте модель процессора младшей линейки, это касается обоих как Intel, так и AMD.[1;67] Покупать мощный процессор в этом случае, пустая трата денег. Выбираем ЦП для своего ноутбука. Для начала подумайте, что в конечном итоге даст замена CPU ноутбуку, если в этом существенный смысл и необходимость?

При замене процессора нужно учитывать совместимость нового процессора со старым ноутбуком. Самый простой способ - это посмотреть какой ЦП установлен в старшей комплектации серии ноутбука. Например, у Asus X55VD (X55VD-SX164D), который Вы хотите модернизировать, установлен процессор Intel Pentium 2020M. Открываем по официальный прайс Asus и смотрим, какая старшая комплектация в линейке Asus X55VD - это комплектация с процессором IntelCore i5-3230, то есть максимум, что можно установить в Asus X55VD - это Intel Core i5-3230. Дело в том, что в одной модели ноутбуков одна и та же система охлаждения, чипсет и разъем процессора, например у Asus X55VD - одна, у Asus G55VW - другая, у Asus K53SD - третья и т.д. Перед заменой

процессора, как правило происходит перепрошивка BIOS ноутбука на последнюю версию, поскольку в новых версиях биоса появляется поддержка и новых процессоров.

Процессор в планшете, как и в любой другой компьютерной технике, выполняет очень важную и ответственную функцию. Он отвечает за обработку программного кода (определённой последовательности команд), хранящегося во время сеанса работы техники в модуле оперативной памяти. Также от процессора зависит слаженная и организованная работа всех прочих компонентов планшета и подключаемых к нему внешних устройств, и их взаимодействие в процессе функционирования техники. Именно из процессора все остальные компоненты получают данные и набор команд, который используют в своей работе.[1;86]

В процессорах планшеты, для экономии места внутри техники и уменьшения количества потребляемой при работе электрической энергии, обычно имеют весьма небольшую мощность и весьма средние рабочие характеристики. Это очень разумный шаг, коль скоро процессор обычно используют лишь для игр, работы с документами и выхода в Интернет.

Процессор в планшете не очень часто выходит из строя, но неисправности в нём сразу сказываются на работе всей техники, парализуя её. Чаще всего проявляются неисправности планшета в следующем:

- Невозможности загрузить планшет при его включении;
- Долгом ожидании отклика планшета на команды, его постоянном беспричинном зависании;
- Самопроизвольной перезагрузке планшета во время сеанса работы.
- Редко когда процессор выходит из строя без влияния на него вредных факторов. Больше всего процессор страдает от:
 - Механических повреждений, неквалифицированного ремонта планшета без применения специальных инструментов;
 - Контактных планшета с любой жидкостью;
 - Перегрева планшета выше критической нормы.

Выводы

Процессор- один из тех немногих компонентов компьютерной техники, которые нельзя отремонтировать при возникновении неисправностей. Даже самые небольшие неполадки в процессоре ведут к необходимости его замены. Замена процессора может потребоваться не только при выходе этого компонента планшета из строя. Иногда возникает необходимость увеличить мощность процессора, улучшить скорость работы планшета и быстроту его отклика на команды. И для решения этих задач тоже требуется заменить процессор, только на более мощный и совершенный по своим рабочим качествам.

Список литературы

1. Microsoft Corporation. Проектирование и реализация баз данных Microsoft SQL Server 2000. Учебный курс Microsoft / Пер.с англ. – 3-е изд. – М.: Издательство торговый дом «Русская редакция»; СПб.: Питер, 2006. – 512 с.
2. АрхипенковС. ORACLE Express OLAP. – М.: Диалог-МИФИ. 2000. – 315 с.
3. Макарова Н.В., Николайчук Г.С., Титова Ю.Ф. Компьютерное делопроизводство. - СПб: Издательский дом «Питер», 2002.
4. Советов Б.Я. Информационные технологии: Учеб.для вузов /Б.Я.Советов, В.В.Цехановский. – 3-е из., стер. – М.: Высш.шк., 2006. – 263 с.
5. Чипига А. Ф. Информационная безопасность автоматизированных систем/ А. Ф. Чипига - М.: Гелиос АРВ, 2010. - 335 с.
6. Erhard Rahm, Hong Hai Do, Data Cleaning: Problems and Current Approaches. IEEE Data Engineering Bulletin, 23(4): 2000
7. Ralph Kimball, The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses. JohnWiley&Sons, NewYork, 1996.

СТАБИЛИЗАТОР КВАДРАТУРНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Дубровин В.С.

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарёва, РФ,
г.Саранск

Аннотация

Рассмотрена структурная схема двухканального стабилизатора гармонических сигналов. В качестве входного источника сигналов может быть использован управляемый генератор и формирователь квадратурных сигналов. Предложенный стабилизатор может быть использован в устройствах радиоэлектроники, автоматики, системах связи, преобразовательной техники. Используемые решения защищены несколькими патентами Российской Федерации.

Ключевые слова: структурная схема; квадратурные сигналы; делитель.

Постановка задачи

Электронные генераторы [3, 4, 10] и формирователи [1, 5, 6, 9] квадратурных гармонических сигналов находят широкое применение в радиоэлектронике, автоматике, системах связи. По мере развития и совершенствования элементной базы были предложены многочисленные схемотехнические решения построения генераторов квадратурных сигналов, обеспечивающих стабильность амплитуды в пределах 1-3% при коэффициенте нелинейных искажений 0,5-3% [7].

В современных областях техники и при научных исследованиях требуются источники квадратурных гармонических сигналов со стабильностью порядка 0,01-0,1% при нелинейных искажениях 0,005-0,05%.

Вместе с высокими требованиями к статическим параметрам предъявляются также высокие требования и к динамическим характеристикам таких генераторов. Задача одновременного достижения высоких требований стабильности амплитуды и малого уровня нелинейных искажений в статических и динамических режимах является задачей достаточно сложной.

Современным подходом к построению стабилизаторов амплитуды с высокими метрологическими характеристиками является разработка стабилизаторов на основе замкнутых систем автоматической стабилизации амплитуды.

Наиболее распространенный способ стабилизации амплитуды квадратурных сигналов заключается в использовании векторного вычислителя амплитуды в качестве измерительного датчика. Векторный вычислитель работает по следующему алгоритму: сначала входные сигналы стабилизатора возводятся в квадрат, затем суммируются и из полученной суммы извлекается корень квадратный. В этом случае измеренное напряжение будет в точности равно амплитудному значению квадратурных сигналов только при равенстве амплитудных значений квадратурных сигналов.

Устройства стабилизации, работающие на принципе векторного вычисления амплитуды, прекрасно работают при равенстве амплитудных значений квадратурных сигналов и при точном соблюдении фазовых сдвигов между квадратурными составляющими [1, 3, 4, 10].

В статических и, особенно, в динамических режимах при пуске и перестройке частоты генератора квадратурных сигналов неизбежно возникают «перекосы» амплитудных значений. Следовательно, при асимметрии амплитудных значений квадратурных сигналов напряжение на выходе измерительного датчика кроме постоянной (полезной) составляющей будет иметь еще и переменную (паразитную) составляющую, которая приводит к дополнительным искажениям стабилизируемых сигналов, то есть увеличению нелинейных искажений стабилизируемых сигналов.

Двухканальный стабилизатор амплитуды [2, 8], работающий на принципе замкнутой системы автоматической стабилизации амплитуды, обладает высоким быстродействием, но для реализации высокой точности стабилизации амплитуды требуется большой коэффициент усиления в цепи обратной связи. Причем значительное увеличение коэффициента усиления может привести к неустойчивой работе стабилизатора, как замкнутой системы регулирования, то есть к его самовозбуждению. Поэтому необходим компромисс между желаемой точностью стабилизации и выбором коэффициента усиления усилителя.

Стабилизаторы амплитуды [1, 3, 4, 10], использующие векторный вычислитель, обладают высоким быстродействием, как в пусковом режиме, так и при мгновенных переключениях с одной частоты на другую, но требуют большого количества прецизионных перемножителей сигналов, определяющих стоимостные показатели устройства в целом. Кроме того такие стабилизаторы практически не работают при значительной асимметрии амплитудных значений квадратурных сигналов, что характерно для некоторых формирователей.

Основная часть

Задача заключается в построении простого двухканального стабилизатора амплитуды, обеспечивающего необходимую точность стабилизации в статических и динамических режимах при минимальных искажениях сигналов.

Структурная схема быстродействующего двухканального стабилизатора гармонических сигналов приведена на рисунке. В состав стабилизатора входят: источник квадратурных сигналов (ИКС), два компаратора (K1 и K2), два одновибратора (OB1 и OB2), два устройства выборки-хранения (УВХ1 и УВХ2) и два делителя (Д1 и Д2).

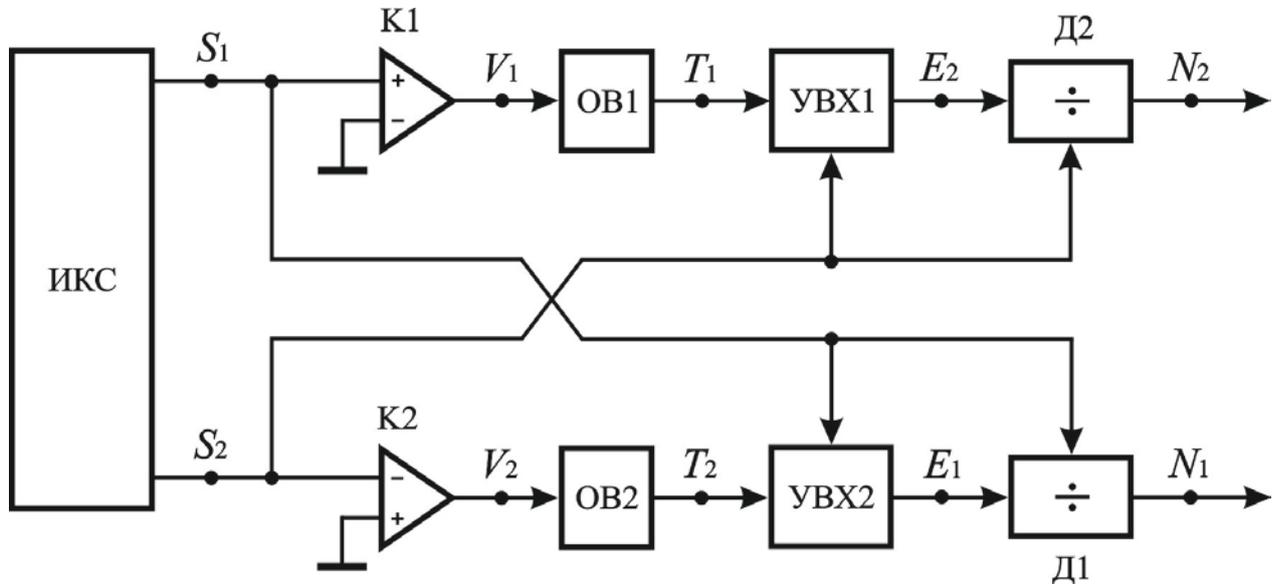


Рис.1. Структурная схема стабилизатора

Компаратор K1 и одновибратор OB1 образуют формирователь стробирующих импульсов (ФСИ1), а компаратор K2 и одновибратор OB – формирователь стробирующих импульсов (ФСИ2).

Устройство выборки-хранения УВХ1 и ФСИ1 составляют первый пиковый детектор (ПД1), а второе УВХ2 и второй ФСИ2 образуют второй пиковый детектор (ПД2).

При подаче на вход первого ФСИ1 гармонического сигнала $S_1(t) = A_1 \cdot \sin(\omega t)$ с амплитудным значением A_1 на его выходе формируется узкий импульс T_1 , в точности совпадающий с амплитудным значением A_2 сигнала $S_2(t) = A_2 \cdot \cos(\omega t)$, подаваемого на второй вход УВХ1, на выходе которого будет сформировано напряжение E_2 , величина которого в точности равна амплитудному значению сигнала $S_2(t)$, то есть $E_2 = A_2$.

При подаче на входы второго пикового детектора сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$ на выходе ПД2 формируется напряжение E_1 , величина которого равна амплитудному значению сигнала $S_1(t)$, то есть $E_1 = A_1$.

При подаче на первый вход первого делителя сигнала $S_1(t)$, а на второй вход – сигнала $S_2(t)$ на выходе Д1 формируется сигнал

$$N_1(t) = \frac{S_1(t)}{E_1} = \frac{A_1}{E_1} \cdot \sin(\omega t) = A^* \cdot \sin(\omega t),$$

где $A^* = 1$ - нормированное значение амплитуды $N_1(t)$.

При подаче на первый вход второго делителя сигнала $S_2(t)$, а на второй вход – сигнала $S_1(t)$ на выходе Д2 формируется сигнал

$$N_2(t) = \frac{S_2(t)}{E_2} = \frac{A_2}{E_2} \cdot \cos(\omega t) = A^* \cdot \sin(\omega t),$$

где $A^* = 1$ - нормированное значение амплитуды $N_2(t)$.

Таким образом, при подаче на входы стабилизатора гармонических сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$ даже со значительной амплитудной асимметрией на его выходах формируются стабильные по амплитуде сигналы $N_1(t)$ и $N_2(t)$.

Выводы

1. Предлагаемый стабилизатор амплитуды гармонических колебаний обеспечивает высокую точность поддержания на одном уровне амплитудных значений канальных выходных сигналов даже в случае значительных отклонений входных сигналов, как в статических, так и динамических режимах.
2. Стабилизатор может быть использован при построении прецизионных формирователей и генераторов для устройств радиоэлектроники, автоматики, систем связи.
3. Стабилизатор может быть выполнен в интегральном или гибридном исполнении с использованием аналоговых умножителей (например, таких как 525ПС3), не требующих наличия подстроечных элементов.

Список литературы

1. Дубровин В. С. Безынерционная система управления формирователя квадратурных гармонических сигналов / В. С. Дубровин, В. В. Никулин, А. В. Никулин // Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Measuring and Computing Devices in Technological Processes. 2013. № 2 (43). С. 98-101.
2. Дубровин В. С. К расчету эффективности двухканального стабилизатора амплитуды / В. С. Дубровин // Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях (ИАМП-2010) : Материалы 7-й Всероссийской научно-технической конференции 6-7 октября 2010 года / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 44–48.
3. Дубровин В. С. Многоконтурная система стабилизации управляемого генератора / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2013. – № 1. – С. 74–82.1.
4. Дубровин В. С. Система стабилизации управляемого генератора на базе квазиконсервативного звена / В. С. Дубровин // Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2012. – Вып. 2. – С. 30–34.
5. Дубровин В. С. Управляемый формирователь квадратурных гармонических сигналов / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – Йошкар-Ола, 2013. – № 1 (17). – С. 5–11.
6. Дубровин В. С. Формирователь квадратурных сигналов / В. С. Дубровин // Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2012. – Вып. 2 (2). – С. 35–38.
7. Вавилов А.А. Низкочастотные измерительные генераторы / А.А.Вавилов, А.И. Солодовников, В.В. Шнайдер. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. -104с.
8. Пат. 101219 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Двухканальный стабилизатор амплитуды / В. С. Дубровин // Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2010136499/08 ; заявл. 30.08.10 ; опубл. 10.01.11, Бюл. № 1. – 1 с. : 1 ил.
9. Пат. 127554 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Формирователь квадратурных сигналов / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2012138489/08 ; заявл. 07.09.12 ; опубл. 27.04.13, Бюл. № 12. – 1 с. : 2 ил.
10. Пат. 2506692 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Управляемый генератор / Дубровин В. С. ; заявитель и патентообладатель Дубровин Виктор Степанович. – № 2012137334/08 ; заявл. 31.08.12 ; опубл. 10.02.14, Бюл. № 4. – 15 с. : 11 ил.

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЗАТАРОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ВИНТОВЫМ ПИТАТЕЛЕМ

к.т.н., доцент **Алексеев А.В.**, студент **Брыль Г.И.**

СамГУПС, РФ, г.Самара

Затарочные устройства с винтовым питателем имеют широкое распространение на предприятиях, занятых производством, хранением и переработкой сыпучих грузов. В таких устройствах выпуск (дозирование) сыпучего груза осуществляется за счёт вращения транспортирующего органа, выполненного в виде шнека или цилиндрической спирали (пружины).

Достоинствами всех типов затарочных устройств с винтовым питателем являются простота конструкции и обслуживания, высокая производительность и надёжность работы при малых габаритах, отсутствие возможности закупоривания дозирующих патрубков.

К недостаткам относятся непостоянство величины производительности рабочего процесса, наличие застойной зоны сыпучего груза в полости накопительного бункера, высокий износ транспортирующих органов и рабочих органов сводообрушителей [1].

Рассмотрим особенности конструкции и рабочего процесса типового затарочного устройства с винтовым питателем (Рисунок 1).

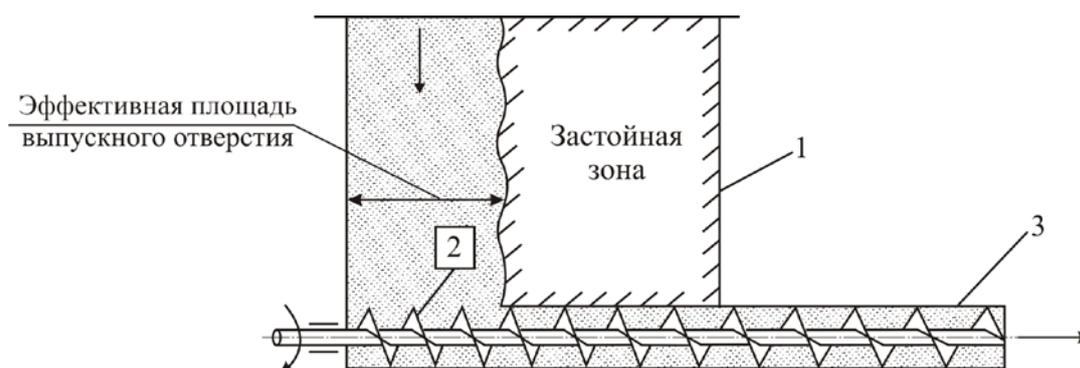


Рис.1. Конструктивно-технологическая схема типового затарочного устройства с винтовым питателем: 1 - накопительный бункер; 2 - транспортирующий орган (шнек); 3 - дозирующий патрубок.

При работе затарочного устройства сыпучий груз, поступающий из накопительного бункера 1, захватывается винтовой поверхностью транспортирующего органа 2 (шнек или цилиндрическая спираль) и продольно перемещается в полости дозирующего патрубка 3, а затем загружается в тару.

Скорость продольного поступательного движения сыпучего груза в полости дозирующего патрубка, м/с

$$V_{\text{ср}} = \frac{n_{\text{ш}} S}{60} K_0 = V_{\text{вит}} K_0, \quad (1)$$

где $n_{\text{ш}}$ – частота вращения транспортирующего органа, об/мин;

$V_{\text{вит}}$ – скорость поступательного движения витков транспортирующего органа, м/с;

K_0 – коэффициент осевого отставания скорости продольного перемещения сыпучего груза от величины $V_{\text{вит}}$. Для шнека $K_0 = 1$. Для винтовой спирали $K_0 = 0.8 \div 0.9$; S – шаг витков транспортирующего органа, м

$$S = (0.8 \div 1) D_{\text{п}},$$

здесь $D_{\text{п}}$ – внутренний диаметр патрубка, м.

Производительность затарочного устройства с винтовым питателем на установившемся режиме, т/ч

$$Q_{3,y} = 0,047 \cdot D_{\Pi}^2 \cdot S \cdot n_{\text{ш}} \cdot \rho \cdot K_0 \cdot K_3 \cdot \xi, \quad (2)$$

где ρ – плотность сыпучего груза, кг/м³;

K_3 – коэффициент заполнения загрузочного патрубка, $K_3 = 0,6 \div 0,9$;

ξ – коэффициент, учитывающий равномерность поступления сыпучего груза в зону приёма винтового питателя, $\xi = 0,8 \div 1$.

Фактическая производительность рабочего процесса не является величиной постоянной, а колеблется около технологически установленного значения $Q_{3,y}$, определяемого по формуле (2). В технических характеристиках затарочных устройств указывается среднее значение производительности рабочего процесса.

Отклонение фактических (действительных) значений расхода сыпучего груза от среднего значения производительности рабочего процесса принято называть неравномерностью выпуска сыпучего груза. Неравномерность выпуска характеризуется коэффициентом вариации v и выражается в процентах [2].

Допускаемое значение v зависит от номинальной массы сыпучего груза в таре и регламентируется техническими требованиями конкретного производства. Эксплуатируемые в настоящее время затарочные устройства имеют сложную конструкцию и сложное управление работой. При этом величина v непостоянна и может достигать больших значений (20% и более). Это затрудняет процесс дозирования ввиду трудности обеспечения требуемой массы дозы.

Неравномерность выпуска сыпучих грузов является следствием особенности их физико-механических свойств, а также несовершенства конструкции затарочных устройств.

Одним из способов борьбы с неравномерностью выпуска сыпучего груза в затарочных устройствах с винтовым питателем является совершенствование конструкции шнеков. Действительно, шнек, являясь транспортирующим органом, определяет характер движения сыпучего груза в полости дозирующего патрубка, а, следовательно, и характер последующей подачи сыпучего груза в тару.

Шнек традиционной конструкции имеет цилиндрическую форму с постоянной величиной шага витков. В целях уменьшения неравномерности выпуска сыпучего груза применяются следующие конструкции усовершенствованных шнеков: шнеки цилиндрической и конической формы с уменьшающимся шагом витков в направлении транспортирования груза (Рисунок 2а, б); шнек ступенчатый цилиндрический с постоянным шагом витков (Рисунок 2в).

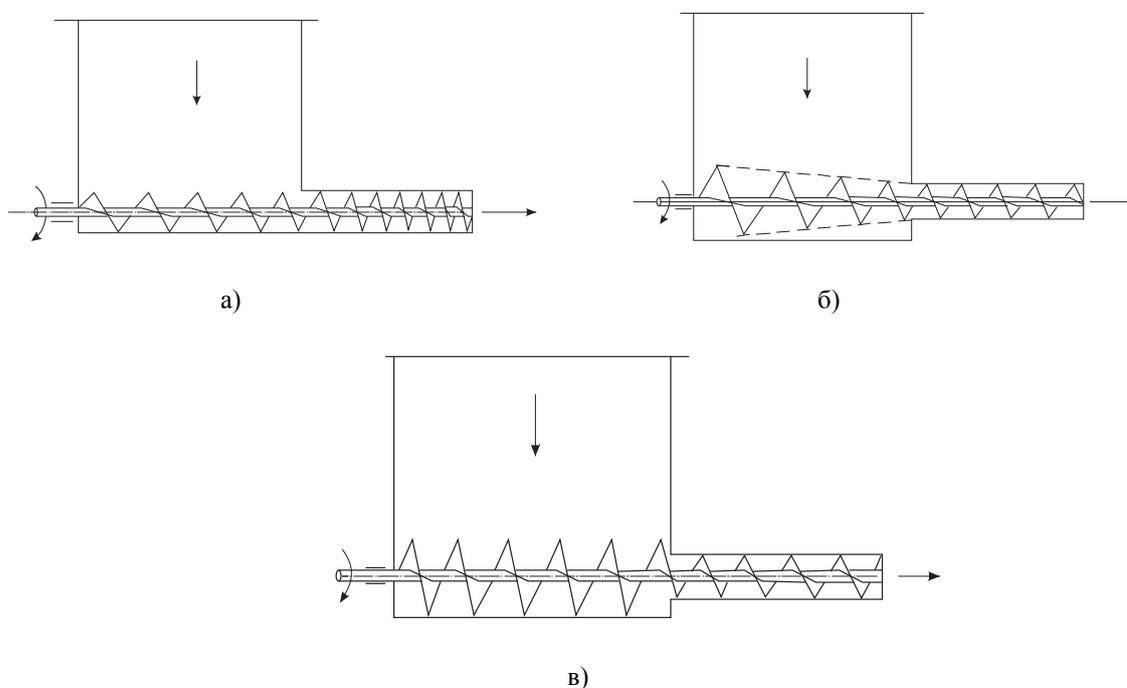


Рис.2. Усовершенствованные конструкции шнеков: а, б – шнеки цилиндрической и конической формы с уменьшающимся шагом витков в направлении транспортирования груза; в – шнек ступенчатый цилиндрический с постоянным шагом витков.

По мнению изобретателей таких шнеков, снижение неравномерности выпуска сыпучего груза при работе затарочных устройств достигается за счёт лучшего заполнения сыпучим грузом внутреннего объёма дозирующих патрубков [3, 4, 5].

Однако опыт эксплуатации затарочных устройств с усовершенствованными конструкциями шнеков показывает лишь незначительное (не более 5 %) уменьшение величины коэффициента вариации V при той же интенсивности абразивного износа витков шнека. Кроме того, изготовление описанных конструкций шнеков достаточно трудоёмко и требует специального оборудования. Указанные обстоятельства препятствуют широкому применению приведённых конструкций шнеков.

В последнее время на предприятиях, занятых производством, хранением и переработкой сыпучих грузов, отмечаются тенденции полного отказа от использования шнеков. Всё большее распространение в качестве транспортирующих органов находят цилиндрические спирали. Их применение не способствует снижению неравномерности выпуска сыпучего груза. Однако, обладая практически одинаковой со шнеком производительностью рабочего процесса, цилиндрическая спираль имеет важные достоинства – простота конструкции и изготовления. Это позволяет широко использовать её в качестве транспортирующего органа во многих технологических машинах, и в том числе в затарочных устройствах сыпучих грузов.

Основной технологической причиной колебания производительности рабочего процесса затарочных устройств с винтовым питателем является нерациональная форма истечения сыпучего груза из накопительного бункера.

При работе таких затарочных устройств устойчивое движение сыпучего груза в полости накопительного бункера происходит только в зоне вертикального столба, располагающегося над небольшой частью выпускного отверстия вблизи стенки, противоположной той, на которой установлен дозирующий патрубок. При этом на свободной поверхности груза, над столбом истечения, образуется конусная воронка.

Бо́льшая часть сыпучего груза в накопительном бункере остаётся неподвижной, образуя так называемую застойную зону.

Образование вертикального столба истечения и неподвижной (застойной) зоны сыпучего груза в полости накопительного бункера является следствием конструктивных и технологических особенностей рассматриваемого типа затарочных устройств.

Как известно, основным условием эффективной работы любого типа затарочных устройств, в том числе с винтовым питателем, является выполнение равенства [6]:

$$Q_{3,y} = Q_{\text{БУН}}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{БУН}}$ – расход сыпучего груза из накопительного бункера за единицу времени при свободном истечении без питателя, т/ч.

В эксплуатируемых в настоящее время затарочных устройствах выпуск сыпучего груза из накопительного бункера и работа винтового питателя имеют слабо согласованный характер. Равенство (3) не выполняется, поскольку величина $Q_{\text{БУН}}$ во много раз превышает максимально возможное значение производительности $Q_{3,y}$ затарочного устройства.

В результате, средняя скорость истечения сыпучего груза из накопительного бункера снижается, а в полости накопительного бункера формируется вертикальный столб истечения и неподвижная (застойная) зона (см. Рисунок 1). При этом, поступление сыпучего груза к виткам транспортирующего органа имеет нестабильный характер.

Уменьшение конструктивно установленной площади выпускного отверстия накопительного бункера до эффективной можно объяснить следующим образом.

При вращении транспортирующего органа часть сыпучего груза, продольно перемещаемого его витками, не попадает в приёмное отверстие дозирующего патрубка, а напессовывается на ближайшую стенку накопительного бункера, образуя арку. Формированию арки над транспортирующим органом также способствуют центробежные силы инерции, которые при работе затарочного устройства забрасывают сыпучий груз из межвиткового пространства транспортирующего органа обратно в полость накопительного бункера.

На образовавшуюся таким образом арку налипают сыпучий груз, поступающий из накопительного бункера. В результате эффективная площадь выпускного отверстия накопительного бункера уменьшается, а над витками транспортирующего органа образуется застойная зона сыпучего груза.

Для устранения застойных зон, снижения неравномерности выпуска сыпучего груза и увеличения эффективной площади выпускного отверстия накопительного бункера, применяют различные конструкции сводообрушителей, которые оказывают силовое воздействие на сыпучий груз [1].

По принципу действия, сводообрушители, как известно, подразделяются на пневматические (псевдооживают сыпучий груз), вибрационные (улучшают взаимную подвижность частиц) и механические (разрыхляют сыпучий груз).

Независимо от используемого типа сводообрушителей, применение их в затарочных устройствах не является в полной мере результативным. Сводообрушитель, воздействуя на сыпучий груз в полости накопительного бункера, не устраняет причины образования описанных выше негативных явлений, а лишь улучшает взаимную подвижность частиц в зоне столба истечения. При недостаточном силовом воздействии в полости накопительного бункера формируется статический свод.

Наиболее предпочтительными для эксплуатации являются сводообрушители, имеющие механический принцип действия. Они имеют достаточно простую конструкцию, а их рабочие органы способны разрыхлять и восстанавливать сыпучесть даже сильно слежавшихся грузов. Однако это сопряжено с чрезмерными затратами энергии и необоснованно высоким износом рабочих органов сводообрушителей. По мнению авторов статьи, указанные недостатки могут быть сведены к минимуму за счёт выбора рационального варианта силового воздействия на сыпучий груз. Для этого требуется проведение дополнительных теоретических и экспериментальных исследований.

Таким образом, проведённый анализ работы затарочных устройств с винтовым питателем выявил ряд серьёзных недостатков, снижающих эффективность их эксплуатации. Существующие в настоящее время научные теории и инженерные принципы пока не в состоянии решить эти проблемы.

Перспективными направлениями совершенствования затарочных устройств рассматриваемого типа являются:

- упрощение конструкции транспортирующего органа за счёт использования для этой цели винтовой спирали;
- выбор рациональных конструктивных и режимных параметров механических сводообрушителей, при которых энергозатраты, связанные с работой затарочных устройств, будут иметь минимальные значения.

Список литературы

1. Дудкин Е.П., Побежимов Н.Ф., Алексеев А.В. Исследование причин нестабильной работы устройств для заполнения сыпучих грузов в тару // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2005. Специальный выпуск. С. 215-221.
2. Дудкин Е.П., Алексеев А.В. Повышение точности дозирования сыпучих грузов в тару. // Транспорт: наука, техника, управление, 2011. №. 11. – С. 36–41.
3. Заявка OS 3520492 ФРГ МКИ 4 В65 3/17 Устройство для затаривания в клапанные мешки, в частности, порошкообразного материала. Заявлено 10.11.85, опубл. 11.12.86 Бюл № 50.
4. Заявка 2463722 Франция МКИ В65 3/04, 39/12 Машина для затаривания сыпучих материалов в мешки с клапаном. / Морет Дж. (Франция). Заявлено 01.08.80, опубл. 03.04.81, Бюл. № 14.
5. Патент 2025425 Россия МКИ В65 G53/48 Пневматический питатель для транспортирования увлажнённого сыпучего материала./ Морозов А. Д., Крикун Ю. А. (Россия). Заявлено 24.05.91, опубл.30.12.94, Бюл №24.
6. Алфёров К.В., Зенков Р.Л. Бункерные установки. Проектирование, расчёт, эксплуатация. – М.: Машгиз, 1955. – 380с.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ РОТОРОВ ТУРБИН

Карпов Ю.В., Марголит Р.Б.

Рязанский институт (филиал) Университета машиностроения, г.Рязань

Роторы являются основной деталью турбин различного назначения: газо- и нефтеперекачивающих насосов, электрических генераторов и электродвигателей, двигателей самолетов и др. Роторы представляют собой тела вращения большого диаметра и большой протяженности, для них в целом характерно значительное превышение длины по отношению к диаметру. Однако, та часть детали, на которой размещают лопатки имеет

значительно больший диаметр, чем хвостовики, на которых располагаются опорные шейки. Наиболее ответственные поверхности деталей данного типа должны обладать высокой точностью прямолинейности оси и расположения цилиндрических и торцовых поверхностей, требуемой шероховатостью. Радиальное биение поверхностей не должно превышать нескольких сотых долей миллиметра. Высокие требования предъявляются в отношении класса точности балансировки этих деталей. Характерной чертой крупногабаритных валов длиной несколько метров является относительно малая жесткость. При изготовлении и ремонте роторы проходят три стадии обработки:

- 1) обработка валов без турбинных лопаток;
- 2) обработка роторов со смонтированными на вал лопаткам;
- 3) ремонт опорных шеек ротора в сборе.

Обеспечение требований точности и дальнейшая работоспособность изделия во многом зависит от применяемой технологии изготовления. Несмотря на значительное разнообразие конструктивных особенностей данного типа деталей, для их изготовления могут быть предложены общие технологические принципы, призванные исключить погрешности от действия двух факторов, имеющих общую природу возникновения, а именно, указанную выше недостаточную жесткость:

- деформации при закреплении;
- деформации от действия сил тяжести.

Предварительная черновая механическая обработка предшествует термической обработке, которая предназначена повысить однородность свойств материала, получить необходимые механические свойства и уменьшить внутренние напряжения. После предварительной механической обработки и термообработки выполняется контроль на соответствие допустимых величин прогиба, припуска и остаточных напряжений. Если ось имеет чрезмерные отклонения от прямолинейности, заготовку подвергают правке и повторной термообработке в виде низкотемпературного отжига.

Чистовая механическая обработка является самой сложной и ответственной операцией изготовления. Любое отклонение от заданных требований, предъявляемых к ротору после чистовой обработки, влечет за собой солидные экономические издержки.

При классическом варианте выполнения обработки роторы устанавливают на токарном станке согласно схемам, представленным на Рисунке 1.

При установке по схеме а) с использованием центра задней бабки, один конец заготовки зажимают кулачками патрона, а другой поджимают центром задней бабки. Данная схема представляет возможность выполнять обработку только наружных цилиндрических поверхностей. Для обработки торцов, а также при наличии центрального отверстия, применяется схема (Рисунок 1, б) с использованием поддерживающего люнета.

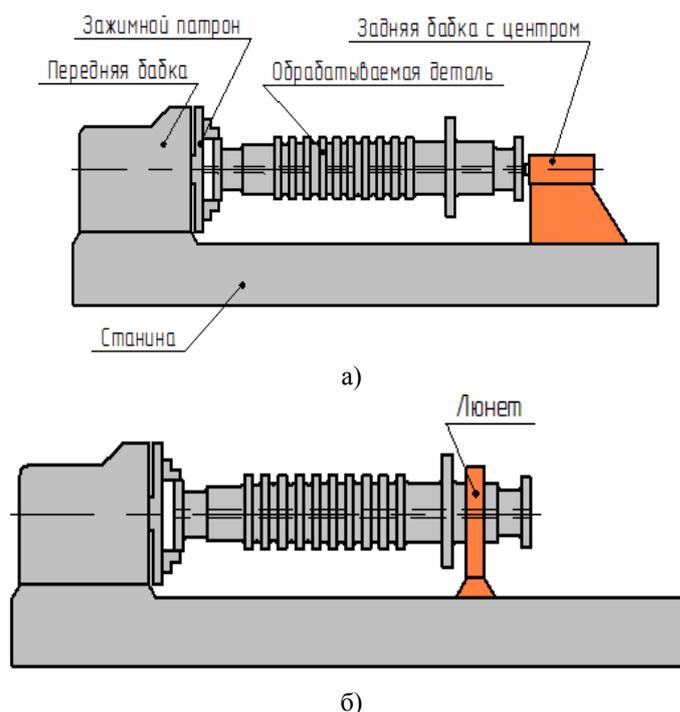


Рис. 1. Схемы установки ротора: а) с использованием центра задней бабки; б) с использованием люнета.

Как видно из рисунка для полной обработки детали с обеих сторон, включая торцы, необходимо использовать, как минимум, два станова. Переустановка таких массивных нежестких заготовок является довольно сложной процедурой, большие трудности вызывает их выверка, от качества которой зависит точность обработки. В процессе выверки необходимо решить две задачи, связанные с деформациями заготовки под действием силы тяжести и возникающими от сил закрепления.

Действие силы тяжести проявляет себя провисанием заготовки в вертикальной плоскости. Величина провисания центральной части весьма существенна и в зависимости от длины ротора и его массы может достигать нескольких миллиметров. Достижение точности обработки при таком провисании затруднено.

В процессе закрепления заготовки в зажимном патроне зачастую возникает отклонение в горизонтальной плоскости оси заготовки от оси станка. Чем длиннее заготовка, тем больше величина отклонения. Когда оператор подводит задний центр, правый конец заготовки смещается на ось центров, сама заготовка деформируется. Обработку выполняют в деформированном состоянии, после ее обработки и раскрепления обнаруживается радиальное биение детали.

В связи с отсутствием методик установки заготовок и конструктивных решений станков, выверка и закрепление заготовок без деформаций представляет чрезвычайно сложную задачу, которую при значительных затратах времени, по много часов, не всегда удается успешно решить даже квалифицированным операторам и, соответственно, добиться необходимых результатов точности обработки.

Решение задачи выверки и закрепления крупногабаритных нежестких заготовок реализовано на Рязанском станкостроительном заводе в конструкции станков мод. РТ958 и РТ700, специально предназначенных для обработки роторов. Станки мод. РТ958 успешно эксплуатируются при ремонте роторов газоперекачивающих турбин на ремонтных предприятиях, при изготовлении роторов электрогенераторов, на станке РТ700 был изготовлен ротор длиной 12 метров для Конаковской ГРЭС.

Технология выверки и закрепления заготовок осуществляется при наличии в этих станках двух шпиндельных бабок – неподвижной передней и подвижной в осевом направлении задней, двух призматических регулируемых по высоте подставок и люнетов, поддерживающих заготовку. Призматические подставки используют при выверке заготовки, их задача совместить ось заготовки с осью станка. При установке заготовку свободно укладывают на призмы. Затем концы заготовки выверяют по высоте с осью станка и только после этого приступают к закреплению кулачками патронов, каждый из которых имеет по 4 кулачка с независимым перемещением. Для уменьшения действия изгибающей ось силы зажима следует ограничить протяженность захвата заготовки кулачками патрона 15-ю миллиметрами от торца. Независимое перемещение кулачков позволяет произвести окончательную выверку заготовки. По окончании выверки призмы отводят от заготовки или даже снимают со станка. Заготовку центрируют по оси двумя поддерживающими люнетами.

На описанных станках кроме токарной обработки применяют шлифование опорных шеек роторов. Предложены оригинальная конструкция шлифовальных суппортов и способ шлифования цилиндрических поверхностей торцом круга. Использование описанного способа позволяет повысить точность и производительность обработки. Разработчики технологии обработки и ремонта роторов турбин награждены в 2004 году серебряными медалями имени академика В.Ф. Уткина.

Но предложенная технология оставляет необходимостью выполнять обработку в несколько установов, связанных с переворотами заготовки. Невозможно обрабатывать конец заготовки, за который она закреплена, недоступно с этой стороны отверстие, если оно имеется в роторе.

В настоящее время широко используются двухпозиционные токарные станки с контршпинделями. После обработки детали, закрепленной в левом шпинделе, правый контршпиндель подъезжает к заготовке, захватывает ее кулачками зажимного патрона и отъезжает в позицию обработки. Но реализовать такой вариант обработки крупногабаритной детали, поддерживаемой двумя люнетами, не удастся.

Предложена технология высокопроизводительной и высокоточной обработки всех поверхностей крупногабаритной заготовки в один установ. Отличительными чертами станка для ее реализации является наличие стационарного положения заготовки в двух центрирующих по оси станка люнетах и двух подвижных в осевом направлении шпиндельных бабок с зажимными устройствами. Примерная компоновка такого станка представлена на Рисунке 2.

Обе шпиндельные бабки равноценны по своим характеристикам и имеют независимые приводы вращения. В качестве оснастки для базирования и закрепления заготовки можно использовать трехкулачковые самоцентрирующие патроны комбинированные с центрами. Такие самоцентрирующие патроны оснащены дополнительно к кулачкам плавающими центрами, что позволяет объединить в себе свойства полноценного зажимного патрона и обычного центра.

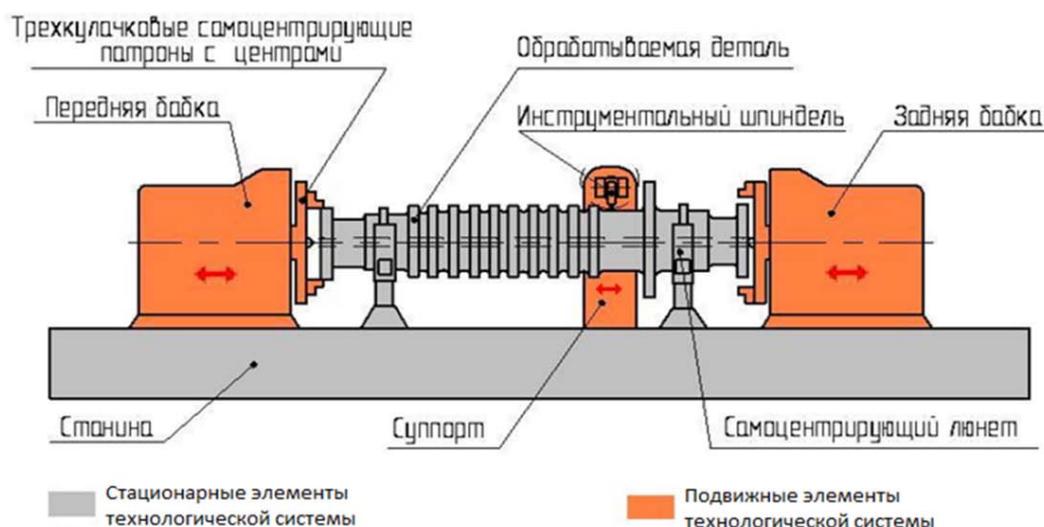


Рис.2. Примерная модель станка

Предлагаемый станок целесообразно выполнить в исполнении токарного обрабатывающего центра, снабдить его суппортом, несущим поворотный инструментальный шпиндель, и магазином инструментов. Угол поворота инструментального шпинделя должен быть не менее 180° , что дает возможность обрабатывать торцы и отверстия с обеих сторон заготовки. Инструментальный шпиндель может работать вращающимися инструментами и стационарными резцами.

Станок должен иметь два режима работы, которые условно могут быть названы токарным и фрезерным. В процессе токарной обработки заготовка получает вращение попеременно, то от правой, то от левой бабки. Во фрезерном режиме заготовка либо неподвижна, либо поворачивается в режиме интерполяции вокруг координатной оси С. Общее число управляемых координат при односуппортном исполнении станка должно быть не менее шести.

Облегчение процесса выверки и установки обеспечивается использованием в станке двух неподвижных самоцентрирующих люнетов, размещаемых, по возможности, в точках наименьшего прогиба заготовки от действия силы тяжести. При двухлюнетной схеме выверки такие точки следует расположить на расстоянии от торцов примерно в 0,2 от длины заготовки. Люнеты должны обеспечить точное выведение оси заготовки в ось станка в двух взаимно перпендикулярных горизонтальной и вертикальной плоскостях, тем самым облегчить процесс закрепления заготовки кулачками зажимных патронов передней и задней бабок без деформаций. Особенностью предлагаемых люнетов является возможность обработки наружных цилиндрических поверхностей без отвода поддерживающих роликов от обрабатываемых поверхностей. При поочередной обработке каждого из концов заготовки, включая отверстия со стороны торцов на некоторую глубину, заготовка получает вращение от одной из шпиндельных бабок, а вторая бабка отходит от заготовки на расстояние, не препятствующее режущим инструментам.

Не следует считать, что предлагаемая технология требует для своей реализации принципиально новых, трудно реализуемых конструктивных решений. Все свойства и конструктивные особенности предлагаемого станка в отдельности использованы в различных станках с ЧПУ, в данном случае они аккумулируются в одном станке для решения достаточно актуальной технологической задачи обработки крупногабаритных валов и гильз.

Производительность обработки многократно повышается в связи с использованием целого ряда возможностей:

- 1) уменьшения числа установок за счет придания крупногабаритной заготовке при обработке стационарного положения;
- 2) сокращения времени установки и закрепления заготовки с исключением времени выверки;
- 3) комплексной многоинструментной обработки на токарном обрабатывающем центре.

Положительные экономические показатели, кроме того, обеспечиваются сокращением количества используемого оборудования, как следствие снижением расходов на содержание станочного парка. Перечисленные преимущества говорят об экономической целесообразности внедрения в производство новой технологии обработки роторов турбин.

**СЕКЦИЯ №5.
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)**

ГАЗОТРУБНЫЕ КОТЛЫ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, МЕТОДИКИ РАСЧЕТА

Новикова Э.Э.

ОмГТУ, г.Омск

Котлы применяются как источники пара для отопления зданий и питания технологического оборудования в промышленности, а также машин и турбин, приводящих в действие электрогенераторы.

В современной теплоэнергетике применение газотрубных котлов ограничивается тепловой мощностью около 360 кВт и рабочим давлением 1 МПа. Дело в том, что при проектировании сосуда высокого давления, каким является котел, толщина стенки определяется заданными значениями диаметра, рабочего давления и температуры. При превышении указанных предельных параметров требуемая толщина стенки оказывается неприемлемо большой. Кроме того, необходимо учитывать требования безопасности, так как взрыв крупного парового котла, сопровождающийся мгновенным выбросом больших объемов пара, может привести к катастрофе.

В зависимости от назначения котельные агрегаты (котлы) подразделяют на отопительные, отопительно-производственные и производственные.

Отопительные водогрейные котлы устанавливают в отопительных котельных, они вырабатывают горячую воду с температурой 90-200°C, которая используется для обеспечения тепловой энергией систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Промышленные котельные агрегаты, устанавливаемые в производственных и отопительно-производственных котельных (соответственно это производственные и отопительно-производственные котлы), вырабатывают насыщенный пар или перегретый пар с температурой до 450°C и давлением до 4 МПа, который используется в технологических процессах разных отраслей промышленности, а также для обеспечения тепловой энергией систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения[1].

Соответственно газотрубные котлы разделяются на следующие типы: водогрейные и паровые. По расположению: горизонтальные, вертикальные. По конструкции жаровой трубы: с гладкими или волнистыми жаровыми трубами. По количеству жаровых труб: с одной или с двумя жаровыми трубами. По наличию экономайзера: с экономайзером, без экономайзера. По режиму эксплуатации: работающие в базисном режиме; работающие в маневренном режиме. По ходу дымовых газов: с оборотом дымовых газов (реверс) в жаровой трубе, с двойным ходом дымовых газов, с тройным ходом дымовых газов.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. Горячие газы, образующиеся в камере сгорания, проходят через реверсивную камеру и затем через трубы малого диаметра, составляющие второй ход (Рисунок 1), и, наконец, через второй пучок труб, который образует третий ход (Рисунок 2). В некоторых конструкциях котлов реверсивных топков третий ход исключен, что может дать преимущество по габаритам котлов[2, 3].

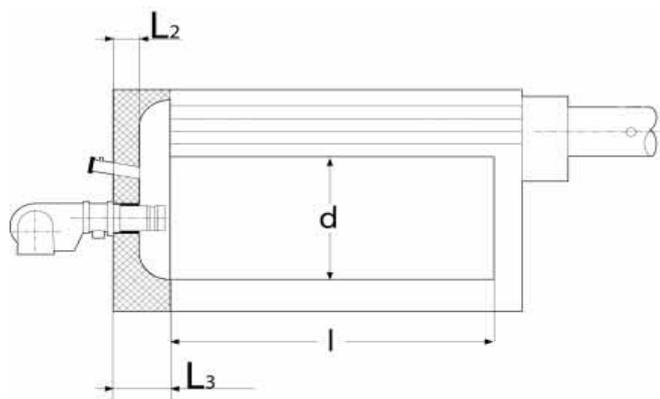


Рис.1. Двухходовой котел с реверсивной камерой сгорания

d – диаметр камеры сгорания, l – длина камеры сгорания (для расчета размеров пламени), L_2 – толщина изоляции котла, L_3 – минимальная длина (минус 2...5%) пламенной трубы горелки (от фланца крепления горелки).

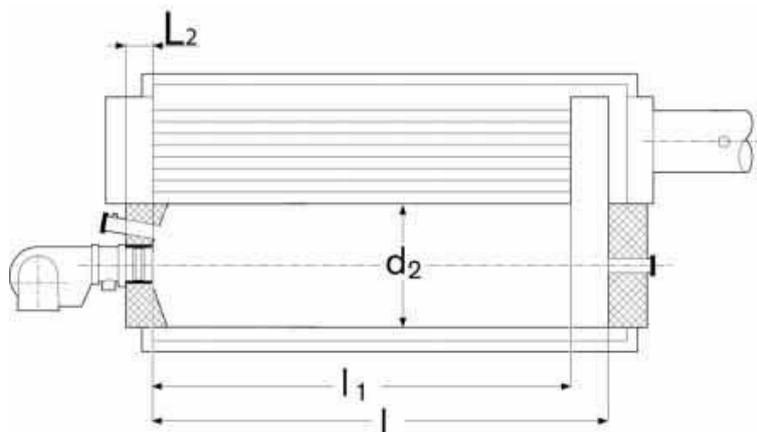


Рис.2.Трехходовой котел

d – диаметр камеры сгорания, l – длина камеры сгорания, l_1 – длина жаровой трубы до поворотной камеры для расчета размеров пламени, L_2 – толщина изоляции котла.

Несмотря на многообразие заявленных характерных признаков классификации газотрубных котлов в развитии современной подобной техники малой и средней мощности можно выделить следующие общие направления: повышение энергетической эффективности путем всемерного снижения тепловых потерь и наиболее полного использования энергетического потенциала топлива; уменьшение габаритных размеров котельных агрегатов за счет интенсификации процесса сжигания топлива и теплообмена в топке и поверхностях нагрева; снижение токсичных (вредных) выбросов (CO , NO_x , SO_x); повышение надежности работы котельного агрегата[1].

Наряду с выбором теплогенератора для децентрализованных систем теплоснабжения, актуальными задачами являются расчет процессов тепломассопереноса и определение способов интенсификации его в элементах конструкции котла при одновременном действии излучения и конвекции. Поэтому дальнейший материал будет посвящен рассмотрению вопроса расчета процесса теплопереноса в топках газотрубных котлов малой и средней мощности.

Модель перемешанного потока

Представленная здесь модель хорошо описывает характеристики теплопередачи многих типов топочных устройств, может применяться ко всем видам топлива[2, 4].

Рабочая камера топки представляется в виде трех зон: зоны, занятой газом, которая содержит факел пламени и продукты сгорания, и две зоны, представляющие собой поверхности теплоприемников и отражателей. Предполагается, что для газа может быть задана средняя температура излучения, поверхность поглотителей теплоты является серой и ее температура равна T_1 , характеристика поверхности отражателей адиабатическая. Потери излучения через отверстия в стенках камеры пренебрежимо малы[2, 4].

С учетом принятых допущений количество теплоты, передаваемое от газообразных продуктов сгорания к теплоприемнику излучением и конвекцией:

$$Q_1 = g_{g-1,r} \sigma (T_g^4 - T_1^4) + \alpha_1 A_{1,c} (T_g - T_1),$$

где σ – постоянная Стефана – Больцмана;

α_1 – коэффициент теплоотдачи топочных газов;

$A_{1,c}$ – площадь поверхности теплоприемника, которая получает теплоту конвекцией;

$g_{g-1,r}$ – общее сопротивление передачи теплоты излучением от газа к теплоприемнику, учитывающие многократные отражения от всех поверхностей, и излучение, отраженное от экранов.

Модель стержневого течения

Для случаев, если длина топки достаточно велика по сравнению с ее гидравлическим радиусом в дымогарных паровых котлах, туннельных печах или в металлических подогревателей топок, более подходит модель стержневого течения или модель вытянутой топки[2, 4].

Предполагается, что газ в произвольном сечении топочной камеры имеет приблизительно равномерное распределение температуры и скорости. Теплота при горении выделяется таким образом, что температура в сечении остается приблизительно одинаковой. Далее предполагается, что радиация вдоль потока пренебрежимо мала, все поверхности серые и поверхности отражателей находятся в радиационном равновесии. Потери теплоты излучением через отверстия в топочной камере также пренебрежимо малы.

Тепловой поток к теплоприемнику может быть выражен через локальные температуры газа и поверхности следующим образом:

$$q_1 = \frac{g_{g-1,r}}{A_1} \sigma (T_g^4 - T_1^4) + \alpha_1 \frac{A_{1g}}{A_1} (T_g - T_1)$$

Зонная модель топки

Учет температурных градиентов и других свойств может быть осуществлен с помощью зонной модели. Эта модель может быть также использована для исследования влияния на распределение теплового потока таких сложных факторов, как вторичная циркуляция.

Объем топочной камеры разделяется на малые зоны. Предполагается, что температура, состав и другие физические свойства в них могут иметь постоянные значения. Аналогично поверхности внутри камеры разбиваются на зоны. Считается, что температура и коэффициент излучения падающих и отраженных потоков в них распределены равномерно. Предполагается, что поверхности серые, отражение и излучение энергии рассеяно. Конфигурация зон выбирается в соответствии с контуром топки и из соображений простоты расчета коэффициентов сопротивлений излучению между зонами.

Для серого газа тепловой поток излучением между зонами i и j :

$$Q_{i-j} = g_{i-j} \sigma (T_i^4 - T_j^4),$$

где g_{i-j} – общее сопротивление излучению для пары зон $i-j$.

Считается, что поверхность зон разбита на N поверхностных зон и M объемных зон и что индексы $i=1,2, \dots, N$ обозначают поверхностные зоны, а индексы $j= N+1, \dots, N+M$ относятся к объемным зонам.

Уравнение теплового баланса для газовой зоны i записывается в виде:

$$\sum_{j=1}^{N+M} g_{j \rightarrow i} \sigma T_j^4 - \sum_{j=1}^{N+M} g_{i \rightarrow j} \sigma T_i^4 - \alpha_k A_k (T_i - T_k) + Q_{n,i}$$

где α_k – коэффициент теплоотдачи для конвекции к соседней зоне с температурой T_k ; $Q_{n,i}$ – суммарный поток в зоне i , проходящий через ее границы.

Нормативный метод расчета

Эта методика расчета топки базируется на приложении теории подобия к топочному процессу. Основными параметрами, определяющими безразмерную температуру газов на выходе из топки θ_T^* , являются критерий радиационного теплообмена Больцмана (Bo) и критерий поглощательной способности Бугера (Bu). Вид функциональной зависимости, связывающей между собой эти параметры, установлен на основании опытных данных по теплообмену в топках котлов[4].

Учет влияния на теплообмен неизотермичности температурного поля топки и эффекта рассеяния излучения обеспечивается использования эффективного значения критерия Bu .

Безразмерная температура газов на выходе из топочной камеры:

$$\theta_T^* = \frac{T_T^*}{T_a} = \frac{Bo^{0,6}}{MBu + Bo^{0,6}}$$

где T_a – адиабатическая температура горения, К; M – параметр, учитывающий влияние на интенсивность теплообмена относительного уровня расположения горелок, степени забалластиванности топочных газов и других факторов. Формула справедлива для $\theta_T^* \leq 0,9$.

Нестационарное течение газов, сопровождающееся процессами горения и излучения, имеет место в топках котлов [4]. Поэтому для расчета сложного теплообмена в подобных устройствах применяются методы численного решения уравнений газовой динамики, записанных в частных производных, и уравнения переноса энергии излучением при соответствующих начальных и граничных условиях. Основное преимущество этих методов заключается в наиболее полном и рациональном учёте всех взаимосвязанных физических и химических процессов в топке котлов. Только при идеальном перемешивании аэродинамическими процессами можно пренебречь, полагая, что параметры одинаковы в любом месте реакционного объема [4].

Поэтому для поверочных тепловых расчетов топок и котлов в целом предпочтительно использовать первые четыре методики. При разработке и конструировании новых типов теплогенераторов возможно использование результатов численного решения уравнений газовой динамики с учетом процессов горения.

Список литературы

1. Михайлов А.Г. Методы расчета теплообмена в топках котлов // Омский научный вестник. 2008. № 3 (70). С. 81 – 84.
2. Михайлов А.Г., Романенко Д.С., Тербилов С.В. Вопросы выбора теплогенераторов // Омский научный вестник. 2008. № 2 (68). С. 54 – 56.
3. Соколов, Б. А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности / Б. А. Соколов –М.: Издательский центр "Академия", 2008. –128с.
4. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.2 / Пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и [др.] – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

КРАТКИЙ ОБЗОР ДАННЫХ ПО НАДЕЖНОСТИ ПНЕВМОМОТОРОВ

Раевская Л.Т.

УГЛТУ, РФ, г.Екатеринбург

Приведены обобщенные данные по аксиально-поршневым пневмомоторам ДАР, их надежности, параметрам, особенностям конструкции и области применения. Проведенные исследования необходимы так же для оценки возможности применения пневмомоторов данного класса в инструментах, машинах и оборудовании лесного комплекса и деревообрабатывающей промышленности.

SHORT DATA ON RELIABILITY OF PNEUMOMOTORS

The generalized data on the axial-piston pneumomotors, their reliability, parameters, features of a design and scope are provided. We need the conducted researches to assess a possibility of use of pneumomotors in tools, machinery and the equipment for a forest complex and the woodworking industry.

Аксиально-поршневые пневмомоторы ДАР были впервые в мировой практике разработаны в шестидесятых годах в научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте торного и обогатительного машиностроения (НИПИГормаш) под руководством канд. техн. наук М.С. Кауфмана [1] (первые упоминания об аксиально-поршневых машинах относятся еще к семидесятым годам прошлого столетия [2]. Моторы специально предназначались для горных машин, так как по сравнению с моторами других конструкций и принципов действия, они имеют при той же мощности в 1,5...2 раза меньшие габариты и массу, а также

повышенную на 10...15% экономичность [2]. Серийное производство моторов было освоено, на Дарасунском заводе горного оборудования Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения.

Основные работы, связанные с совершенствованием конструкции пневмомоторов, повышением их надежности, долговечности, ремонтпригодности, а также с исследованием моторов как сложной газомеханической динамической системы сводились, к трем главным аспектам.

1. Совершенствованию конструкции пневмомоторов с целью повышения их качества, надежности, долговечности и улучшения санитарно-гигиенических и экологических характеристик [3-5].

2. Изучению и оценке нагруженности пневмомоторов, как основы для прочностного и усталостного расчета их узлов и деталей [6-7].

3. Теоретическому исследованию процессов (газодинамических, механодинамических), протекавших в пневмомоторах, и влияющих на них режимов работы и отдельных конструктивных параметров [8-9].

Исследования показали, что в зависимости от назначения, режимов эксплуатации, последствий отказов и способности к восстановлению, машины, разработанные в институте НИПИГормаш по критерию номенклатуры показателей надежности могут быть отнесены к пяти группам [10].

Машины, на которых в качестве приводного двигателя используются пневмомоторы ДАР относятся к группе Б. Основные показатели надежности - вероятность безотказной работы, среднее время восстановления работоспособного состояния и средний ресурс до капитального ремонта [11].

Сами же пневмомоторы в соответствии с предложенной классификацией относятся к подгруппе Д_p ("Ремонтируемые сборочные единицы») группы Д («Сборочные единицы для комплектации машин, комплексов»). Номенклатура показателей надежности: удельная суммарная продолжительность ремонтов и обслуживания, средний ресурс до капитального ремонта [11].

Надежность пневмомоторов различных типоразмеров характеризуется следующими данными.

Пневмомоторы ДАР-5 (ДАР-5Б). Пневмомоторы, изготовленные опытным заводом НИПИГормаш особых нареканий со стороны эксплуатационников не вызывали. Нарботка их в автоподатчиках бурильных установок 2УБН-2 и 2УБН-2П составляла более 1000 ч; отдельные двигатели имеют наработку более 3000 ч. В приводе маслостанции наработка на отказ не превышала 500 ч. Основные отказы связаны с поломкой сепараторов подшипников.

Пневмомоторы выпускаемые Дарасунским заводом горного оборудования, имеют значительно более низкие показатели надежности.

Так наработка на отказ в автоподатчиках тех же буровых кареток не превышает 350...400 ч. Отказы связаны с износом латунных штифтов в канавках поршней, с проворотом и поломкой поршневых колец, с разрывом поршней (слабоват алюминиевый сплав), с ненадежностью фиксации пальцев от поворота и в осевом направлении и др. отказами. Пневмомоторы завода в отдельных случаях не развивали паспортных значений мощности и крутящего момента.

Пневмомотор ДАР-14М является самым распространенным из семейства аксиально-поршневых реверсивных пневмомоторов. Настойчивая деятельность проектировщиков, изготовителей и эксплуатационников на продолжений многих лет позволила существенно повысить надежность и долговечность пневмомоторов. Сейчас не наблюдается такие, ранее широко распространенные отказы, как распрессовка металлических или резиновых заглушек, скалывание кулачкового диска ротора, появление в нем трещин, заклинивание поршней и т.д. По данным наблюдений за эксплуатацией пневмомоторов были получены следующие показатели надежности (таблица 1).

Наименьшая наработка на отказ пневмомотора установленного на проходческом вагоне ВПК-7 составляла 37 часов, на погрузочной машине ППН-2Г - 456 часов или 586 пог.м. выработки.

Пневмомоторы ДАР-30М. По сведениям Богословского рудоуправления некоторые пневмомоторы, эксплуатирующиеся в условиях шахты «Старопесчанская» выходили из строя через 24...164 часа, что значительно ниже установленного техническими условиями, равного 620 часам.

Анализ причин отказов пневмомоторов показал, что 80% отказов наступило из-за разрушения поршней, 12% - кулачкового диска ротора, 4% - пластмассовых заглушек цилиндров, 4% - из-за выпадания доньшка поршня.

Таблица 1

Показатели надежности

Показатели	Буровой станок НКР-100МП	Колонковая бурильная установка КБУ
Количество машин	13	9

Наработка на отказ в машиночасах		
минимальная	34	295
максимальная	2660	1345
средняя	1000	857
Наработка на отказ в метрах пробуренных скважин		
минимальная	200	1420
максимальная	14624	4935
средняя	4944	3910

Известны также отдельные случаи отказов пневмомоторов, связанные с ненадежностью стопарения поршневых пальцев. Так на одном из пневмомоторов через 98 часов работы сместившимися поршневыми пальцами протерло канавки в цилиндрах.

Проведенными конструктивными и технологическими мероприятиями удалось существенно повысить надежность пневмомоторов всех типо-размеров и уверенно говорить о потенциальной возможности доведения их ресурса до 1700...2000 часов.

Особо следует остановиться на параметрической надежности двигателей, которая может быть оценена по средней и средней квадратичной величине мощности, полного и удельного расхода воздуха (Табл.2).

Таблица 2

Параметрическая надежность двигателей

Параметры	ДАР-5	ДАР-14М
Выборка, шт	160	144
Мощность, кВт:		
Среднее значение	3,50	10,2
Среднее квадратичное значение	0,18	0,55
Расход воздуха, м ³ /ч		
Среднее значение	298	725
Среднее квадратичное значение	30	50
Удельный расход воздуха м ³ /(мин.кВт)		
Среднее значение	1,45	1,20
Среднее квадратичное значение	0,225	0,15

Существенный разброс показателей связан, по-видимому, с несовершенством системы газораспределения.

Таким образом, краткий обзор показателей надежности пневмомоторов позволяет прийти к двум важным выводам. Во-первых, наблюдается значительный разброс таких показателей надежности, как наработка на отказ, ресурс и т.д. Это связано с тем, что не удается добиться стабильности технологических процессов изготовления. И, Во-вторых, нарушение стабильности технологии и недостаточный технологический контроль, приводит к низкой воспроизводимости системы газораспределения и, в итоге, к низкой параметрической надежности.

Список литературы

1. Кауфман М.С. Новые аксиально-поршневые пневмодвигатели. Угольное и горнорудное машиностроение. Рудничный транспорт НИИИИ-ФОРМТЯЖМАШ, №21, 1968, с.24.
2. Ивашов И.В. К оценке кинематических схем аксиально-поршневых машин (Горные машины. Свердловск. НИПИГормаш. Вып. 12 (Под ред. к.т.н Ю.М.Коркина и А.Г.Печеркина. Свердловск, 1974, с.107-110.
3. Таугер М.Б. Об эффективности некоторых способов снижения шума пневмомоторов ДАР. /Сб.трудов НИПИГормаша: Горные машины. Конструкция, расчет и исследование горных машин. Вып. 20. Под ред. докт.техн. наук Д.Т.Анкудинова, Свердловск, 1991, с. 204-210.
4. Раевская Л.Т. Сечение поршня и расчет напряжений./ Л.Т. Раевская. Вестник ИЖГТУ. N 2(46), 2010, с. 4-7, Ижевск.
5. Анкудинов Д.Т. Влияние числа и схемы установки поршней пневмомоторов типа ДАР на их параметры. / Д.Т. Анкудинов, Л.Т. Раевская, М.Б. Таугер. Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. /Сб.научных статей. Вып.15. Под общ. ред. докт.техн. наук Е.В. Герц-М.:Машиностроения,1990 –с.14-24.
6. Анкудинов Д.Т. Динамическая нагруженность многоцилиндровых аксиально-реверсивных пневмомоторов./ Д.Т. Анкудинов, Л.Т. Раевская, М.Б. Таугер. Пневматика и гидравлика./ Всесоюзное совещание. Суздаль, апрель 1990. Тезисы докладов. Часть I -М.,1990, с.40-41
7. Раевская Л.Т. Нагруженность аксиально-поршневых пневмомоторов. / Л.Т. Раевская, Д.Т. Анкудинов. Формирование лесного регионального кластера: социально-экономические и экологические проблемы и перспективы лесного комплекса/

8. Материалы VIII Междунар. Научн.-техн. Конф.-Екатеринбург; УГЛТУ. - 2011. с.18-20.
9. Гилев П.А. Рациональная геометрия конструкции./ П.А. Гилев, Л.Т. Раевская. Научное творчество молодежи-лесному комплексу России.: матер.V всерос. науч.-техн. конф. /Урал. гос. лесотехн. ун-т.-Екатеринбург,2009. Ч1, , с.348-349.
10. Раевская Л.Т. Характеристики вибраций деталей пневмодвигателя./ Л.Т. Раевская. Вестник ИжГТУ №2 (58), 2013, с.16-19, Ижевск.
11. Ламанов Ю.М. К номенклатуре показателей надежности изделий конструкции института. / Ю.М. Ламанов, Г.Т. Бабилова. Горные машины. Конструкция, расчет и исследование. /Сб. трудов НИПИГормаша. Под ред. к.т.н. П.А. Корлякова и к.т.н. В.Я. Заслова - Свердловск, 1982, с.140-144.
12. Российская Федерация. Государственный стандарт от 01 января 2011 года № ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ

Шигин А.О., Волков А.А.

ФГАОУ ВПО СФУ, г.Красноярск

В результате сложного циклического нагружения, тела качения опор шарошечных долот выдерживают определенное количество циклов нагружения [1]. На наибольшее количество циклов до разрушения опоры шарошек конструктивно могут влиять такие особенности, как тип подшипника, его герметизация, наличие козырька, выбор материала тел качения и других элементов [6].

Для тел качения ресурс подшипника с учетом дополнительной циклической нагрузки [7]

$$L = 10^6 \cdot \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_n} \right)^{10/3} \cdot \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a + \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_b} \cdot \sigma_m}, \quad (1)$$

где σ_{-1} – предел выносливости материала, МПа;

σ_a – амплитуда переменных напряжений цикла, МПа;

σ_b – предел прочности материала, МПа; σ_m – среднее напряжение цикла, МПа.

Для большей проходки долот при одинаковых режимных параметрах бурового станка важно правильно подобрать вооружение шарошек. К особенностям вооружения относится материал, форма зубьев шарошки, относительное расположение венцов зубьев, их частота расположения в каждом ряду, выступание зубьев из тела шарошки.

В настоящее время существует большое количество методик для определения производительности буровых станков шарошечного бурения. При этом нет достаточно формализованной методики, однозначно показывающей нелинейную зависимость скорости бурения от частоты вращения бурового става. Экспериментальные и опытные данные наглядно показывают, что скорость бурения возрастает до некоторых пор почти линейно, но постепенно она перестает увеличиваться [9]. Это объясняется следующим образом. Шарошечное долото в принципе своей работы имеет механизм циклического воздействия отдельных зубьев на забой скважины. Горная порода характеризуется рядом физико-механических характеристик, которые с точки зрения механики разрушения можно объединить в две группы: структурные и прочностные. Горная порода в конкретной точке массива имеет определенный набор свойств, которые определяют некоторое количество механической работы, которую необходимо совершить буровому станку, посредством очередного зубца шарошки, чтобы разрушить некоторый объем этой породы. При этом исполнительный орган бурового станка имеет определенную мощность, с которой нужно воздействовать на объем горной породы определенный промежуток времени, чтобы ее разрушить, совершив работу:

$$A_{\text{раз}} = N \cdot t_{\text{раз}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{раз}}$ – время, необходимое для разрушения некоторого объема горной породы посредством одного зубца шарошки; N – мощность исполнительного органа бурового станка, передаваемая посредством бурового

инструмента для разрушения породы:

$$N = P_{oc} v,$$

где P_{oc} – осевое усилие; v – скорость бурения.

Шарошечные долота, как правило, эффективно работают при бурении твердых, но хрупких пород. В случае значительной упругости материала, существенной будет доля потери энергии на деформацию и преобразование ее в тепло. Однако при крепости более 6 по шкале Протодяконова, породы, в большинстве случаев, не имеют значительной упругости и позволяют работать шарошечному долоту в режиме хрупкого разрушения породы.

При данных условиях, по сведениям Цуприкова А.А. [5] скорость бурения, без учета потерь энергии на деформацию породы и выделение тепла, можно определить из выражения:

$$v = \frac{8n_{вр} \cdot P_{oc} \cdot k_{ш}}{D_1^2 \cdot \sigma_{пов} \cdot k_{об.раз}}, \quad (3)$$

где $n_{вр}$ – частота вращения шарошечного долота, c^{-1} ; D_1 – диаметр шарошечного долота, м; P_{oc} – осевое усилие, Н; $k_{ш}$ – коэффициент пропорциональности, равный радиусу шарошек долота, м; $k_{об.раз}$ – коэффициент объёмного разрушения, характеризующий трещиноватость породы, её способность раздробливаться на куски, вплоть до порошкообразного состояния; $\sigma_{пов}$ – поверхностная плотность свободной энергии вещества материала

породы, H/m^2 . $\sigma_{пов} = \frac{F_{раз}}{S \cdot k_{об.раз}}$; $F_{раз}$ – сила структурного разрушения породы, Н; S – площадь поперечного

сечения разрушаемой породы, m^2 . Физический смысл величины $\sigma_{пов}$ соответствует пределу прочности материала с учетом уже имеющихся повреждений.

По сведениям Подэрни Р.Ю. [3] скорость бурения также можно определить из выражения

$$v = \frac{40P_{oc} \cdot n_{вр}}{P_6 \cdot D_1^2}, \text{ м/ч.}, \quad (4)$$

где P_{oc} – осевое усилие, МН; $n_{вр}$ частота вращения бурового става, c^{-1} , D_1 – диаметр долота, м; P_6 – показатель буримости, $P_6 = 0,07 \cdot (\sigma_{сж} + \sigma_{сдв}) + 0,7\gamma$,

$\sigma_{сж}$ – предел прочности горной породы при одноосном сжатии, МПа, $\sigma_{сдв}$ – предел прочности горной породы при сдвиге, МПа, γ – плотность горной породы, t/m^3

$$\text{Откуда } P_6 = \frac{\sigma_{пов} \cdot k_{об.раз}}{7,2 \cdot 10^8 k_{ш}}, \quad (5)$$

где $\sigma_{пов}$ – поверхностная плотность свободной энергии вещества материала породы, МПа

Исходя из условия хрупкого разрушения, работа одного зубца [5]

$$A_{раз} = V_{раз} \sigma_{пов} \cdot k_{об.раз}, \quad (6)$$

где $V_{раз}$ – объем разрушенной породы одним зубцом в результате одного воздействия, m^3 . При этом максимальный объем породы ограничивается размером выступающей части одного зубца h в зубчатом ряду шарошки [4], расстоянием между зубцами в одном ряду и расстоянием между рядами зубцов шарошки.

Отсюда промежуток времени, необходимый для совершения работы разрушения породы $A_{раз}$ одним зубцом шарошки, при мощности N исполнительного органа бурового станка, можно определить из выражения:

$$t_{раз} = \frac{A_{раз}}{N} = \frac{V_{раз} \cdot \sigma_{пов} \cdot k_{об.раз}}{v \cdot P_{oc}},$$

С учетом выражения (5) получим

$$t_{\text{раз}} = 7,2 \cdot 10^8 \frac{k_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}{N} \text{ или } t_{\text{раз}} = 7,2 \cdot 10^8 \frac{k_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}{v \cdot P_{\text{ос}}}, \quad (7)$$

где v – механическая скорость бурения, полученная при установленном усилии подачи и частоте вращения рабочего органа.

Чтобы определить частоту вращения шарошечного долота, при которой время контакта зубцов будет достаточным, для передачи энергии, приводящей к разрушению заданного объема породы, необходимо сравнить время разрушения этого объема с временем контакта зубца с породой при данных кинематических законах движения с учетом диаметра шарошек и количества зубьев в рядах. Таким образом, время контакта зуба определяется следующим образом:

$$t_{\text{к.з}} = \frac{l}{n_{\text{вр}} \cdot \frac{D_1}{D_{\text{ш}}^{\text{max}}} \cdot k}, \quad (8)$$

где $D_{\text{ш}}^{\text{max}}$ – максимальный диаметр шарошки; k – количество зубцов всех рядов шарошки.

Для трехшарошечных долот

$$t_{\text{к.з}} = \frac{l}{1,7 \cdot n_{\text{вр}} \cdot k}. \quad (9)$$

Максимальная эффективность разрушения соответствует равенству:

$$t_{\text{к.з}} = t_{\text{раз}}$$

Если $t_{\text{к.з}} > t_{\text{раз}}$, то неэффективно тратится время работы бурового станка и необходимо увеличить частоту вращения бурового става. Если $t_{\text{к.з}} < t_{\text{раз}}$, то неэффективно расходуется ресурс бурового инструмента и необходимо снизить частоту вращения. Таким образом, для эффективной работы шарошечного долота необходимо стремиться к выполнению следующего условия:

$$k_{\text{эф.вр}} = \frac{t_{\text{раз}}}{t_{\text{к.з}}} = 7,2 \cdot 10^8 \cdot n_{\text{вр}} \cdot k \cdot \frac{k_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}{v \cdot P_{\text{ос}}} \cdot \frac{D_1}{D_{\text{ш}}^{\text{max}}} = 1, \quad (10)$$

где $k_{\text{эф.вр}}$ – коэффициент эффективности бурения шарошечным долотом в зависимости от частоты вращения.

Для трехшарошечного долота:

$$k_{\text{эф.вр}} = \frac{t_{\text{раз}}}{t_{\text{к.з}}} = 7,2 \cdot 10^8 \cdot 1,7 \cdot n_{\text{вр}} \cdot k \cdot \frac{k_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}{v \cdot P_{\text{ос}}} = 1 \quad (11)$$

Из условия максимальной эффективности работы шарошечного долота

$$\frac{l}{1,7 \cdot n_{\text{вр}} \cdot k} = 7,2 \cdot 10^8 \frac{k_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}{v \cdot P_{\text{ос}}} \quad (12)$$

максимальная частота вращения трехшарошечного долота может быть найдена из выражения:

$$n_{\text{вр}} = \frac{N}{12,24 \cdot 10^8 \cdot k \cdot k_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}, \text{ или } n_{\text{вр}} = \frac{N}{D_1 \cdot 3,6 \cdot 10^8 \cdot k \cdot \Pi_{\delta} \cdot V_{\text{раз}}}.$$

В случае одного полного оборота шарошки и поражения забоя всеми ее зубцами, максимальную частоту вращения шарошечного долота при бурении массива:

$$n_{вр} = \frac{0,94 \cdot N}{10^8 \cdot \pi \cdot D_1^3 \cdot \Pi_6 \cdot h}, \quad (13)$$

где h – высота зубца, выступающая за профиль зубчатого венца, м (Рисунок 1).

При бурении сложноструктурного массива горной породы прохождение долотом различных нарушений сплошности и однородности сопровождается значительными нетехнологическими ударами и вибрацией. В результате этого ресурс долота снижается до двух и более раз [7]. Естественный физический способ снижения реактивных нагрузок на отдельные тела качения подшипников и зубцы заключается в снижении передачи количества энергии в данную точку материала и горной породы. Данный способ эффективен в отношении временных и циклических нагрузок. Для перекатывающейся с зуба на зуб шарошки очевидная реализация данного способа представляется в виде увеличения частоты вращения шарошечного долота. Таким образом, частота вращения из выражения (13) должна быть увеличена в случае бурения трещиноватой породы на величину, зависящую от степени увеличения нагрузок вследствие ударов при прохождении трещин и других нарушений сплошности и однородности массива.

Напряжение в ролике опор качения шарошечных долот можно найти из выражения [8]

$$\sigma_{р.уд}^{\Sigma} = 600 \cdot \sqrt[3]{\frac{F_r}{z \cdot D_p \cdot L_p} \cdot \frac{2(v_6 + v_s/2)}{2(v_6 + v_s/2) - v_s/2} \cdot \frac{2\Pi_6' + 2\Delta\Pi_6}{2\Pi_6' + \Delta\Pi_6} \cdot k_{инд}}, \quad (14)$$

где F_r – радиальное усилие, прилагаемое к подшипнику, Н; z – количество тел качения в подшипнике; D_p – диаметр ролика, мм; L_p – длина ролика, мм; $D_{ш}$ – диаметр шарика, мм; v_6 – скорость бурения горной породы м/с; v_s – скорость опускания зубца шарошки на забой, м/с; Π_6 – показатель буримости; $\Delta\Pi_6$ – величина изменения показателя буримости массива горных пород, при изменении прочностных характеристик, нарушении сплошности и однородности; $k_{инд}$ – коэффициент формы индентора.

С учетом выражения (14) частота вращения при бурении сложноструктурного массива горной породы может быть найдена следующим образом

$$[n_{вр}] = \frac{0,94 \cdot N}{10^8 \cdot \pi \cdot D_1^3 \cdot \Pi_6 \cdot h} \cdot \frac{2\Pi_6' + 2\Delta\Pi_6}{2\Pi_6' + \Delta\Pi_6} \cdot k_{инд}, \quad (15)$$

Как видно из выражения (15) частота вращения при бурении массива горных пород зависит от изменения их прочностных характеристик, нарушения сплошности и однородности. При этом с увеличением перепада прочностных характеристик, трещиноватости, слоистости, оптимальная частота вращения увеличивается, снижая общую нагрузку на отдельные тела качения шарошечного долота. Конструктивно оптимальная частота вращения может быть уменьшена путем снижения коэффициента индентора $k_{инд}$ за счет большего заострения зубьев шарошки и увеличения диаметра долота. Породы с более высоким средним значением показателя буримости также необходимо бурить при меньшей частоте вращения по сравнению с менее крепкими породами.

Максимально допустимое усилие подачи рабочего органа бурового станка определяется из допустимых нагрузок на тела качения шарошечных долот. С учетом выражения (14) допустимое максимальное усилие подачи при бурении массивов с различными физико-механическими характеристиками

$$[P_{oc}] = 6 \cdot z \cdot D_p \cdot L_p \cdot \left(\frac{[\sigma_{р.ш}]}{600 \cdot \frac{2(v_6 + v_s/2)}{2(v_6 + v_s/2) - v_s/2} \cdot \frac{2\Pi_6' + 2\Delta\Pi_6}{2\Pi_6' + \Delta\Pi_6} \cdot k_{инд}} \right)^3, \quad (16)$$

где $[\sigma_{р.ш}]$ – допустимое напряжение для материала тел качения подшипников шарошечных долот [8].

Из анализа выражения (16) следует, что при бурении массива горных пород усилие подачи зависит от изменения их прочностных характеристик, нарушения сплошности и однородности. При этом с увеличением перепада прочностных характеристик, трещиноватости, слоистости, оптимальное значение усилия уменьшается, снижая общую нагрузку на тела качения шарошечного долота. Конструктивно оптимальное значение усилия может быть увеличено путем повышения количества и размеров тел качения шарошечного долота, а также уменьшения коэффициента индентора $k_{инд}$ за счет большего заострения зубьев шарошки. Кроме того, оптимальное значение усилия подачи рабочего органа может быть увеличено за счет увеличения предела прочности материала тел качения шарошечных долот.

Непосредственно в процессе бурения скважины, свойства пород в горном массиве изменяются. Поэтому максимально допустимое усилие подачи рабочего органа бурового станка становится величиной переменной. Соответственно изменению показателя буримости и структуры массива по мере углубления долота меняется максимально допустимое усилие подачи. В современных отечественных и зарубежных буровых станках исключить внезапную ударную нагрузку практически невозможно. На изменение свойств породы уже позже реагирует машинист. Поэтому для предотвращения разрушения опор шарошечных долот вследствие единичного удара, машинист заранее устанавливает заниженное усилие подачи. Величина заниженного усилия подачи определяется опытным путем индивидуально машинистом. Эта величина всегда меньше значения, которое можно определить из выражения (16).

Электромагнитный линейный привод подачи [2, 10] сглаживает все гармоники ударной нагрузки длительностью более 0,01 с при прохождении долотом трещин и пограничных зон пород с разной крепостью. В случае применения в качестве адаптивного механизма подачи бурового станка линейного трехфазного электродвигателя с частотой напряжения сети 50 Гц, гармоники ударной нагрузки, длительностью более 0,01 с сглаживаются. При этом амплитуда сглаженной гармоники ударной нагрузки зависит от времени распространения импульса удара от места контакта зуба с породой до поверхности тел качения шарошки [11].

$$t = \frac{2l}{\sqrt{\frac{E}{\rho}}}, \quad (17)$$

где l – путь, пройденный ударным импульсом, м; E – модуль упругости материала, по которому распространяется ударный импульс, Па; ρ – плотность материала, по которому распространяется ударный импульс, кг/м³.

Исходя из представленных выражений, ударная составляющая в выражении (14) уменьшится. Напряжение в телах качения

$$\sigma_{р.уд}^{\Sigma} = 600 \cdot \sqrt[3]{\frac{F_r}{z \cdot D_p \cdot L_p}} \cdot \left(\left(\frac{2(v_6 + v_s/2)}{2(v_6 + v_s/2) - v_s/2} \cdot \frac{2\Pi_6^l + 2\Delta\Pi_6}{2\Pi_6^l + \Delta\Pi_6} - 2 \right) \cdot \frac{t_l^2}{t^2} + 2 \right) \cdot k_{инд}, \quad (18)$$

В случае применения адаптивного привода подачи и бурения трехшарошечным долотом с твердосплавными запрессованными зубьями, максимально допустимое усилие подачи может быть увеличено на 30 – 35 %. При бурении долотом с фрезерованными зубьями, максимально допустимое усилие подачи может быть увеличено на 35 – 40 % в связи с большим вылетом зуба и временем прохождения ударной волны. Приблизительно на такую же величину может быть увеличена техническая скорость бурения в случае применения адаптивного электрического привода, по отношению к станкам, оснащенным жестким гидравлическим приводом подачи рабочего органа.

Стойкость трехшарошечных долот, с учетом выражения (1), можно определить с помощью выражения

$$T = \frac{L}{2 \cdot n_{ep} \cdot 1,7} \cdot v_6, \text{ м.} \quad (19)$$

В результате расчетов, можно сделать вывод, что при бурении горных массивов со средней трещиноватостью и слоистостью буровыми станками с адаптивным вращательно-подающим механизмом стойкость трехшарошечных долот увеличивается более чем в 2 раза. При бурении горных массивов с высокой слоистостью буровыми станками с адаптивным вращательно-подающим механизмом стойкость трехшарошечных

долот увеличивается до 65 %. При бурении горных массивов с высокой трещиноватостью буровыми станками с адаптивным вращательно-подающим механизмом стойкость трехшарошечных долот увеличивается более чем в 5 раз.

НИР выполнена в рамках реализации Гранта Президента МК-2531.2014.8

Список литературы

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 2. 8-е изд., перераб. и доп. / под ред. И. Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 912 с.
2. Гилев А.В., Шигин А.О. Теория рабочего процесса электромагнитного привода вращательно-подающего механизма бурового станка при бурении сложноструктурных горных массивов // *Фундаментальные исследования*. № 9-2. 2012. С. 375 – 380.
3. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебное пособие. – 4-е изд. – М.: изд-во МГГУ. 2001. – 422 с.
4. Ступина А.А., Шигина А.А., Шигин А.О. Анализ эффективности функционирования многопараметрической системы // *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева*. 2013. № 2 (48). С. 94 – 100.
5. Цуприков А.А. Анализ процесса разрушения породы долотом при бурении скважин / *Научный журнал КубГАУ*, № 10, 2011. С. 1 – 10.
6. Шигин А.О., Гилев А.В., Шигина А.А. Напряжения и стойкость шарошечных долот при бурении сложноструктурных массивов горных пород // *Горный информационно-аналитический бюллетень* № 4. 2013. С. 325 – 333.
7. Шигин А.О., Гилев А.В. Методика расчета усталостной прочности как основного фактора стойкости шарошечных долот *Вестн. Иркутск. гос. техн. ун-та*. № 3. 2012. С. 22 – 27.
8. Шигин А.О., Гилев А. В. К вопросу о нагрузках на породоразрушающий инструмент при бурении сложноструктурных горных пород // *Горное оборудование и электромеханика*. № 6. 2012. С. 16 – 20.
9. Шигин А.О., Гилев А.В. Разработка идеализированной модели бурения горных пород с различными физико-механическими свойствами // *Фундаментальные исследования*. № 3-3. 2012. С. 665 – 667.
10. Шигин А.О. Адаптивный вращательно-подающий механизм бурового станка для снижения непрогнозируемых нагрузок при бурении сложноструктурных пород // *Горный журнал*. № 7. 2013. С. 84 – 89.
11. Шелковников И.Г. Использование энергии удара в процессах бурения. Л.: Недра, 1977. 159 с.

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

ЛИТЫЕ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ С ВАНАДИЕМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ГРАНУЛИРУЮЩЕГО ПОЛИМЕРЫ

Егоров Ю.П., Утьев О.М.

ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г.Томск

При производстве режущего инструмента одной из основных задач является повышение стойкости последнего. На стойкость инструмента в большей части влияет износостойкость инструментального материала. Одной из возможностей повышения износостойкости является увеличение объемной доли карбидной фазы. При этом стремятся получить наиболее дисперсную структуру [1–10]. Это объясняется характером износа металлорежущего инструмента: износ идет по передней поверхности и режущей кромке инструмента [11]. Однако при грануляции полимеров (Рисунок 1) изнашивание инструмента (6, Рисунок 1) происходит как по передней, так и по задней поверхности.

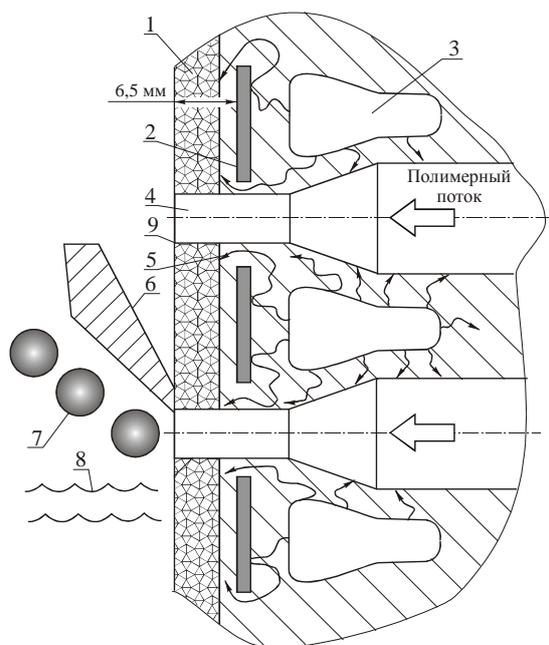


Рис.1. Схема режущей пары «фильера-нож»:
 1 – мозаичная поверхность (сплав типа WCo);
 2 – внутренний теплоизоляционный слой;
 3 – нагревательные каналы между выводящими отверстиями (масло, $t=200^{\circ}\text{C}$); 4 – отверстия;
 5 – тепловой трубный эффект; 6 – нож;
 7 – гранулы; 8 – водяное кольцо; 9 – режущая кромка

Износ режущей кромки и передней поверхности гранулирующего инструмента не значителен и основной причиной выхода его из строя является износ по задней поверхности. В таком случае крупные литые карбиды, создающие износостойкую сетку, отлично справляются с задачей повышения стойкости инструмента и гораздо сложнее изнашиваются. Для создания подобных структур на кафедре «Материаловедение и технология металлов» Томского политехнического университета была разработана серия сплавов на основе отходов инструментального производства с повышенным содержанием ванадия и углерода.

Целью настоящей работы является изучение морфологических особенностей структуры литых высокоуглеродистых сплавов, легированных ванадием и ее влияния на износостойкость.

Материалы и методика исследования

Выплавку сплавов проводилась в промышленной плавильной индукционной установке ИСТ-0,16. Шихтовыми материалами для проведения плавки являлись отходы инструментального производства из стали Х6ВФ. В качестве источника ванадия, вводимого в сплав от 3% и до 9%, использовался феррованадий марки ФВД (ТУМ-5У8-78) с содержанием ванадия 48%. Углерод дополнительно вводился в сплав в виде боя графита электродного марки ЭГ-0 из расчета 0,2% на 1% ванадия [12]. Плавка велась в кислоте тигле под слоем шлака из расплавленного боя стекла. при температуре 1460...1480°C. Температура разлива контролировалась с помощью быстродействующего инфракрасного оптического пирометра *Termopoint 902MSC* фирмы «Agema» с лазерным наведением. Испытания образцов на трение скольжения проводились на машине трения 2168 УМТ-1 по схеме «палец-диск». Скорость вращения диска составляла 1000 об/мин, радиус скольжения – 0,09 м, что соответствовало линейной скорости 9,42 м/с. Задавалась нагрузка 235 Н, при этом номинальное давление на образец достигало 10 кг/см². Испытания проводились без смазочной среды. Во время эксперимента фиксировались значения момента силы трения. Величина износа определялась с помощью микрометрического индикатора часового типа ИЧ-10 с точностью ± 10 мкм.

Таблица 1

Химический состав сплавов (см. маркировку) и их твердость после термической обработки

Маркировка сплавов	Температура нагрева под закалку, °C	Твердость HRC после закалки	Твердость HRC при температуре отпуска, °C	
			200	600
Х6ВФ	900	58	56,5	--
	1050	66	--	56
	1200	42	--	55
140Х6ВФ3	900	57	57,5	--
	1050	64	--	58
	1200	36	--	56,5
180Х6ВФ5	900	60	58	--

	1050	65	--	57,5
	1200	40	--	57
220X6ВФ7	900	65	61	--
	1050	59	--	58
	1200	45	--	62
260X6ВФ9	900	65	63	--
	1050	60	--	58
	1200	45,5	--	58
300X6ВФ11	900	69	64,3	--
	1050	58	--	59,5
	1200	50	--	61,5

Исследование микроструктуры сплавов и изношенной поверхности проводилось с использованием оптического микроскопа «Axio Observer» фирмы «Karl Zeiss». Для расчета объемной доли и среднего размера частиц карбидов применялась разработанная на кафедре «Материаловедение и технология металлов» Томского политехнического университета компьютерная программа обработки изображений «Система КОИ» [13]. Расчет проводился по пятистам секущим в одном поле зрения.

Распределение элементов в структурных составляющих сплавов (твердом растворе, карбидах и эвтектических образованиях) изучалось с помощью микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) на микроанализаторе «Camebax-Microbeam». Химический состав определялся методом МРСА при ускоряющем напряжении 20 кВт и токе пучка 10...8 А. Локальность анализа 3...7 мкм³. Содержание элементов в исследуемых фазах определялось путем расчета относительных интенсивностей характеристических линий в образце и эталоне посредством стандартной программы, использовался метод коррекции ZAF.

Результаты исследования и их обсуждения

Структура сплава 140ХВФ3 (Рисунок 2, а) характеризуется наличием эвтектических карбидов и травящейся матрицей, представляющей собой малоуглеродистый мартенсит и дисперсную феррито-карбидную смесь высокой легированности.

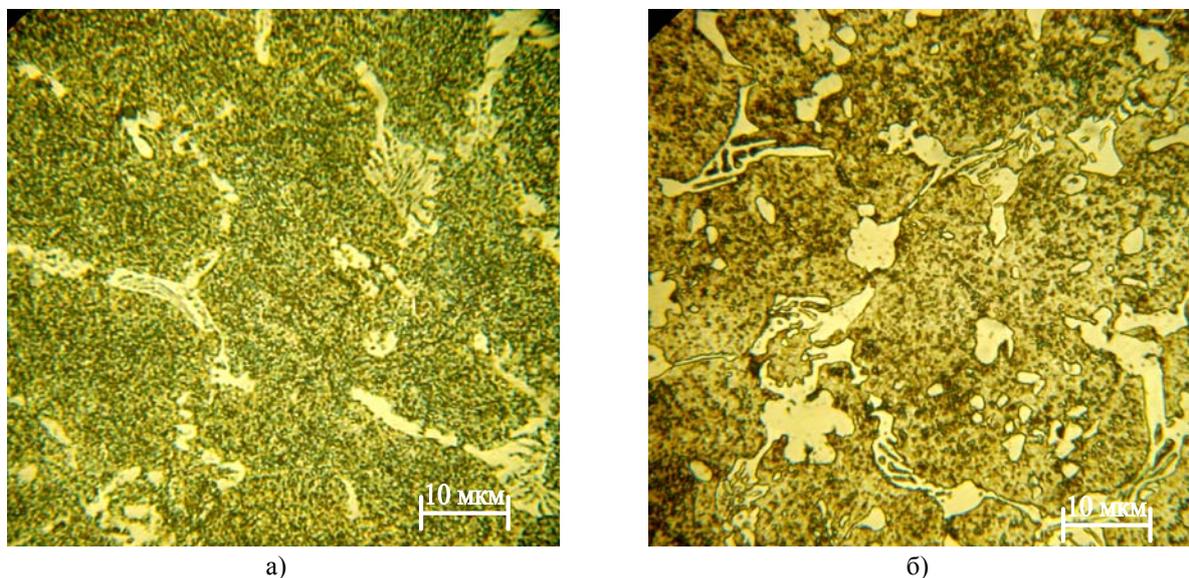


Рис.2. Микроструктура сплавов, закаленных с различных температур: а) 140Х6ВФ3, $T_{\text{зак}}=800^{\circ}\text{C}$, б) 260Х6ВФ9, $T_{\text{зак}}=1050^{\circ}\text{C}$

Для всех сплавов закалка с температуры нагрева 800°C не вносит изменений в распределение карбидной фазы. При этой температуре закалки происходит растворение карбидов перлитно-сорбитной основы.

Строение сплава 260Х6ВФ9, закаленного с температуры 1050°C , характерно для стали, закаленной с оптимальной температуры, – карбиды плюс мелкоигольчатый малоразличимый мартенсит. Следует отметить, что количество крупных карбидов уменьшилось.

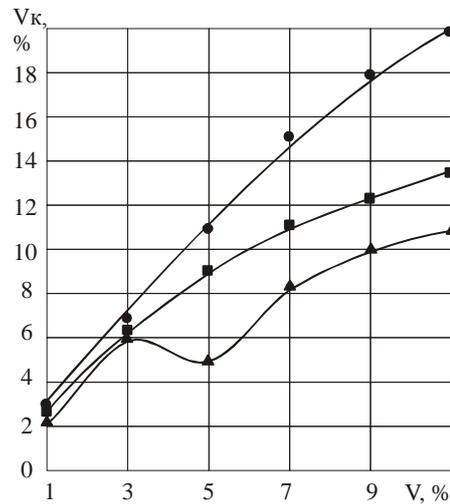


Рис.3. Зависимость объемной доли карбидной фазы от содержания ванадия. Температура закалки: ● – 800°C; ■ – 1050°C; ▲ – 1250°C

Металлографический анализ количественных характеристик структуры показал, что с повышением количества легирующих элементов объемная доля карбидной фазы растет, а с увеличением температуры под закалку количество карбидов в сплавах уменьшается (Рисунок 3). Это связано с растворением карбидов хрома при температуре нагрева под закалку до 1050°C, а при температуре 1250°C – с частичным растворением карбидов ванадия. Последнее подтверждается результатами анализов МРСА. Так, в твердом растворе сплава 260Х6ВФ9 после закалки от температуры 1050°C содержание хрома составляет 3,9%, ванадия 0,9% (точка 4, Рисунок 5), а после закалки от температуры 1250°C содержание хрома составит 4,7%, ванадия 2,8% (точка 2, Рисунок 6).

Повышением температуры закалки до 1200°C приводит к частичному растворению карбидов ванадия и повышению легированности твердого раствора, что смещает пик дисперсионного твердения сплава при отпуске в область более высоких температур, но при этом уменьшается объемная доля карбидной фазы и износ идет более интенсивно, чем при закалке от 1050°C.

Для определения химического состава карбидов, различных по морфологии, проводился микрорентгеноспектральный анализ структурных составляющих образцов, закаленных от различных температур.

На Рисунке 4 показаны микроструктура сплава 260Х6ВФ9 и распределение элементов после закалки с температуры 800°C, на Рисунке 5 – после закалки с температуры 1050°C.

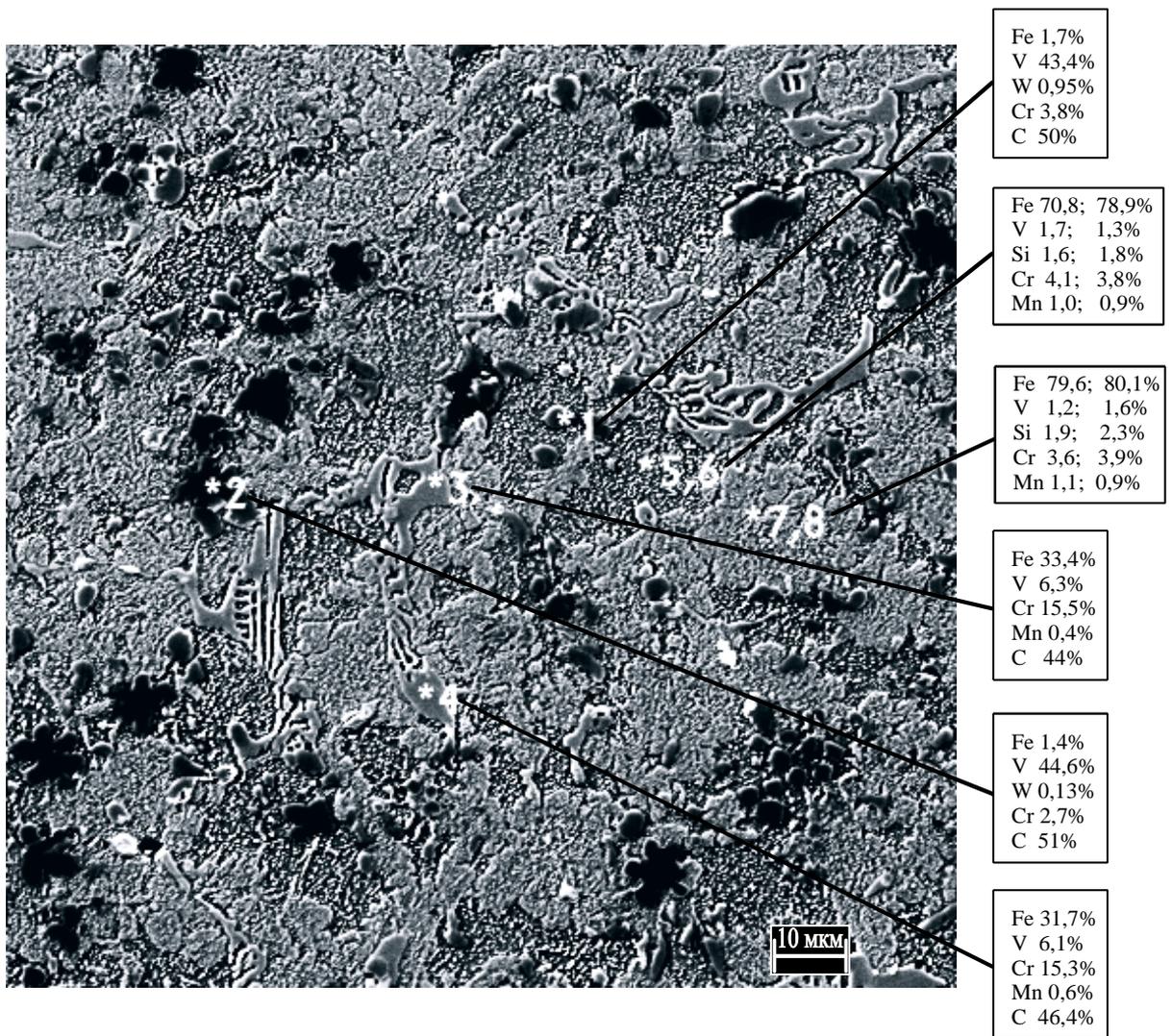


Рис.4. Микроструктура и результаты МРСА сплава 260Х6ВФ9, закаленного с температуры 800°С

Необходимо отметить, что количество и распределение карбидов типа МС в форме «цветка» (точка 2, Рисунок 4 и точка 2, Рисунок 5) при всех температурах закалки остается практически неизменным. Структура ледебуритной эвтектики в сплавах, закаленных с температур 800°С и 1050°С, существенно не отличается (точки 3, 4, Рисунок 4 и 7, 8, Рисунок 5).

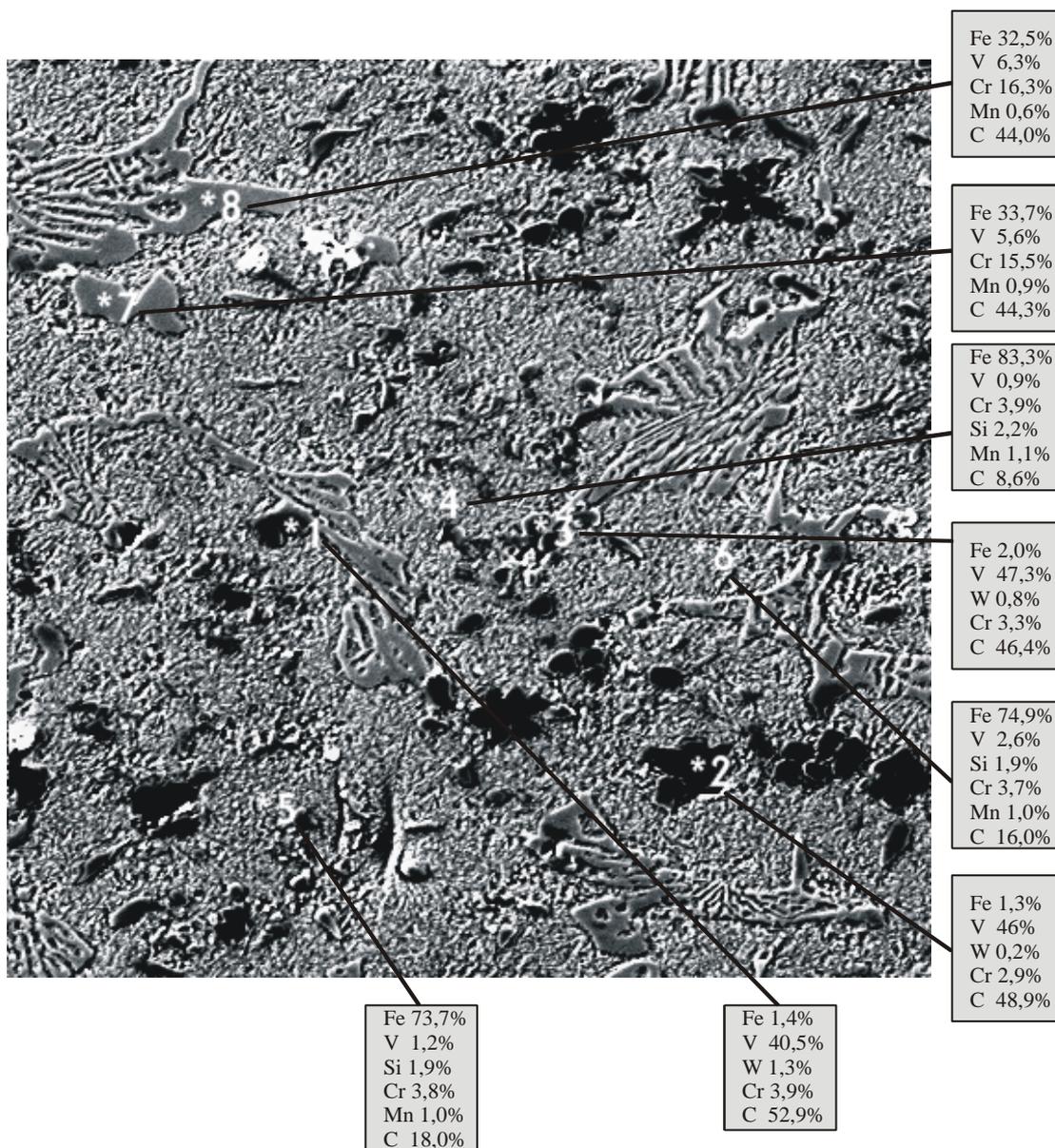


Рис.5. Микроструктура и результаты МРСА сплава 260Х6ВФ9, закаленного с температуры 1050°С

При закалке с более низких температур оплавления ледебуритной эвтектики не происходит, так как она была образована в результате первичной кристаллизации. Строение эвтектики имеет скелетообразную форму, состоящую из крупных кристаллов. Однако химический состав ледебуритной эвтектики при всех температурах закалки довольно близок. Вольфрам в структуре в большем количестве находится в округлых темноокрашенных карбидах со светлой окантовкой. Что же касается структуры твердого раствора (матрицы), то в зависимости от температуры закалки (Рисунок 4, 5) она не меняется.

Структура твердого раствора сплава, закаленного с более низких температур, представляет собой карбидо-мартенситную смесь различного состава (Рисунок 4 и 5). При этом следует отметить, что твердые растворы практически имеют близкий состав, существенного перераспределения элементов при закалке не происходит. Карбиды MC после закалки с 800°С и 1150°С сохраняют свою первичную форму в виде «цветка» с округлыми лепестками.

Микроструктура исследуемого сплава после закалки с 1250°С представлена на Рисунок 6. Анализ проводился в пяти точках шлифа: 1, 4 – карбиды; 2 – твердый раствор (матрица); 3, 5 – ледебурит.

На Рисунок 6 представлено в соответствующем характеристическом излучении распределение основных контролируемых элементов в поле зрения шлифа сплава 260Х6ВФ9, закаленного с температуры 1250°С.

Из Рисунок 6 следует, что точка 1 соответствует карбиду ванадия типа MC, в состав которого входят в небольших количествах вольфрам, хром и железо. Это вполне согласуется с данными работы [14], в которой

указывается, что в этом карбиде может наблюдаться дефицит атомов углерода. Второй тип карбидов (точка 4), по всей видимости, соответствует карбиду типа M_6C с существенным замещением атомов железа атомами ванадия, хрома и незначительным количеством вольфрама. Однако окончательное заключение можно сделать после проведения рентгеноструктурного анализа.

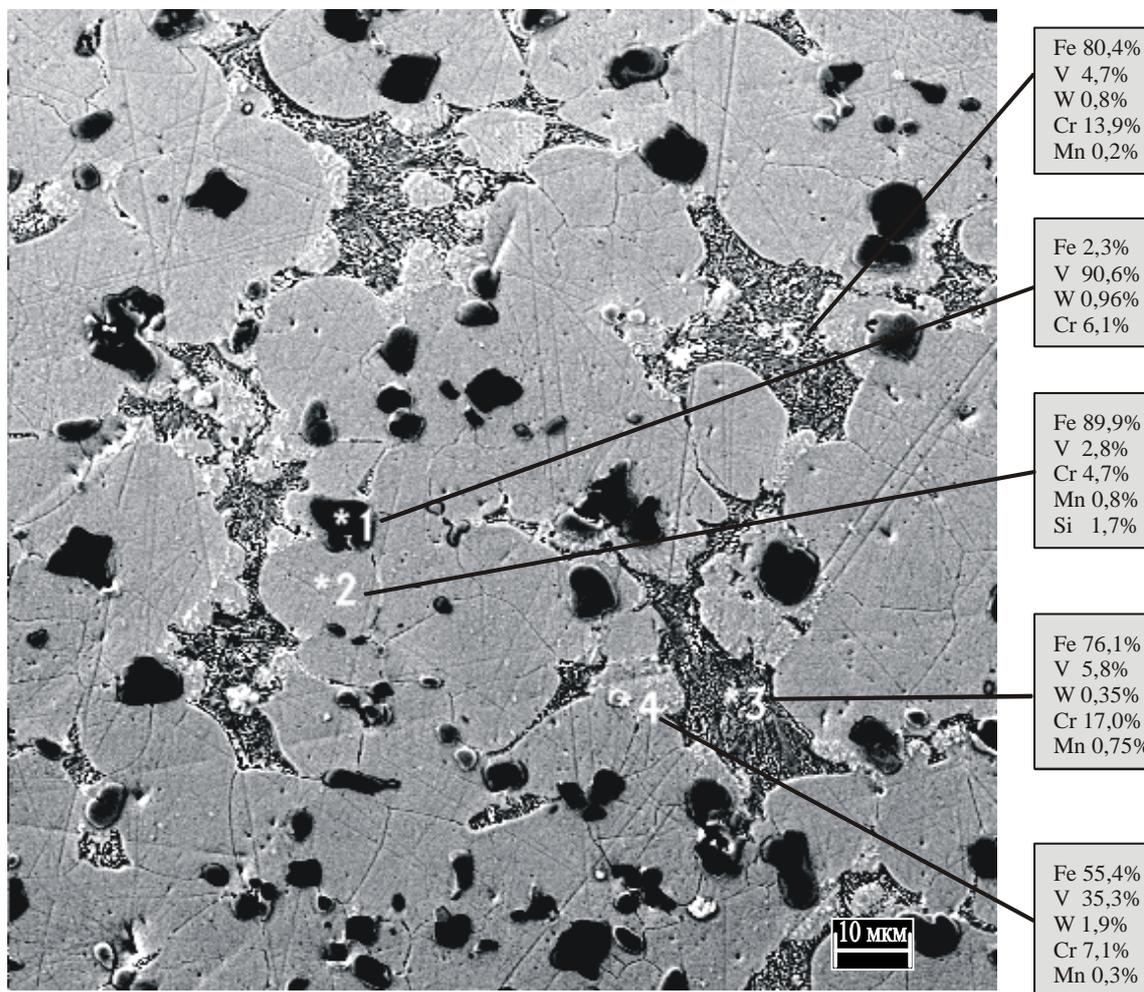


Рис.6. Микроструктура и результаты МРСА сплава 260Х6ВФ9, закаленного с температуры 1250°С

В точке 2 на Рисунок 6 определён химический состав твердого раствора. Основным элементом в этой фазе является железо с небольшим количеством хрома (4,2%) и ванадия (2,5%).

Как и следовало ожидать, основное распределение ванадия сосредоточено в карбидах MC (точка 1, Рисунок 6). Небольшое количество ванадия имеется в карбидах (точка 4, Рисунок 6), которые по составу близки к карбидам типа M_3C или M_6C . Остальное количество ванадия более или менее равномерно распределено между твердым раствором и эвтектикой (точки 2, 3 и 5, Рисунок 6).

Вольфрам в большей степени сконцентрирован в карбидах до 5% (точка 4, Рисунок 6) и в эвтектике (точки 3 и 5, Рисунок 6).

Распределение железа равномерно во всех фазах, кроме карбида ванадия типа MC . В нем полностью отсутствует железо или содержится в очень малых количествах.

Что касается распределения хрома, то можно отметить, что в больших количествах он сосредоточен в эвтектике. Об этом же свидетельствуют данные, представленные на Рисунок 6 (точки 3 и 5), из которых следует, что в эвтектике содержится от 12,6% до 10,5% хрома.

Марганец равномерно распределен по плоскости микроструктуры. Можно отметить, что в областях, где расположена эвтектика, его несколько меньше, чем в остальных частях. В местах расположения карбидов MC марганец отсутствует.

Исследования, проведенные методом МРСА, позволили выявить следующие закономерности.

Для сплавов 260Х6ВФ9 в зависимости от температуры закалки структура представлена карбидами ванадия характерной формы, разветвленной ледебуритной эвтектикой и матрицей. После закалки с низкой температуры (800°С) по сравнению с литой структурой не наблюдается существенных изменений формы и количества карбидов. Структура матрицы представлена малоуглеродистым мартенситом.

После закалки с 1050°С происходят существенные изменения в матрице: она представлена дисперсной карбидо-мартенситной смесью, меньшим количеством ледебурита и карбидной фазы МС.

После закалки с температуры 1250°С структура сплава значительно и меняется. Прежде всего структура имеет признаки перегрева, крупное зерно с мозаичным делением на мелкие зерна. Металлическая основа представляет собой скрытокристаллический мартенсит. Первичная скелетообразная эвтектика, образованная при кристаллизации сплава, отсутствует. Имеющаяся в структуре мелкодисперсная эвтектика имеет вторичную природу – она сформирована при кристаллизации жидкой фазы по границам зерен аустенита при нагреве до 1250°С. Карбиды VC из формы «цветка» переходят в округлую форму и уменьшаются в размере.

Легированность твердого раствора ванадием и хромом выше у основы сплавов, закаленных от температуры 1250°С, чем у основы сплава, закаленного с более низких температур. Это объясняется значительным уменьшением ледебуритной эвтектики. По результатам МРСА видно, что в состав эвтектики при всех температурах нагрева под закалку входит в среднем 5,0–6,0% ванадия и 15,0–16,0% хрома. Следовательно, основным источником ванадия и хрома является эвтектика и в меньшей степени карбиды VC.

Результаты сравнительных испытаний износа литых сплавов на основе Х6ВФ, дополнительно легированных ванадием и углеродом, показаны на Рисунке 7. Из него видно, что увеличение содержания ванадия приводит к значительному росту износостойкости. Значительного влияния на износостойкость температуры нагрева под закалку в интервале 1050-1200°С не наблюдается. А при закалке с низких температур (от 800.. 900°С) наблюдается повышенный износ.

На Рисунке 8 приведен внешний вид изношенной поверхности сплавов с различным содержанием ванадия. Из представленных фотографий видно, что с увеличением легирующих элементов окисная пленка из неплотной, отслаивающейся большими площадями (для плавок 1-3, Рисунок 8, а). Переходит в плотную окисную пленку, которая разрушается с поверхности трения в результате усталостного разрушения (для плавок 5-6, Рисунок 8, б). На поверхности зоны трения хорошо различимы дорожки карбидов. При трении наблюдается частичное растворение первичных карбидов, об этом можно судить по размеру последних и их округлой форме.

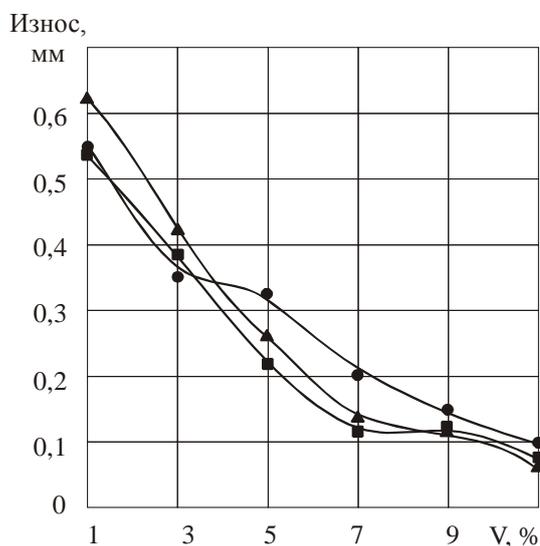


Рис.7. Влияние содержания ванадия на износ сплавов. Температура закалки:

● - 900°С; ■ - 1050°С; ▲ - 1200°С

Как показали результаты металлографического анализа, более существенное влияние на износостойкость оказывает объемная доля карбидной фазы (Рисунок 3) и наличие прочной пассивирующей пленки, возникающей при трении, а также легированность твердого раствора.



а



б

Рис.8. Фотография изношенной поверхности сплавов с различным содержанием ванадия: а – Х6ВФ; б – 300Х6ВФ11

Повышением температуры закалки до 1200°C приводит к частичному растворению карбидов ванадия и повышению легированности твердого раствора, что смещает максимум дисперсионного твердения сплава при отпуске в область более высоких температур, но при этом уменьшается объемная доля карбидной фазы и износ идет более интенсивно, чем при закалке от 1050°C.

Заключение

1. Структура исследуемых закаленных сплавов представляет собой мартенсит и карбиды.
2. Карбидная фаза представлена тремя типами:
 - а) крупные карбиды в форме «цветка» или округлой формы (после закалки от 1250°C) черного цвета, по составу соответствуют карбиду ванадия типа MC ;
 - б) темноокрашенные карбиды со светлой окантовкой, по составу соответствуют карбиду типа M_6C ;
 - с) карбиды в составе ледебуритной эвтектики.
3. С увеличением содержания ванадия и углерода возрастает количество карбидной фазы и ее размеры. Происходит существенное измельчение зерна.
4. Данные исследования МРСА показывают, что все структурные составляющие, в том числе цементит и ледебуритные сетки, содержат ванадий в процессе закалки легированность твердого раствора ванадием и углеродом повышается за счет растворения карбидов и чем выше температура нагрева под закалку, тем выше содержание углерода в нем.
5. Закалка ванадиевых сплавов с низких температур (900...1000°C) дает высокую твердость только при низкой температуре отпуска (200...300°C) и соответствует закалке на «первичную твердость». Повышение температуры нагрева под закалку до 1100...1250°C приводит к понижению твердости сплава, а благодаря отпуску при 550...650°C его твердость повышается, обеспечивая закалку на «вторичную твердость».

Повышение содержания ванадия в сплавах ведет к росту износостойкости. Большую роль в износостойкости играют окисная пленка и наличие карбидов MC в зоне контакта. Чем выше содержание ванадия в сплаве, тем более стойкая окисная пленка против отрыва и больше карбидов, а следовательно меньше износ.

Список литературы

1. Ревис И.А., Лебедев Т.А. Структура и свойства литого режущего инструмента. – Л.: Машиностроение, 1972. – 128 с.
2. Чаус А.С. Влияние модифицирования и легирования на износостойкость литых быстрорежущих сталей. // Трение и износ. – М., 1999. – Т.20. – № 3. – С. 325 – 332.
3. Чаус А.С. О перспективе использования низколегированной безвольфрамовой быстрорежущей стали 11М5Ф для литого инструмента. // Металловедение и термическая обработка металлов. – М., 1998. – № 8. – С. 15 – 20.
4. Чаус А.С. Особенности изнашивания инструмента из литой и катанной быстрорежущих сталей при точении. // Трение и износ. – М., 1999. – Т.20. – № 4. – С. 388 – 392.
5. Чаус А.С. Особенности изнашивания инструмента из литой и катанной быстрорежущих сталей при фрезеровании. // Трение и износ. – М., 2000. – Т.21. – № 4. – С. 444 – 450.

6. Чаус А.С., Латышев И.В. Влияние ванадия, титана и ниобия на формирование структуры литой вольфрамомолибденовой быстрорежущей стали. // Физика металлов и металловедение. – М., 1999. – Т.88. – № 5. – С. 50 – 57.
7. Чаус А.С., Рудницкий Ф.И. Влияние модифицирования на структуру и свойства литых вольфрамомолибденовых быстрорежущих сталей. // Металловедение и термическая обработка металлов. – М., 1989. – № 2. – С. 27 – 32.
8. Чаус А.С., Рудницкий Ф.И. Структура и свойства литой быстроохлажденной быстрорежущей стали Р6М5. // Металловедение и термическая обработка металлов. – М., 2003. – № 5. – С. 3 – 7.
9. Чаус А.С., Рудницкий Ф.И., Мургащ М. Структурная наследственность и особенности разрушения быстрорежущих сталей. // Металловедение и термическая обработка металлов. – М., 1997. – № 2. – С. 9 – 11.
10. Переплетчиков Е.Ф., Рябцев И.А., Васильев В.Г., Хайнце Х. Структура и свойства высокоуглеродистых высокованадиевых сплавов на железной основе для наплавки. // Металловедение и термическая обработка металлов. – М., 2003. – № 5. – С. 36 – 40.
11. Алексеев А.Г., Барон Ю.М., Коротких М.Т., Медко В.С. Технология конструкционных материалов». –С.-П.: Политехник. –2005. – 568 с.
12. Утьев О.М., Егоров Ю.П., Багинский А.Г. Использование отходов инструментального производства для изготовления гранулирующих ножей по переработке полимеров. // Обработка металлов. – М., 2003. – №4. – С. 30–32.
13. Егоров Ю.П., Утьев О.М., Мартюшев Н.В. Компьютерный анализ структуры материалов // «Обработка металлов». Новосибирск. № 3 (20). 2003. С. 32 – 34.
14. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1975. – 584 с.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Филиппова Н.А., Беляев В.М.

МАДИ, г.Москва

В Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года отмечается необходимость приоритетного развития опорной транспортной сети, которая выполняет особую роль в обеспечении территориальной целостности России. В состав транспортной сети входят транспортные пункты, где производится погрузка-разгрузка грузов, стыковка разных видов транспорта. Поэтому необходимо создавать мощные специализированные логистические пункты, в которых происходит согласованная работа по перевалке грузов с одного вида транспорта на другой.

Отсюда вытекает потребность в анализе существующего уровня транспортного обслуживания Северного региона, организации мультимодальной транспортной системы и методов его управления, исследовании особенностей доставки грузов в Северные регионы Российской Федерации с учётом взаимодействия всех транспортных звеньев и разных видов транспорта, в определение потребного количества транспортных средств в зависимости от выбранной схемы доставки и оценки эффективности доставки грузов потребителям [8].

Многие исследователи [3, 5, 6] отмечают, что наиболее слабым звеном в технологическом процессе доставки грузов является перевалочный пункт (терминал). Здесь имеют место значительные сверхнормативные простои подвижного состава, потери груза, не нормированное время на погрузку и разгрузку груза, слабое взаимодействие разных видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, речного, морского, авиационного и трубопроводного).

Наиболее глубоко исследованы вопросы повышения эффективности доставки грузов речным транспортом и функционирования транспортных терминалов. Существует большой ряд прикладных методов, широко используемых на практике. Например, в решение задачи оптимизации параметров транспортных терминалов и доставки грузов существенный вклад внёс профессор Мостовой И.Ф. На основе анализа результатов расчётов, определил, что максимальная вместимость причальных перевалочных складов используется при соотношении между пропускной способностью и грузооборотом, равном 0,25 – 0,33. В работе [4] рассмотрены вопросы оптимизации параметров терминала, разработана методика для обслуживания автомобильного транспорта.

Автором работы дан анализ современного состояния мультимодальных железнодорожно-водных перевозок в восточных районах страны, изучены и проанализированы маршруты перевозок грузов в мультимодальном железнодорожно-водном сообщении на территории России, определены объемы перевозимых грузов. Автором предложен вариант для мультимодальных систем перевозок грузов, на уровне планирования, решать задачу распределения грузопотоков по перевалочным портам в бассейнах рек с учетом их развития, с применением экономико-математической модели.

$$\sum_m \sum_n \sum_k X_{mnk} = B_j \sum_m \sum_n \sum_k X_{mnk} = A_j \quad (1.1)$$

$$\sum_m \sum_n \sum_k X_{mnk} / Z_{mnk} \prec M_k \quad (1.2)$$

$$\sum_m \sum_n \sum_k X_{mnk} \prec \Delta\Pi + \sum_S \alpha_S K_S + \Pi \quad (1.3)$$

$$\sum_S K_S \prec K_{общ} \quad (1.4)$$

$$X_{mnk} \succ 0 \quad (1.5)$$

$$\sum_m \sum_n \sum_k Z_{mnk} X_{mnk} \succ \min \quad (1.6)$$

где α - коэффициент, показывающий эффективность капиталовложений (K) по увеличению пропускной способности;

Z – провозная способность единицы подвижного технического состава.

Условие (1.1) обозначает по варианту работ (m) обязательное удовлетворение потребителей (B_j) в перевозках грузов (X_n) при использовании наличного количества транспортных средств (M_k) (1.2) и ограничении на пропускную способность пунктов перевалки $\Delta\Pi$ (1.3) с учетом выделенных для развития флота и портов капитальных вложений ($K_{общ}$). Представленная модель ориентирована на использование в качестве критерия оптимальности (1.6) минимум приведенных на доставку грузов от поставщика до потребителя.

Мультимодальные транспортные системы невозможны без перевалки грузов, эффективней была бы прямая перевалка, но не все терминалы и склады имеют возможности для этого. Разработаны теоретические основы функционирования терминальных систем перевозок грузов, в частности рассматривались проблемы размещения терминалов в конкретно взятом регионе. Разработана модель, которая даёт возможность рассмотреть проблему с учётом множества факторов, влияющих на размещение современных терминальных комплексов [8].

Внедрение логистических принципов в организацию и управление работы терминальных систем играет немаловажную роль, были разработаны принципы логистики для управления работы терминальных систем и вообще технология управления такой системой. В структуре предложенной системы управления терминальными перевозками можно выделить три основные подсистемы управления: подвозом-развозом грузов в зоне деятельности терминала, временным хранением и переработкой грузов на терминале и межтерминальными перевозками [1, 2].

В экономико-математической модели, учитываются все возможные варианты (схемы) доставки каждого рода груза от пункта производства или пунктов перевалки до пункта потребления; каждый из вариантов (схемы) дифференцирован по участвующим в нем видам транспорта; каждый из вариантов (схемы) доставки также предусматривает различные порты как первичной, так и вторичной перевалки грузов в пунктах стыковки смежных видов транспорта.

Экономико-математическая задача представлена автором [5] в двух вариантах.

1. Целевая функция

$$\sum_{ij\delta} (\Theta_{ij\delta} + C_{ij\delta}) X_{ij\delta}^M \Rightarrow \min$$

2. Ограничения.

2.1. План доставки грузов в пункты малых рек должен быть выполнен полностью

$$\text{- малотоннажным флотом } \sum_{i\delta} X_{ij\delta}^M * \Pi_{ij\delta}^M = A_{git}^M + A_{njt}^M$$

$$- \text{ крупнотоннажным флотом } \sum_{i\delta} X_{ij\delta}^K * P_{ij\delta}^K = A_j^K$$

2.2. Потребность во флоте по типам не должна превышать его наличия на балансе судоходных предприятий.

$$\sum_{i\delta} X_{ij\delta}^M \leq \Phi_i^M ; \sum_{i\delta} X_{ij\delta}^K \leq \Phi_i^K$$

2.3. Время работы флота не должно превышать эксплуатационного периода по каждому участку.

$$\sum_{\delta} t_{\delta} * X_{\delta} \leq T_1$$

2.4. Условие не отрицательности переменных

$$\sum X_{ij\delta}^M \geq 0 ; \sum X_{ij\delta}^K \geq 0$$

где i, j, δ, t - соответственно, признак пункта отправления, назначения, маршрута и периода работы;
 Φ^M, Φ^K - провозная способность малотоннажного и крупнотоннажного флота;

A_g, A_n, A_j - грузооборот депонированного груза, созданный в результате паузки крупнотоннажных судов и грузооборот транзитного груза;

Φ^M, Φ^K - наличное количество малотоннажного и крупнотоннажного флота;

T - эксплуатационный период по участку;

t - удельный показатель затрат времени по каждому типу судна;

C - общие издержки на поддержание габаритов судового хода в устьевых и затруднительных участках малых рек;

Ξ - общие эксплуатационные издержки на содержание флота.

На основе исследования системных закономерностей функционирования и развития мультимодальных региональных транспортных систем, разработано теоретическое обоснование механизмов взаимодействия и межсистемной интеграции в многоуровневых мультимодальных региональных транспортных системах и разработаны методологические принципы их согласованного функционирования [7].

Список литературы

1. Беляев В.М. Транспортировка в цепях поставок. Учебное пособие. М.:РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2011
2. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом. – М.: Транспорт, 1987, стр. 288.
3. Валеев В.А. Совершенствование завоза грузов в Арктические районы Северо-Востока России речным транспортом: Дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2003.
4. Мостовой И.Ф. Совершенствования системы завоза грузов в районы Крайнего Севера: Дис. ... докт. техн. наук. – Н. Новгород, 1992.
5. Сеницын Г.Я. Совершенствование технологического взаимодействия транспортных звеньев при доставке грузов на притоки магистральных рек: Дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2002.
6. Сергеева Т.С. Оптимизация транспортного обслуживания региона (на примере завоза грузов в республику Саха (Якутия)): Дис. ... канд. техн. наук. – Н. Новгород, 2004.
7. Филиппова Н.А., Беляев В.М. Комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности перевозки грузов для районов Севера / Н.А. Филиппова, В.М. Беляев // Грузовое и пассажирское автохозяйство, 2010. - № 9. с. 38-41.
8. Филиппова Н.А., Беляев В.М. Теоретическое исследование факторов, влияющих на процесс доставки в условиях севера / Н.А. Филиппова, В.М. Беляев // Грузовое и пассажирское автохозяйство, 2010. - № 10. с. 82-84.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗАМКНУТОГО КРЫЛА САМОЛЕТА

Зау Зау Аунг¹, Семенов В.Н.²

¹Республика Мьянма, ФАЛТ МФТИ, г. Жуковский

²ФГУП “ЦАГИ” им. Н.Е.Жуковского, г. Жуковский

В число основных проблем, которые необходимо решить при создании летательных аппаратов (ЛА), входят задачи обеспечения прочности, снижения относительного веса и деформаций конструкции. Их удачное решение повышает безопасность полета, экономическую эффективность авиаперевозок и другие характеристики авиационной техники.

Для снижения деформации крыла самолета используются многочисленные приемы: разгрузка крыла расположенными внутри него и подвешенными массами, подкос крыла и его натяг, замкнутое крыло с прямой и криволинейной продольными осями. Одно из наиболее перспективных направлений развития облика и конструкции ЛА связано с использованием “замкнутого крыла” (Рисунок 1), именуемое также “замкнутой системой крыльев”, “сочлененным крылом”, “joined wing”.

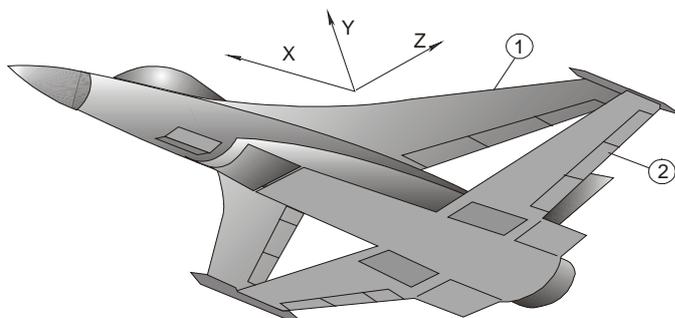


Рис. 1. Система координат и нумерация крыльев.

Особенности работы замкнутого крыла на изгиб

Анализ характера взаимодействия замкнутой системы крыльев в полете показывает, что за счет связанности системы в верхнем крыле возникают усилия сжатия N_1 , а в нижнем - усилия растяжения N_2 . Условие равенства моментов от внешних сил M и моментов от внутренних сил в сечении выполняются при рассмотрении системы крыльев в целом, с учетом суммарной строительной высоты сечения H конструкции и локальных моментов в верхнем кессоне M_1 и нижнем кессоне M_2 :

$$M = M_1 + M_2 + N_1H_1 + N_2H_2$$

Поскольку усилия N_1 и N_2 значительны и действуют на большом плече, создаваемый ими момент при определенных значениях проектных параметров составляет большую часть от суммарного момента (рис. 2). Такую трансформацию силовых потоков следует считать рациональной, поскольку работа конструкции на растяжение - сжатие предпочтительнее работы на изгиб.

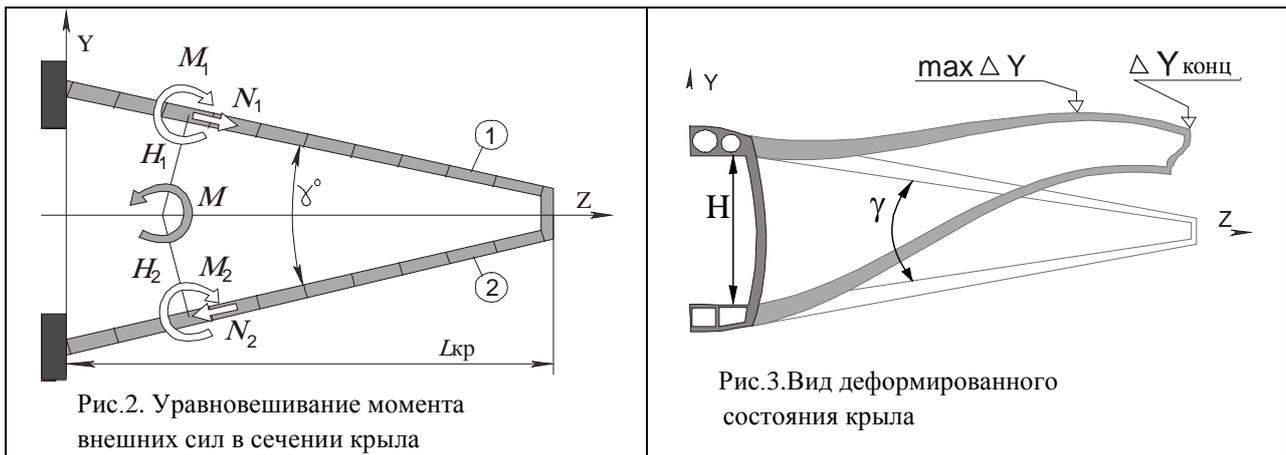


Рис.2. Уравновешивание момента внешних сил в сечении крыла

Рис.3. Вид деформированного состояния крыла

В рассмотренном примере сумма локальных моментов, идущих по крылу, в корневом сечении составляет 50-60% от момента внешних сил.

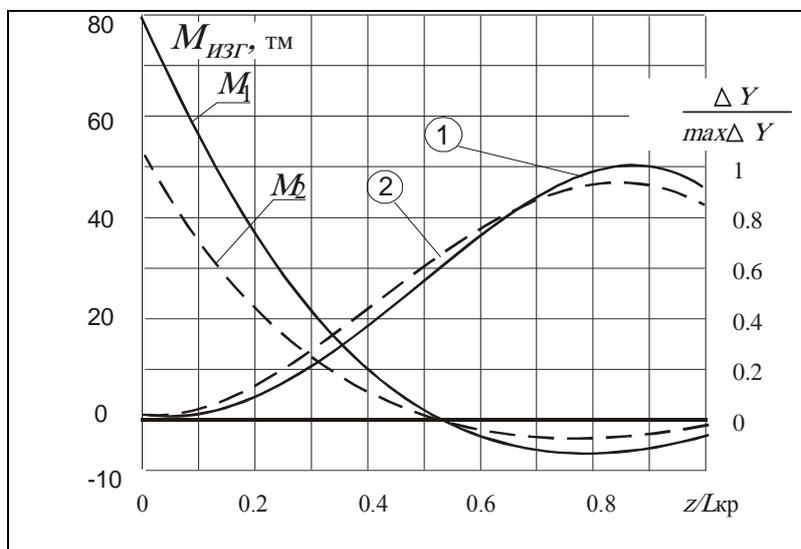


Рис.4. Эпюры изгибающих моментов $M_{изг}$ и деформаций крыла ΔY

При жестком соединении концов крыльев совместная деформация системы вызывает моментную реакцию M_k со стороны соединительной концевой шайбы, которая является "разгрузочной" (по изгибающим моментам), причем для обоих крыльев. Характерной является также форма изгиба крыльев, при которой максимальный прогиб ΔY достигается не на конце крыла, а примерно в зоне $0,85 z/L_{кр}$ (Рисунок 3).

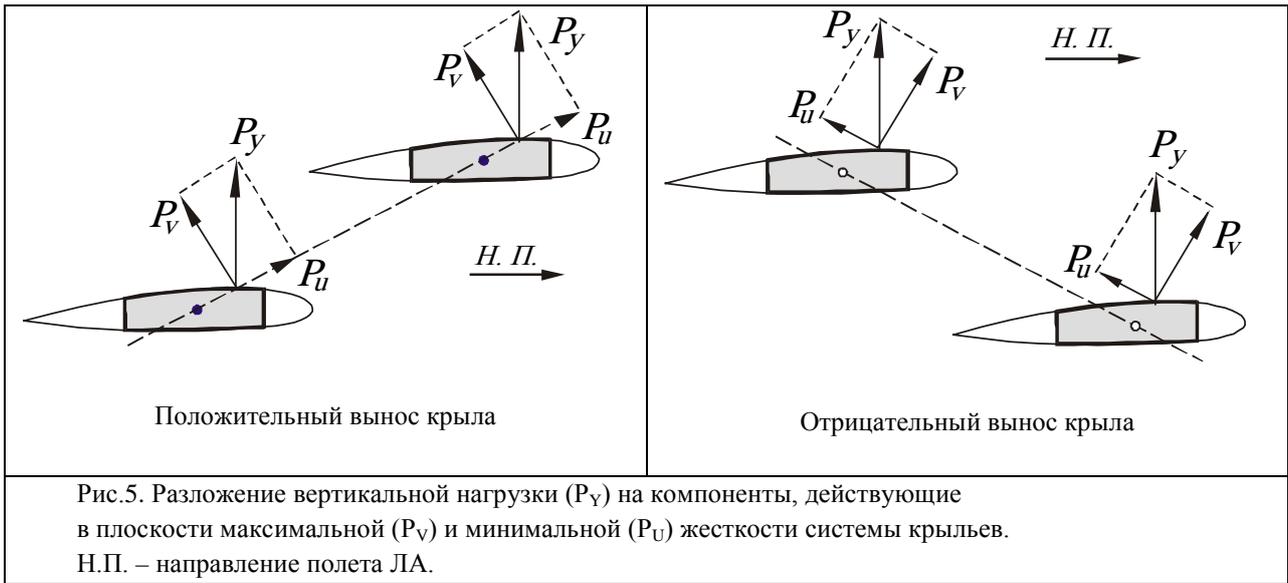
Показанные на Рисунке 4 соотношения и формы эпюр изгибающих моментов и прогибов для верхнего (①) и нижнего (②) крыльев являются характерными для большинства исследованных вариантов.

Расчетные и экспериментальные исследования в области прочности и аэродинамики показали, что потенциальные преимущества замкнутых схем сложно реализовать для сверхлегких и малонагруженных конструкций, поскольку площади и толщины их элементов в большинстве зон находятся на уровне конструктивных и технологических ограничений. По мере того, как растет взлетная масса ЛА и его нагруженность, все большая часть проектных переменных превосходит заданные уровни ограничений.

Особенности деформации замкнутого крыла

Для сечения системы крыльев по хорде крыла эквивалентные нагрузки, действующие на крыло, могут быть разложены на компоненты P_Y и P_Z , в соответствии с V-образностью крыла (Рисунок 5).

Силы P_V , действующие в направлении минимальной жесткости сечения, обуславливают появление моментов $M_{V,изг}$ в каждом из кессонов и изгибных деформаций, которые отгибают крыло и изменяют угол атаки в направлении, зависящем от угла стреловидности и выноса крыла.



Соотношения между горизонтальными и вертикальными смещениями в ходе расчетов получены следующими:

$$\Delta x = -0,46 \Delta y \text{ - в точке максимальных вертикальных прогибов,}$$

$$\Delta x = -0,93 \Delta y \text{ - на конце крыла.}$$

Суммирование усилий N_z в сечениях кессонов показывает, что в интегральном смысле верхнее крыло сжато, а нижнее растянуто, хотя в конкретных сечениях кессонов могут присутствовать и растянутые и сжатые элементы, усилия в которых уравнивают локальные изгибающие моменты в крыльях (рис. 2).

Такую трансформацию нагрузок следует считать благоприятной, поскольку работа конструкции на растяжение - сжатие предпочтительнее работы на изгиб. Приведенные графики построены на основе усилий, действующих в поясах лонжеронов, которые в расчетной схеме воспринимают все продольные силовые потоки, действующие в крыле. В корневой зоне эти элементы воспринимают от 70 до 90% усилий N_z , регистрируемых в заделке как опорные реакции. Остальные усилия в расчетной схеме воспринимаются раскосами, находящимися в плоскостях границ отсеков и имитирующих внешние обшивки и стенки лонжеронов и нервюры крыла. В отличие от монопланного крыла, где эпюры изгибающих моментов $M_{x,изг}$ монотонно нарастают от конца крыла к корневой заделке, в системе крыльев эпюры локальных изгибающих моментов для каждого из крыльев проходят через нулевую ось в районе 50-70% размаха крыла и имеют значительную протяженность зоны с отрицательными значениями.

В ходе оптимизации распределения силового материала между элементами конструкции в элементах корневой и концевой зон достигается уровень максимальных допускаемых напряжений, а элементы средней части крыла недогружены и их проектные параметры выходят на конструктивные и технологические ограничения f_{min} .

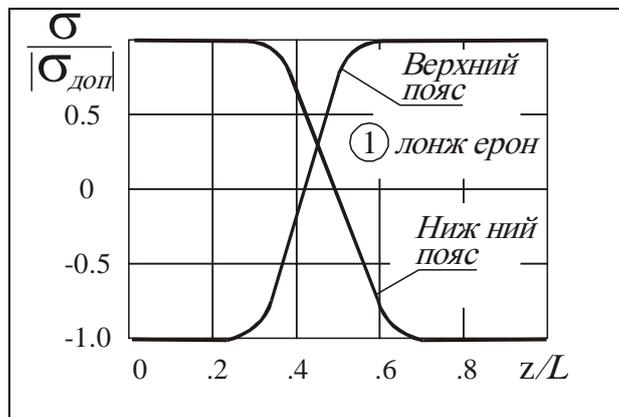


Рис.6. Изменение знака нормальных напряжений в поясах лонжеронов

Сложное взаимодействие усилий растяжения-сжатия, а также моментов M_x , M_y , M_z , с учетом их знаков приводит к тому, что пояса различных лонжеронов выходят на ограничение не одновременно (при $M_{x,лок} \approx 0$), а в широком диапазоне $(0,3 \div 0,6) z/L$.

Выполненные расчеты подтвердили, что, при правильно выбранных параметрических соотношениях проектных параметров, замкнутая система крыльев имеет более высокую весовую отдачу, чем эквивалентное по аэродинамическим характеристикам монопланное крыло, при этом снижение веса силового материала крыла, потребного для обеспечения прочности, может достигать 20-25%, а максимальные деформации снижаются в 2-3 раза.

Список литературы

1. Михайлова А.И., Семенов В.Н. Сопоставление конструктивных способов снижения массы и деформаций крыльев // - М.: Труды ЦАГИ N 2476, 1991. - С.68-72.
2. Саурин В.В., Семенов В.Н. Оптимизация формы замкнутой балочной структуры под распределенную нагрузку // - М.: Ученые записки ЦАГИ, N 3, 1992. - С. 85-93.
3. Новосельцев С.В., Семенов В.Н. Исследование аэродинамических и прочностных характеристик самолета с замкнутой бипланной системой крыльев // - М.: ТВФ, N 7, 1984. – С. 1-5.
4. Semenov V.N. A comparison of the weight ration of the airframe designs of aircraft with a cantilever wing and with a closed wing system. // NASA TM-77842. Apr.1985.
5. Wolkovitch J. The Joined Wing: An overview.// Journal of Aircraft, v. 23, No. 3, 1986. - pp. 161-178.

К ВЕРОЯТНОСТНОМУ ОПИСАНИЮ НЕУСТОЙЧИВЫХ ДВИЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пироженко А.В., Меньков Е.В.

Институт технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины, г.Днепропетровск

Явление детерминированного хаоса относят к одному из важнейших открытий XX века [1]. Исследования этого явления побуждают по-новому рассматривать проблемы описания неустойчивых движений. Отметим, в частности, следующее: 1. Поскольку, хаотические движения имеют место даже в простых механических системах (см., например, [2-4]), то вопрос о границе применимости детерминированного описания движения стоит и для простых задач классической механики. 2. Поскольку хаотическое движение можно назвать "сильно неустойчивым" движением, то возникает вопрос о корректности рассмотрения каких-либо изолированных систем, в том числе консервативных систем. Ведь любое сколь угодно малое внешнее воздействие может привести к существенному изменению траектории, а сколь угодно малая диссипация и (или) подкачка энергии приводит к иному структурированию фазового пространства.

Одной из основных проблем описания неустойчивых движений механических систем является определение возможности использования моделей механики (ее уравнений движения) для вероятностного прогноза неустойчивых движений. В разных аспектах эта проблема рассматривалась, например, в [5-17].

Целью статьи является анализ проблемы вероятностного описания неустойчивых движений в задачах классической механики для повышения качества прогноза этих движений. На простых примерах рассматривается соотношение случайности и определенности в неустойчивых механических движениях, и рассматривается содержательность задачи вероятностного описания таких движений.

Актуальность рассматриваемой проблемы в первую очередь связана с актуальностью исследований явления детерминированного хаоса. Хотелось бы отметить особую роль классической механики в решении проблем детерминированного хаоса и проявления случайности в детерминированных моделях. Это, как представляется, связано с тем, что классическая механика твердого тела (механика Ньютона), по-видимому, является наиболее обоснованной, апробированной и строгой теорией современной физики, а образы механических движений являются наиболее доступными для человеческого воображения.

Вместе с тем, задачи вероятностного прогнозирования неустойчивых движений в теоретической механике рассматривались весьма редко. Это связано с рядом причин, основные из которых, как представляется, описаны ниже. В упрощенном виде традиционная задача классической механики состоит в следующем: нужно определить основные закономерности движения системы твердых тел, которое описывается системой достаточно гладких обыкновенных дифференциальных уравнений. В силу теоремы о существовании и единственности решений в этих решениях никакой случайности быть не может. Добавим сюда, что задача интегрирования уравнений динамики твердых тел сама по себе чрезвычайно сложная. Достаточно вспомнить классические задачи движения

твердого тела относительно неподвижной точки и задачу трех тел небесной механики, для которых лишь в отдельных случаях построены аналитические решения дифференциальных уравнений. И это при 1.5-х степенях свободы! Т.е. движение описывается системой четырех обыкновенных автономных дифференциальных уравнений первого порядка и имеется первый интеграл. Отметим также, что прикладной характер исследований обычно связывает задачу с уникальным объектом, в движении которого случайность не приемлема. Неустойчивые режимы движения систем в большинстве случаев не представляют интереса, а поиск устойчивых движений представляет собой цель и задачу многих исследований.

Конечно, основной причиной того, что вероятностные характеристики неустойчивых движений почти не рассматривались в теоретической механике, является детерминизм ее моделей и их решений.

Одним из наиболее интересных проявлением динамического хаоса в диссипативных системах является случайная синхронизация движений. «Синхронизация – одно из фундаментальных свойств нелинейных систем, которое заключается в установлении определенных соотношений между характерными временами, частотами или фазами колебаний парциальных систем в результате их взаимодействия» [18]. (Для механиков более привычным является термин «захват в резонанс».) Явление случайной синхронизации при детерминированном описании динамики заключается в том, что численное исследование модельной задачи, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений, не позволяет однозначно определить в каком из аттракторов окажется траектория. Речь идет о неразрешимой аналитически системе нелинейных дифференциальных уравнений без каких-либо случайных величин. Очень малые изменения начальных условий, параметров системы, или изменения численного метода исследований приводят к тому, что расчетные траектории системы попадают в различные аттракторы. Таким образом, для многих траекторий системы детерминированное предсказание их предельных (конечных) состояний становится невозможным.

Для улучшения качества прогноза представляет интерес исследование возможности вероятностного описания случайной синхронизации движения систем. То есть исследования возможности описания способности аттракторов «притягивать» траектории («мощности» аттракторов) некоторым числом.

Для уточнения задачи вероятностного прогноза предельных неустойчивых движений выделим класс систем, обладающих следующими свойствами: система имеет конечное число аттракторов, и все траектории системы стремятся к ним; количество аттракторов, а также их «способность притягивать траектории» (т.е. количество траекторий, стремящихся к ним) не зависит от времени; в пространстве начальных данных траекторий существует область, для которой очень малые изменения фиксированных начальных данных или параметров системы приводят к «попаданию» траектории в другой аттрактор. Используем термин «очень малые изменения» не может быть определен в общем случае – он определяется постановкой конкретной задачи. Речь идет о точности измерения или задания начальных условий и параметров конкретной системы. Для задач классической механики, по-видимому, абсолютной погрешностью задания начального положения траектории и параметров системы является величина сопоставимая с размером молекулы [20]. Назовем этот класс систем классом p (probability). Именно для систем этого класса будем рассматривать задачу вероятностного описания предельных движений.

В работах [58] предложен подход к вероятностному прогнозу предельных движений гамильтоновых систем при воздействии малых диссипативных возмущений. Для систем с одной степенью свободы дано определение вероятности и приведено утверждение, позволяющее рассчитывать вероятности предельных движений. Это утверждение (доказательство которого в [5] предоставлено читателям, а в [9] дано громоздкое и не очень ясное доказательство несколько другого утверждения), как представляется, требует некоторых уточнений. Но, основным недостатком предложенного подхода видится само определение вероятности. Используемый в этом определении предельный переход при стремлении к нулю возмущающих сил, в том числе и описывающих диссипацию, во многих случаях делает определение бесполезным. Это связано, во-первых, с тем, что, вообще говоря, нас интересует прогноз движения при некотором фиксированном, а не бесконечно малом значении коэффициента диссипации. А, во-вторых, с тем, что изменение диссипативных сил, вообще говоря, приводит к перестройке структуры фазового пространства, к появлению или исчезновению притягивающих множеств. Так, например, в задаче движения орбитального маятника изменение коэффициента вязкого трения приводит к изменению количества аттракторов (резонансов) в которые может быть «захвачена» траектория [20].

Другой подход вычисления вероятности предельных движений был использован в [10-12]. Он основан на утверждении, которое можно сформулировать следующим образом: каково бы не было непрерывное распределение начальных условий вращающейся фазы, при стремлении времени к бесконечности распределение фазы будет стремиться к равномерному. Это утверждение представляется достаточно очевидным с физической точки зрения и позволяет обосновать равновероятность исходов рулетки и вероятность 0.5 выпадения стороны монеты при бесконечно больших начальных скоростях подбрасывания. Однако этот подход имеет и очевидные

недостатки. Во-первых, его трудно распространить на более сложные системы, когда нельзя выделить независимую от других переменных вращающуюся фазу. Во-вторых, он не позволяет судить о вероятности предельных движений, когда время их установления далеко от бесконечного. Например, в [11] попытка экспериментального обнаружения асимметрии впадения стороны монеты вызывает больше удивление, чем сочувствие. Ведь не вызывает сомнения, что начальное распределение отклонений при подбрасывании монеты рукой существенно скажется на распределении исхода (рассматривается процесс без соударений). В-третьих, и, как представляется, самое важное, данный подход вводит вероятность в задачи через вероятность ошибок начальных данных, т.е. выводит вопрос об особенностях и содержательности вероятностного предсказания предельных движений за рамки рассматриваемых задач.

Таким образом, существует класс систем, для которых вероятностное описание может улучшить прогноз предельных движений. В литературе имеются подходы к определению вероятности предельных движений таких систем, подтверждающие существование вероятностей, как характеристик (свойств) системы, не зависящих от начальных условий траекторий. Однако предложенные подходы представляются несколько ограниченными, и решение проблемы требует более тщательного ее анализа.

Исследование возможности улучшения прогноза неустойчивых движений путем введения вероятностного описания представляется целесообразным начать с наиболее простых задач, для которых накоплены знания по вероятностному прогнозу движений. К таким задачам относятся классические случайные процессы: подбрасывание монеты и подбрасывание кубика. Для обеих задач признано существование вероятностей предельных движений, как свойств систем, и оба процесса могут быть достаточно просто описаны в рамках моделей классической механики. В пользу использования таких простых задач выступает и тот факт, что для достаточно подробного статистического анализа потребуется проведение десятков, или сотен миллионов численных экспериментов.

Исследованию процесса подбрасывания монеты уделяется традиционно большое внимание [10-17]. Здесь получены и содержательные, и противоречивые результаты. Например, в [14,15] утверждается, что процесс является детерминированным, но ошибки задания начальных условий не позволяют предсказать его исход. По-видимому, авторы используют философские обобщения, поскольку иначе детерминированность процесса, в котором нельзя предсказать исход, определяется умением авторов строить модели классической механики.

Задача исследования процесса подбрасывания кубика более широкая, чем для монеты. Здесь, при введении асимметрии, например, разных длин граней кубика, или смещении его центра масс от геометрического центра, определение вероятности не очевидно [19] (его нельзя сделать из соображений симметрии). При исследовании процесса подбрасывания кубика возникает и задача определения зависимости вероятности от механических параметров системы, таких как моменты инерции, соотношения длин сторон, коэффициентов соударения кубика о поверхность. Представляется, что задача исследования процесса подбрасывания кубика сочетает в себе простоту моделей динамики и общность задачи исследования, и позволит уточнить основные понятия и выработать подходы для вероятностного прогноза предельных движений систем класса p .

Список литературы

1. Лоскутов А.Ю. Очарование хаоса / А. Ю. Лоскутов // УФН – 2010. -Том 180, №12 – С. 1305-1329.
2. C. J. Luo, Y. Guo, Motion Switching and Chaos of a Particle in a Generalized Fermi-Acceleration Oscillator, *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2009, Article ID 298906, 40 pages, 2009. doi:10.1155/2009/298906.
3. A. Okninski, B. Radziszewski, Dynamics of impacts with a table moving with piecewise constant velocity, *Nonlinear Dynamics* 58 (2009) 515-523.
4. Пирожено А. В. Хаотические режимы движения в динамик космических тросовых систем. 1. Анализ проблемы // *Космічна наука і технологія*. — 2001. — Т. 7, № 2/3. — С. 83–89.
5. Арнольд В. И. Малые знаменатели и проблемы устойчивости движения в классической механике и небесной механике / В. И. Арнольд // *Успехи математических наук*. – 1963. – Т. XVIII, вып. 6 (144). – С. 91 – 192.
6. Арнольд В. И. Математические методы классической механики / В. И. Арнольд, В.В.Козлов, А.И.Нейштадт. – М.: Наука, 1989. – 472 с.
7. Нейштадт А. И. Захват в резонанс и рассеяние на резонансах в двухчастотных системах // *Труды математического института им. В. А.* – 2005.– Т. 250 – С. 198–218.
8. Нейштадт А. И. Вероятностные явления в возмущенных динамических системах [Электронный ресурс] – Режим доступа к лекции :<http://www.iki.rssi.ru/seminar/200001/abstract.htm>.
9. Freidlin M. I. *Random Perturbation of Dynamical systems* / M. I. Freidlin, A. D. Wentzell. – Second edition. – New York : Springer, 1998. – 445 p.

10. Keller J. B. The probability of heads / J. B. Keller // American Mathematical. – 1986. – V. 93. – P. 191 – 197.
11. Diaconis P. Dynamical Bias in the Coin Toss / P. Diaconis, S. Holmes, R. Montgomery // SIAM review. – 2007. – Vol. 49, № 2. – P. 211 – 235.
12. Probability and dynamics in the toss of a non-bouncing thick coin [Электронный ресурс] / Ee Hou Yong, L. Mahadevan // Cornell University library. – 2010. – 17 p. – Режим доступа : <http://arxiv.org/pdf/1008.4559v3.pdf>.
13. Okninski A. An analytical and numerical study of chaotic dynamics in a simple bouncing ball model / A. Okninski, B. Radziszewski // Acta Mechanica Sinica. – 2011. – Vol. 27, № 1. – P. 130 – 134.
14. Understanding coin-tossing / J. Strzalko, J. Grabski, A. Stefanski, P. Perlikowski, T. Kapitaniak // Mathematical intelligencer. – 2010. – Vol. 32, № 4. – P. 54 – 58.
15. Dynamics of coin tossing is predictable / J. Strzalko, J. Grabski, A. Stefanski, P. Perlikowski, T. Kapitaniak // Physics Reports. – 2008. – Vol. 34. – P. 59 – 92.
16. Nagler J. How random is dice tossing? [Электронный ресурс] / J. Nagler, P. Richter // Physical review. – 2008. – Режим доступа : <http://pre.aps.org/abstract/PRE/v78/i3/e036207>.
17. Flipping, spinning and tilting coins [Электронный ресурс] / L. Snell, B. Peterson, J. Albert, C. Grinstead // Chance News. – 2002. – Режим доступа : http://www.dartmouth.edu/~chance/chance_news/recent_news/chance_news_11.02.html.
18. Анищенко В. С. Синхронизация регулярных, хаотических и стохастических колебаний / Анищенко В. С., Астахов В. В., Вадивасова Т. Е., Стрелкова Г. И., – ПХД, 2008. – 144 с.
19. Kuindersma S. R., Blais B. S. Teaching Bayesian Model Comparison With the Three-sided Coin // The American Statistician. – 2007. – Vol. 61, № 3. – P. 239 – 244.
20. Харламов П.В. Очерки об основаниях механики. – Киев: Наук.думка, 1995. – 407 с.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАМКНУТОГО КРЫЛА САМОЛЕТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМУМА ВЕСА ЕГО КОНСТРУКЦИИ

Фон Мьинг Тун¹, Семенов В.Н.²

¹Республика Мьянма, ФАЛТ МФТИ, г. Жуковский.

²ФГУП “ЦАГИ” им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский

Классическая монопланная конструктивно - силовая схема (КСС) летательного аппарата (ЛА) уже почти доведена до совершенства и вероятность новых существенных прорывов в улучшении ее характеристик невелика, тогда как многие иные КСС, сегодня уступающие классической схеме по ряду параметров, имеют существенно больший диапазон возможных базовых и параметрических усовершенствований. В настоящее время в ведущих авиационных центрах мира исследуются новые проекты ЛА неклассического облика, многие из которых будут обладать свойством адаптации к режимам полета, вплоть до преобразования внешнего облика.

Одной из наиболее перспективных концепций конструктивно-силовой схемы (КСС) является ЛА с замкнутой системой несущих поверхностей [1,2,3]. При поиске оптимальной компоновки в этом классе ЛА возникают сложные проблемы, связанные с наличием интерференции аэродинамических поверхностей и их взаимным влиянием через скосы потока. На начальном этапе проектирования конструкции необходимо определить: удлинение, сужение, стреловидность, поперечное V , выносы продольной и вертикальной осей верхнего и нижнего крыла, а также углы установки крыльев относительно продольной оси, профили и крутку верхнего и нижнего крыла.

1. Оценка веса крыла

Оценка веса продольного силового набора конструкции крыла $G_{кр}$, воспринимающей изгиб, а это основная составляющая веса, на значение которой можно эффективно воздействовать, может быть выполнена посредством интегрирования значений изгибающего момента (в общем случае его модуля) и соответствующих характеристик крыла вдоль его осевой линии:

$$G_{кр} = \frac{k \gamma}{[\sigma]} \int_L \frac{M_x(z) dz}{h_z}$$

где $[\sigma]$ – уровень допускаемых напряжений,

γ - удельный вес конструкционного материала,

h_z – усредненная высота кессона в сечении z ,

L – размах по осевой линии крыла,
 k – статистический коэффициент, учитывающий массу других компонент крыла. Приближенно $k = 2$.



Рис.1. Полноразмерный цельнокомпозитный макет самолета Е-1.



Рис.2. Модель самолета в АДТ ЦАГИ Т-103.

На международном авиакосмическом салоне (МАКС) в г. Жуковский был представлен цельнокомпозитный полноразмерный макет самолета В.С. Егера “Е-1” (Рисунок 1). Макет был выполнен методом автоматической намотки стекловолокна, что значительно снижает стоимость его производства в сопоставлении с конкурирующими проектами. Аэродинамические исследования модели (Рисунок 2) проводились в АДТ Т-103 ЦАГИ. В ходе НИР изучено влияние анизотропных свойств обшивки на деформацию несущих поверхностей. Разработчики проекта – АО “Специальные авиационные технологии” - “САВИАТ”, изготовители – МАПО, ЦНИИСМ (специального машиностроения), г.Хотьково.

2. Формирование конструктивного облика административного самолета

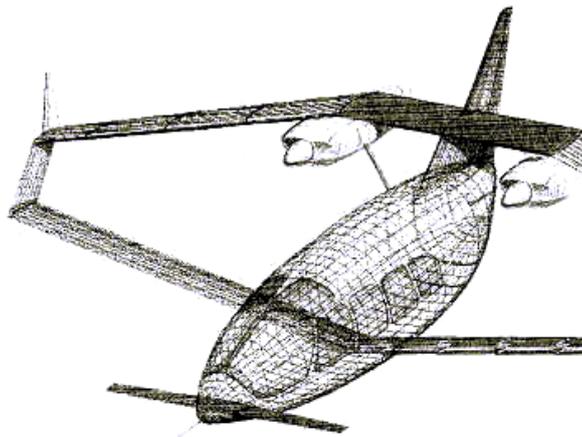


Рис.3. “Плазменная” модель проекта “Сталкер-232”.

Исследована зависимость крутки крыла под действием аэродинамической нагрузки от положения точки свободного поворота переднего крыла замкнутой системы крыльев (Рисунок 4). Переднее крыло в корневом сечении опирается на шарнирную опору III. Под действием аэродинамической нагрузки происходит поворот крыла относительно точки опоры и изменение угла атаки этого сечения влечет за собой изменение крутки всей крыльевой системы. Параметрическим исследованием для проекта найдено положение точки опоры, при котором крыло в зависимости от режима полета занимает наиболее благоприятное по углу атаки положение и фиксируется в этом положении. Угол атаки крыла в корневом сечении может также принудительно корректироваться бустером Б. Одной из рациональных зон для установки механизма затяга для замкнутой системы крыльев является центральное сечение концевой шайбы (Рисунок 5), соединяющей верхнее и нижнее крылья. Концевая шайба в схеме замкнутого крыла сильно нагружена и изначально содержит достаточно силового материала для восприятия больших сил и формирования требуемых степеней свободы и жесткостей взаимодействия подконструкций.

Было посчитано несколько вариантов конструкции с разными модулями упругости материалов и типами защемления корневых отсеков несущих поверхностей, полученные результаты исследования позволяют говорить о возможности использования аэроупругого принципа создания продольной устойчивости этих компоновок ЛА, как о конструктивной особенности, присущей замкнутому крылу.

Список литературы

1. Новосельцев С.В., Семенов В.Н. Исследование аэродинамических и прочностных характеристик самолета с замкнутой бипланной системой крыльев // - М.: ТВФ, N 7, 1984. – С. 1-5.
2. Semenov V.N. A comparison of the weight ration of the airframe designs of aircraft with a cantilever wing and with a closed wing system. // NASA TM-77842. Apr.1985.
3. Wolkovitch J. The Joined Wing: An overview.// Journal of Aircraft, v. 23, No. 3, 1986. - pp. 161-178.

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

ДЕКОРАТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТЕКЛА В ТЕХНОЛОГИИ ФЬЮЗИНГА

Дайнеко В.В.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, г.Иркутск

Аннотация

В статье рассматриваются возможности применения технологии спекания стекла (фьюзинга) при изготовлении декоративных изделий. Представлены общие представления о процессе получения изделий различного вида и цвета. Показаны возможности использования в дизайне архитектурных сред художественных изделий из стекла, выполненных по авторским проектам.

Ключевые слова: спекание стекла, фьюзинг, декорирование.

Введение

В современном оформлении интерьеров часто применяют декоративные изделия из стекла. Технология изготовления связана с обработки стекла в горячем и холодном состоянии. Горячая обработка стекла (фьюзинг) допускает получение сложных и оригинальных форм, рисунков, цветовых решений. Необходимое качество и эстетические свойства достигаются особенностями управления технологическими процессами. [1-4].

Изготовление художественных изделий из стекла в технологии спекания не является редким. Спеканием получают как готовые для дизайна интерьеров предметы, так и полуфабрикаты, например, в виде унифицированных декоративных элементов, фактурных составляющих и вставок. В дизайне используют различные изделий из стекла, учитывая их декоративные, функциональные, качества. Стекланные изделия применяют в мебели, остеклении дверей, межкомнатных перегородках, панно, подвесных потолках, оформлении зеркал. Реализация средовых проектов с применением стекла в различных формах предполагает учет функциональных требований к интерьеру. Именно к такой категории относятся рассматриваемые в статье

художественные изделия из стекла, разработанные и созданные по технологиям спекания и авторским проектам (мастерская Дайнеко В.В.).

Технологические процессы изготовления художественных изделий

Стекло обработанное в процессе изготовления и декорирования художественных изделий предусматривает использование технологий спекания в состояниях с температурами с пределами 600-900 °С, поскольку при спекании происходит термическое соединение в целое отдельных элементов. При этом необходимо учитывать требования по сохранению или незначительному изменению формы элементов и их взаимного расположения.

В настоящей статье анализируются изделия изготовленные с использованием печи для фьюзинга и моллирования KFM-800E с термоконтроллером TCS-300E, управляющим технологическим процессом. Конструкция печи с размерами рабочей зоны 800x600x230 мм, потребляемой мощностью 5 кВт, максимальной температурой в рабочей камере 950°С допускает обработку стекла толщиной до 10 мм [4].

Перед использованием стекол для художественного изделия их тестируют на совместимость, которая подразумевает их равенство или близость по степени расширения (сжатия) при нагреве (охлаждении). Основным параметром является температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), относительное удлинение образца стекла при нагреве на один градус с учетом диапазона температур, в котором он измеряется. ТКЛР практически единственный технологический показатель, указываемый производителем стекла, по которому определяется совместимость разных стекол. Различия ТКЛР даже незначительные могут приводить к возникновению внутренних напряжений в спекаемых образцах, риску образования трещин или полному разрушению изделия после охлаждения. Диапазон изменений показателя ТКЛР находится в большинстве случаев в интервале от 10^{-6} до $50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. В технологиях обработки стекла принято использовать множитель 10^{-7} K^{-1} , который обычно опускается в маркировке стекла и сохраняются только значимые цифры перед множителем [3].

Существует четыре больших группы пригодных для фьюзинга стекол: группа флоат с ТКЛР (СОЕ) 82-84, группа стекол с ТКЛР (СОЕ) 90, система 96, группа стекол с ТКЛР (СОЕ) 104, где цифры соответствуют показателю расширения без множителя. Распространенной является маркировка с обозначением СОЕ (Coefficient of Expansion – коэффициент расширения). В рассматриваемых ниже изделиях использовалось стекло листовое (прозрачное и матовое), стекло цветное листовое (узорчатое), стекло цветное (мелкая фритта, средняя фритта, осколки, мозаика, миллефиори).

Образцы художественных изделий

Результаты применения технологии спекания, представленные в предыдущем разделе, можно рассмотреть на ряде изделий из стекла, имеющих художественную ценность и одновременно утилитарное назначение в интерьерах. На Рисунке 1 а) представлены витражные вставки, изготовленные в технологии спекания, для дверок детской мебели, размер (300x150 мм.) По заданным размерам вырезалась подложка из матового стекла, на которую при помощи клея закреплялся рисунок из кусочков цветного стекла. После обработки в печи, по окончании программы охлаждения изделие закреплялось в деревянные дверцы.

На Рисунке 1 б) показаны изделия в виде светильников со стилизованной формой рыбы. Для изготовления каждого из светильников были вырезаны подложка из прозрачного стекла и сделаны отверстия для закрепления арматуры и источника света. На подложку выкладывались вырезанные детали из цветного стекла с последующей обработкой в печи для фьюзинга. Арматура закреплялась к стеклянным элементам с использованием хромированных болтов.



Рис.1. а) Витражные вставки для дверок детской мебели; б) Светильники со стилизованной формой рыбы.

Заключение

Применение технологии спекания стекла (фьюзинга) при изготовлении изделий для декорирования интерьеров является одним из заметных средств современного развития дизайна архитектурных сред. Представленные краткие сведения о процессе спекания и используемых проектных решениях дополнены иллюстрациями художественных изделий из стекла, выполненных по авторским проектам.

Список литературы

1. Дембовский С.А., Четкина Е.А. Стеклообразование. – М.: Наука, 1990, 277 с.
2. Литвиненко С.В. Технология фьюзинга. – Киев: Витражная мастерская, 2005, 150 с.
3. Шульц М. М., Мазурин О. В. Современные представления о строении стёкол и их свойствах. – Л.: Наука, 1988, 200 с.
4. Шелби Дж. Структура, свойства и технология стекла. – М.: Мир, 2006, 288 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ШЛАКОБЕТОНА

Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В., Ливенцева В.А., Прокофьев А.Н., Шипулин И.А.

ЛГТУ, г.Липецк

Известно, что мелкозернистый шлакобетон нашёл применение при проектировании конструкций транспортных сооружений: в устройстве оснований дорожных одежд, элементов перекрытий (балок), ребристых плит покрытия, безнапорных пропускных труб, люков смотровых колодцев из сталефиброшлакобетона классов В10, В15, В25, В30 и др [1].

Несмотря на столь широкое применение шлакобетонных и сталефиброшлакобетонных конструкций в современном строительстве, многие особенности их прочностных характеристик мало изучены. В частности, это относится к проблеме определения физико-механических характеристик шлакобетона, подбора для него зависимостей и параметров для расчёта элементов конструкций по диаграммной методике.

Целью настоящего исследования является изучение физико-механических характеристик мелкозернистого шлакобетона, получение зависимостей и параметров, необходимых для достоверного расчёта элементов шлакобетонных конструкций по диаграммной методике.

Значительная часть расчётов элементов строительных конструкций основывается на таких характеристиках материала, как призмная прочность бетона R_b , кубиковая прочность R_m , прочность при осевом растяжении R_{br} , начальный модуль упругости E_b^0 бетона, а также предельные относительные деформации бетона при сжатии ε_{br} и растяжении ε_{brR} .

Основным источником информации о механических свойствах материала, содержащий данные величины, являются диаграммы деформирования бетона, связывающие относительные деформации с напряжениями « $\varepsilon - \sigma$ » при одноосном сжатии и растяжении, для получения которых проводились испытания на образцах, изготовленных на основе шлаков металлургического производства ОАО «НЛМК». В исследуемых составах использовались в качестве вяжущего цемент марки ПЦ-500 D0 Липецкого цементного завода и пластифицирующая добавка Реламикс (10% раствор), а в качестве заполнителя – отсев от дробления литого шлакового щебня фракции 0...5 мм с насыпной плотностью от 1085 до 1135 кг/м³.

Составы экспериментальных образцов представлены в Табл.1.

Таблица 1

Составы бетона для каждой партии образцов

№ состава	Класс (марка)	Расход компонентов, кг/м ³		
		Цемент	Отсев от дробления литого шлакового щебня	Вода
1	В3,5 (М50)	330	1498	205
2	В5 (М75)	335	1520	200
3	В7,5 (М100)	350	1555	190
4	В10 (М150)	365	1510	180

5	B12,5 (M150)	400	1560	185
6	B15 (M200)	420	1510	190
7	B20 M(250)	440	1463	200

Прочность бетона на сжатие и растяжение определялась на стандартных образцах согласно указаниям ГОСТ 10180-90. Численные результаты испытаний представлены в Табл.2.

Таблица 2

Результаты испытания опытных образцов на осевое растяжение и сжатие

№ состава	Средние значения начального модуля упругости E_b^0 , МПа	Средние значения прочности бетона, МПа			Средние значения относительных деформаций в вершине диаграммы	
		при сжатии		при осевом растяжении R_{bt}	при сжатии $\varepsilon_{bR} \cdot 10^{-3}$	при осевом растяжении $\varepsilon_{btR} \cdot 10^{-3}$
		кубиковая прочность, R_m	призменная прочность R_b			
1	8,036	4,58	4,44	1,115	1,397	0,154
2	9,453	7,06	6,71	1,362	1,603	0,169
3	11,594	8,78	8,60	1,679	1,741	0,178
4	15,248	15,15	15,10	2,099	2,101	0,202
5	17,663	19,06	18,30	3,079	2,239	0,211
6	19,715	22,69	22,01	3,154	2,382	0,219
7	21,606	28,81	27,60	3,415	2,568	0,231

Общеизвестна формула, связывающая предел прочности бетона при растяжении R_{bt} с его кубиковой прочностью R_m :

$$R_{bt} = 0,5\sqrt[3]{R_m^2} . \quad (1)$$

В работе [2] предложена следующая зависимость для мелкозернистого песчаного бетона:

$$R_{bt} = 0,3\sqrt[3]{R_m^2} . \quad (2)$$

Из наших опытов установлено, что прочность при осевом растяжении образцов из мелкозернистого шлакобетона составляет приблизительно 0,08...0,3 прочности при сжатии. В результате обработки опытных данных удалось получить следующую зависимость:

$$R_{bt} = 0,4\sqrt[3]{R_m^2} . \quad (3)$$

Начальный модуль упругости бетона E_b^0 удобно вычислять через R_m и объёмный вес бетона (плотность) ρ , кг/м³.

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволил получить следующую зависимость для выражения объёмной массы мелкозернистого шлакобетона от его кубиковой прочности:

$$\rho = 100 \cdot \ln(R_m) + 1780, \quad (4)$$

где R_m – кубиковая прочность бетона в МПа; ρ – объёмная масса бетона в кг/м³.

Для выражения начального модуля упругости E_b^0 (в МПа) применительно к мелкозернистому шлакобетону получена формула:

$$E_b^0 = 1,95 \rho \sqrt{R_m} = 1,95 \cdot (100 \cdot \ln(R_m) + 1780) \sqrt{R_m} . \quad (5)$$

Получены зависимости для определения предельных относительных деформаций мелкозернистого шлакобетона:

$$\varepsilon_{bR} = 0,85 \cdot \sqrt[3]{R_m} \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

для сжатия и

$$\varepsilon_{btR} = 0,15 \cdot \sqrt[3]{R_{bt}} \cdot 10^{-3} \quad (7)$$

для растяжения.

Список литературы

1. Черноусов. Р.Н. Прочность и деформативность элементов конструкций транспортных сооружений на основе мелкозернистого сталефиброшлакобетона // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2011. №1(21). С. 87–97.
2. Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В. Моделирование прочностных и деформативных свойств мелкозернистого цементно-песчаного бетона при осевом растяжении и сжатии // Строительные материалы. 2013. №10. С. 12–14.

СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ В ПОИСКЕ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОБЛИЦОВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ АВТОВОКЗАЛАГ. ИРКУТСКА

Иванова А.С.

НИ ИрГТУ, г.Иркутск

Архитекторы и дизайнеры для решений задач проектирования используют программный пакет который включает в себя следующие компьютерные программы: AutoCAD, ArchiCAD, 3dMax, AdobePhotoshop, AdobeIllustrator, SketchUp и др.

К технологиям нахождения координат цвета относятся цифровые палитры (NCS Digitalpallets) и само программное обеспечение— NCS Navigator, на базе которых разработаны цветовые стандарты в различных странах. Скандинавский институт цвета разработал цветовые атласы, которые помогают в настройках не только ПК, но и в подборе цвета в других отраслях.

Существует несколько этапов в работе над проектом с использованием компьютерного моделирования: создание чертежей в программе AutoCAD или ArchiCAD; трехмерное моделирование 3d Max, работа с материалами ArtlantisStudio, цветом AdobePhotoshop и CorelDraw, а так же обработка изображений в программе AdobePhotoshop.

Скандинавским Институтом Цвета разработаны три вида цветовых цифровых палитр NCS Digitalpallets для наиболее популярных среди архитекторов и дизайнеров компьютерных программ. NCS Palette 2.1 Creative может использоваться в программах Corel Draw, Corel Photo-Paint, Freehand, Illustrator, Pagemaker, PhotoShop, PhotoShop Elements, InDesign.

Для программы AutoCAD специально разработана палитра NCS Palette 2.2. Преимущества использования цифровых цветовых палитр NCS в том, что цвета NCS могут использоваться в профессиональной работе архитектора-дизайнера на протяжении всех стадий проектирования – от идей до конечного дизайна продукции и реализации проектов.

Использование краски фирмы Caparol в реконструкции Автовокзала по ул.

В проекте была реализована концепция программы А.В. Ефимова «Формирование колористики г. Иркутска», в рамках этого проекта было предложено несколько вариантов цветовых решений окраски здания Автовокзала, как представлено на Рисунок 1, где используются ряды низкой насыщенности жёлто-коричневых оттенков.

Выбор цвета поверхности стен здания производился в системе NCS, где необходимый тон краски – Caparol (CaparolColor) S 0515-Y30R, данный вариант цвета представлен среди предлагаемой палитры в проекте цветового решения фасада на Рисунок 1.

Цветовые координаты определяются с использованием каталога цветовой системы NCS доступ к которому возможен на интерактивном сайте NCS (www.ncscolour.com/en/ncs/ncs-navigator) [1].



Рис.1. Фрагмент проекта цветового решения Автовокзала по ул.Октябрьской Революции 11, г.Иркутск

Выбранные цвета определяются отрезками на цветовом секторе (верхняя правая часть рис.2) в области высоких яркостей и низких насыщенностей, а в левой части рисунка обозначена группа оттенков на модели цветового пространства, в нижней части рисунка расположены значения цветовых координат в пределах выбранных отрезков.

Для эффективности выбора необходимой краски и для раскрытия технических и эстетических свойств, возникла необходимость проведения экспериментального исследования различных фасадных красок выбранной фирмы.

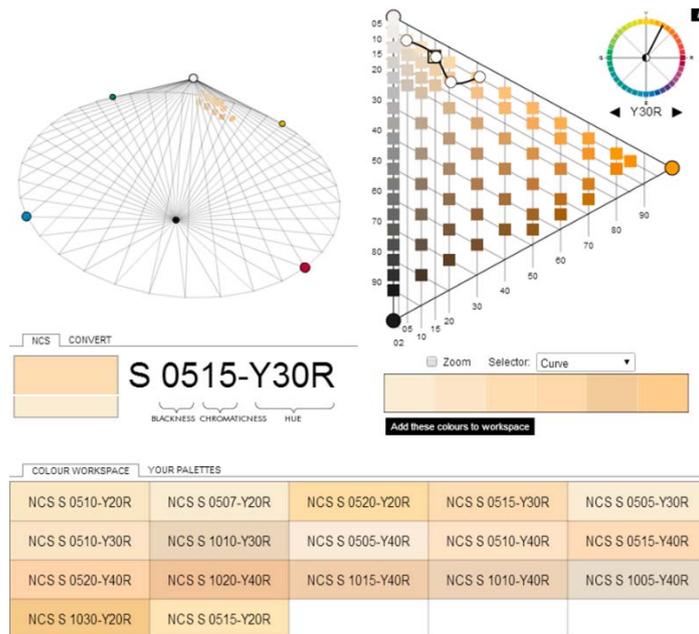


Рис.2. Фрагмент подбора цвета в программе NCS Navigator с указанием тона краски Caparol (CaparolColor) - S 0515-Y30R

Определение укрывистости производилось на стеклянной пластине размером 300x300 мм из бесцветного стекла толщиной 2,5 мм. На одной стороне пластины были нанесены на одинаковом расстоянии друг от друга три цветных полосы (одна белая и две черные), шириной каждая по 30,0 мм причем белая полоса располагалась между двумя черными. Полосы наносились фасадными красками фирмы Caparol. Испытуемая краска на керамических пигментах наносилась щетинной кистью тонким слоем на сторону стеклянной пластины, обратную той, на которой имеются цветные полосы. Испытуемая краска наносилась на участок пластины площадью 100x250 мм, оставляя чистой площадь по краям пластины 50x100 мм для того, чтобы было удобно держать ее в руках. Нанесение краски производилось, держа стекло в левой руке и проводилось кистью сначала вдоль, а затем поперек, все время, добавляя краску до тех пор, пока у пластины, положенной на лист белой бумаги, переставали просвечивать в отраженном свете полосы, нанесенные на обратную сторону. Далее взвешивались пластины до покраски для определения веса образцов, взвешивание производилось с точностью до 0,01 г.

По результатам экспериментального исследования можно сделать вывод о том, что краска имеет высокую укрывистость, поэтому была выбрана краска под названием AmphiSilan NQG. Данная краска на силиконовой основе, микропористая, не образующая пленки, с низкой склонностью к загрязнению, будучи произведенная в соответствии с концепцией AmphiSilan NQG (фасадная краска на основе силиконовой смолы). Подобные краски в течение длительного времени остаются чистыми.

Учитывая основной цветовой тон фасада здания, использовалась цветовая концепция и в дизайне интерьера, применялись похожие оттенки в облицовке стен и пола (Рисунок 3).

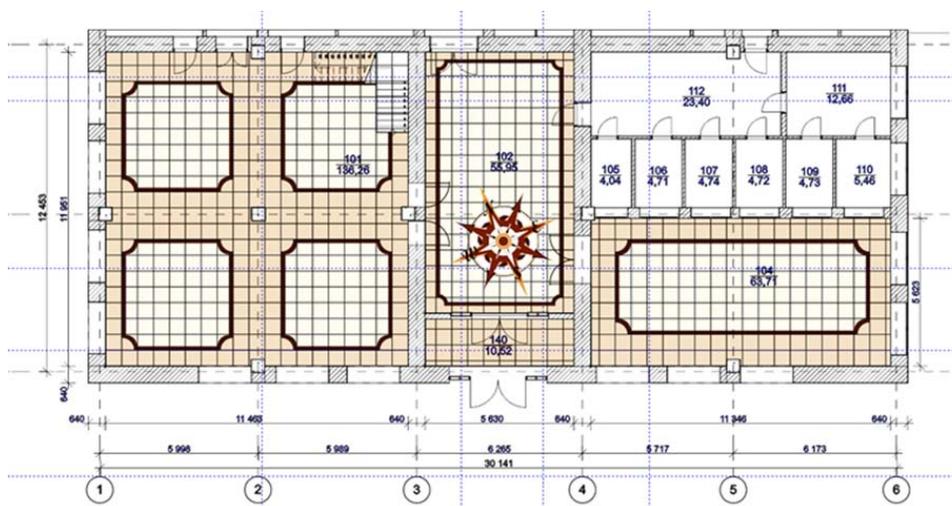


Рис.3. План пола после реконструкции с раскладкой плит керамогранита и фото интерьера зала ожидания Автовокзала по ул. Октябрьской Революции 11, г. Иркутск

В приведенных примерах дизайна и колористики поверхностей облицовки автовокзала г.Иркутска присутствуют свои нюансы, есть свои плюсы и минусы. С уверенностью можно сказать одно - облицовка керамогранитными плитами или покраска, будет хороша только в том случае, если она выполнена с учетом архитектурных особенностей фасада при строгом соблюдении технологии производства облицовки фасадов. Высокий уровень декоративных показателей качества является одним из основных требований, предъявляемых к облицовочным материалам. Поэтому для того, чтобы облицовка широко использовалась в наружной отделке, необходимо научиться применять отделочные материалы с заданными показателями качества декоративных свойств и, в первую очередь, цвета, согласно нормам и техническим условиям.

Список литературы

1. NCS Colour AB Copyright [Электронный ресурс]// NCS NAVIGATOR: [сайт]. [2014]. URL: <http://www.ncscolour.com/en/ncs/ncs-navigator> (дата обращения: 10.05.2014).
2. Грибер, Ю.А. Первые европейские письменные проекты цветовой организации города [Текст] / Ю. А. Грибер // Обсерватория культуры: журнал-обозрение. - 2011. - № 6 (ноябрь-декабрь). - С. 61-64 : рис. - Библиогр.: с. 64 (12 назв.) - ISSN 2072-3156
3. Ефимов, А. В. Полихромия как средство гуманизации городской среды [Текст] / А. В. Ефимов // Архитектура Запада. - М, 1987. - Вып. 4. - С. 99-105.

**СЕКЦИЯ №11.
СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.00.00, 06.03.00)**

**СЕКЦИЯ №12.
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)**

**СЕКЦИЯ №13.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ПШЕНИЧНОЙ ОБОЙНОЙ В МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ

Чижикова О.Г., Коршенко Л.О., Барыбина М.Н., Пундель А.В.

Дальневосточный федеральный университет, г.Владивосток

Совершенствование производства пищевых продуктов должно базироваться на оптимизации рецептурных композиций с учетом концепции сбалансированного питания. Известно, что такие заболевания, как избыточная масса тела, высокое кровяное давление, атеросклероз, сахарный диабет, болезни почек и печени, в определенной степени связаны с нарушением сбалансированности питания. Потребление излишнего количества животных жиров и белков и отсутствие балластных веществ (пищевых волокон) оказывает негативное влияние на здоровье человека.

Повысить содержание в рационе растительных волокон можно включая их в состав наиболее часто потребляемых продуктов питания.

Целью исследования явилось создание мясного рубленого полуфабриката (фарша) с использованием пшеничной муки.

В эксперименте авторы использовали муку пшеничную сорта «обойная» и мясной фарш, состоящий из котлетного говяжьего и свиного мяса в соотношении 1:1. Химический состав сырья приведен в Табл.1 [2, 3].

Таблица 1

Химический состав сырья

Сырье	Содержание, г / 100 г						Содержание, мг / 100 г			
	вода	белки	жиры	углеводы	пищевые волокна	зола	Ca	Mg	P	Fe
Мука пшеничная обойная	14,0	1,5	2,2	60,8	9,3	1,5	39	94	336	4,7
Фарш мясной	67,8	6,9	4,7	–	–	0,9	9	26	156	1,7

Сравнительным анализом показано, что мука пшеничная обойная, в отличие от фарша мясного, содержит пищевые волокна (9,3%) и является хорошим источником минеральных веществ, в том числе кальция, магния, железа.

Для установления влияния пшеничной муки на качество мясного фарша были испытаны различные дозировки пшеничной муки, начиная с 5% замены мясного фарша. Особое внимание уделялось органолептическим показателям качества фаршей после термической обработки. Проведенные исследования показали, что максимально возможная замена мясного фарша пшеничной мукой, не оказывающая отрицательного влияния на качество полуфабриката, составляет 18%. В данном образце фарша установлено наличие пищевых волокон (1,12%) и повышенное (по сравнению с контролем) содержание минеральных веществ (кальция, магния,

железа).

Биологическая ценность белков обусловлена сбалансированностью аминокислотного состава, в связи с этим был сделан расчет аминокислотной сбалансированности белков разработанного фарша [1]. Данные приведены в Табл.2.

Таблица 2

Аминокислотная сбалансированность белков фарша мясного

Аминокислота	Содержание незаменимых аминокислот, мг / 1 г белка		
	Эталон	Фарш мясной (контроль)	Фарш мясной с добавлением муки пшеничной обойной
Валин	50	54,5	53,5
Изолейцин	40	45,4	45,9
Лейцин	70	75,3	77,8
Лизин	55	80,3	75,9
Метионин + цистеин	35	39,3	39,1
Теонин	40	43,8	42,7
Триптофан	10	13,0	12,8
Фенилаланин + тирозин	60	76,4	76,5
Коэффициент рациональности (К)	1,00	0,90	0,91
Коэффициент избыточности (σ)	0,0	3,79	3,48

Коэффициент рациональности **К**, численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), в образце фарша с добавлением пшеничной муки составил 0,91 и практически не отличался от контрольного (0,90). Кроме того, **σ** – показатель «сопоставимой избыточности», характеризующий суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические нужды организма, в опытном образце был ниже (3,48) по сравнению с контролем (3,79).

Таким образом, включение муки пшеничной обойной в мясной фарш в заявленном количестве не приводит к снижению биологической ценности белка полуфабриката и способствует его обогащению пищевыми волокнами и минеральными веществами.

Список литературы

1. Липатов, Н.Н. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности / Н.Н. Липатов, Н. Рогов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1987. – № 2. – С. 9–15.
2. Пучкова, Л.И. Технология хлеба: учебник / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. – СПб: ГИОРД, 2005. – 559 с.
3. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЮБИЛИЗАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ЭКСТРАКТА ИЗ КОРНЕЙ МЫЛЬНЯНКИ (*SAPANARIA OFFICINALIS* L.) ПО ОТНОШЕНИЮ К ПИЩЕВЫМ ЭФИРНЫМ МАСЛАМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АРОМАТИЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Панкова М.Е., Черевач Е.И.

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», г.Владивосток

Безалкогольные напитки относятся к категории пищевых продуктов, необходимых для ежедневного употребления различными группами населения. Наиболее предпочтительным остается использование в производстве напитков натурального растительного сырья, обогащенного биологически-активными веществами[6]. Большое разнообразие растительных ингредиентов, их различная структура и свойства

определяют необходимость разработки новых технологических решений с целью расширения и совершенствования ассортимента напитков с учетом мирового уровня и обеспечения их необходимых потребительских свойств, включающих эстетические свойства (внешний вид, цвет), эргономические (консистенция), экологические и свойства совместимости и безопасности.

Целью исследований явилась разработка технологии ароматизированных пищевыми эфирными маслами безалкогольных напитков на основе растительных экстрактов.

Новизна предложенных нами технологических решений заключается в том, что для приготовления напитков был использован метод солюбилизации – растворение гидрофобных ингредиентов (пищевых эфирных масел) в мицеллах натуральных поверхностно-активных веществ (ПАВ) – тритерпеновых сапонинов корней мыльнянки (*Saponaria officinalis* L.).

Тритерпеновые сапонины относятся к классу высокомолекулярных ПАВ, которые при определенной концентрации образуют мицеллы различных размеров и конфигурации. За счет наличия определенных группировок они способны растворять гидрофобные ингредиенты, тем самым образуя однородные прозрачные водные растворы, без признаков расслоения входящих компонентов [7, 8].

Корни мыльнянки (*S. officinalis*) содержат значительное количество тритерпеновых сапонинов (до 35%) по сравнению с другими сапонинсодержащими растениями, произрастающими в различных странах – солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophiloides*), пенное дерево (*Quillaja saponaria* M.) и др. [5]. Известно около 40 видов мыльнянки, она распространена повсеместно – в Европейской части России, Западной Сибири, на Дальнем Востоке, севере Казахстана и Средней Азии [1]. На территории Приморского края России (Государственное научное учреждение «Плодово-ягодная станция», г. Владивосток) была культивирована мыльнянка махровой формы, в корнях которой в течение 2-х лет вегетации накапливаются тритерпеновые сапонины в количестве 32% [4]. Известно использование сапонинсодержащих экстрактов из корней мыльнянки в качестве высокоэффективных эмульгаторов при производстве широко ассортимента пищевых эмульсий [2].

Для разработки рецептов безалкогольных напитков, в качестве гидрофобных ингредиентов использовали эфирные масла различной структуры – апельсина, грейпфрута, миндаля и корицы.

В работе применяли рефрактометрический метод определения солюбилизации, сущность которого заключается в том, что при введении увеличивающегося количества масла в раствор ПАВ удельная рефракция раствора непрерывно возрастает, достигая постоянного значения при насыщении. Предельная солюбилизация может быть рассчитана на основании правила аддитивности удельных рефракций [3]. При этом предполагается, что эмульгирование избытка углеводорода не мешает определению, так как микроэмульсии вызывают лишь рассеивание света, но не влияют на величину показателя преломления.

Результаты изучения солюбилизации пищевых эфирных масел в водных растворах (содержание сухих веществ 5%) культивированной в условиях Приморского края *S. officinalis* представлены на Рисунке 1.

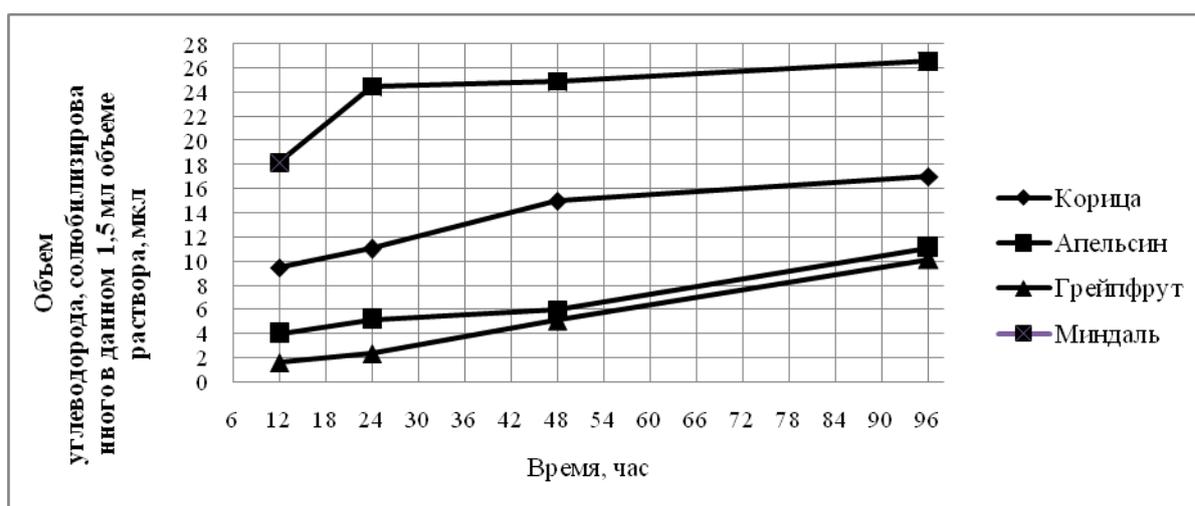


Рис. 1. Кинетика солюбилизации пищевых эфирных масел в водных растворах *Saponaria officinalis* L.

Анализ полученных данных показал, что насыщение гидрофобных ингредиентов в нейтральной среде достигается в течение 24 часов (для масла миндаля), 48 часов (для масла корицы) и 96 часов (для масел апельсина).

и грейпфрута). Значительный интервал периода насыщения для различных видов масел, по-видимому, обусловлен их различной химической структурой.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования метода солубилизации в технологии получения ароматизированных безалкогольных напитков на основе сапонинов *Saponariaofficinalis*L.

Список литературы

1. Аксенов, Е.С. Декоративные растения. Т.2 (Травянистые растения). Энциклопедия природы России: справочное издание / Е.С.Аксенов, Н.А. Аксенова. – М.: АБФ, 1997. – 608 с.
2. Масленникова, Е.В. Разработка многокомпонентных эмульсионных систем/ Е.В. Масленникова, Е.И.Черевач, Т.П. Юдина, Е.И. Цыбулько // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 4. – С. 48-49.
3. Нейман, Р.Э. Практикум по коллоидной химии. – М.: Наука, 1972. – 176с.
4. Черевач, Е.И. Динамика и биологическая активность сапонинов в экстрактах из корней мыльнянки (*Saponaria officinalis* L.) / Е.И. Черевач, Т.П. Юдина, Г.М. Фролова, Р.И. Живчикова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 4. – С. 25-28.
5. Чирва, В.Я. Тритерпеновые гликозиды *Saponariaofficinalis* / В.Я. Чирва, П.К. Кинтя, Г.В. Лазуревский // Химия природных соединений. – 1969. – № 1. – С. 59-60.
6. Школьникова, М.Н. Методологические аспекты формирования и оценки качества многокомпонентных напитков на основе растительного сырья: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.15 / Школьникова Марина Николаевна. – Кемерово, 2012. – 23 с.
7. Mitra, S. Micellar properties of *quillajasaponin*. 1. Effects of temperature, salt and pH on solution properties / S. Mitra, S.R. Dungan // J. Agric. Food Chem. – 1997. – Vol. 45. – P. 1587-1595.
8. Soil washing potential of a natural surfactant / D. Roy, R.R. Kommalapati, S.S. Mandava et al. // Environ. Sci. Technol. – 1997. –V. 31. – P. 670-675.

СЕКЦИЯ №14.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №15.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ С ИНТЕРФЕЙСОМ WIEGAND

Корниенко В.Т.

ЮФУ, г.Таганрог

Широко применяемый в считывателях магнитных карт систем контроля и управления доступом (СКУД) интерфейс Wiegand имеет ряд разновидностей, отличающихся цифрами в названии интерфейса, которая обозначает количество бит в посылке: Wiegand-26 (кодовая посылка состоит из 24 бит кода карты и 2 бит контроля на четность), Wiegand-34 (32 бит кода и 2 бит контроля на четность) и т.д. Передача данных от считывателя к контроллеру осуществляется по проводному каналу и при незначительных удалениях считывателя от контроллера оказывается достаточным применения простейшего помехоустойчивого кода проверки на четность. При значительных удалениях считывателя от контроллера и в условиях действия наводок и помех этой меры оказывается недостаточно, так как происходит ухудшение характеристик эффективности системы – ошибок первого и второго рода.

С целью повышения помехоустойчивости приема данных в системах с интерфейсом Wiegand предлагается в условиях лабораторного эксперимента применить простейший классический помехоустойчивый код Хемминга (7,4) с минимальным кодовым расстоянием равным 3, т.е. с возможностью исправления одиночных ошибок при декодировании.

Рассмотрим наиболее распространенный интерфейс Wiegand-26, в котором передается 3 байта информации, для кодирования последней воспользуемся распараллеливанием обработки данных с помощью классического кодера Хемминга (7,4). Таким образом, при кодировании каждого полубайта в кодовую группу будут добавляться три проверочных разряда, что в итоге приведет к увеличению разрядности передаваемой информации с 24 бит до 42. Последующее добавление двух бит проверки на четность в начале и в конце кодовой посылки увеличит ее размерность до 44 бит. Следовательно, при таком типе кодирования минимальное кодовое расстояние увеличится до 4, т.е. при декодировании будет возможно исправлять все однократные ошибки и обнаруживать двукратные ошибки.

Для кода Хемминга в простейшем варианте при заданных четырех ($k=4$) информационных символах (a_1, a_2, a_3, a_4) проверочные (контрольные или избыточные) символы будут располагаться вперемежку с информационными символами в определенных позициях кода. Три проверочных символа ($k_i, i = 1, 3$), задаваемые определенными равенствами проверки на четность, могут быть вычислены по заданным алгоритмам [1]. Код Хемминга является разделимым кодом, контрольные разряды в кодовых комбинациях этого кода располагаются на позициях, номера которых равны целой степени двойки ($2^0, 2^1, 2^2$). При этом свободные позиции занимают информационные разряды, располагаемые в возрастающем порядке. Как известно [1], кодер выполняет операции формирования значений контрольных разрядов k_i из имеющихся значений информационных разрядов $a_i, i = 1, 4$ по следующему алгоритму: значение контрольного разряда k_i определяется как сумма по модулю два тех информационных разрядов, в двоичном выражении позиций которых содержится единица в том же разряде, что и у k_i .

В качестве примера рассмотрим эксперимент кодирования по Хеммингу строки текстового сообщения с помощью технологии создания виртуальных приборов LabVIEW. Для чтения текстовой строки, преобразования строковых данных в коды символов, преобразования кодов символов в двоичный 8-разрядный код и осуществления операции кодирования по Хеммингу (7,4) с распараллеливанием обработки можно использовать алгоритм, реализованный во фрагменте диаграммной панели виртуального прибора LabVIEW, и приведенный на Рисунке 1. Фрагмент лицевой панели виртуального прибора для этого случая приведен на Рисунке 2.

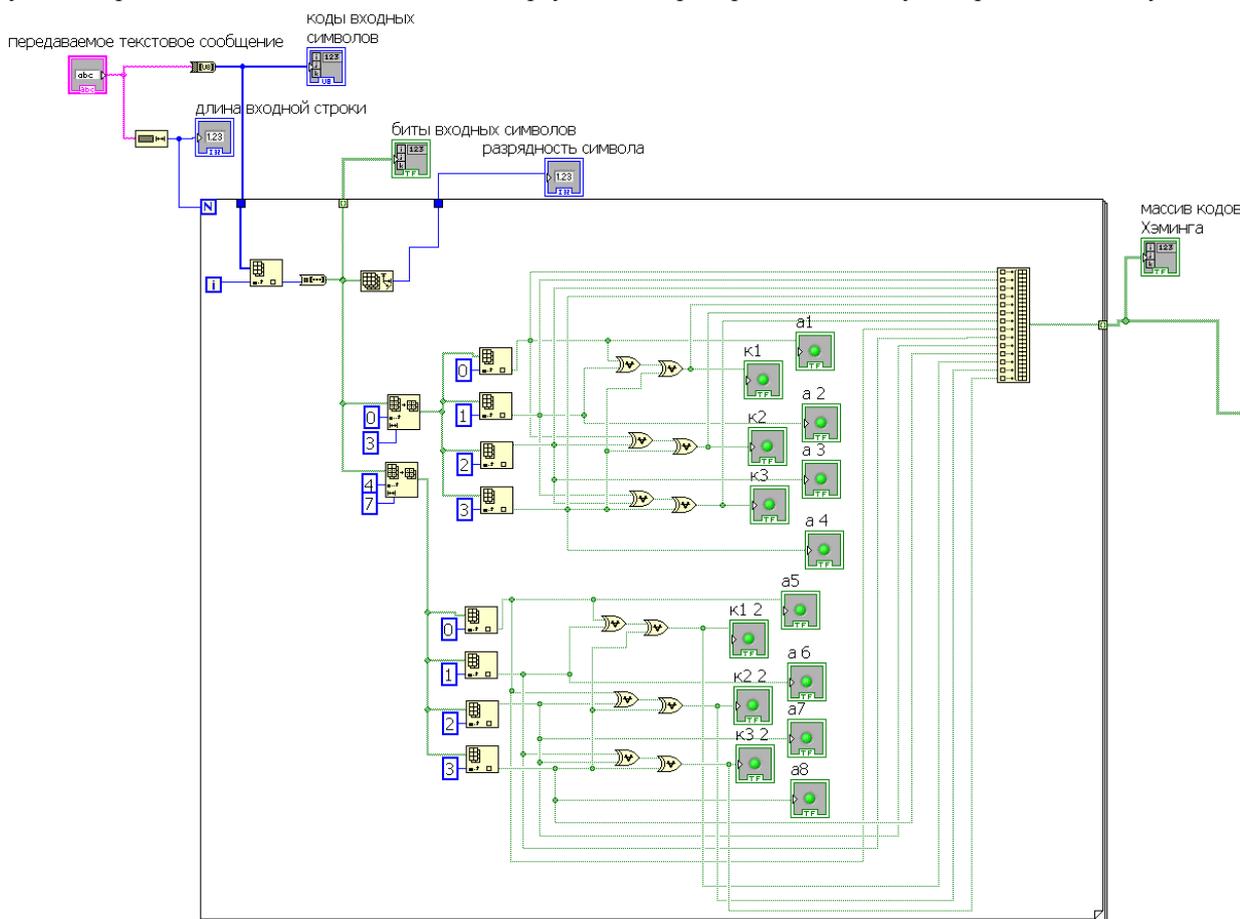


Рис.1. Фрагмент диаграммной панели виртуального прибора кодера Хемминга (7,4) для кодирования текстового потока данных

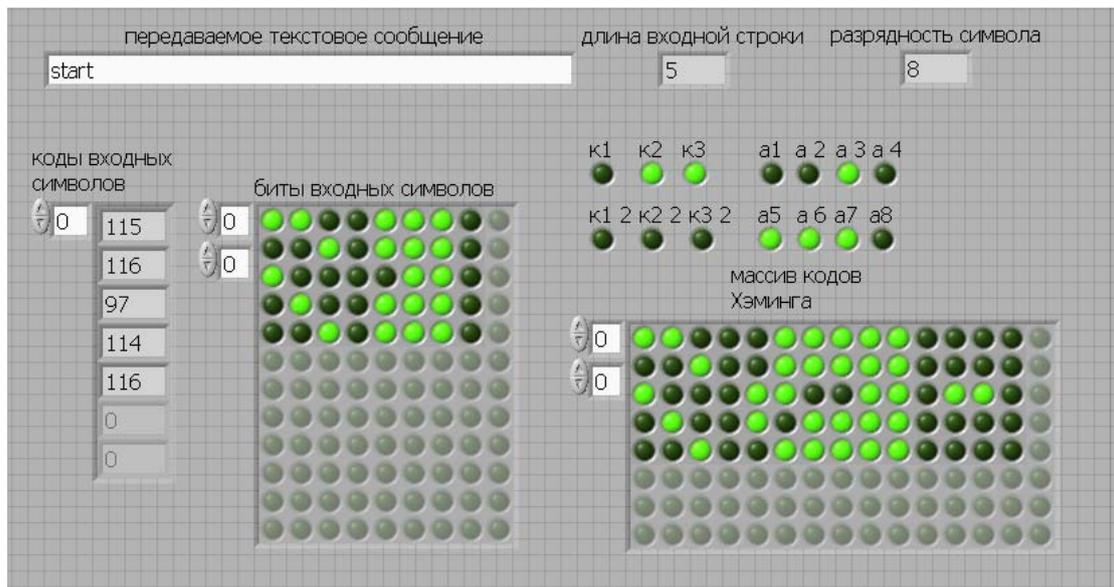


Рис.2. Фрагмент лицевой панели виртуального прибора кодера Хемминга (7,4) для кодирования текстового потока данных

Алгоритм декодирования комбинаций кода Хемминга состоит в следующем. В декодере формируется некоторая двоичная комбинация, имеющая разрядность, равную числу контрольных разрядов в комбинации кода Хемминга и называемая синдромом. Первый разряд синдрома b_1 равен сумме по модулю два первого контрольного разряда k_1 и тех информационных разрядов, которые формировали k_1 в кодере. Второй разряд синдрома b_2 равен сумме по модулю два второго контрольного разряда k_2 и тех информационных разрядов, которые формировали k_2 в кодере. Аналогично формируются остальные разряды синдрома. Очевидно, что при безошибочном приеме синдром будет равен нулю ($b_1=0$; $b_2=0$; $b_3=0$). Отличное от нуля значение синдрома свидетельствует об ошибке в принятой кодовой комбинации. При этом численное значение синдрома совпадает с номером разряда кодовой комбинации, который принят ошибочно. Этот разряд при декодировании должен быть проинвертирован для исправления принятой ошибки с использованием операции суммирования по модулю два.

Фрагменты диаграммной и лицевой панелей виртуального прибора декодера Хемминга (7,4) приведены соответственно на Рисунке 3 и 4.

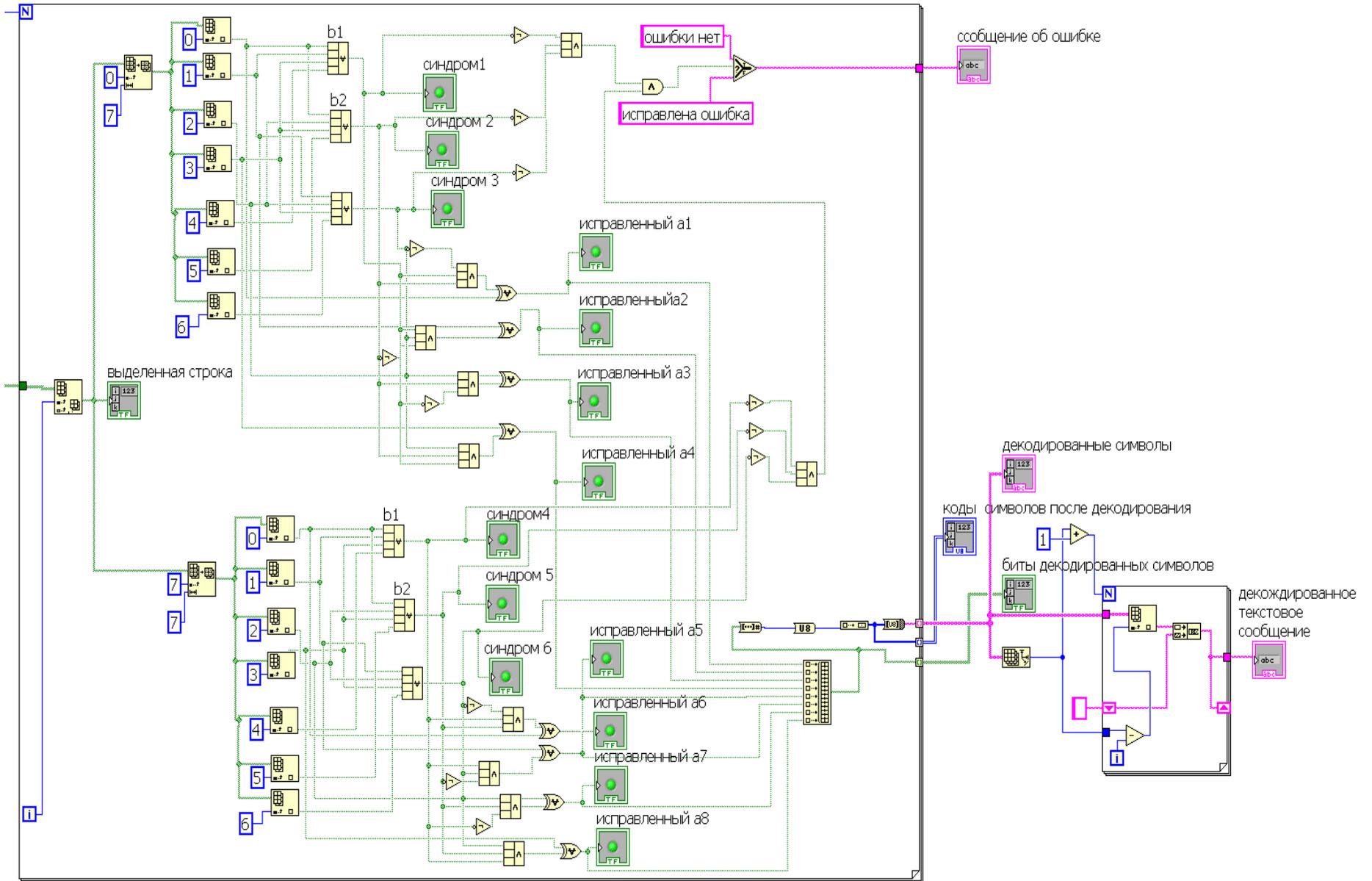


Рис.3. Фрагмент диаграммной панели виртуального прибора декодера Хемминга (7,4) для декодирования текстового потока данных

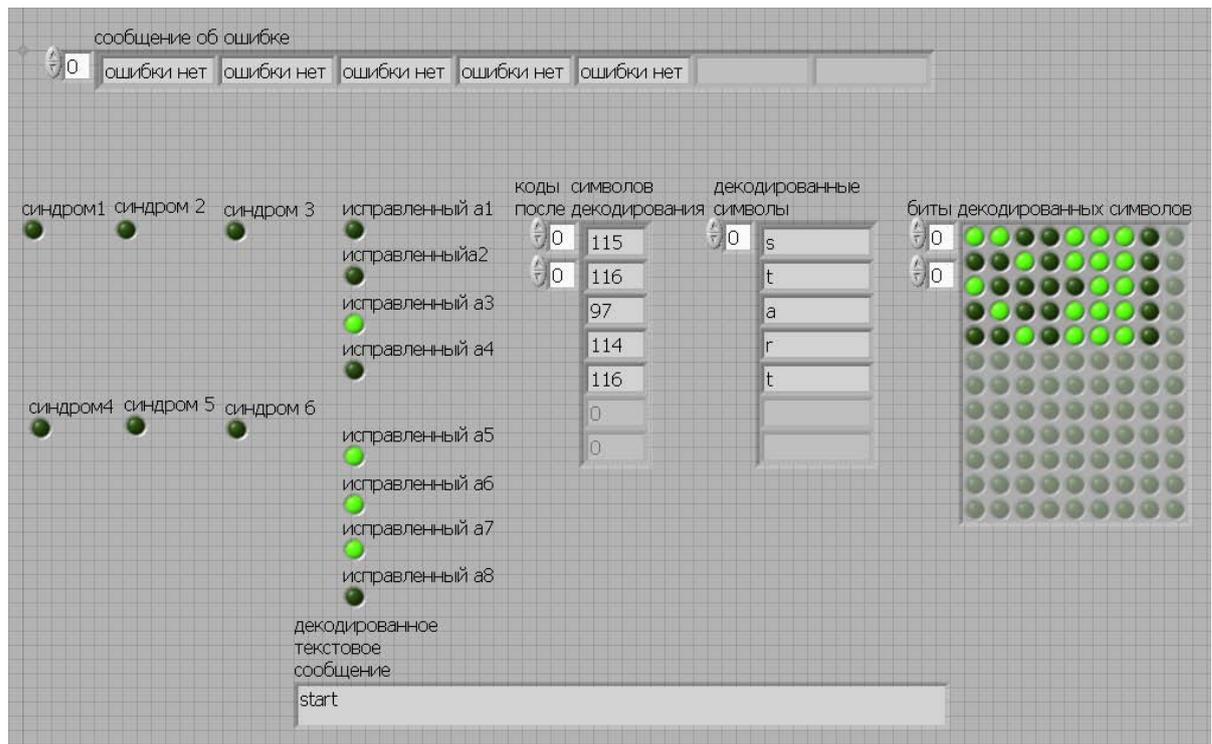


Рис.4. Фрагмент лицевой панели виртуального прибора декодера Хемминга (7,4) для декодирования текстового потока данных

Таким образом, для систем с интерфейсом Wiegand-26 предложен алгоритм повышения помехоустойчивости приема данных на основе использования классического кодера Хемминга (7,4) и его реализация в виртуальном приборе LabVIEW. Уменьшение скорости передачи данных в 1,62 раза является платой за повышение помехоустойчивости приема с возможностью обнаруживать двукратные и исправлять однократные ошибки при декодировании кодовых комбинаций. Увеличение скорости передачи данных с проигрышем в 1,3 раза при той же помехоустойчивости может быть достигнуто за счет использования кода Хемминга (31,26), но реализация виртуального прибора LabVIEW для этого случая – предмет отдельного рассмотрения.

Список литературы

1. Алехин В.А., Корниенко В.Т., Шеболков В.В. Построение дискретного радиоканала передачи аналоговых сообщений. Учебное пособие - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2009. №4402.

СЕКЦИЯ №16.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

СЕКЦИЯ №17.
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОТРЫВА СТРУИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ
НЕПЛОТНОСТИ АСПИРАЦИОННЫХ УКРЫТИЙ

Ходаков И.В.

БГТУ им. В.Г.Шухова, г.Белгород

Аннотация

Представлены результаты натурных экспериментов по изучению влияния длины козырька и положения механического экрана на коэффициент местного сопротивления входа в щелевую неплотность аспирационного укрытия.

Ключевые слова: отрывные течения, коэффициент местного сопротивления, аспирационное укрытие.

Введение

Классическая система аспирации на производстве имеет всего несколько ключевых элементов, первым из которых стоит местный отсос: укрытие, зонтик, бортовой отсос и т.п. - любое устройство, которое помогает уловить вредные вещества.

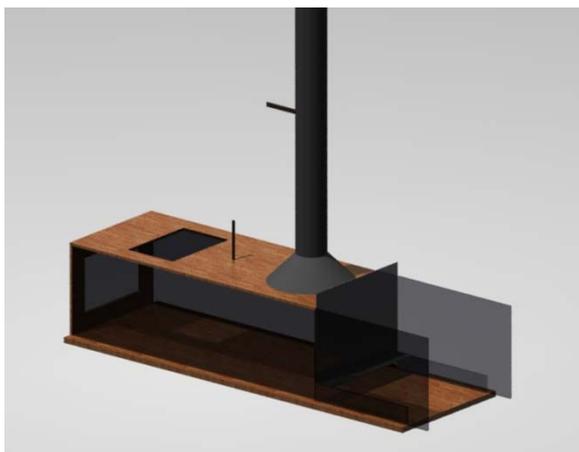


Рис.1. Модель аспирационного укрытия.

Сложность в проектировании и установке доставляют аспирационные укрытия [2,8,12,13], устанавливаемые непосредственно вблизи движущихся производственных механизмов (конвейеры, элеваторы и т.п.) - при перегрузке сыпучих материалов, так как между движущимися механизмами и стационарным коробом аспирационного укрытия всегда есть неплотности технологически необходимые для пропуска транспортирующей материал ленты. Такие неплотности относят к бесконтактным уплотнениям щелевого типа [3,5,10,11]. Подобные уплотнения, как правило, имеют большую протяженность, а распределение давления по периметру укрытия происходит неравномерно. Требуется поддержание устойчивого встречного потока воздуха по всей длине щелевых неплотностей для надежной локализации пылевыведений. Встречный поток предотвращает инерционный вынос пыли из аспирационного укрытия. Равномерность расхода воздуха в протяженных щелевых каналах обеспечивается увеличением его аэродинамического сопротивления. Одним из способов достижения этого эффекта является увеличение коэффициента местных сопротивлений [1,3,7,9-11,13] в отличие от его снижения для открытых местных вентиляционных отсосов [14-19].

Исследование влияния механических экранов на к.м.с.

Для исследования способов увеличения к.м.с использовалась модель производственного аспирационного укрытия (Рисунок 1), позволяющая изучать аэродинамические процессы перед входом в укрытие и в самом укрытии в лабораторных условиях.

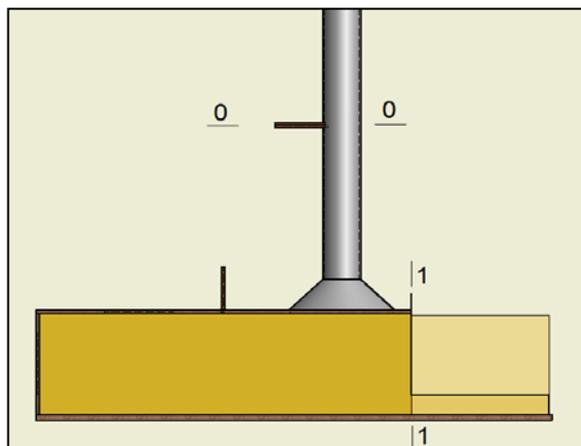


Рис.2. Модель аспирационного укрытия, вид сбоку.

Установка (Рисунок 1) представляет собой короб с подведенной к нему вытяжкой. С торцевой стороны короба находится щель, ширина которой фиксирована. Для измерения давлений внутри укрытия выведены два штуцера: один для замера статического давления, второй, находящийся в трубе вытяжного устройства, - для замера статического и динамического давлений. Стенки укрытия выполнены из прозрачного материала. Зона всасывания контролируется прозрачными стенками и по ширине равна ширине самого укрытия.

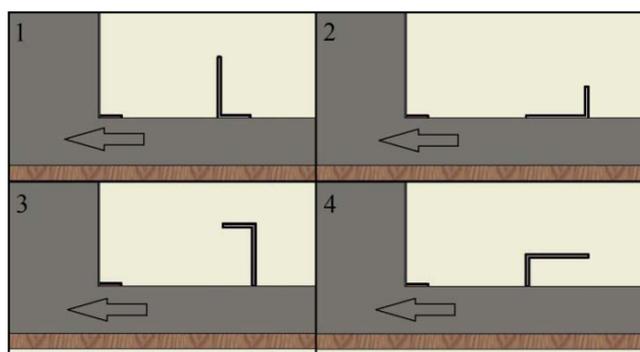


Рис.3. Расположение аэродинамического экрана относительно входа укрытия.

Коэффициент гидравлического сопротивления ζ для сечения 1-1 будет рассчитываться следующим образом (Рисунок 2) [4, 6]:

$$\zeta_1 = \frac{P_{атм} - P_{укр}}{\rho w_1^2 / 2}, \quad (1)$$

$$\zeta_1 = \frac{P_{атм} - P_{укр}}{\rho \left(\frac{F_0}{F_1} \sqrt{\frac{2P_{\partial_0}}{\rho}} \right)^2 / 2}, \quad (2)$$

$$\text{Или } \zeta_1 = \frac{F_1^2 (P_{атм} - P_{укр})}{F_0^2 P_{\partial_0}}. \quad (3)$$

где $P_{атм}$ - атмосферное давление, Па; $P_{укр.ср}$ - среднее значение полного статического давления в укрытии ; W – скорость потока в данной точке сечения трубы (канала), м/с; ρ - плотность газа в сечении, кг/м³; F - площадь сечения м²; P_{δ} - динамический напор газового потока, кгс/м³;

В данной работе исследовалось влияние длины козырька над щелевидными неплотностями входа укрытия на к.м.с входа, подобные исследования уже проводились и результаты представлены в ряде работ [1, 9]. Интерес представляет исследование влияния расположения следом за козырьком механического экрана в виде углового профиля на к.м.с. входа укрытия. Длина козырька для первой серии экспериментов измерялась в калибрах (1 калибр равен ширине щелевидного прямоугольного отверстия), расположение механического экрана в пространстве показано на рисунке 3. Он устанавливался после козырька, длина которого составляла 0,417 калибра. Размеры механического экрана в виде углового профиля: 0,83 x 0,67 калибра, устанавливался он по всей ширине зоны всасывания.

Данные эксперимента можно изобразить в виде зависимостей:

- 1) приращения коэффициента местного сопротивления $\Delta\zeta$ от длины козырька над щелевидным прямоугольным всасывающим отверстием аспирационного укрытия (Рисунок 4, 6),
- 2) приращения коэффициента местного сопротивления $\Delta\zeta$ от ориентации в пространстве и удаления от козырька механического экрана в виде уголка (Рисунок 5).

Как видно из рисунка 4 для влияния длины козырька на к.м.с. входа в укрытие - наибольшее повышение к.м.с. происходит при длинах козырька в пределах $(0,2 - 0,7) \pm 0,05$ калибра. Максимальные значения к.м.с. достигаются при длинах козырька в диапазоне 0,4 – 0,6 калибра.

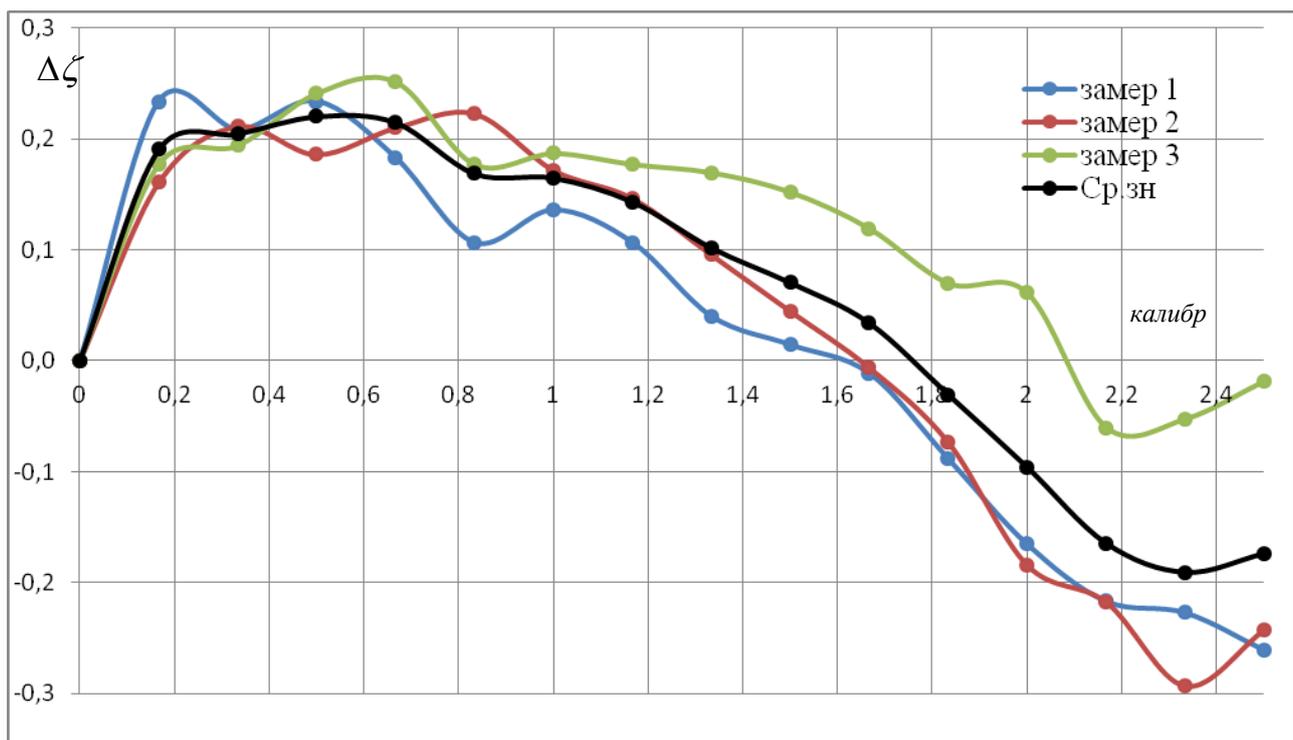


Рис.4. Зависимость градиента кмс от длины козырька над входом в аспирационное укрытие.

Что полностью сходится с результатами других исследований. При установке козырька возможно повысить к.м.с. на 25%.

В результате второй серии экспериментов (Рисунок 5) было выяснено, что к наибольшему повышению к.м.с. входа приводит механический экран в виде уголка, установленный в положении 1. Его действие ощутимо на расстоянии до 2 калибров. Остальные положения экрана не привели к желаемому результату.

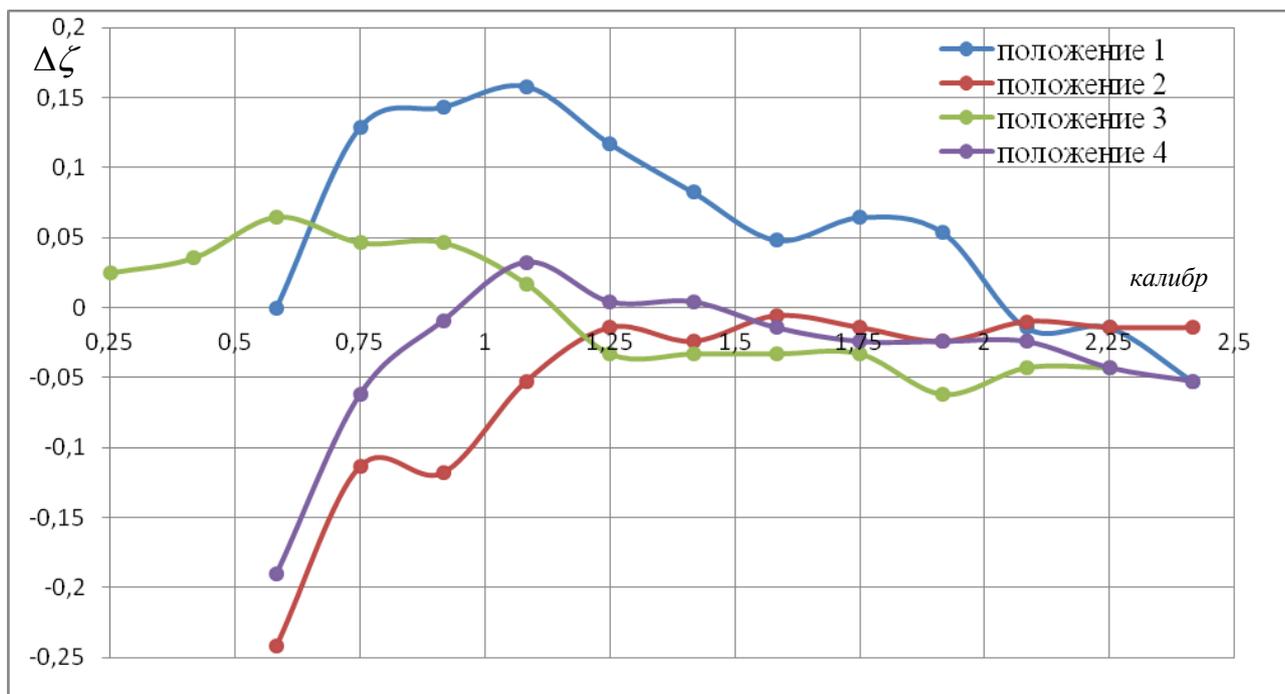


Рис.5. Зависимость градиента к.м.с. от ориентации в пространстве и удаления от козырька рамки в виде уголка.

Суммируемый эффект при использовании козырька установленной длины и механического экрана в указанном положении позволяет повысить к.м.с. щелевидного прямоугольного отверстия входа аспирационного укрытия на 40%. Как уже говорилось вначале, повышение к.м.с. входа предотвращает инерционный вынос пыли из укрытия через щелевые неплотности, способствует установлению равномерности расхода всасываемого воздуха.

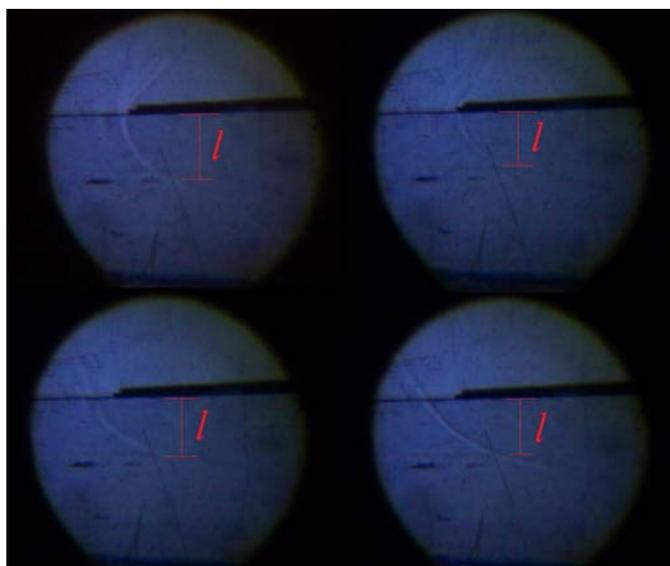


Рис.6. Изображения обтекания козырька потоком воздуха, полученные шпирен-методом.

Объяснить влияние подобных механических приспособлений на повышение к.м.с. входного отверстия без изменения размеров самого отверстия можно следующим образом: с конца установленного над входом козырька (Рисунок 6) происходит срыв потока воздуха, образуется вихревая зона под козырьком, которая уменьшает ширину эффективного всасывания на входе в щелевидное отверстие.

Выводы: длина козырька над входом в щелевую неплотность аспирационного укрытия должна составлять $(0,2 - 0,7) \pm 0,05$ калибра, максимальное значение к.м.с. достигается при $0,4 - 0,6$ калибра. При использовании механического экрана в виде уголка наибольший эффект дает его установка на расстоянии в два калибра от входа в щелевую неплотность в положении когда вертикальная его стенка имеет длину $0,83$ калибра, а горизонтальная - $0,67$ калибра. При этом расстояние от горизонтальной стенки уголка равно ширине щелевой неплотности, то есть одному калибру. Установленный эффект отрыва струи можно использовать для снижения объема поступающего в аспирационное укрытие воздуха.

Список литературы

1. Аверкова О.А., Зоря В.Ю., Логачев И.Н., Логачев К.И. Численное моделирование воздушных течений на входе в щелевые неплотности аспирационных укрытий // Новые огнеупоры. 2010. № 5. 31–36.
2. Аверкова О.А., Зоря В.Ю., Логачев К.И. Особенности поведения пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии стандартной конструкции// Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2007. № 11. С. 34-36.
3. Аверкова О.А., Логачев И.Н., Логачев К.И. Отрывные течения в спектрах вытяжных каналов. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012.
4. Велецкий Р.К., Григина Н.Н. Измерение параметров пылегазовых потоков в черной металлургии. Москва: «Металлургия», 1979.
5. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. М.: Физматлит, 1961.
6. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям III издание. Москва: «Машиностроение», 1992.
7. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб: Химиздат, 2005.
8. Логачев И.Н., Логачев К.И. О прогнозировании дисперсного состава и концентрации грубодисперсных аэрозолей в местных отсосах систем аспирации// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2002. № 9. С. 85-90.
9. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Математическое моделирование отрывных течений при входе в экранированный плоский канал // Вычислительные методы и программирование. 2010. Т.11, № 1. 68–77.
10. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Математическое моделирование струйного течения воздуха при входе в плоский канал с козырьком и непроницаемым экраном // Вычислительные методы и программирование. 2010. 11, № 2. 7–14.
11. Логачев И.Н., Логачев К.И., Зоря В.Ю., Аверкова О.А. Моделирование отрывных течений вблизи всасывающей щели // Вычислительные методы и программирование. 2010. 11, № 1. 47–56.
12. Логачев К.И., Аверкова О.А., Зоря В.Ю. Закономерности изменения дисперсного состава пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 46-52.
13. Логачев К.И., Пузанок А.И. Численное моделирование пылевоздушных течений вблизи вращающегося цилиндра–отсоса// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 2. С. 63-70.
14. Логачев К.И., Посохин В.Н. Расчет течения вблизи круглого всасывающего патрубка// Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2004. № 1. С. 29-32.
15. Логачев К.И., Пузанок А.И., Посохин В.Н. Расчет вихревого течения у щелевидного бокового отсоса// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 6. С. 64-69.
16. Логачев К.И., Пузанок А.И., Посохин В.Н. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы методом дискретных вихрей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2004. № 7, 8. 61–69.
17. Посохин В.Н., Салимов Н.Б., Логачев К.И., Живов А.М. К расчету течений вблизи щелевидного отсоса-раструба. Сообщение 1 // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2002. №8. С. 70-76.
18. Посохин В.Н., Салимов Н.Б., Логачев К.И., Живов А.М. К расчету течений вблизи щелевидного отсоса-раструба. Сообщение 2// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2002. №9. С. 80-85.
19. Посохин В.Н., Салимов Н.Б., Логачев К.И., Живов А.М. К расчету течений вблизи щелевидного отсоса-раструба. Сообщение 1.// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2002. №10. С. 81-85.

СЕКЦИЯ №18.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

**СЕКЦИЯ №19.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

ПЕРЕХОД К НОВЫМ СТАНДАРТАМ ARP 4754А и DO-178С С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Макарова И.В.

МАТИ-РГТУ им.Циолковского, г.Москва

Повышение сложности и необходимость обеспечения качества современных бортовых авиационных систем требуют принятия и внедрения передовых инженерных практик, таких как модельно-ориентированное проектирование.

Модельно-ориентированное проектирование – это способ разработки систем управления, основанный на использовании математических и визуальных методов.

Обновленные стандарты безопасности ARP 4754А и DO-178С,пришедшие на смену устаревшим ARP 4754 и DO-178В, включают аспекты, касающиеся современных подходов к разработке программного обеспечения. Они определяют еще более строгие правила проектирования и разработки систем. Помимо этого было еще разработано четыре приложения к стандарту DO-178С:

- DO-330 - Вопросы квалификации программных средств;
- DO-331 – Разработка и верификация на основании модели;
- DO-332 – Вопросы объектно-ориентированного программирования;
- DO-333 –Формальные методы.

Оптимизировать процесс разработки систем автоматического управления позволяет использование модельно-ориентированных средств разработки критических систем для системных инженеров и разработчиков ПО.

Применение модельно-ориентированного проектирования позволяет разрабатывать бортовые авиационные системы и запускать симуляцию моделей, описывающих аппаратные и программные составляющие системы. Графически модель выглядит как диаграмма, состоящая из блоков, как показано на Рисунках 1 и 2.

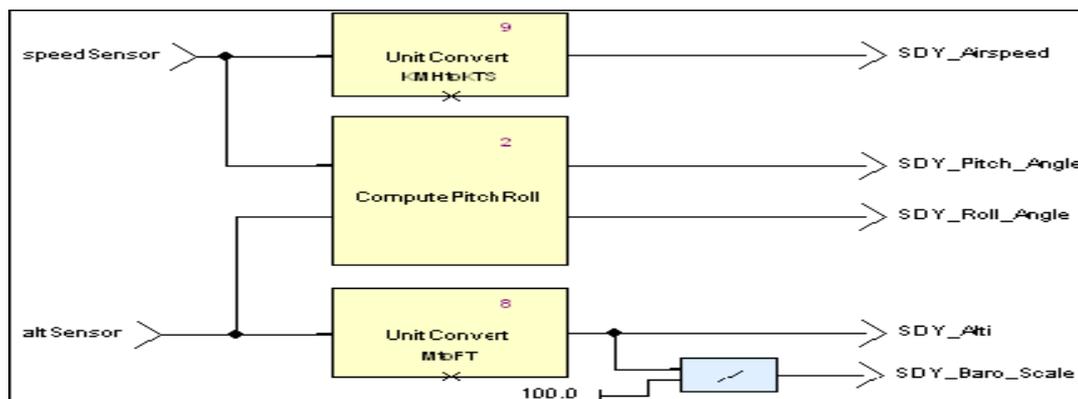


Рис.1. Сложная логика функционирования дисплея, основанная на простых функциях

представлением окружения разрабатываемой системы, осуществляет покрытие во время симуляции и во время работы реальной системы.

Графическое представление модели может использоваться для привязки системных требований. В соответствии с ARP4754A модель может быть повторно использована для разработки аппаратного и программного обеспечения.

В стандарте ARP4754A даны следующие рекомендации относительно использования модели для привязки требований:

- Определить стандарты моделирования и библиотеки;
- Идентифицировать использование моделей/моделирования;
- Идентифицировать предполагаемые инструменты и их использование в процессе разработки.

Применение модельно-ориентированного проектирования при создании бортовых авиационных систем позволяет автоматизировать и ускорить процесс верификации, сократив, таким образом, частоту появления ошибок, связанных с ручными методами. В частности дает возможность осуществлять трассировку требований, проверку структурной эквивалентности модели и кода, проверку на стандарты моделирования по DO-178C, а также анализ робастности с использованием формальных методов.

Главной целью рабочей группы по созданию документа DO-178CSG-4 было создание привязки целей DO-178B к артефактам модельно-ориентированного проектирования. В DO-331 приведены 2 основные концепции привязок:

- Модель спецификации, которая является отдельной моделью относительно модели для разработки и генерации кода;
- Модель дизайна, которая служит в качестве детализированных требований, используемых при генерации кода.

Модель дизайна может применяться для разработки бортовой системы или ПО и должна разрабатываться с помощью требований, которые являются внешними относительно модели. Например, текстовые требования или база данных с требованиями.

Исходный код вручную или автоматически может быть сгенерирован непосредственно из модели дизайна. [2]

В приложение DO-331 так же описан подход, заключающийся в том, что модель, использованная первоначально для разработки системы, может быть расширена и повторно использована для разработки ПО и генерации кода. Этот подход связывает документы DO-178C и ARP4754A, позволяет работать сообща разработчикам систем и ПО, применяющим в своих разработках модельно-ориентированное проектирование, повышает качество бортовых авиационных систем.

Список литературы

1. DO-178C, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification, 2011
2. DO-331, Model-Based Development and Verification Supplement to DO-178C and DO-278A, 2011
3. TomErkkinen. Transitioning to DO-178C and ARP4754A for UAV Software Development Using Model-Based. <http://mil-embedded.com/>

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Суходоев Д.В., Стожарова Т.В., Суходоев Н.Д

ННГУ, г. Нижний Новгород

Перевод экономики предприятий на инновационный путь развития является сегодня одним из основных приоритетов государственной политики. Кардинальная технологическая модернизация предприятий требует не только эффективного использования имеющегося научно – инновационного потенциала, но и формирования мощного механизма обеспечения экологических проблем. Обострение этих проблем связано с о стремлением производителей к получению максимальной прибыли и сокращению сроков оборота капитала при отсутствии у предприятий стимулов по использованию ресурсосберегающих и малоотходных технологий. Сокращаются финансовые возможности предприятий и снижается уровень государственной поддержки реализации природоохранных мероприятий из-за отсутствия эффективного правового и экономического механизмов природопользования[1].

Кроме проблем внутригосударственного характера обострение экологических проблем связано с проблемами глобализации и необходимостью определения концептуальных основ дальнейших направлений эколого-экономического развития на уровне предприятия. В результате проблемы государственного управления эколого-экономическим развитием становятся одной из приоритетных задач. В современных условиях предусматриваются различные варианты их решения с точки зрения методов государственного регулирования и современных подходов с точки зрения усиливающихся процессов глобализации и необходимости применения инновационных решений проблем экологии с точки зрения первостепенного значения интересов социума.

Проблемы, связанные с необходимостью сокращения уровня загрязнений окружающей среды могут быть решены с помощью реализации принципа платности самими предприятиями, который осуществляется с одной стороны введением платежей за загрязнения, а с другой стороны ужесточением природоохранных нормативов. Введение платежей призвано принудить промышленные предприятия производить природоохранные затраты для экономии средств платежей за загрязнения, снижая остаточные выбросы, что имеет цель принуждения к вложению средств в охрану природы. Такой подход предполагает, что промышленное предприятие в данном случае оплачивает только затраты предотвращения, а вторая затратная составляющая – оплата остаточных выбросов не должна возникать[2].

Возможно, в стратегической перспективе образованные руководители будут полностью обеспечивать оплату расходов на улучшение существующих природоохранных технологий не по принуждению, а по собственному внутреннему убеждению. Однако при существующих рыночных отношениях представляется необходимым применение всех возможных мер государственного принуждения с ужесточением норм административного и уголовного воздействия в рассматриваемой сфере.

Рассмотрим другой подход к обеспечению решения экологической проблемы, когда оплата расходов на природоохранные мероприятия производится организациями внешней среды. В этом случае платят общественные группы, государство и общество в целом, желающие улучшить состояние окружающей среды. Реализацией этого принципа становится вложение средств физических и юридических лиц, во многих случаях это средства бюджетных организаций.

Наиболее эффективным вариантом решения данной проблемы может быть введение специализированных налогов на охрану окружающей среды. В современных условиях, когда развитие промышленных инноваций постоянно напоминает о необходимости смены техногенного типа на устойчивый, на практике сочетаются все возможные подходы. При этом возникает необходимость установления жестких природоохранных нормативов и одновременной государственной помощи промышленным предприятиям[3].

Особенности российской экономики, на наш взгляд, требуют дополнительного участия государства в улучшении состояния окружающей среды и общей эколого-социальной ситуации, в том числе необходимости прямого финансирования на федеральном и региональном уровне на конкурсной основе производственных и других эколого-социальных проектов, имеющих необходимую экологическую составляющую. Современные условия, диктующие необходимость перехода к устойчивому типу экологического развития, предполагают стабилизацию эколого-социальной ситуации и определяют необходимость пересмотра подходов к принципам и методам государственного регулирования социальных экологических процессов. Они требуют обязательной качественной социальной направленности и инновационных подходов, учитывающих интересы современного промышленного производства.

Исследования показали, что необходимо учитывать накопленный в этой сфере международный опыт. Так, введение системы налоговых льгот, при которых предприятие не получает прямой поддержки из бюджета, но государство при этом отказывается от получения части налогов в пользу природоохранных затрат. Таким образом, разработка концепций систем экологического управления становится приоритетной задачей, решаемой в рамках разработки и осуществления государственной политики на международном, федеральном и региональном уровнях, а также на уровне экологического управления на предприятии. Это можно сделать посредством актуализации правовых норм во всей системе регулирования, основанной в том числе на разрабатываемой системе стандартов различных уровней.

В связи с необходимостью повышения качества окружающей среды актуальными являются деятельность международной организации по стандартизации ISO, образование технического комитета ИСО/ТК 207 по направлению «Экологическое управление» и разработка комплекса стандартов ISO 14000 по управлению охраной окружающей среды на основании британского стандарта BS 7750. В настоящее время разработаны более пятнадцати стандартов по экологическому управлению на предприятии[4].

Система экологических стандартов ориентирована на введение определенных экологических процедур, осуществление мер по их строгому соблюдению, подготовке пакетов документов и назначение лиц, ответственных за определенные области экологической деятельности. В частности, стандарт ISO 14001

включает требования к системам экологического менеджмента и предусматривает необходимые элементы системы; стандарт ISO 14004 содержит указания по применению принципов управления, систем и методов охраны окружающей среды; стандарт ISO 14050:2002 содержит словарь терминов в области охраны окружающей среды, а стандарт ISO 14031:2001 определяет систему оценки экономической эффективности.

Экологическое управление на промышленном предприятии предлагается осуществлять на следующих уровнях, на которых обеспечивается уменьшение неблагоприятных воздействий на окружающую среду:

- первый, когда уменьшение вредных воздействий на окружающую среду должно осуществляться через административный ресурс;
- второй, на котором создаются и осуществляются экологические мероприятия специалистами предприятия;
- третий, создающий обслуживающие системы природоохранных мероприятий.

Российский ГОСТ Р 14.13-2007 «Экологический менеджмент. Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля» устанавливает методы комплексного предотвращения и контроля загрязнений, вызываемых интегральным воздействием в процессе хозяйственной деятельности предприятий на окружающую среду на стадии производственного экологического контроля, включая методы предотвращения выбросов загрязнений в атмосферу, сбросов в водную среду или на почву[5].

Для промышленных предприятий экологическими приоритетами должны стать:

- создание комплекса законодательных актов органов государственного управления и контроля по экологическим вопросам;
- экологический мониторинг территорий;
- научно-исследовательские работы по экологическим проблемам;
- уровень экологического образования и пропаганды;
- экологические программы и проекты.

Реструктуризация системы экологического управления на промышленных предприятиях, а также актуализация систем и механизмов природопользования в рамках нового этапа интеграции Российской Федерации в международное сообщество позволит учитывать требования природоохранного законодательства. Экологическая политика, документально оформленная и определяемая высшим руководством предприятия, соответствующая действующему природоохранному законодательству и воздействию предприятия на окружающую среду, позволяет предотвратить ее загрязнения.

Список литературы

1. Суходоев Д.В., Ресурсный потенциал региона. В сборнике «Инновационная экономика XXI века. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2013.- 655с.
2. Стожарова Т.В. Оценка современного состояния системы управления инвестиционными проектами с учетом экологических факторов на промышленных предприятиях региона / Т.В.Стожарова // Сегодня и завтра российской экономики. Научно-аналитический сборник.2010. №36.
3. Суходоева Л.Ф. Формирование организационного потенциала промышленных предприятий мегаполиса. – Нижний Новгород: НИУ РАНХиГС, 2012-492с.
4. <http://www.iso.org/iso/ru/home/standards/management-standards/iso14000.htm>
5. http://snipov.net/c_4702_snip_115553.html

**СЕКЦИЯ №20.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ МИНЕРАЛА ШУНГИТ НА КОМПЛЕКС
СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ
БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА**

Корнев Ю.В., Яновский Ю.Г., Бойко О.В., Чиркунова С.В., Семенов Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Прикладной Механики РАН
(ФГБУН ИПРИМ РАН), г.Москва

В настоящее время одним из направлений развития техники и технологий является разработка полимерных и эластомерных композитов, наполненных наноматериалами различной природы и структуры, обладающих улучшенным комплексом свойств. Данные наполнители являются упрочняющими, и вносят наибольший вклад в формирование эксплуатационных и конструкционных свойств композитов. В связи с этим, важной задачей является получение новых типов наноматериалов, направленных на улучшение экономических и экологических показателей при производстве эластомерных композитов, обеспечение требуемого комплекса характеристик, а также придания им новых специальных свойств.

Определенный интерес представляет природный композиционный материал шунгит. Шунгит – минеральное вещество, состоящее из силикатных частиц (60%) и аморфного шунгитового углерода (30%) с примесью неорганических веществ, его получение исключает сложные, энергоемкие, экологически грязные химические и термические технологии, что обеспечивает ему низкую стоимость и уменьшает вероятность негативного воздействия на окружающую среду. В настоящее время микродисперсный шунгит МШП (фракции до 5 мкм с удельной поверхностью 20 м²/г) применяется как неупрочняющий наполнитель эластомерных композитов или в качестве добавки в стандартные составы. Для увеличения удельной поверхности шунгита, а, следовательно, и его упрочняющей активности в эластомерных композитах, исходную фракцию подвергли измельчению по специально разработанной в ИПРИМ РАН методике.

Размеры частиц шунгита после измельчения оценивались по изображениям, полученным на атомно-силовом микроскопе Easy Scan DMF (Nanosurf, Швейцария) с последующей их обработкой в программе SPIP и составили порядка 70 нм. При оценке распределения частиц по размерам на центрифуге (CPS Instruments, Inc., США), были выявлены пики при 70 и 25 нм, для исходной фракции средний размер частиц, полученный данным методом, составил порядка 200 нм. Измерения удельной поверхности по низкотемпературной адсорбции азота для измельченного шунгита показывают значение до 80 м²/г, что существенно выше 20 м²/г, полученного для исходной фракции. Основные свойства наполнителей, исследуемых в работе, представлены в Табл.1.

Таблица 1

Свойства исследуемых наполнителей.

Показатель	Единицы измерения	МШП	НШП	ТУ N660	БС-120
Плотность	г/см ³	2.4	2.4	1.8	2.1
Площадь поверхности по многоточечной адсорбции азота	м ² /г	13	59	34	120
Насыпная плотность	кг/м ³	250	370	425	135
Средний размер частиц	нм	200	30-70	55	22
pH водной суспензии	ед. pH	5.2	6.6	7-9	8-9

Полученный при измельчении нанодисперсный порошок минерала шунгит (НШП) вводился в эластомерные материалы на основе сополимера бутадиена и стирола (СКС-30 АРК) в количестве 25, 45, 65, 85, 105 масс.ч. на 100 масс.ч. каучука. Для сравнения были приготовлены следующие смеси: с МШП; с техническим углеродом (ТУ N660); с кремнекислотой (БС-120); ненаполненная смесь, а также промышленный рецепт с ТУ N660.

По результатам реологических испытаний в динамическом режиме (частота 1 Гц, температура 60) на реометре Rheostress RS150 (Haake, Германия) установлено, что эффект Пэйна (амплитудная зависимость действительной составляющей комплексного динамического модуля сдвига) для невулканизованных смесей с

НШП выражен меньше, в сравнении с образцом, наполненным ТУ N660, что может говорить о лучшей перерабатываемости образцов с шунгитом.

Исследование кинетики вулканизации показало, что образцы, наполненные МШП и НШП, близки по своим свойствам и имеют меньшее значение максимального крутящего момента по сравнению с образцом, наполненным ТУ. Образец, наполненный кремнекислотой имеет самые высокие значения минимального и максимального крутящего момента, а также меньшую скорость вулканизации по сравнению с другими образцами.

Для оценки структуры приготовленных эластомерных композитов в наномасштабе были получены изображения на сканирующем электронном микроскопе (Tescan MIRA, Чехия, предоставлен «Экситон Аналитик») в режиме композиционного контраста. Результаты экспериментов свидетельствуют об уменьшении размера агломератов НШП в композите, по сравнению с МШП.

Механические характеристики эластомерных композитов определялись на разрывной машине UTS-10. Из рис. 1 видно, что для образцов, наполненных НШП (обр. 2), отмечается существенное увеличение напряжений при удлинении во всем диапазоне деформаций (до разрушения материала), а также существенное (до трех раз) увеличение прочности эластомерного материала в сравнении с образцом, наполненным МШП (обр. 1) в равных массовых соотношениях. Абсолютное значение прочности эластомерных композитов, наполненных НШП, составляет 15–16 МПа, что ранее являлось недостижимым для эластомеров с шунгитом в качестве основного наполнителя и сопоставимо с базовым рецептом с ТУ N660 и БС-120.

Удельная работа деформации на разрушение, которая характеризует сопротивление материала к действию ударных нагрузок, для образца с НШП (рис. 1, обр. 2) почти в 2 раза выше, чем для образца с МШП (рис. 1, обр.1). Максимальное значение данного показателя достигается для образца с НШП, сопоставимое с промышленным рецептом с ТУ N660 и резиной, наполненной БС-120. Таким образом, при регулировании содержания НШП в эластомерном композите, возможно, обеспечивать как высокие значения напряжений при удлинении полученного материала, так и его способность сопротивляться действию ударных нагрузок при сохранении высоких прочностных свойств.

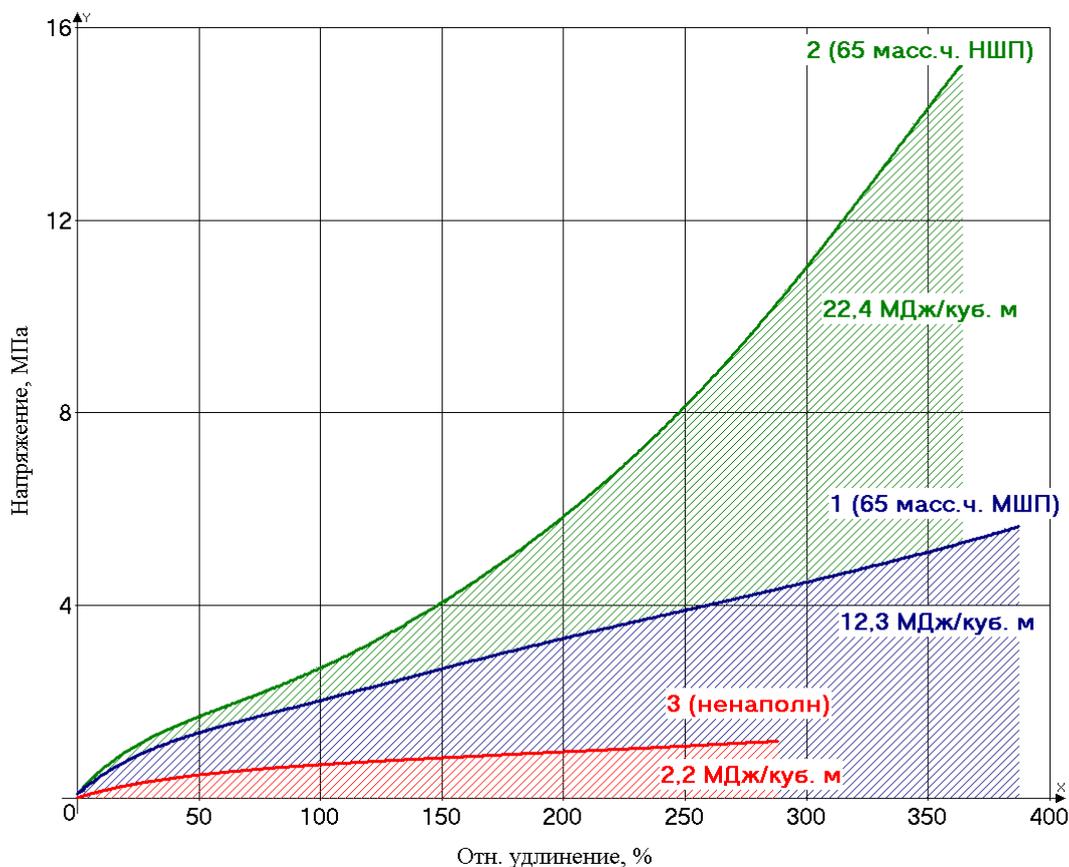


Рис.1. Зависимости напряжение -относительное удлинение для эластомерных материалов, наполненных: 1 – 65 масс.ч. МШП, 2 – 65 масс.ч. НШП, 3 – непанолненная резина.

Вместе с испытаниями на разрывной машине UTS-10 исследовались механические свойства резин при небольших нагрузках на микроуровне методом наноиндентирования. Для этого использовался измерительный комплекс NanoTest 600 [1, 2].

С ростом степени наполнения для резин с НШП, ТУ N660, БС-120 отмечается уменьшение максимальной глубины индентирования. Полученные значения приведенного модуля упругости вулканизатов с ТУ N660 выше, чем для образцов с шунгитом, это говорит о том, что смеси, наполненные ТУ N660, больше сопротивляются деформированию при данных условиях эксперимента. Наблюдается увеличение приведённого модуля упругости для образца с НШП по сравнению с образцом, содержащим МШП.

Значительно меньший разброс полученных показателей для образцов, наполненных НШП, говорит о высокой степени их однородности, а, следовательно, о более равномерном диспергировании НШП в эластомерной матрице в сравнении с МШП. Для образца с НШП были также получены несколько большие значения приведенного модуля упругости, твердости, относительного гистерезиса на первом и двадцатом циклах, и меньшие значения максимальной глубины индентирования, чем для образца, наполненного МШП при одинаковом массовом содержании. С увеличением содержания НШП наблюдается ожидаемое увеличение приведенного модуля упругости вулканизатов.

Все вышеперечисленные результаты испытаний методом наноиндентирования подтверждают существенное увеличение упрочняющей активности НШП по отношению к эластомерной матрице в сравнении с МШП.

Эластичность по отскоку у образцов с шунгитовыми порошками занимает промежуточное положение между ненаполненным вулканизатом и приближается по показателю эластичности к резине, содержащей ТУ.

Исследование твёрдости с помощью твердомера Шор А показало, что вулканизаты, наполненные шунгитовыми порошками, ТУ и БС, являются резинами средней твёрдости.

Исследовалось также влияние минерала шунгит на истираемость резин. Самой высокой износостойкостью обладает образец, наполненный НШП. Образцы с МШП, ТУ N660 и БС-120 имеют меньшую износостойкость по отношению к образцу с НШП, но большую по отношению к ненаполненной смеси. Таким образом, НШП в исследуемых образцах проявляет себя, в том числе и как компонент, повышающий износостойкость резин.

Исследование поведения образцов в динамических условиях показало, что образец, наполненный НШП, сопротивляется разрастанию трещины сильнее, нежели все остальные исследуемые образцы.

Таким образом, разработан и предложен метод измельчения минерала шунгит в лабораторных условиях, позволяющий довести средний размер частиц до наноразмеров и повысить его упрочняющую активность по отношению к матрице в составе эластомерных композиций.

Показано, что при измельчении минерала шунгит предложенным способом и применении его в качестве основного наполнителя может быть получен эластомерный композит близкий по упруго-прочностным свойствам к образцам с ТУ N660 в качестве основного наполнителя.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 14-01-00457 А.

Список литературы

1. Корнев Ю.В., Юмашев О.Б., Жогин В.А., Карнет Ю.Н., Яновский Ю. Г., Гамлицкий Ю. А. “Сравнительные оценки микро и макро физико-механических свойств эластомерных композитов в экспериментах по наноиндентированию и макропрочности”, - Ж. Каучк и Резина, 2008 г., № 6, стр. 18 – 23.
2. Anthony C. Fisher-Cripps “Nanoindentation”, Springer-Verlag, New York, 2002, 197 p.

СЕКЦИЯ №21. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ БИЛЛИНГА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Фомин И.Н.

ООО «EnergoKB Group», г.Москва

Важным условием достижения экономической и энергетической эффективности в энергетике является степень внедрения информационных технологий. Энергосбытовая деятельность — одна из тех областей, где информационные технологии (ИТ) играют ключевую роль. Оптимальная структура ИТ способна сделать компанию конкурентоспособной и эффективной, и наоборот, неправильно структурированные ИТ могут стать тормозом на пути ее развития [1]. Основой автоматизации производственных процессов в энергосбытовой деятельности является регистрация в информационных системах этапов бизнес-процессов, а также обработка и хранение данных об энергопотреблении.

В период реформирования энергетики России автор неоднократно сталкивался с задачами перевода основной деятельности энергосбытового предприятия с функций сбыта электроэнергии на функции сбыта тепловой энергии. Такие задачи, определяемые инвесторами или законодательством, ставили задачи разработки новых биллинговых систем и приводили к поиску системности и тождественности, как бизнес-процессов, так и структур биллинговых систем, применяемых при сбыте электроэнергии и при сбыте тепловой энергии.

Проанализировав законодательство Российской Федерации, спроецировав его требования на ранее определённые функции биллинговых систем, были выделены основные этапы бизнес-процесса предприятия, осуществляющего сбыт тепловой энергии, что позволяет сформулировать требования к информационным биллинговым системам, применяемых на этих предприятиях.

Производственный процесс теплосбыта, как и автоматизация этой деятельности - это чёткий последовательный бизнес-процесс. Проведённое обследование множества энергосбытовых предприятий выявило признаки системности в процессе расчёта стоимости реализованной энергии и определило пять укрупнённых этапов этого процесса, определяющие принцип функционирования системы:

- 1) Регистрация договорных и технических условий энергоснабжения;
- 2) Регистрация изменений договорных и технических условий, расчётных схем энергоснабжения;
- 3) Формирование массивов данных об энергопотреблении (ввод данных, расчёт объёмов);
- 4) Формирование массивов данных действующих тарифов;
- 5) Расчёт стоимости потреблённой энергии (биллинг).

Применение механизмов системного анализа к найденным признакам системности и частям системы, позволили говорить о процессе определения стоимости потребляемой энергии как о целостной совокупности элементов, об объективном единстве закономерно связанных друг с другом сущностей, процессов и сведений о предметной области, обладающей многими признаками системности. К таким признакам можно отнести целостность, членность, интегративность, автономность, иерархичность, управляемость. Эти системы обладают устойчивыми связями элементов и организацией, что может проявляться в снижении энтропии систем в целом по сравнению системообразующими элементами и факторами. Поиск системности в бизнес-процессах подтвердил предположение об их идентичности в технологии сбыта электрической и тепловой энергии.

Для производства расчётов стоимости потреблённой тепловой энергии базы данных информационных биллинговых систем должны строиться с учётом расчётной модели.

Расчётная модель – это модель, описывающая (или отражающая в информационной системе) правила и методы обработки информации об объёмах тарифах и стоимости потребляемой тепловой энергии. Расчётная модель отражает экономические условия теплоснабжения и определяет структуру базы данных, в которой хранятся данные необходимые для расчёта тарифов и стоимости потреблённой тепловой энергии. Задачей расчётной модели является формирование корректных учётных и расчётных показателей.

Учётные показатели – это количественные величины, которые требуется хранить в базе данных информационной системы, для проведения расчётов или анализа данных. Эти данные снимаются с приборов учёта тепловой энергии и теплоносителей, вводятся вручную, загружаются из внешних систем, реже - находятся расчётным путём. В общем случае, учётными показателями можно назвать значения функций с определённым

набором аргументов, которые в дальнейшем участвуют в каких-либо расчётах или используются в отчётах информационной системы. С помощью учётных показателей реализуются учётные функции специализированного программного обеспечения.

Расчётные показатели – это различные показатели, сформированные в автоматизированной системе в результате расчётных функций [2].

Учётные и расчётные показатели в базах данных отраслевых информационных систем хранятся в виде измерений. Согласно концепции Ральфа Кимбалла, измерение — это интерпретация факта с некоторой точки зрения в реальном мире, содержащая учётные и расчётные показатели, которые связаны по смыслу между собой. Обычно измерения представляются как оси многомерного пространства, точками которого связывают определённые факты реального мира с числовыми или лингвистическими показателями, характеризующими эти факты и формирующие аналитические, процедурные, информационные модели предметной области. В отраслевых информационных системах эти лингвистические показатели являются разрезами аналитического учёта. В многомерной модели каждый учётный или расчётный показатель связан с одной или несколькими осями - измерениями.

Измерения – это ключевая концепция многомерных баз данных. Многомерное моделирование предусматривает использование измерений для предоставления максимально возможного контекста для измеряемых фактов [3]. Хранение данных, для целей расчёта стоимости, должно производиться согласно сформированной в информационной системе расчётной модели измерений.

Используя теорию множеств и теорию графов, расчётную модель измерений можно задать как конечное множество Y , состоящее из n элементов, определяющих расчётные показатели для j -той точки учёта объекта энергоснабжения

$$Y_j = \{1, 2, \dots, n\},$$

которые и формируют вершины ориентированного графа, и множество дуг подмножества ($P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$), при этом $P \subseteq Y$.

В реальных информационных системах базы данных формируют набор таблиц, которые отражают данные по составляющим, используемым при расчете тарифов и стоимости потреблённой тепловой энергии. Количество и иерархия элементов определяется расчётной схемой теплоснабжения, а также способом определения тарифа. Расчётная модель измерения тепловой энергии в биллинговых информационных системах формируется путём связи объектов или справочников и может отображаться в древовидной форме. Элементами этих множеств являются множества, содержащие данные об объектах теплоснабжения и связях между ними (P^O), параметрах расчета объемов потребляемой теплоэнергии или теплоносителя (P^V), и данные о параметрах расчета тарифов по объектам теплоснабжения (P^T). Таким образом формируется множество $P = \{P^O, P^V, P^T\}$. Такое представление дает возможность использовать теорию множеств для классификации учетных и расчетных показателей и разработки структуры базы данных информационных биллинговых систем.

Определение тарифов, которые должны быть зарегистрированы в биллинговой системе, и которые нужно применять при биллинге потреблённой тепловой энергии можно выразить как некую функцию, параметрами которой является набор показателей X^T , которые определяют применение того или иного тарифа.

$$T = f(X^T)$$

Набор элементов множества X^T различен для каждого i -того потребителя тепловой энергии. Этими элементами могут являться такие учетные показатели как тарифы производителей тепловой энергии - ($T_i^{npзв}$), тарифы на передачу по теплосетям (T_i^{cem}), тарифы на услуги инфраструктур ($T_i^{unфп}$), сбытовые надбавки (Δ_i^T).

$$X_i^T = \{T_i^{npзв}, T_i^{cem}, T_i^{unфп}, \Delta_i^T\}.$$

Данные учетные показатели, входящие в состав X_i^T , изменяются в зависимости от того, каким субъектом энергетического рынка осуществляется генерация тепловой энергии (r_1), по какому типу договора (r_2) осуществляется теплоснабжение. Также, учётными показателями являются сетевая организация, по сетям которой осуществляется теплоснабжение (r_3), в каком регионе (r_4), какой группе потребителей (r_5) относится объект теплоснабжения. Кроме того, может иметь значение такой показатель как зона суток (r_6), для которой

применяются тарифы, и ещё n различных учётных показателей для каждого i -того объекта теплоснабжения. Таким образом, эти наборы учётных показателей являются аргументами функции

$$X_i^T = f(r_i | i = 1..n).$$

Совокупность учётных показателей $R = \{r_i | i = 1..n\}$ входит в состав других множеств, представляющих собой данные о том или ином виде показателя, используемого при расчете стоимости реализуемой тепловой энергии.

Анализ законодательства по которому осуществляется теплосбыт в Российской Федерации и массивов данных о структуре реализуемых объёмов и тарифов различных теплосбытовых компаний показал, что данные о тарифах, по которым производился расчёт стоимости реализуемой тепловой энергии зависят от множества учётных показателей R , определяющих их составляющие, которые участвуют в определении или применении того или иного тарифа. Кроме того эти же учётные показатели, от которых зависит применение того или иного тарифа, являются свойствами объектов теплоснабжения, позволяющими использовать этот тариф при автоматизированном расчете стоимости. Множество R в реальных информационных системах используется как разрезы аналитического учета, определяющие структуру хранения данных, используемых для расчета стоимости потреблённой тепловой энергии. Эта совокупность учётных показателей, в разрезе которых ведётся учёт применяемых тарифов в биллинговых информационных системах, определяет множество различных вариантов расчета стоимости реализуемой и потреблённой тепловой энергии.

Вариант расчета стоимости реализуемой тепловой энергии – это элемент расчётной модели, относящий применение одного и того же тарифа для подобных объектов теплоснабжения и метод расчета стоимости потреблённой тепловой энергии тем или иным объектом теплоснабжения.

Исходя из множества вариантов применяемых тарифов (дифференциация по тепловой нагрузке, по зонам суток, по группам потребителей, по типам договоров теплоснабжения) можно объединить некоторые показатели, одинаковые для различных поставщиков и потребителей, в так называемые *тарифные группы* и определить взаимозависимость учётных показателей. Говоря языком теории множеств, можно выделить в множестве R подмножество тарифных групп $G^T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, где $G^T \subset R$.

Тарифная группа (G^T) – это совокупность технико-экономических условий потребителя тепловой энергии, позволяющая определять тот или иной вариант применения тарифа и вариант расчета стоимости потреблённой тепловой энергии.

Расчет стоимости S потреблённой тепловой энергии для j -го объекта теплоснабжения можно выразить как некую функцию f_s , параметрами которой являются наборы данных о тарифах T_j и объемах потребления тепловой энергии V_j , которые в свою очередь зависят от соответствующих данному объекту теплоснабжения параметров определения тарифов P_j^T и параметров расчета объемов P_j^V .

$$\begin{aligned} S_j &= f_s(C_j, V_j) \\ T_j &= f_T(X_j^T) = f_T(f_{X_j}(P_j^T)) \\ V_j &= f_V(P_j^V) \end{aligned}$$

Классификация расчётных и учётных показателей и нахождения их связей позволила построить модель реляционной базы данных. Произведенное моделирование структуры базы данных, формирующей расчетную модель измерений тепловой энергии, может быть использовано в проектируемых на практике информационных системах, используемых для автоматизации деятельности энергосбытовых организаций. Результаты исследования также могут быть использованы и в разработке организационной и технической концепции подбора оптимальных договорных условий теплоснабжения, что напрямую влияет на энергоэффективность отрасли.

Список литературы

1. Чернов С. С., Энергосбытовая деятельность в условиях реформирования: проблемы и перспективы // Проблемы современной экономики, 2011 - № 4 (40), с. 157-164;
2. Фомин И. Н., Модели измерений в информационных системах энергосбытовых организаций // «Высокие технологии, исследования, финансы» - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013, с. 213-217;

3. Kimball R. The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses (Практические приёмы построения хранилищ данных) / John Wiley & Sons, New York, 1996;

ПРОЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧНОГО ГОРОДСКОГО НОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СЕВЕРНЫХ СУБАРКТИЧЕСКИХ И АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Лыткин С.Д., Аммосов В.Н.

Малая компьютерная академия СВФУ имени М.К. Аммосова, г.Якутск

Робототехнические комплексы популярны как современные высокотехнологичные исследовательские инструменты в области теории автоматического управления и мехатроники. Их использование в образовательных целях позволяет реализовывать концепцию «обучение на проектах». Применение возможностей робототехнических комплексов в инженерном образовании даёт возможность одновременной отработки профессиональных навыков сразу по нескольким смежным дисциплинам: механика, теория управления, схемотехника, программирование. Кроме того, участники проекта уже в процессе профильной подготовки сталкиваются с необходимостью решать реальные практические задачи.

Суть нашего проекта заключается в управлении микроконтроллером уличными осветительными элементами на основании показаний датчиков (фоторезистора и инфракрасных датчиков) посредством программы на C/C++ . При наступлении темного времени суток, наша программа, основываясь на показании фоторезистора, плавно включает уличное освещение в дежурном режиме, подавая меньшую, чем номинальную мощность (в прототипе - напряжение) питания. Яркость дежурного освещения должна быть такой, чтобы пешеход или автомобилист могли без труда определить направление своего дальнейшего следования. При подходе пешехода или автомобилиста к столбу освещения на заданное расстояние инфракрасный датчик соответствующего направления оповещает микроконтроллер о движущемся объекте, и наша программа плавно включает освещение на полную мощность.

Подаваемая на осветительный элемент мощность (на прототипе - напряжение) питания увеличивается плавно от нуля до дежурного режима освещения, и так же плавно до полной мощности - для продления срока службы осветительного элемента. Также после прохода пешехода или автомобилиста яркость уменьшается очень плавно до дежурного режима во избежание временного ослепления людей из-за резкой смены освещенности.

Когда наступает светлое время суток, основываясь на показании фоторезистора, питание осветительного элемента плавно отключается. Состояние датчиков можно передавать на удаленный компьютер мониторинга через COM-порт, для своевременной их замены. В принципе можно передавать туда же и информацию о состоянии осветительного элемента. В данном проекте использован прототип экономного городского ночного освещения на базе платформы Arduino. Arduino - это открытая платформа, которая позволяет собирать всевозможные электронные устройства. Устройства могут работать как автономно, так и в связке с другими устройствами. Платформа состоит из аппаратной и программной частей; обе чрезвычайно гибки и просты в использовании. Для программирования используется упрощённая версия C/C++, известная так же как Wiring. Разработку можно вести как с использованием бесплатной среды Arduino IDE, так и с помощью произвольного C/C++ инструментария. Поддерживаются операционные системы Windows, MacOS X и Linux.

Платформа устойчиво работает при наличии (постоянного) напряжения от 7 до 12 В и оснащена 32 кб flash-памяти, 2 кб из которых отведено под так называемый bootloader. Это позволяет прошивать Arduino с обычного компьютера через USB. Память постоянна и не предназначена для изменения по ходу работы устройства, её предназначение — хранение программы и сопутствующих статичных ресурсов. Также имеется 2 кб SRAM-памяти, которые используются для хранения временных данных вроде переменных программы. По сути, это оперативная память платформы. SRAM-память очищается при обесточивании; 1 кб EEPROM-памяти для долговременного хранения данных. По своему назначению это аналог жёсткого диска для Arduino.

На платформе расположены 14 контактов (pins), которые могут быть использованы для цифрового ввода и вывода. Какую роль исполняет каждый контакт, зависит от программы. Все они работают с напряжением 5 В, и рассчитаны на ток до 40 мА. Также каждый контакт имеет встроенный, но отключённый по умолчанию резистор на 20 - 50 кОм. Некоторые контакты обладают дополнительными ролями:

Serial: 0-й и 1-й. Используются для приёма и передачи данных по USB.

Внешнее прерывание: 2-й и 3-й. Эти контакты могут быть настроены так, что они будут провоцировать вызов заданной функции при изменении входного сигнала.

PWM: 3-й, 5-й, 6-й, 9-й, 10-й и 11-й. Могут являться выходами с широтно-импульсной модуляцией (pulse-width modulation) с 256 градациями.

LED: 13-й. К этому контакту подключен встроенный в плату светодиод. Если на контакт выводится 5 В, светодиод загорается; при нуле - светодиод гаснет.

Помимо контактов цифрового ввода/вывода на Arduino имеется 6 контактов аналогового ввода, каждый из которых предоставляет разрешение в 1024 градации. По умолчанию значение меряется между землёй и 5 В, однако возможно изменить верхнюю границу, подав напряжение требуемой величины на специальный контакт AREF.

Кроме этого на плате имеется входной контакт Reset. Его установка в логический ноль приводит к сбросу процессора. Это аналог кнопки Reset обычного компьютера.

ArduinoUno обладает несколькими способами общения с другими Arduino, микроконтроллерами и обычными компьютерами. Платформа позволяет установить последовательное (Serial UART TTL) соединение через контакты 0 (RX) и 1 (TX). Установленный на платформе чип ATmega16U2 транслирует это соединение через USB: на компьютере становится доступен виртуальный COM-порт. Программная часть Arduino включает утилиту, которая позволяет обмениваться текстовыми сообщениями по этому каналу.

Встроенные в плату светодиоды RX и TX светятся, когда идёт передача данных между чипом ATmega16U2 и USB компьютера. Отдельная библиотека позволяет организовать последовательное соединение с использованием любых других контактов, не ограничиваясь штатными 0-м и 1-м.С помощью отдельных плат расширения становится возможной организация других способов взаимодействия, таких как ethernet-сеть, радиоканал, Wi-Fi. ArduinoUno обладает предохранителем, защищающим USB-порты вашего компьютера от перенапряжения и коротких замыканий. Хотя большинство компьютеров обладают собственными средствами защиты, предохранитель даёт дополнительную уверенность. Он разрывает соединение, если на USB-порт подаётся более 500 мА, и восстанавливает его после нормализации ситуации. Размер платы составляет 6,9× 5,3 см. Гнёзда для внешнего питания и USB выступают на пару миллиметров за обозначенные границы. На плате предусмотрены места для крепления на шурупы или винты. Расстояние между контактами составляет 0,1'' (2,54 мм), но в случае 7-го и 8-го контакта - расстояние: 0,16''.

В реальном проекте вместо аккумулятора возможно использование преобразователя напряжения с переменного 220 В на постоянное 12 В, вместо полевого транзистора тиристор или подходящую микросхему с радиаторным охлаждением.

Ночное освещение в городах всегда связано с определенной экономической неэффективностью, так как ночью на многих улицах снижается поток людей и машин. Большую часть темного времени суток освещение производится не совсем эффективно. Проблема энергосбережения особенно актуальна в арктических и субарктических климатических условиях Якутии, где зимой темное время суток сильно преобладает над светлым, и на многих улицах движение не очень плотное. Таким образом, проект имеет значимую целесообразность в данных климатических условиях ограниченности использования материальных и человеческих ресурсов.

Список литературы

1. КМБ для начинающих ардуинщиков: <http://robocraft.ru/blog/arduino/2873.html>
2. Образовательный набор RobotisBioloidBeginner : <http://www.bogart.ru/xcat/51.html>
3. Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning." EducationalPsychologistVolume 26, Issue 3-4, 1991.

СЕКЦИЯ №22.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2014 ГОД

Январь 2014г.

Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2014г.

Февраль 2014г.

Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2014г.

Март 2014г.

Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2014г.

Апрель 2014г.

Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2014г.

Май 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2014г.

Июнь 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2014г.

Июль 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2014г.

Август 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2014г.

Сентябрь 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2014г.

Октябрь 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2014г.

Ноябрь 2014г.

Международная научно-практическая конференция **«Новые технологии и проблемы технических наук»**,
г.Красноярск
Прием статей для публикации: до 1 ноября 2014г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2014г.

Декабрь 2014г.

Международная научно-практическая конференция **«Развитие технических наук в современном мире»**,
г.Воронеж
Прием статей для публикации: до 1 декабря 2014г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2015г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В МИРЕ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

**Сборник научных трудов по итогам международной
научно-практической конференции**

**г. Ростов-на-Дону
2014г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 04.08.2014.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 22,0.
Тираж 550 экз. Заказ № 1312.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58