№7 (38)▪ 2015
Часть 1 ▪ Август

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE

Екатеринбург
2015

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ
INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL
ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE

Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

Подписано в печать 15.08.2015.
Тираж 900 экз.
Заказ 26091.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ", 623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

№7 (38) 2015
Часть 1
Август

Сборник по результатам XLI заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.
Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.
Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.
Психологические науки: Мазилов В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.
Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.
Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.
Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.
Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.
Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.
Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.
Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.иси.наук, к.экон.н.
Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.
Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.
Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.
Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.
Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.
Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.
Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.
Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.
Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. нау, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.
Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.
Фармацевтические науки: Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

Екатеринбург
2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

ПОСТРОЕНИЕ «ДОМА КАЧЕСТВА» ДЛЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА 6

МЕТОД ПОИСКА ВЕКТОРОВ ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ АПРИОРНОЙ ОЦЕНКИ ИХ ДОСТОВЕРНОСТИ И ЗНАЧИМОСТИ, ПЕРЕМЕННЫМ БЛОКОВ ПОИСКА В ТВ-СИСТЕМЕ 10

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА УГЛЕЙ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕРМООБРАБОТКЕ ... 13

БОКОВАЯ СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ВЗЛЕТЕ САМОЛЕТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЕРЕНАПРАВЛЕННЫХ РЕАКТИВНЫХ СТРУЙ 15

ТЕРМОМЕТР НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AVR С ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ НА ПК 18

БИЗНЕС ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, ЧАСТЬ 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К БИЗНЕС ПЛАНИРОВАНИЮ 20

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ДАТЧИКОВОЙ АППАРАТУРЫ 24

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА С ТЕНЗОРЕЗИСТОРАМИ ИЗ ВЫСОКООМНОГО КРЕМНИЯ 27

МЕТОДИКА СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОМАГИСТРАЛЕЙ И КВАРТАЛЬНЫХ СЕТЕЙ 30

КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПЕНСИРУЮЩЕЙ ОДЕЖДЫ И ЕЕ ПРЕДМЕТОВ 33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ 36

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТИТЕЛЯ ШЕРСТИ ОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ 38

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБОЧНОГО ПРИЕМА ЭЛЕМЕНТА КОДА В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ С РОС 41

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНГЛ-1 24В 45

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ КАК ЗАЩИТА ОТ ГОЛОЛЕДА 47

ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫВОЗКИ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ГОДОВОГО ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА 49

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНТЕГРАЦИОННОЙ СРЕДЫ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ 51

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ ОТ ПОМЕХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА 54

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ МЕР КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОТ ПОМЕХ В БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ, ВЫЗВАННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА 57

СТРУКТУРНОЕ ОПИСАНИЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ ПРОЕКТНО- ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ 60

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ 63

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО КОНТЕЙНЕРА 67

ГРАДУИРОВАНИЕ И КОРРЕКТИРОВКА ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (БЕЗ ТЕРМОПАРЫ) ПРИ ПОМОЩИ НЕЛИНЕЙНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 70

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СВЕТОДИОДНОЙ ЛАМПЫ ДЛЯ ПРЯМОЙ ЗАМЕНЫ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ 75

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ 77

СВЯЗЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ КОНТАМИНАЦИИ ЗЕРНА С ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ 81

МОДЕЛЬ ДЕЙСТВИЙ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ 83

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ВЕРТИКАЛЬНЫМ ВИНТОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ 85

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОБОТОВ 87

ПРОБЛЕМЫ ИЗНОШЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ 89

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА 91

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 93

ВЛИЯНИЕ ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ И СОСТАВА ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ НА МОРФОЛОГИЮ СИНТЕТИЧЕСКИХ ГИДРАТОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА 96

ИЗМЕРЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЛАМОВ И ИХ СУСПЕНЗИЙ 102

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ В СРЕДЕ MATHCAD 111

МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ 114

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕЛИЧИН МЕХАНИКИ, ЛИШЁННОЙ ОДНОИМЁННЫХ ВЕЛИЧИН (ЧАСТЬ III) 117

ЗАБОР ТЕПЛА ОТ УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА 121

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ С ПОДДЕРЖКОЙ ПРАВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ 125

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ ДЛЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ 127

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НЕСОЛОЖЕНОЙ ЧАСТИ ЗАТОРА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАТИРАНИИ 131

РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ 133

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

Альхамова Г.К.[1], Залилов Р.В.[2], Асенова Б.К.[3]
[1]Кандидат технических наук, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), [2]кандидат сельскохозяйственных наук, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, [3]кандидат технических наук, Государственный университет имени Шакарима города Семей

ПОСТРОЕНИЕ «ДОМА КАЧЕСТВА» ДЛЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Аннотация

В целях поддержания уровня качества продукции и его повышения разработано множество подходов, одним из которых является QFD-методология. Суть данной методологии заключается в построении матрицы «дома качества», в которой отражаются структурированные преобразования основополагающих характеристик продукции, исходя из потребительских предпочтений.

Ключевые слова: дом качества, QFD-методология, масло сливочное, оценка потребительских предпочтений, улучшение качества.

Al`hamova G.K.[1], Zalilov R.V.[2], Asenova B.K.[3]
[1]PhD in Engineering, South Ural State University (National Research University), [2]PhD in Agriculture, Nosov Magnitogorsk State Technical University, [3]PhD in Engineering, Shakarim State University of Semey

CONSTRUCTION OF "HOUSE OF QUALITY" FOR BUTTER

Abstract

In order to maintain product quality and enhance the development of many approaches, one of which is QFD-methodology. The essence of this methodology is to construct a matrix of "house of quality", which reflects the fundamental transformation of the structured product characteristics, based on consumer preferences.

Keywords: house quality, QFD-methodology, butter, evaluation of consumer preferences, improving quality.

В настоящее время «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» (ФЗ № 88), ТР ТС «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС-033-2013), устанавливают требования к сливочному маслу в Российской Федерации и в странах, входящих в Евразийский Экономический Союз. Установленные регламентированные требования должны выполняться производителями разных форм собственности, однако есть и не вполне добросовестные, которые в погоне за прибылью вводят в заблуждение потребителей, продавая сливочное масло более низкого качества, под маркой сливочного масла высшего сорта с высокой жирностью, пищевой и энергетической ценностью.

Объектом изучения является сливочное масло – уникальный по своей физиологической, биологической, пищевой, энергетической значимости и усвояемости продукт. Продукт богатый витаминами А, D, К, В, Е, в-каротином, фосфором, полиненасыщенными жирными кислотами и другими не менее важными для организма человека веществами, влияющими на нормальный обмен веществ. Сливочное масло – продукт питания, получаемый в Российской Федерации традиционными промышленными технологиями (сепарированием или сбиванием сливок) из коровьего молока. Имеет высокое содержание молочного жира (50–82,5 %). Масло сливочное изготовляется не только из коровьего молока, но и из сливок других домашних животных буйволиц, коз, овец.

В настоящее время уделяется большое внимание проблеме обеспечения качества продуктов питания [8–13]. Это связано с повышением потребительской способности покупателей, внедрением новых технологий в производственный процесс. Производители активно разрабатывают и внедряют новые технологии и методы оценки качества продукции, а также технологического процесса [1–7, 14–18].

Широко используются комплексные инструменты и методологии улучшения качества в нашей стране и за рубежом:

- развертывание функции качества (QFD-методология);
- методология решения проблем; реинжиниринга; Г. Тагути; «Шесть сигм»; бенчмаркинга; самооценки;
- анализ видов и последствий режимов отказа (FMEA-методология);
- коллективная работа в командах и другие

Управление качеством играет основную роль при оценке уровня конкурентоспособности предприятия. Оно способно как поддерживать качество на необходимом уровне, так и улучшать его. Зачастую, на пищевых предприятиях, все чаще используется понятие постоянного улучшения, которое находится в прямой зависимости от используемых инструментов и методологий управления и улучшения качества [12–13]. Одной из целей методов управления качеством является достаточная простота и визуализация решений. Достаточна простая и широко известная метод повышения качества – QFD-методология (Quality Function Deployment –QFD) – это разработка японских ученых, позволяющая переводить предполагаемые постоянно возрастающие потребности потребителей продуктов питания в подробно изложенные основные и дополнительные характеристики исследуемой продукции; цели ее проектирования при помощи матрицы «Дома качества» (quality house).

Развертывание функции качества (QFD) – это методология систематического и структурированного преобразования пожеланий потребителей в требования к качеству продукции [19–23]. В соответствии с предлагаемой QFD-методологией мы установили пожелания (установленные потребности респондентов) потребителей г. Челябинска, а именно: цвет, вкус, консистенция, жирность, цена. С помощью предлагаемых матриц перевели в подробно изложенные технические характеристики масла сливочного: массовые доли жира и влаги, термоустойчивость, кислотность и вид упаковки.

В ходе исследований нами была проведена оценка качества сливочного масла из коровьего молока. Все образцы получили удовлетворительные результаты, но по органолептической характеристике существенно различались два

образца, получившие наивысшую оценку и минимальную. Изучаемые образцы были выпущены в упаковке пергамент, что достаточно редко фасуются в настоящее время.

С целью повышения качества одного из образцов, применили QFD-методологию и построили «дом качества» масла сливочного. Провели маркетинговые исследования методом анкетирования и опроса сотрудников МОУ СОШ № 78 города Челябинска, изучили полученные данные, которые внесли в «дом качества» масла сливочного – в раздел «Ожидания потребителя».

После составления показателей качества необходимо было определить значение важности каждого из них, используя при этом 5-ти бальную шкалу, где 5 соответствует оценке «очень важно», 4 – «важно», 3 – «менее важно, но хотелось бы», 2 – «не очень важно», 1 – «совсем не важно». Мы за базовый взяли образец, набравший больше всего баллов по сенсорным показателям.

Результаты внесли в «дом качества» – в раздел «Оценка потребителя».

Цель проведенных исследований – повышение сенсорных показателей качества масла сливочного. Для этого мы вновь используем пятибалльную шкалу, записываем полученные результаты в столбец «целевые значения». Вычислили «степень улучшения», внесли записи в разрабатываемый «дом качества» в столбец «степень улучшения». Анализируя, полученные данные, мы видим, что необходимо улучшить консистенцию (1,25) и вкус (1,6) изучаемых образцов масла сливочного. Следующим подэтапом исследований было определение абсолютной весомости каждой характеристики масла сливочного. Рассчитываемые результаты внесли в соответствующий столбец «абсолютная весомость», максимальное значение – 8 установлено у показателя «вкус».

Вычислили относительную весомость в процентах. Наибольшей весомостью, в нашем случае, является «вкус» (36 %) и «консистенция» (23%).

Следующим подэтапом исследований являлось определение технических требований изучаемого продукта – масла сливочного. Мы установили цели проекта – повышения качества, теперь необходимо выделить, с помощью чего удастся этих целей достигнуть.

Для изучения основных технических характеристик продукта, которые влияют на качество сливочного масла, мы вносим в проектируемый «дом качества», в раздел «Технические требования» следующие показатели: взаимозависимые массовые доли жира и влаги, термоустойчивость, кислотность, вид упаковки.

Определили взаимосвязь между ожиданиями потребителей и техническими характеристиками масла сливочного, заполнили центральную часть «дома качества». Применили шкалу для определения силы взаимосвязи значений: 9 – сильная, 3 – средней и 1 – слабой взаимосвязи. Все полученные результаты вносим в строку «Суммарная оценка».

Далее заполнили строку «приоритетность», чтобы выделить ту или иную техническую характеристику исследуемых образцов масла сливочного и уделить ей особое внимание. Из данных представленных в нашем «доме качества», видим, что наибольшим приоритетом обладает массовая доля жира в сливочном масле – 37,0 %, остальные характеристики получили следующие значения в процентах: кислотность – 19; массовая доли влаги и вид упаковки по 15; термоустойчивость – 14.

На последнем этапе наших исследований мы заполнили «крышу дома качества», используя те же символы, что и при обозначении связи между ожиданиями потребителей при покупке масла сливочного и техническими характеристиками данной продукции. Разработанный «Дом качества» масла сливочного представлен на рисунке.

Основные ожидания опрошенных потребителей ориентированы, прежде всего, на вкус масла сливочного коровьего, в меньшей степени на консистенцию данного продукта. Из представленных результатов исследований мы видим, что наибольшее значение на качество масла сливочного образцов участвующих в данной оценке, оказывает массовая доля жира.

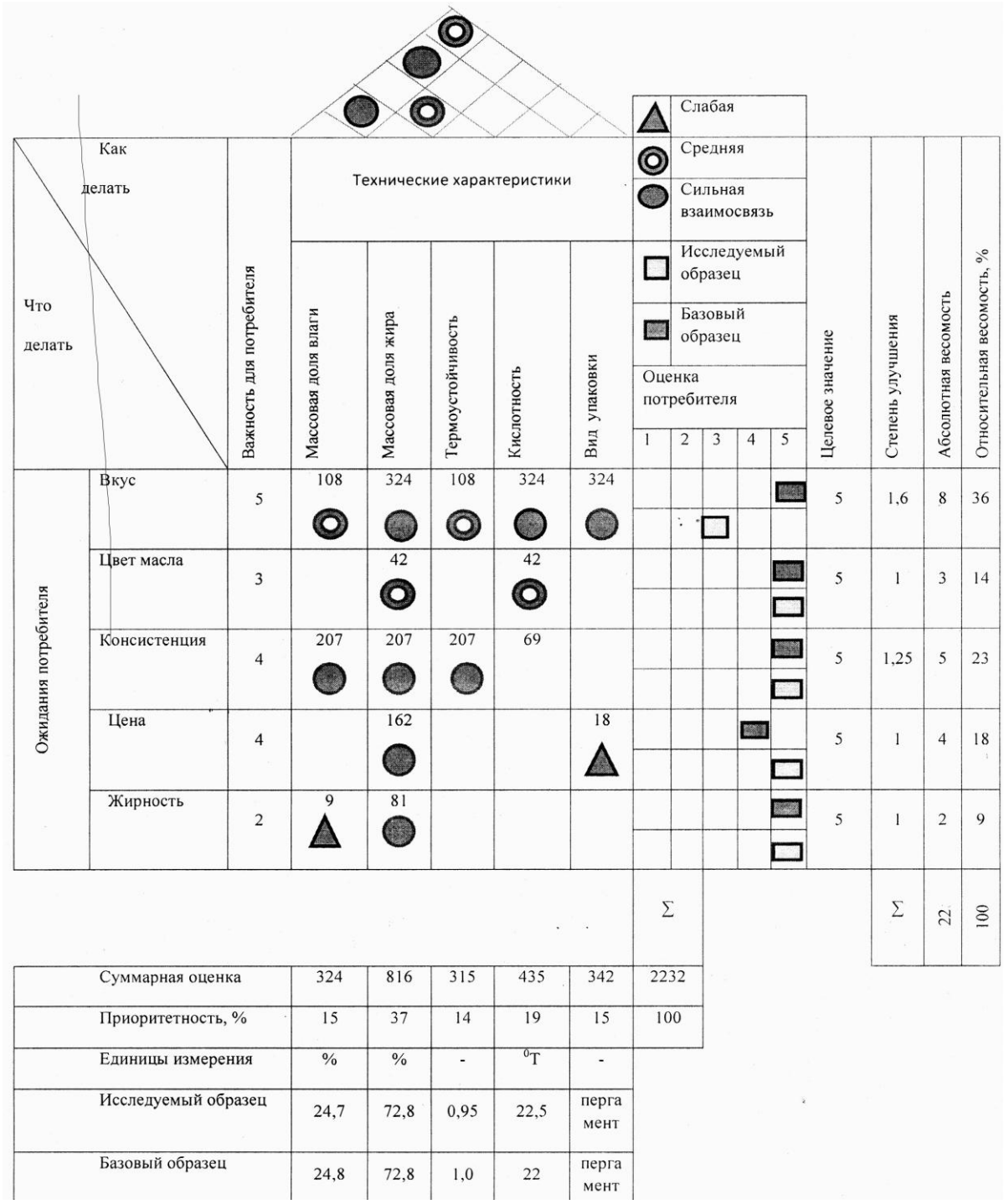
РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

Мы настоятельно рекомендуем всем нашим авторам зарегистрироваться в системе ***Science Index РИНЦ.***

Таким образом, авторы могут более детально контролировать список своих публикаций, не только в нашем журнале, но и во всех научных изданиях, входящих в РИНЦ.

Регистрация в системе также позволит узнать индекс научного цитирования автора и его публикаций.

Подробную инструкцию по регистрации в системе Science Index РИНЦ Вы можете найти на сайте МНИЖ ***http://research-journal.org/*** *в разделе «Полезно знать».*



Ожидания потребителя	Важность для потребителя	Массовая доля влаги	Массовая доля жира	Термоустойчивость	Кислотность	Вид упаковки	Оценка потребителя 1	2	3	4	5	Целевое значение	Степень улучшения	Абсолютная весомость	Относительная весомость, %
Вкус	5	108	324	108	324	324						5	1,6	8	36
Цвет масла	3		42		42							5	1	3	14
Консистенция	4	207	207	207	69							5	1,25	5	23
Цена	4		162			18						5	1	4	18
Жирность	2	9	81									5	1	2	9
							Σ						Σ	22	100
Суммарная оценка		324	816	315	435	342	2232								
Приоритетность, %		15	37	14	19	15	100								
Единицы измерения		%	%	-	^{0}Т	-									
Исследуемый образец		24,7	72,8	0,95	22,5	пергамент									
Базовый образец		24,8	72,8	1,0	22	пергамент									

Рис. – «Дома качества»

Литература

1. Ребезов, М.Б. Конъюнктура предложения обогащенных молочных продуктов на примере Челябинска / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, Г.К. Альхамова и др. // Молочная промышленность. – 2011. – № 8. – С. 38-39.

2. Кондратьева, А.В. Потребительские предпочтения питьевого молока в Челябинске / А.В. Кондратьева, Л.С. Прохасько, А.Н. Мазаев // Молодой ученый. – 2013. – № 11. – С. 117-120.

3. Ребезов, М.Б. Основы технологии молока и молочных продуктов / М.Б. Ребезов, О.В. Богатова, Н.Г. Догарева и др. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. – Ч. 1. – 123 с.

4. Ребезов, М.Б. Экология и питание. Проблемы и пути решения. / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, Г.К. Альхамова и др. // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8. –Ч. II. – С. 24-26.

5. Бурцева, Т.И. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения: учебное пособие / Т.И. Бурцева, М.Б. Ребезов, Б.К. Асенова, С.В. Стадникова. – Алматы: МАП, 2015. – 215 с.

6. Канарейкина, С.Г. Технология цельномолочных и пробиотических продуктов: учебное пособие / С.Г. Канарейкина, М.Б Ребезов, Л.А. Ибатуллина, Б.М. Кулуштаева. – Алматы: МАП, 2015. – 99 с.

7. Канарейкина, С.Г. Методологические основы разработки новых видов молочных продуктов: учебное пособие / С.Г. Канарейкина, М.Б. Ребезов, А.Н. Нургазезова, С.К. Касымов. – Алматы: МАП. – 2015. – 126 с.

8. Асенова, Б.К. Контроль качества молока и молочных продуктов: учебное пособие / Б.К. Асенова, М.Б. Ребезов, Г.М. Топурия, Л.Ю. Топурия и др. – Алматы, 2013. – 212 с.

9. Лукиных, С.В. Разработка функциональных продуктов питания с учетом современных требований / С.В. Лукиных, М.Б. Ребезов, М.А. Попова, А.О. Гаязова // Продовольственная индустрия: безопасность и интеграция: материалы международной научно-практической конференции – Пермь: ИПЦ Прокростъ, 2014. – С. 31-34.

10. Ребезов, М.Б. Методы исследования свойств сырья и молочных продуктов / М.Б. Ребезов, Е.П. Мирошникова, Г.К. Альхамова и др. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. – 58 с.

11.Белокаменская, А.М. Оценка методов инверсионной вольтамерометрии, атомно-абсорбционного и фотометрического анализа токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах / А.М. Белокаменская, Н.Н. Максимюк, Н.Л. Наумова, О.В. Зинина – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. – 94 с.

12. Ребезов М.Б. От лучшего управления – к лучшему качеству. Система менеджмента качества на основе международных стандартов ИСО серии 9000: учебное пособие / М.Б. Ребезов, Н.Н. Максимюк, Е.С. Вайскробова. – Магнитогорск: МаГУ, 2007. – 132 с.

13. Ребезов, М.Б., Основы законодательства и стандартизации в пищевой промышленности: учебное пособие / М.Б. Ребезов, Н.Б. Губер, К.С. Касымов. – Алматы: МАП, 2015. – 208 с.

14. Ступникова, П.Б. Применение qfd-технологии развертывания функций качества / П.Б. Ступникова, О.В. Зинина // В сборнике: Качество продукции, технологий и образования. Материалы X Международной научно-практической конференции. – Магнитогорск, 2015. – С. 32-35.

15. Мазаев, А.Н. О фальсификации молока и молочных продуктов / А.Н. Мазаев, И.А. Шель, М.А. Попова, В.М. Уварова, Л.С. Прохасько // Молодой ученый. – 2014. – № 12 (71). – С. 90-92.

16. Губер, Н.Б. Разработка новых мясопродуктов с помощью qdf-методологии / Н.Б. Губер, Я.А. Глухова // В сборнике: Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство Международная научно-техническая конференция. Под общей редакцией Пономарева А.Н., Мельниковой Е.И. – 2013. – С. 762-766.

17. Губер, Н.Б. Инструменты снижения рисков при реализации инновационных проектов в сфере продуктов питания животного происхождения / Н.Б. Губер, М.Б. Ребезов, Г.М. Топурия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. Т. 8. № 1. С. 156-159.

18. Дуць, А.О. Разработка «дома качества» для производства мясных снэков / А.О. Дуць, М.Б. Ребезов, Я.М. Ребезов, М.А. Ковтун, О.В. Зинина // Молодой ученый. – 2014. – № 9 (68). – С. 135-139.

19. Зинина, О.В. Повышение качества яиц куриных с помощью QFD-методологии / О.В. Зинина, Л.С. Прохасько, Л.Н. Третьяк, А.К. Игенбаев // Вопросы экономики и управления. – 2015. – № 1 (1). – С. 38–40.

20. Зинина, О.В. Повышение качества вареных колбасных изделий с помощью QFD-методологии / О.В. Зинина, Л.С. Прохасько, Л.Н. Третьяк, А.Н. Нургазезова // Вопросы экономики и управления. – 2015. – № 1 (1). – С. 41-43.

21. Прохасько, Л.С. Повышение качества чая черного байхового с помощью QFD-методологии / Л.С. Прохасько, Л.Н. Третьяк, Г.Н. Нурымхан, М.Р. Мардар // Вопросы экономики и управления. – 2015. – № 1 (1). – С. 46–48.

22. Прохасько, Л.С. Построение «дома качества» для кофе натурального жареного молотого / Л.С. Прохасько, Л.Н. Третьяк, Ф.Х. Смольникова, М.Р. Мардар // Вопросы экономики и управления. – 2015. – № 1 (1). – С. 49–51.

23. Ребезов, М.Б. Построение «дома качества» для термообработанного рулета из мяса индейки с черносливом / М.Б. Ребезов, Л.Н. Третьяк, Б.К. Асенова, Э.К. Окусханова / Вопросы экономики и управления. – 2015. – № 1 (1). – С. 55-58.

References

1. Rebezov, M.B. Kon'junktura predlozhenija obogashhennyh molochnyh produktov na primere Cheljabinska / M.B. Rebezov, N.L. Naumova, G.K. Al'hamova i dr. // Molochnaja promyshlennost'. – 2011. – № 8. – S. 38-39.

2. Kondrat'eva, A.V. Potrebitel'skie predpochtenija pit'evogo moloka v Cheljabinske / A.V. Kondrat'eva, L.S. Prohas'ko, A.N. Mazaev // Molodoj uchenyj. – 2013. – № 11. – S. 117-120.

3. Rebezov, M.B. Osnovy tehnologii moloka i molochnyh produktov / M.B. Rebezov, O.V. Bogatova, N.G. Dogareva i dr. – Cheljabinsk: IC JuUrGU, 2011. – Ch. 1. – 123 s.

4. Rebezov, M.B. Jekologija i pitanie. Problemy i puti reshenija. / M.B. Rebezov, N.L. Naumova, G.K. Al'hamova i dr. // Fundamental'nye issledovanija. – 2011. – № 8. –Ch. II. – S. 24-26.

5. Burceva, T.I. Razvitie tehnologij funkcional'nyh i specializirovannyh produktov pitanija zhivotnogo proishozhdenija: uchebnoe posobie / T.I. Burceva, M.B. Rebezov, B.K. Asenova, S.V. Stadnikova. – Almaty: MAP, 2015. – 215 s.

6. Kanarejkina, S.G. Tehnologija cel'nomolochnyh i probioticheskih produktov: uchebnoe posobie / S.G. Kanarejkina, M.B Rebezov, L.A. Ibatullina, B.M. Kulushtaeva. – Almaty: MAP, 2015. – 99 s.

7. Kanarejkina, S.G. Metodologicheskie osnovy razrabotki novyh vidov molochnyh produktov: uchebnoe posobie / S.G. Kanarejkina, M.B. Rebezov, A.N. Nurgazezova, S.K. Kasymov. – Almaty: MAP. – 2015. – 126 s.

8. Asenova, B.K. Kontrol' kachestva moloka i molochnyh produktov: uchebnoe posobie / B.K. Asenova, M.B. Rebezov, G.M. Topurija, L.Ju. Topurija i dr. – Almaty, 2013. – 212 s.

9. Lukinyh, S.V. Razrabotka funkcional'nyh produktov pitanija s uchetom sovremennyh trebovanij / S.V. Lukinyh, M.B. Rebezov, M.A. Popova, A.O. Gajazova // Prodovol'stvennaja industrija: bezopasnost' i integracija: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii – Perm': IPC Prokrost#, 2014. – S. 31-34.

10. Rebezov, M.B. Metody issledovanija svojstv syr'ja i molochnyh produktov / M.B. Rebezov, E.P. Miroshnikova, G.K. Al'hamova i dr. – Cheljabinsk: IC JuUrGU, 2011. – 58 s.

11. Belokamenskaja, A.M. Ocenka metodov inversionnojvol'tamerometrii, atomno-absorbcionnogo i fotometricheskogo analiza toksichnyh jelementov v prodovol'stvennom syr'e i pishhevyh produktah / A.M. Belokamenskaja, N.N. Maksimjuk, N.L. Naumova, O.V. Zinina – Cheljabinsk: IC JuUrGU, 2012. – 94 s.

12. Rebezov M.B. Ot luchshego upravlenija – k luchshemu kachestvu. Sistema menedzhmenta kachestva na osnove mezhdunarodnyh standartov ISO serii 9000: uchebnoe posobie / M.B. Rebezov, N.N. Maksimjuk, E.S. Vajskrobova. – Magnitogorsk: MaGU, 2007. – 132 s.

13. Rebezov, M.B., Osnovy zakonodatel'stva i standartizacii v pishhevoj promyshlennosti: uchebnoe posobie / M.B. Rebezov, N.B. Guber, K.S. Kasymov. – Almaty: MAP, 2015. – 208 s.

14. Stupnikova, P.B. Primenenie qfd-tehnologii razvertyvanija funkcij kachestva / P.B. Stupnikova, O.V. Zinina // V sbornike: Kachestvo produkcii, tehnologij i obrazovanija Materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Magnitogorsk, 2015. – S. 32-35.

15. Mazaev, A.N. O fal'sifikacii moloka i molochnyh produktov / A.N. Mazaev, I.A. Shel', M.A. Popova, V.M. Uvarova, L.S. Prohas'ko // Molodoj uchenyj. – 2014. – № 12 (71). – S. 90-92.

16. Guber, N.B. Razrabotka novyh mjasoproduktov s pomoshh'ju qdf-metodologii / N.B. Guber, Ja.A. Gluhova // V sbornike: Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlennosti: nauka, obrazovanie i proizvodstvo Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija. Pod obshhej redakciej Ponomareva A.N., Mel'nikovoj E.I. – 2013. –S. 762-766.

17. Guber, N.B. Instrumenty snizhenija riskov pri realizacii innovacionnyh proektov v sfere produktov pitanija zhivotnogo proishozhdenija / N.B. Guber, M.B. Rebezov, G.M. Topurija // Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika i menedzhment. 2014. T. 8. № 1. S. 156-159.

18. Duc', A.O. Razrabotka «doma kachestva» dlja proizvodstva mjasnyh snjekov / A.O. Duc', M.B. Rebezov, Ja.M. Rebezov, M.A. Kovtun, O.V. Zinina // Molodoj uchenyj. – 2014. – № 9 (68). – S. 135-139.

19. Zinina, O.V. Povyshenie kachestva jaic kurinyh s pomoshh'ju QFD-metodologii / O.V. Zinina, L.S. Prohas'ko, L.N. Tret'jak, A.K. Igenbaev // Voprosy jekonomiki i upravlenija. – 2015. – № 1 (1). – S. 38–40.

20. Zinina, O.V. Povyshenie kachestva varenyh kolbasnyh izdelij s pomoshh'ju QFD-metodologii / O.V. Zinina, L.S. Prohas'ko, L.N. Tret'jak, A.N. Nurgazezova // Voprosy jekonomiki i upravlenija. – 2015. – № 1 (1). – S. 41-43.

21. Prohas'ko, L.S. Povyshenie kachestva chaja chepnogo bajxovogo s pomoshh'ju QFD-metodologii / L.S. Prohas'ko, L.N. Tret'jak, G.N. Nurymhan, M.R. Mardar // Voprosy jekonomiki i upravlenija. – 2015. – № 1 (1). – S. 46–48.

22. Prohas'ko, L.S. Postroenie «doma kachestva» dlja kofe natural'nogo zharenogo molotogo / L.S. Prohas'ko, L.N. Tret'jak, F.H. Smol'nikova, M.R. Mardar // Voprosy jekonomiki i upravlenija. – 2015. – № 1 (1). – S. 49–51.

23. Rebezov, M.B. Postroenie «doma kachestva» dlja termoobrabotannogo ruleta iz mjasa indejki s chernoslivom / M.B. Rebezov, L.N. Tret'jak, B.K. Asenova, Je.K. Okushanova / Voprosy jekonomiki i upravlenija. – 2015. – № 1 (1). – S. 55-58.

Антонов К.В.
Студент,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

МЕТОД ПОИСКА ВЕКТОРОВ ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ АПРИОРНОЙ ОЦЕНКИ ИХ ДОСТОВЕРНОСТИ И ЗНАЧИМОСТИ, ПЕРЕМЕННЫМ БЛОКОВ ПОИСКА В ТВ-СИСТЕМЕ

Аннотация

В статье рассмотрено – области применения векторов движения, априорная оценка значимости и достоверности вектора движения, приведен алгоритм метода поиска векторов движения и предложены области применения данного метода поиска.

Ключевые слова: априорная оценка достоверности, метод поиска векторов движения в ТВ-системе, априорная оценка значимости.

Antonov K.V.
Student,
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

METHOD MOTION VECTOR SEARCH WITH PRIOR ASSESSMENT OF THEIR RELIABILITY AND RELEVANCE, THE VARIABLE SEARCH UNIT IN TV SYSTEM

Abstarct

In the article introduction of the scope of the motion vectors, a priori estimate of the value and reliability of the motion vector, the algorithm of the search method of motion vectors and suggest the scope of this search method.

Keywords: a priori assessment of reliability, the search method of motion vectors in the TV system, the a priori assessment of the significance.

До сих пор нет универсального метода поиска векторов движения в ТВ-системе, которые бы обеспечивали высокую точность при минимальных затратах вычислительных ресурсов.

Векторы движения в ТВ-системах используются в методах компрессии видеоданных, а также для выделения движущихся объектов в фрейме. В основе алгоритма сжатия видеоданных лежит похожесть соседних фреймов видеоряда. В видеоданных кодируются объекты не многократно, а описываются их смещения. Это позволяет колоссально снизить битрейт и занимаемое место на жестком диске. В прикладных телевизионных системах (ПТС) векторы движения используются для сегментации интересующих объектов на признаков характерных для движения.

Для нахождения векторов движения отдельной точки пользуются уравнением оптического потока, которое подразумевает допущения о постоянстве яркости точки движущейся по заданной траектории.

$$< \nabla L, V > + \frac{dL}{dt} = 0, \quad (1)$$

где $\nabla L -$ вектор – градиент, V- вектор скорости оптического потока, $\frac{dL}{dt}$ – приращение яркости.

Для полной оценки векторов оптического потока необходимо ввести условие близости скоростей у соседних пикселей, так как уравнение оптического потока недоопределено.

Первоначально изображение разбивают на блоки *MxN* пикселей, M и N чаще всего равны друг другу и область поиска получается квадратной.

- для каждого блока кадра находят область поиска размером *(2d+M+1)x(2d+N+1)* пикселей, где *d* - максимальное смещение в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Считается, что все пиксели в блоке имеют одинаковое перемещение и им приписывается один и тот же вектор движения. Векторы движения находят путем минимизации целевой функции, характеризующей корреляционные свойства друг относительно друга двух блоков, на множестве различных положений обрабатываемого блока в области поиска.

Целевая функция, которая используют при корреляции двух соседних фреймов:

Средняя абсолютная разность(MAD):

$$MAD(v_x, v_y) = \frac{1}{N^2}\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1}\left|L_c(x_k + i, y_l + j) - L_p(x_k + v_x + i, y_l + y_l + j)\right|, \quad (2)$$

где L_c – яркости пикселей в текущем фрейме, L_p – яркости пикселей в предыдущем фрейме, (V_x, V_y) – один из возможных векторов движения, N – размер блока.[1]

Повышение эффективности применения векторов движения в ПТС может быть достигнуто заменой двухкомпонентного вектора движения – трехкомпонентным $(v^x_{kl}, v^y_{kl}, p^a_{kl})^T$, где p_{kl} – вероятность корректного определения вектора движения (оценка достоверности): v^x_{kl}, v^y_{kl} – составляющие по направлениям x и y вектора движения для блока с номерами k- по горизонтали и l- по вертикали.

Для видеоданных с соотношением сигнал/шум более 30 *дБ* $p_{kl} = p^a_{c_v}(k,l)$, где $p^a_{c_v}(k,l)$ – априорная оценка достоверности вектора движения. Для видеоданных с отношением сигнал/шум менее 30 дБ применяют апостериорную оценку достоверности – $p_{kl} = p^{ap}_{c_v}(k,l)$.

Основой для определения априорной оценки достоверности является функция достоверности – зависимость верного определения вектора движения от уровня детальности в блоке.

$$D(k,l) = \sum_{j=1}^{M}\sum_{i=1}^{N}\Lambda(x_k + i, y_l + j), \quad (3)$$

где $\Lambda(x,y)$ – яркость пикселя в препарате, полученном из исходного изображения $L(x,y)$.

Для описания функциональной зависимости между свойствами изображения в блоке и вероятностью корректного определения вектора движения вводится модифицированная оценка уровня детальности.

$$D_m(k,l) = \frac{D(x_k, y_l)}{moda(D(x_k, y_l))} \quad (4)$$

Априорная оценка достоверности находится по формуле (5), где $D_m(k,l)$ находится исходя из выражения (4).

$$p_g^{ap} = 1 - e^{\eta \cdot D_m^2(k,l)}, \quad (5)$$

где η – параметр модели.

Полученная функция достоверности дает возможность заменить двухкомпонентные вектора движения на трехкомпонентные: $(\upsilon^x_{kl}, \upsilon^x_{kl}, p_{kl})^T$, где p_{kl} рассчитывается согласно выражению (5). [4]

Априорная оценка достоверности обеспечивает исключение из рассмотрения блоков, в которых вероятность верного нахождения вектора движения низка. Уровень достоверности найденного вектора достигает 0.95, если у блока $D_m(k,l) \geq 1.8$. Исключение остальных блоков резко снижает вычислительную емкость задачи.

Пусть компоненты яркостного вектора-градиента L отличны от нуля, а правая часть уравнения оптического потока $\langle L,V\rangle = -L_t$ равна нулю: $L_t = \frac{dL}{dt} = 0$.

В этом случае вектор движения V также равен нулю. Существование ненулевого вектора движения возможно только при условии отличия от нуля яркостной производной по времени.

Определение векторов движения для всех блоков в фрейме является избыточным. Если зоне поиска фрейма t нет значимых изменений яркости относительно фрейма t-1, то с большой вероятностью блок имеет вектор движения равный нулю. Искать векторы движения целесообразно только в тех блоках, где произошли какие-либо изменения яркости. Модифицированная оценка этих изменений может быть получена на основе модуля межкадровой разности по формуле (6).

$$MAD = \sum_{i=1}^{z}\sum_{j=1}^{b}\left|L(x_j, y_i, t) - L(x_j, y_i, t-1)\right|, \quad (6)$$

где z - число активных строк в фрейме, b - число элементов по строке $L(x,y,t)$ – яркость пикселя в текущем t и предыдущем t-1 фреймах, x, y – координаты пикселя.

По результатам экспериментальных исследований получена функция априорной оценки значимости вектора движения на основе модифицированной оценки межкадровой разности.

$$p_z^{ap} = 1 - e^{\lambda \cdot MAD_m^2(k,l)}, \quad (7)$$

где λ – параметр его конкретное значение определено условиями функционирования прикладной телевизионной системы, MAD^2_m – нормированная функция межкадровой разности (8).

Нормируемая величина межкадровой разности:

$$MAD_m(x_k, y_l) = \frac{MAD(x_k, y_l)}{moda(MAD(x_k, y_l)} \quad (8)$$

В общем случае, функция значимости (7) позволяет выделить блоки изображения, в которых высока вероятность найти ненулевой вектор движения. Функция достоверности (5) – блоки, у которых высока вероятность корректного определения вектора движения. Для одновременного снижения влияния аномальных векторов и уменьшения вычислительной емкости целесообразно искать вектора движения с высоким уровнем достоверности и значимости.[4]

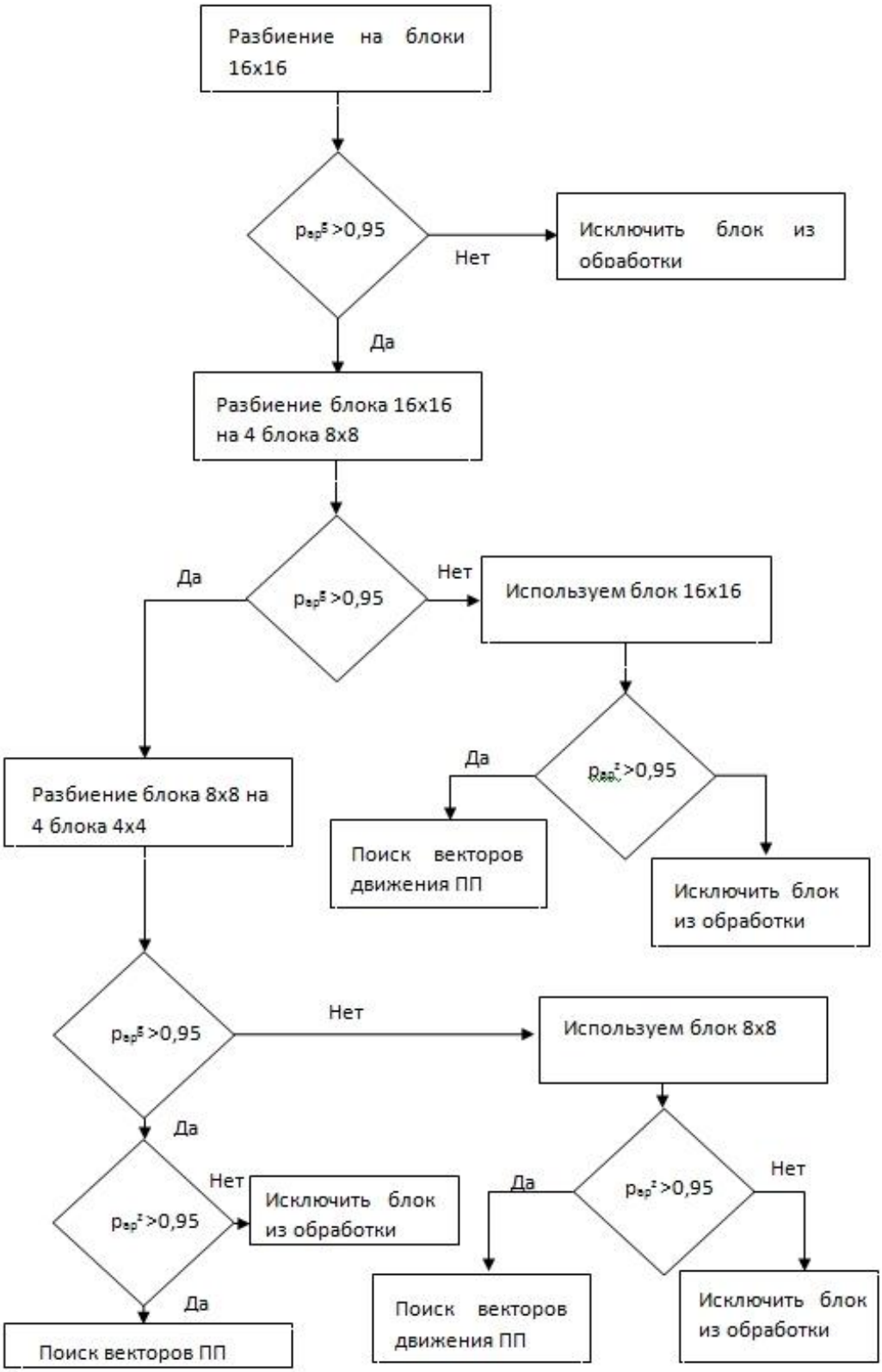


Рис. 1 – Алгоритм предложенного метода

Представленный алгоритм (рисунок 1) является довольно сложной структурой, включающей в себя априорную оценку достоверности и значимости в сочетании с переменным блоком поиска векторов движения. Априорная оценка достоверности уменьшает количество аномальных векторов движения. Априорная оценка значимости позволяет убрать из обработки блоки, в которых движение не наблюдается, и присвоить им нулевое значение. Разбиение на блоки переменного размера в данном методе позволяет найти вектор движения для объектов малого и большого размера.

Метод может быть использован в прикладных телевизионных системах, где векторы движения применяются для сегментации объектов интереса на основе признака движения. Рассмотренный метод может быть реализован в видеокомпрессии для более точного нахождения векторов движения и исключения из обработки статичных фрагментов кадра, что позволяет повысить быстродействие кодера. Исследованный метод позволяет уменьшить количество ложных векторов движения при небольших затратах вычислительных ресурсов.

Литература

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Обработка изображений в прикладных телевизионных системах / О. С. Астратов, А. С. Афанасенко, Л. Д. Вилесов [и др.]; под ред. проф. Б. С. Тимофеева. – СПб.: ГУАП, 2012. – 272 с.
3. Обухова Н. А. Основы теории и практика цифровой обработки: методические указания к практическим работам / Н. А. Обухова, Б. С. Тимофеев – СПб.: ГУАП, 2012.
4. Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения: пер. с англ. / Ян Ричардсон – М.: Техносфера, 2005. – 368 с.

References

1. Gonsales R. Cifrovaya obrabotka izobrazhenij: per. s angl. / R. Gonsales, R. Vuds – 3-e izd. ispr. i dop. – M.: Tekhnosfera, 2012. – 1104 s.
2. Obrabotka izobrazhenij v prikladnyh televizionnyh sistemah / O. S. Astratov, A. S. Afanasenko, L. D. Vilesov [i dr.]; pod red. prof. B. S. Timofeeva. – SPb.: GUAP, 2012. – 272 s.
3. Obuhova N. A. Osnovy teorii i praktika cifrovoj obrabotki: metodicheskie ukazaniya k prakticheskim rabotam / N. A. Obuhova, B. S. Timofeev – SPb.: GUAP, 2012.
4. Richardson YA. Videokodirovanie. H.264 i MPEG-4 – standarty novogo pokoleniya: per. s angl. / YAn Richardson – M.: Tekhnosfera, 2005. – 368 s.

Бажин В.Ю.[1], Шариков Ф.Ю.[2], Фещенко Р.Ю.[3], Судницин Е.О.[4]

[1]Доктор технических наук, [2]кандидат технических наук, [3]кандидат технических наук, [4]студент,
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА УГЛЕЙ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕРМООБРАБОТКЕ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с метаморфизмом и изменением структуры кузбасских высокозольных углей при термическом нагреве и последующем экстремальном охлаждении. Изучены структуры углей, позволяющие установить рациональные режимы предварительной термообработки с целью разделения золы от угольных частиц на стадии последующей сепарации.

Ключевые слова: уголь, зола, деструкция, метаморфизм, термообработка

Bazhin V.Y.[1], Sharikov F.Y.[2], Feshhenko R.Y.[3], Sudnitsin E.O.[4]

[1]PhD in engineering, professor, [2]PhD in engineering, associate professor,[3]PhD in engineering, assistant professor, [4]student,
National Mineral Resources University (Mining University).

INFLUENCE STRUKTURE AND PROPERTIES OF COALS BY EXTREME THERMAL PROCESSING

Abstract

This paper discusses issues of metamorphism and restructuring of high-ash coal from the Kuzbass, that was exposed with thermal heating followed by extreme cooling. We study the structure of coal, allowing to establish rational modes of preliminary heat treatment to separate the ash from the coal particles in the step after separation.

Keywords: coal, ash, destruction, metamorphism, thermal heating.

В России угольная отрасль характеризуется большим ресурсным потенциалом (3,8 трлн. т), при этом качество углей остается довольно низким. Как известно, компонентный состав углей позволяет использовать их в качестве технологического сырья для переработки в продукцию различного агрегатного состояния и для целевого назначения - теплоноситель. Одним из компонентов углей является кокс, в котором, на сегодняшний день, характерна нехватка. В ближайшие 10 лет, по прогнозам экспертов [1], объем мирового рынка коксующихся углей увеличится не менее чем на 15%. В условиях ограниченного предложения качественных коксующихся российских углей, они становятся реальной альтернативой дефициту австралийских и американских углей, как элемент импортозамещения.

Обеспечить высокое качество реализуемых углей возможно только за счет максимально полного их обогащения или предварительной обработки. Обогащение позволяет производить высоколиквидные марки угля и реализовывать их по максимально высоким ценам, а так же снизить затраты на утилизацию отходов обогащения и сжигания углей. Министерство энергетики РФ намерено обогащать до 80% углей Кузбасса. Таким же образом ликвидируется проблема, связанная с высокими затратами на транспортировку углей, зольность которых составляет 40-50%. Основным является удаление и утилизация зол и шлаков. Для экспорта продукции, качество углей должно удовлетворять следующим требованиям:

- содержание серы – до 1%;
- зольность – до 15%.

На протяжении долгих лет разработчиков интересуют технологии «сухого» обогащения, однако, такие технологии практически не реализованы [2]. Даже при таком уровне изучения данного вопроса, очевидно, что у сухого обогащения существует целый ряд преимуществ: отсутствие необходимости использования технологической воды, сушки угля, потребности в шламонакопителях, снижение капитальных затрат и т.п. Действующие технологии сухого обогащения угля допускают ощутимые потери товарного угля с отходами обогащения. Представляет научно-технический интерес проведение исследований по термической обработке углей и их экстремальному охлаждению с целью последующего исключения из их состава золы и вредных примесей.

Методы исследований

Для исследований были взяты образцы высокозольных углей Кузбасского угольного бассейна. Свежие сколы, а также аншлифы включений изучались методами рентгеноструктурного анализа (SpectroLab), оптической микроскопии (TESCAN), микрозондовой растровой электронной микроскопии. С помощью электронного микроскопа (Siimadzu) наблюдалась динамика поверхностных изменений в процессе деструктивного термического воздействия на аншлифы. Точность определения концентрации элементов составляла 0,3-0,5%. Методика исследований состояла в следующем: на свежем сколе (или в выбранной точке аншлифа) ставилась реперная точка, относительно которой осуществлялось микрозондовое сканирование, выбранного на электронном микроскопе линейного участка поверхности. Обработка полученных спектров и процентное соотношение элементного состава выполнено при помощи специализированной программы.

Термическое воздействие на образцы исследуемых проб производилось в вакуумной камере, для нагрева использовалась специальная печь с дискретным заданием роста температуры и времени выдержки. На поверхности образца находилась термопара, показания которой фиксировал самописец. Скорость нагрева - 20 град/мин. Помимо этого, нагревали навески 2-3 в капсуле калориметрической установки SETARAM Instrumentation (Франция).

Основное выделение влаги произошло при температуре 120-130 ^{o}C (завершение сушки), после этого нагрев сопровождается изменениями структуры при химических реакциях в минеральной части между слоями углеродной матрицы. После каждого из опытов в определенном интервале извлекали образцы, затем, после полировки, исследовали микроструктуру. До температуры 270 °C практически никаких изменений микроструктуры образца не наблюдалось. В температурном интервале 280-290 °C наблюдалось интенсивное выделение серы, о чем свидетельствует загрязнение капсулы. В следующем температурном диапазоне (≈ до 300-350 °C) в зернах углеродной матрицы начались резкие изменения, а так же частично оплавилась минеральная часть (битумизация).

Характер и степень структурных разрушений после экстремального воздействия (охлаждение жидким азотом со скоростью 70-100 град/сек), оценены, по средствам исследования поверхности образца исходного кузбасского угля на растровом электронном микроскопе. При таком термическом воздействии происходит разрушение молекулярной структуры углей, сопровождающееся разрывом эфирных связей с ароматическими ядрами внутри алифатических структур [3].

Структура исходных образцов угля характеризуется наличием незамкнутых (открытых) деформированных кристаллообразных слоев-пачек, а поверхность образца, подвергнутого термообработке, повреждена в различной степени. Центральная часть, открытая для визуального наблюдения, подверглась более интенсивному термическому преобразованию, но при этом формируется сеточный каркас. При быстром термическом нагреве без доступа воздуха происходят сложные превращения, зависящие как от химического строения угля, в частности от минеральной составляющей, находящейся, в основном, между слоями, которые составляют органическую массу, так и от условий их нагревания. В результате протекающих при этом термохимических преобразований - возникают в неодинаковом количестве и разного состава газо- и парообразные, а также твердые продукты (битумы).

В зависимости от температуры конца нагревания (пиролиза) перед периодом полукоксования (до 500-550 °C), угли размягчаются, начинается выделение летучих веществ, частично разлагающихся, а в теле угольных частиц образуются поры [3],. Также, изменяется морфология отдельных слоев и расширяется пространство между ними, увеличиваются размеры самих образцов. Параллельно этому, появлялись участки разрывных нарушений и происходило возникновение системы макро- и микротрещин, что говорит начало деструкции углей, инициирующую возникновение механохимических реакций, которые, в свою очередь, приводят к разрушению всех наружных макромолекул углей.

Образцы угля под воздействием перепада температур (нагрев и экстремальное охлаждение) не просто разрушаются, а становятся химически активными и на воздухе легко вступают в окислительные реакции из-за изменения пористой структуры, через которую можно вывести золу. Характер морфологии структуры и механических свойств углей под воздействием деструктивных сил зависит от местонахождения основных атомов C, H, O, N и S в структурах простых и сложных молекул, степени ароматичности, размера ядер самих структур и состава углей[4].

Результаты исследований, проведенных на образцах углей, отчетливо показывают типы пор и их распределение: превосходящая часть общего объема пор обуславливается системой микропор. Можно предположить, что существуют поры, которые обладают характером межплоскостных щелей. Наличие системы таких пор можно связать с наличием плоскостных ароматических слоев в молекулярной структуре углей. Основными факторами воздействия в процессах перестройки структуры угольного вещества является - температура и давление. Фактор времени оказывает существенное влияние на ход метаморфизма: с повышением температуры реагирующих сред на 20 ^{0}C, в течение нагрева, скорость реакции увеличивается в несколько раз. Протекание химических изменений в алифатической части макромолекул при резком охлаждении создает предпосылки к коагуляции углеродных сеток со срезанием внешних связей углеродной сетки и переходу к надмолекулярным образованиям, более стабильным термодинамически.

Выводы

В ходе исследования высокозольных кузбасских углей были определены такие параметры их структуры, как пористость и размеры надмолекулярных образований. На основании этих моделей можно описать динамику структурных превращений в процессе термонагрева и экстремального охлаждения. В результате термического анализа углей, можно сделать вывод, что процесс твердофазных превращений в нейтральной атмосфере, связанных частичной битумизацией начинается в диапазоне температур 200-350°C, т.е. еще до начала активного разложения минеральной части углей. Расшифровка термограмм исходного угля и расчеты по ним позволяют сделать следующие выводы:

– интервал температур, в котором происходит удаление физически связанной влаги составляет 50-120 °C с эндоминимумом при t=127 °C;

– влажность исследуемого угля может быть снижена до 1,0-1,5%;

– активная деструкция структуры угля начинается при 285° С;

– разложение минеральной части с выпадением частиц золы.

Перечисленные факторы указывают на целесообразность сухого обогащения угля и необходимости термообработки до стадии полукоксования. При заданных температурных режимах нагрева и после экстремального охлаждения происходят характерные структурные изменения, а также отделение углерода от золы. Это дает возможность произвести последующие стадии обогащения для снижения зольности до 5-10%.

Литература

1. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 ноября 2014г.
2. Бедрань Н.К. Обогащение углей. Учебник для ВУЗов. - 2 изд. М.: Недра, 1988. - 206 с.
3. Лазаров Л. Структура и реакции углей / Л. Лазаров , Г. Ангелова // – София: изд. БАН, 1990.
4. Иванов В.П., Школлер М.Б., Станкевич А.С. Изменение структурных характеристик и свойств кузнецких углей разной степени метаморфизма и восстановленности в процессе их окисления // Химия твёрдого топлива. – 2002. – № 5. - С. 4–11.

References

1. Dolgosrochnaja programma razvitija ugol'noj promyshlennosti Rossii na period do 2030 goda. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 7 nojabrja 2014g.
2. Bedran' N.K. Obogashhenie uglej. Uchebnik dlja VUZov. - 2 izd. M.: Nedra, 1988. - 206 s.
3. Lazarov L. Struktura i reakcii uglej / L. Lazarov , G. Angelova // – Sofija: izd. BAN, 1990.
4. Ivanov V.P., Shkoller M.B., Stankevich A.S. Izmenenie strukturnyh harakteristik i svojstv kuznеckih uglej raznoj stepeni metamorfizma i vosstanovlennosti v processe ih okislenija // Himija tvjordogo topliva. – 2002. – № 5. - S. 4–11.

Базухаир М.А.
Бакалавр
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань

БОКОВАЯ СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ВЗЛЕТЕ САМОЛЕТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЕРЕНАПРАВЛЕННЫХ РЕАКТИВНЫХ СТРУЙ

Аннотация

Рассмотрены уравнения боковой статической устойчивости самолета при укороченном взлете над воздушной подушкой, созданной применением метода перенаправления реактивных струй.

Ключевые слова: метод перенаправления реактивных струй, короткий взлет, сокращение разбега, улучшение ВПХ самолета

Bazuhair M. A.
Undergraduate,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan

AIRCRAFT LATERAL STATIC STABILITY DURING SHORT TAKEOFF BASED ON REACTION JET REDIRECTION METHOD

Abstract

In this paper, basic equations of lateral static stability of takeoff rolling over an air-cushion generated by reaction jet redirection method are proposed. As result of said method, undercarriage friction with runway surface is eliminated, providing a short takeoff capability.

Keywords: reaction jet redirection method, short takeoff stability, takeoff roll shortening, STOL stability,

Боковые аэродинамические силы и моменты самолета возникают при несимметричном обтекании его воздушным потоком [1]. В случае разбега самолета нормальной схемы с взлетной симметричной конфигурацией над воздушной подушкой, созданной применением метода перенаправления реактивных струй при так называемом экранном взлете [2] симметрия потока относительно плоскости *OXY* может быть нарушена, если угол скольжения $\beta \neq 0$. К такому результату также приводят отклонение органов управления углами крена γ_a и рыскания ψ_a, и несимметричное перенаправление реактивных струй при применении соответствующего метода (см. рис.1), изложенного в работе [3].

В данной статье мы рассматриваем вопрос боковой устойчивости самолета только при изменении перенаправленных сил, т.е. предполагая, что углы β, ψ_a и боковые ветровые возмущения $W_в$ равны нулю.

Таким образом, на основе изображенного на рис.1 двухсоплового комплекса перенаправления реактивных струй к главным факторам нарушения боковой статической устойчивости можно отнести несимметричное перенаправление реактивных струй на полуразмах крыла *l/2*. Такое явление при исключении влияния боковых возмущений воздушной среды может происходить из-за изменения скоростного набора $q_n^{\pm}$ на каждом полуразмахе крыла.

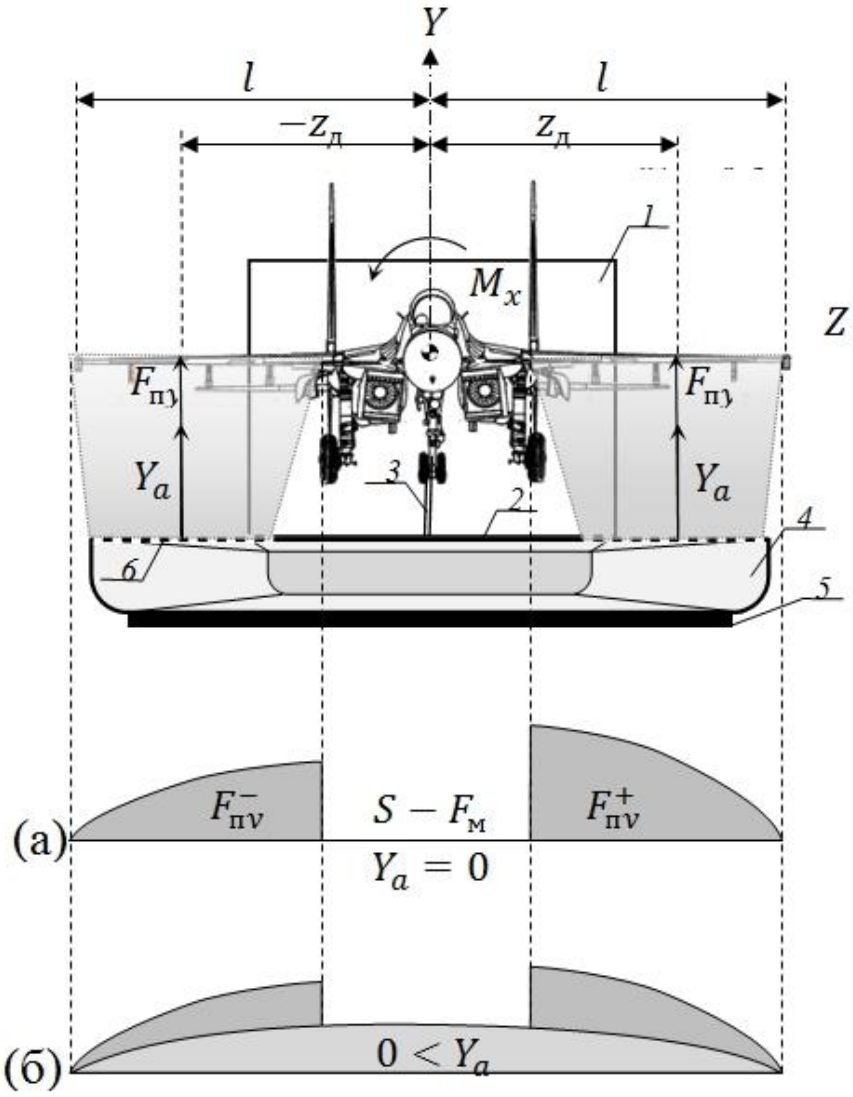


Рис. 1 – изменение аэродинамической и перенаправленной нагрузок на размах крыла при экранном взлете:
1 – газоотбойник реактивных струй; 2 – ВПП; 3 – опора балансировки; 4 – канал перенаправления; 5 – опоры перенаправляющей установки; 6 – сопло обдувки
(а) при воздушной скорости V=0; (б) при V<<M, где M число Маха

Согласно рис.1, при $q_п^+ > q_п^-$, увеличивается аэродинамическая нагрузка $\Delta F_{пу}$ на правом полуразмахе крыла, а при $q_п^+ < q_п^-$ на левом. Изменение перенаправленной силы $\Delta F_{пу}$ в данном случае описывается следующим соотношением, зависящим от угла перенаправления струй ϕ при нулевой воздушной скорости и $P_y \approx 0$ [2]:

$$\Delta F_{пу} = c_{пу} q_п \frac{\bar{S}}{2} = \frac{1}{2} c_{пу} q_п (S - F_м) \quad (1)$$

где $c_{пу}$ – коэффициент перенаправленной силы, зависящий от ϕ; $\bar{S}$ – уменьшенная площадь крыла, которая равна разн ости между площадью несущей поверхности и миделью фюзеляжа $F_м$ (см. рис. 1). Следовательно, пара перенаправленных нагрузок сил приводит к возникновению накреняющего момента M_x, записываемого при $V = 0$ так:

$$\Delta M_{пx} = -2\Delta F_{пу} z_д \quad (2)$$

Очевидно, что суммарный момент ΔM_x при $M_x < 0 \Longrightarrow \gamma_a > 0$ (см. рис.2), или $M_x > 0 \Longrightarrow \gamma_a < 0$, где $z_д$ – координата точки приложения вектора перенаправленной силы $F_{пу}$ к полуразмаху крыла.

Поделив (2) на выражение $q_п S l$ получим коэффициент бокового статического момента при $V = 0$

$$m_{пx} = c_{пу} \left(1 - \frac{F_м}{S}\right) \frac{z_д}{l} \quad (3)$$

Несимметричность обдувки при постоянных значениях S, $z_д$, l и $F_м$ связана с изменением ϕ, что показано на рис.1. Техническим подходом обеспечения балансировки самолета при экранном взлете является дифференциальное управление углом ϕ в каждом сопле обдувки. Такое решение использует только преимущество двухсоплового комплекса перенаправления для балансировки без участия самолетных органов управления, т.е. элеронов.

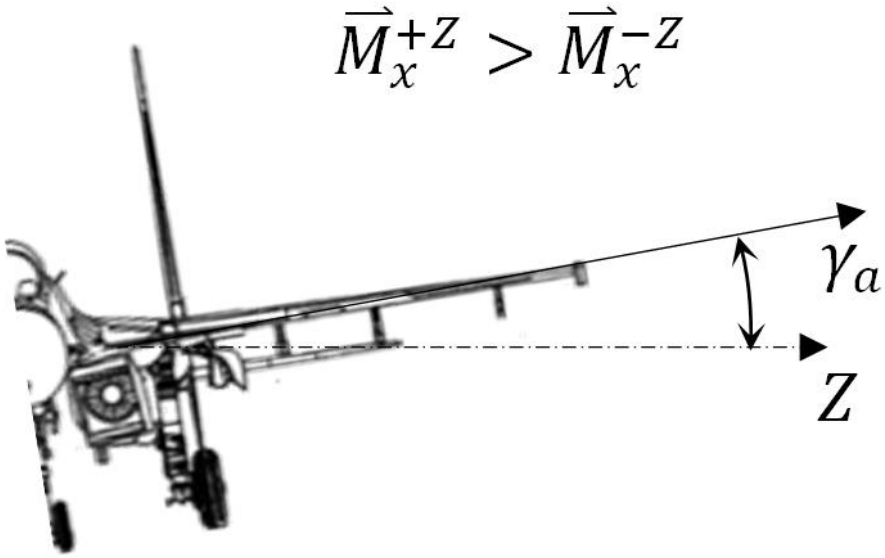


Рис.2 – Положительный момент крена

Возникновение крена самолета сопровождается его рысканием из-за изменения продольных сил по полуразмахам крыльев. В зоне, обладающей относительно большим значением q_n, увеличивается лобовое сопротивление F_{xn}, а в зоне малого q_n значение F_{xn} уменьшается. При экранном взлете такое приводит к уходу самолета из зоны перенаправления реактивных струй, что недопустимо. Аналогичным подходом к выражению (3) был определен коэффициент рыскания

$$m_{\text{пу}} = c_{\text{пх}} \left(1 - \frac{F_{\text{м}}}{S}\right) \frac{z_{\text{д}}}{l} \tag{4}$$

Вследствие влияния накреняющих моментов относительно осей *OX* и *OY* появляются угловые скорости ω_{nx} и ω_{ny}, которые в безразмерном виде записываются так:

$$\bar{\omega}_{\text{пх}} = \frac{\Delta m_{\text{пх кр}}\, \omega_{\text{пх}}}{m^{\omega_{\text{пх}}}_{\text{пх кр}}}$$
$$\bar{\omega}_{\text{пх}} = \frac{\Delta m_{\text{пу кр}}\, \omega_{\text{пх}}}{m^{\omega_{\text{пх}}}_{\text{пу кр}}} \tag{5}$$

где $\bar{\omega}_{\text{пх}} = \frac{\omega_{\text{пх}} l}{2V_{\text{п}}}$.

Таким образом, изучение уравнений статической боковой устойчивости самолета, взлетающего над созданной перенаправлением собственных реактивных струй воздушной подушкой, показывает возможность выполнения устойчивого экранного взлета в случае учета соответствующих требований к процессу перенаправления. К числу таких требований относятся равномерность перенаправления потоков на полуразмахи крыла, обеспечение экранного взлета с малой высоты от земли для использования запаса кинетической энергии перенаправленных струй и обеспечение регулируемых сопел обдувки.

Балансировка самолета при боковых ветровых порывах изменяет аэродинамическую нагрузку на полуразмахи крыла, что нужно учитывать при более точных расчетах. Данному вопросу будет посвящены другие работы.

Литература

1. Динамика полета: учебник / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; под ред. Г.С. Бюшгенса.– М.: Машиностроение, 2011. – 776 с.
2. Базухаир М. А. Динамика укороченного взлета самолета под действием перенаправленных реактивных струй// Вестник КГТУ-КАИ, 2015. – №2. – С.5 – 12.
3. Базухаир М. А. Метод создания воздушной подушки под летательным аппаратом перенаправлением реактивных струй для сокращения разбега // Вестник КГТУ-КАИ, 2014. – №4. – С.5 – 8.
4. Аэромеханика самолета: учебник/ А. Ф. Бочкарев, В. В. Андреевский, В. М. Белоконов и др.; Под ред. А. Ф. Бочкарева. – М.: Машиностроение, 1985. – 360 с.

References

1. Dinamika poleta: uchebnik / A.V. Efremov, V.F. Zaharchenko, V.N. Ovcharenko i dr.; pod red. G.S. Bjushgensa.– M.: Mashinostroenie, 2011. – 776 s.
2. Bazuhair M. A. Dinamika ukorochennogo vzleta samoleta pod dejstviem perenapravlennyh reaktivnyh struj// Vestnik KGTU-KAI, 2015.– №2.– S.5.– 12.
3. Bazuhair M. A. Metod sozdanija vozdushnoj podushki pod letatel'nym apparatom perenapravleniem reaktivnyh struj dlja sokrashhenija razbega // Vestnik KGTU-KAI, 2014. – №4. – S.5 – 8.
4. Ajeromehanika samoleta: uchebnik/ A. F. Bochkarev, V. V. Andreevskij, V. M. Belokonov i dr.; Pod red. A. F. Bochkareva. – M.: Mashinostroenie, 1985. – 360 s.

Блинов З.Н[1], Устюгов В.А.[2]
[1]Магистрант, [2]кандидат физико-математических наук,
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

ТЕРМОМЕТР НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AVR С ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ НА ПК

Аннотация

В статье рассмотрена методика автоматизации сбора данных. Представлены этапы разработки измерительного прибора на основе USB интерфейса, включая реализацию программного обеспечения для компьютера. Описанное измерительное устройство можно применять для проведения физических исследований.

Ключевые слова: автоматизация эксперимента, сопряжение измерительных приборов с ПК, разработка программного интерфейса.

Blinov Z.N.[1], Ustyugov V.A.[2]
[1]Master, [2]PhD in Physics and mathematics, Syktyvkar State University

AVR MICROCONTROLLER BASED THERMOMETER WITH DATA REPORTING TO PC

Abstract

This paper discusses methods for automating data capturing. Designing phases of measurement device based on USB interface including development of computer software are shown. The measurement device is intended to be useful for physical research.

Keywords: automation, metering equipment, microcontrollers.

Техническое оснащение современных лабораторий, объектов промышленности и сельского хозяйства позволяют автоматизировать многие технологические процессы. Важную роль в автоматизации играет сбор данных о состоянии объектов регулирования, получаемых от различных датчиков, измерительных приборов и т.д. Целью настоящей работы является создание измерительного устройства (термометра), сопряженного с компьютером.

Роль центрального процессорного устройства в описываемом приборе выполняет восьмибитный микроконтроллер AT90USB162 [2], имеющий аппаратный интерфейс USB, а также 16 килобайт Flash-памяти. Для регистрации температуры среды используется цифровой термометр фирмы Maxim DS18B20 [1], осуществляющим преобразование сигнала, пропорционального температуре в цифровой код, благодаря чему не требуется применение дополнительных аналого-цифровых преобразователей. Измерительный прибор оснащен жидкокристаллический дисплеем, необходимым для контроля правильности передачи данных на персональный компьютер, а также обеспечения автономности устройства. Принципиальная схема USB-термометра представлена на Рис. 1.

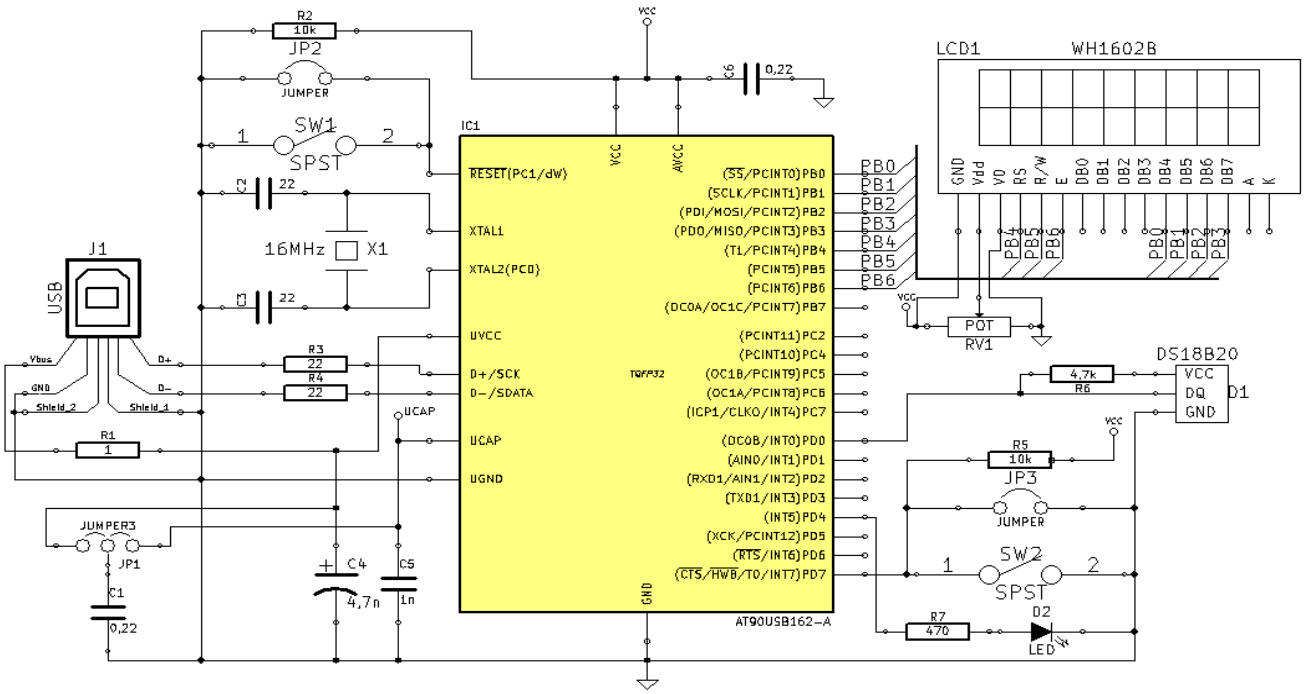


Рис. 1 – Принципиальная схема USB термометра

Измерительный прибор при подключении к персональному компьютеру определяется как устройство класса USB HID. Чтобы обеспечить требуемые для USB электрические характеристики, выводы интерфейса USB (D+ и D-) должны получать питание в диапазоне от 3,0В до 3,6В. При этом микроконтроллер AT90USB162 может питаться от напряжения до 5,5В благодаря наличию встроенного внутреннего регулятора напряжения на 3,3В. Резисторы, включаемые последовательно в цепи сигналов D+ и D-, должны иметь номинал 22 Ом. Проводники на печатной плате от разъема USB до ножек USB микроконтроллера должны быть максимально короткими, и подчиняться правилам разводки дифференциальных сигналов. Для правильной работы внешний фильтрующий конденсатор U_{cap} должен иметь емкость 1 мкФ.

Программное обеспечение термометра

Реализация передачи данных между USB-термометром и персональным компьютером с точки зрения программной части представлена на Рис. 2.

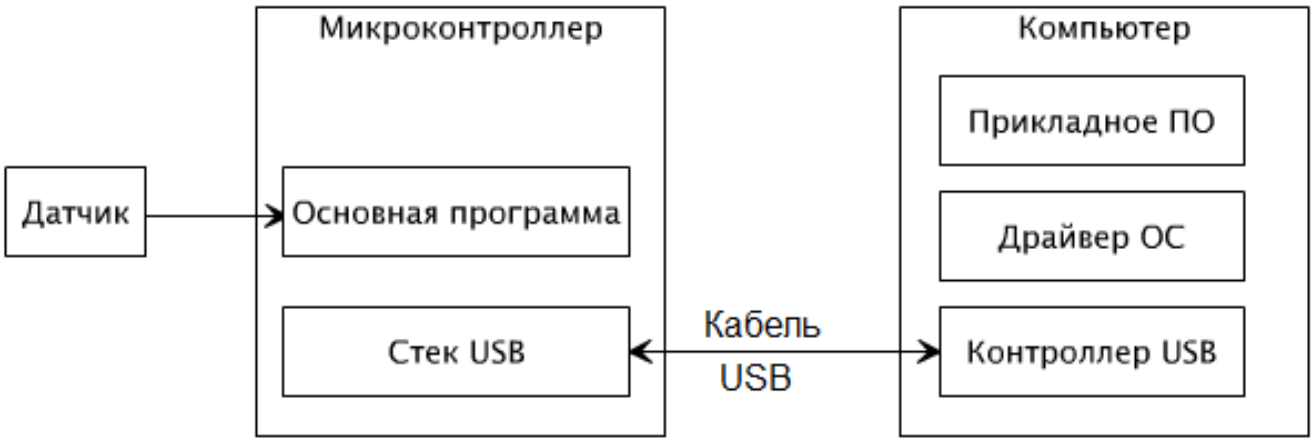


Рис. 2 – Блок-схема реализации USB устройства

В микроконтроллер записано программное обеспечение, в котором реализованы основная программа и стек USB. Алгоритм работы управляющей программы микроконтроллера включает следующие этапы:

1. Подключение библиотек для работы с температурным датчиком, дисплеем аппаратным модулем USB.
2. Конфигурация параметров USB интерфейса.
3. Инициализация жидкокристаллического дисплея и вывод названия устройства.
4. Инициализация температурного датчика.
5. Инициализация устройства класса USB HID и конфигурация USB стека.
6. Считывание с цифрового термометра двух байт, содержащих значение температуры и формирование пакета данных для передачи.
7. Формирование репортов передачи и приема данных. Пересылка репортов между персональным компьютером и термометром.

Стек USB реализован с использованием свободного набора библиотек LUFA.

Программное обеспечение компьютера

Программное обеспечение ПК разработано на основе кроссплатформенной библиотеки HID API с открытым исходным кодом. Проект приложения разработан в IDE QT Creator [3].

Программное обеспечение выполняет две функции: обнаружение термометра на шине USB и вывод результатов измерения. Обнаружение устройства на шине происходит по следующему алгоритму. Любое USB устройство обладает уникальными идентификационными данными: код разработчика VID и код продукта PID. При нажатии кнопки «Подключение» начинается поиск HID устройств и сравнение их идентификационных данных с требуемыми.

При считывании температуры микроконтроллер как ведущее устройство формирует специальные сигналы управления цифровым термометром, а именно с помощью определенной последовательности команд инициализирует датчик, считывает два байта данных и конвертирует измеренную температуру в необходимый для передачи на ПК формат.

Таким образом, вывод результата измерения на монитор персонального компьютера происходит согласно следующему алгоритму:

1. Проверка присутствия устройства на шине USB.
2. Формирование пакетов передачи данных в USB устройстве.
3. Проверка готовности хоста к приему данных.
4. В случае готовности хоста происходит считывание информации и вывод результата измерения на монитор компьютера посредством программного обеспечения взаимодействия с USB термометром.

Литература

1. Чернов, Г. Датчик DS18B20. – Днепропетровск. – 2009. – 32 с.
2. Atmel Corporation, AT90USB82/162 Complete. – San Jose. – 2010. – 307 с.
3. Бланшет, Ж., Саммерфилд, М. Qt 4: программирование GUI на C++. – М.: Издательский дом «КУДИЦ-Пресс», 2008. – 718 с.

References

1. Chernov, G. Datchik DS18B20. – Dnepropetrovsk. – 2009. – 32 s.
2. Atmel Corporation, AT90USB82/162 Complete. – San Jose. – 2010. – 307 c.
3. Blanshet, Zh., Sammerfild, M. Qt 4: programmirovanie GUI na C++. – M.: Izdatel'skij dom «KUDIC-Press», 2008. – 718 s.

Большеротов Л.А.
Инженер, ООО «Барк-91», Москва

БИЗНЕС ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
ЧАСТЬ 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К БИЗНЕС ПЛАНИРОВАНИЮ

Аннотация

Статья посвящена программе разработки перспективных экологически чистых источников энергии модульного типа заводского изготовления мощностью от 2 до 200 кВт.

Ключевые слова: бизнес планирование, экологичная энергетика.

Bolsherotov L.A.
Engineer, JSC Bark-91, Moscow

BUSINESS PLANNING OF ECOLOGICAL POWER STATIONS
Part 2. Methodical approaches to business to planning

Abstract

Article is devoted to the program of development of perspective environmentally friendly power sources of modular type of factory production with power from 2 to 200 kW.

Keywords: business planning, eco-friendly power.

В процессе управления предприятием, бизнесом важное место занимает бизнес-планирование. Знание подходов и методов составления бизнес-планов необходимо для менеджеров, маркетологов, специалистов антикризисной команды в процедурах финансового оздоровления, внешнего управления и, в целом, для планирования мероприятий по повышению конкурентоспособности предприятия. Важной задачей разработки бизнес-планов является привлечение и обоснование инвестиций, в том числе, и зарубежных, необходимых для осуществления проектов технического перевооружения, реконструкции предприятий, производства новой продукции.

Итак, все предприятия (фирмы, компании) нуждаются в бизнес-плане. Тем не менее, для многих, особенно в нашей стране, необходимость разработки бизнес-плана не является неоспоримой истиной.

При подготовке статьи широко использовались наиболее интересные публикации казахстанских, российских и зарубежных авторов по вопросам предпринимательской деятельности.

Развитие делового проекта от первоначальной идеи до ее реализации может быть представлено в форме цикла, включающего три отдельные фазы: прединвестиционную, инвестиционную и оперативную (см. рисунок 1.7).

Рис. 1.7 – Фазы развития делового проекта (продолжение на стр. 22)

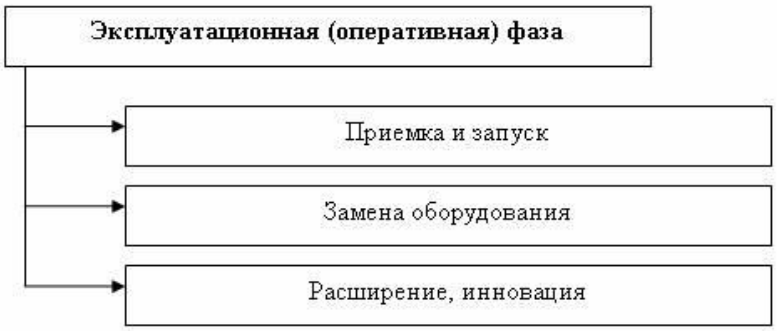


Рис. 1.7 – Фазы развития делового проекта (окончание)

На этапе прединвестиционной фазы проводятся все необходимые исследования и научно-технические разработки, предшествующие принятию инвестиционного решения. На этой фазе выполняется большой объем работ, связанных с разработкой концепции и ее структуризацией, осуществляется предпроектный анализ. Далее возникает необходимость в итоговом, максимально компактном документе, позволяющем предпринимателю не только принять обоснованное решение, но и указать, что и когда нужно сделать, чтобы оправдались ожидания относительно эффективности бизнес-проекта. В этих целях составляется бизнес-план, являющийся главным документом для кредиторов и основным инструментом для предпринимателя. От правильности составления этого документа зависит, получит ли проект одобрение, а также его жизнеспособность. Составление бизнес-плана заставляет вновь вернуться к вопросам: так ли уж хороша идея? на кого рассчитан новый продукт (услуга)? найдет ли этот продукт (услуга) своего покупателя? с кем придется конкурировать?

Для среднесрочных и долгосрочных проектов разработка бизнес-плана является центральной стадией в деловом планировании. Главное содержание этой стадии - разработка основных компонентов бизнес-проекта и подготовка к его реализации.

Основное содержание этого этапа включает следующие моменты:

1. Развитие концепции и дальнейшая разработка основного содержания бизнес-проекта (ресурсы ограничения - результат).
2. Установление деловых контактов и углубление изучения целей, которые преследуют участники.
3. Структурное планирование (определение рисков и бюджета, составление календарных планов).
4. Организация и проведение торгов, заключение контрактов с основными исполнителями.
5. Получение одобрения на продолжение работ .

Для локальных, чаще всего инновационных бизнес-проектов, не требующих значительных затрат и весьма непродолжительных по срокам реализации, - это начальный этап делового планирования. В нем совмещаются все этапы и работы, выполняемые в прединвестиционной фазе делового планирования.

Бизнес-план должен быть представлен в форме, позволяющей заинтересованному лицу получить четкое представление о существе дела, степени своего участия в нем.

Объем и степень конкретизации разделов бизнес-плана определяются спецификой и областью деятельности.

Бизнес-план должен быть написан просто и ясно, иметь четкую структуру. Особое внимание следует уделить резюме. Этот раздел может быть написан только после завершения работы над документом, но помещается он обычно в его начале. Резюме - это часть бизнес-плана, с которой знакомятся в первую очередь, и которая в определенном смысле представляет собой «визитную карточку» дела.

Как часто должен составляться бизнес-план? Бизнес-план предприятия составляется, как правило, на несколько лет вперед и пересматривается по мере необходимости, но не реже одного раза в год. Возможно, первоначальный план придется пересматривать основательно. По мере накопления опыта облегчается не только процесс собственно планирования, но и корректировка плана. Параллельно могут разрабатываться локальные бизнес-планы внутри родительской организации.

Важность планирования не следует недооценивать. Критический взгляд на свое предприятие поможет выявить его слабые и сильные стороны, точно определить, что потребуется, не упустить чего-либо из вида, оценить открывающиеся перспективы и приступить к выработке плана конкретных действий, направленных на достижение поставленной цели, заранее предвидеть возможные трудности, не дать им перерасти в серьезную проблему, выявить причины затруднений, а значит, найти пути их устранения.

*Специфика планирования бизнеса в странах СНГ***.** Многое бизнесмены, проштудировавшие не одну зарубежную книгу по разработке бизнес-планов и смело следовавшие изложенным в них советам и рекомендациям, столкнулись с не указанными в них, да и не известными на Западе трудностями. В отличие от западных стран, деловое планирование в постсоветских странах имеет ряд особенностей. Это объясняется тем, что специальная литература, в которой рассматриваются различные методические вопросы разработки бизнес-проектов, бизнес-планов и бизнес-справок, в основном, переводная. В ней подробно излагаются вопросы бизнес-планирования, применительно к фирмам, работающим по законам развитой рыночной экономики. Отечественные предприятия имеют пока небольшой опыт разработки вопросов бизнес-планирования, и рыночные отношения еще весьма далеки от желаемого уровня. Экономическая и социальная ситуация, в которой работают российские, казахстанские, украинские и др. предприятия стран СНГ, зачастую не позволяет им осуществлять прямое использование зарубежных методических разработок при составлении бизнес-планов. Необходима их адаптация к реальным хозяйственным, социальным, правовым и другим условиям этих стран.

Возникает вопрос о преемственности применяемой ранее системы долгосрочного (стратегического), среднесрочного и текущего планирования, методологии технико-экономических обоснований и техпромфинпланов, с одной стороны, и методологии делового планирования - с другой. Представляется, что такая преемственность не только возможна, но и крайне необходима. Механизм делового планирования, как и прежде, включает теорию, методологию и практику, охватывающих все ранее названные особенности экономического климата. Изменились ориентиры, методы и инструменты в их развитии. Деловое планирование призвано объединить все этапы реализации предпринимательского проекта от идеи до воплощения ее в жизнь. Деловое планирование включает: выбор возможных проектов реализации идей; выявление наиболее реального проекта и оценку его осуществимости на основе технико-экономического обоснования; разработку детализированного бизнес-плана; обеспечение внедрения бизнес-плана, оценку фактической эффективности внедрения; корректировку плана с целью повышения эффективности функционирования (постоянное перепланирование).

Поскольку бизнес-план становится главным документом внутрифирменного планирования на действующем предприятии, снова возникает вопрос: в какой мере при его разработке следует использовать накопленный опыт составления техпромфинпланов? В условиях переходного периода бизнес-план предприятия должен быть: планом изучения рынка и конкурентов, рисковой производственной, хозяйственной и финансовой деятельности и продаж; своеобразной трансформацией годового техпромфинплана; обеспечивать его адаптацию к новым условиям. Такой подход предполагает возможность и необходимость разработки локальных бизнес-планов по отдельным проектам, продуктам (товарам) и услугам.

Специфика планирования бизнеса в США. Следует помнить, что при использовании рекомендаций в наших условиях необходимы коррекция и замена отдельных американских реалий местными. Наиболее реальными представляются следующие моменты.

Во-первых, для американца предпринимательская деятельность ассоциируется с такими понятиями, как свобода, независимость, самореализация и, если угодно, честь, что проявляется в отношении к предпринимателям. В США предпринимательство является, прежде всего, образом жизни и только затем способом зарабатывать деньги. Для предпринимателя начало собственного дела означает снижение уровня жизни на первом этапе его деятельности, по сравнению с уровнем при продолжении работы в чужой фирме. Как следствие, многие предприниматели предпочитают американский термин «бизнес» русскому понятию «дело».

Американский руководитель подвержен столь сильному давлению конкуренции и рыночных механизмов, что фактически находится у них под контролем. Его деятельность определяется тем, насколько верно он способен оценить влияние этих факторов на его предприятие, и лишь в небольшой степени зависит от личных стремлений и симпатий. Соответственно, там используют термин «менеджмент» вместо русского слова «руководство».

В США и в СНГ различно отношение к бухгалтерскому учету. В постсоветских странах - это, прежде всего, средство удовлетворить любопытство контролирующей инстанции, в США - инструмент для лучшего понимания своего бизнеса и поиска путей увеличения его доходности. При этом, основным вопросом, волнующим заокеанского предпринимателя, является живучесть бизнеса.

Она определяется, прежде всего, соотношением между стоимостью активов и суммарными обязательствами, т. е. балансом, что коренным образом отличается от привычного нам баланса как соотношения между расходами и доходами.

Второй по важности проблемой американского предпринимателя является гарантия того, что в кассе всегда будут наличные средства. При этом, имеется в виду не разграничение средств на наличные и безналичные деньги, которого в США нет, а различие между тем, что вам заплатили, и тем, что еще вам должны заплатить.

Третьим вопросом является возврат капитала. Если деньги вложены в свое дело, то американец не испытывает морального удовлетворения без уверенности, что они приносят больший доход, чем если бы они были помещены в банк, потрачены на акции или направлены в рост каким-либо другим общедоступным способом. Поэтому скрупулезно подсчитывается возврат капиталовложений, причем, вернувшимися считаются те средства, которые приходится немедленно реинвестировать в дело.

Американский начинающий предприниматель находится в уникальных условиях в том смысле, что ему оказывается всемерная поддержка со стороны государства - это, в первую очередь, информационное обслуживание и консультации. В Казахстане и др. странах СНГ необходимо компенсировать отсутствие государственных услуг собственной активностью. Кроме того, нужно помнить, что иностранные организации, готовые давать консультации и даже оказывать материальную поддержку, начинают постепенно проникать и в наши страны.

Таким образом, для успешной деятельности предприятий в современных условиях необходимым условиям является разработка бизнес-плана, документа внутрифирменного планирования, излагающего все основные аспекты планирования производственной и коммерческой деятельности предприятия, анализирующего проблемы, с которыми оно может столкнуться, а также определяющего способы решения финансово-хозяйственных задач. Правильно составленный бизнес-план, в конечном счете, отвечает на вопрос, стоит ли вообще вкладывать деньги в это дело, и принесет ли оно прибыль?

Разработчикам бизнес-планов на предприятиях следует иметь в виду, что не существует общепринятой, единой для всех, регламентированной его формы и структуры. В то же время, при значительных внешних различиях бизнес-планов методы их разработки практически совпадают. Это позволяет для решения проблем методического обеспечения разработки бизнес-плана пользоваться наиболее типичными методами его составления.

Очень важно составить бизнес-план в соответствии с определенными требованиями и выполнить специальные расчеты – это поможет предвидеть будущие проблемы и понять, преодолимы ли они, и как их преодолеть.

Бизнес-план представляет собой всестороннее описание бизнеса и среды, в которой он действует, а также системы управления, в которой он нуждается для достижения поставленных целей.

Литература

1. Трошин А.Н. Финансы и кредит учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности "Экономика и упр. на предприятии (по отраслям)" / А. Н. Трошин, В. И. Фомкина ; Федеральное агентство по образованию, Московский авиационный ин-т (гос. технический ун-т). Москва, 2006.

2. Трошин А.Н., Чемерисова А.В., Чижик А.С. Применение стоимостного подхода для обоснования критерия развития промышленного предприятия // Труды МАИ. 2011. № 49. С. 76.

3. Формализация задачи оптимизации стоимости корпоративных структур с учетом фактора региональной надежности /Трошин А.Н., Бурдина А.А. Труды МАИ. 2011. № 49. С. 74.

4. Стратегические перспективы деятельности российских предприятий авиационно-промышленного комплекса / Трошин А.Н., Шнит А.В. Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2012. № 2 (23). С. 264-269.

5. Большеротов Л.А. Стратегии управления: учебное пособие -Рязань.: ООО КАРГО-МАСТЕР, 2014 -116с.

6. Большеротов Л.А. Системный анализ в управлении проектами: учебное пособие -Рязань.: ООО КАРГО-МАСТЕР, 2014 -101с.

7. Большеротов Л.А. Повышение публикационной активности -условие высокого рейтинга университета/Л.А. Большеротов//Международный студенческий научный журнал: -2014, №3; URL: http://www.eduherald.ru/120-11869 (дата обращения: 06.10.2014).

8. Экологичные строительные материалы для ремонта, реконструкции и модернизации недвижимости Часть 4 «Товароведение, экспертиза, стандартизация продукции отрасли» (Учебное пособие) / Большеротова Л.В., Большеротов Л.А., Колчигин М.А. -М.: ФГБОУ ВПО МГУП, -М.: 2014. -240с.

9. Экологичные строительные материалы для ремонта, реконструкции и модернизации недвижимости Часть 2 «Технология и организация производства строительных материалов и изделий» (Учебное пособие)./Большеротова Л.В., Большеротов Л.А., Колчигин М.А. -М.: ФГБОУ ВПО МГУП, -М.: 2014. -318с

10. Экологичные строительные материалы для ремонта, реконструкции и модернизации недвижимости Часть 3 «Контроль качества отраслевой продукции» (Учебное пособие) /Большеротова Л.В., Большеротов Л.А., Колчигин М.А., Харькова И.Е. -М.: ФГБОУ ВПО МГУП, -М.: 2014. -254с.

11. Большеротов, А.Л. Водопользование и экология. Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: международная научно-практическая конференция, Ч 1./Большеротова Л.В., Большеротов А.Л. /-М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2009.. С.396-402

12. Экология. Теоретические аспекты учёта взаимодействия элемента окружающей среды и системы в целом: Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства: международная научно-практическая конференция. Ч. 1 «Комплексное обустройство ландшафта»/Л.В. Большеротова, А.Л. Большеротов -М.: ФГБОУ ВПО МГУП, 2010. С.68-71

13. Большеротов, А.Л. Комплексная экологическая безопасность строительства. Строительные материалы. Учебное пособие к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине «Технология и организация производства строительных материалов и изделий» для студентов специальности “Менеджмент организации” -080507 специализаций “Управление бизнесом в сфере строительных материалов“ -080507.57/Л.В. Большеротова, А.Л. Большеротов -М. БАРК-91, 2013. 34с.

14. Большеротов, А.Л. Комплексная экологическая безопасность строительства. Строительные материалы. Учебное пособие к самостоятельной работе под контролем преподавателя по дисциплине «Технология и организация производства строительных материалов и изделий» для студентов специальности “Менеджмент организации” -080507 специализаций “Управление бизнесом в сфере строительных материалов“ -080507.57/Л.В. Большеротова, А.Л. Большеротов -М. БАРК-91, 2013. 99с.

15. Большеротова, Л.В. Экологичные строительные материалы для ремонта, реконструкции и модернизации недвижимости Часть1 «Основы материаловедения»: Учебное пособие./Л.В. Большеротова, А.Л. Большеротов М.: ФГБОУ ВПО МГУП, 2013. -279с

References

1. Troshin A.N. Finance and credit of studies. a grant for the students who are trained in "Economy and an ex. at the enterprise (on branches)" / A. N. Troshin, V. I. Fomkina; Federal agency by training, Moscow aviation in-t (the state. technical un-t). Moscow, 2006.

2. Troshin A.N., Chemerisova A.V., Siskin of Ampere-second. Application of cost approach for justification of criterion of development of the industrial enterprise //Works MAI. 2011. No. 49. Page 76.

3. Formalization of the problem of optimization of cost of corporate structures taking into account the factor of regional reliability / Troshin of A.N., Burdin A.A. Works MAI. 2011. No. 49. Page 74.

4. Strategic prospects of activity of the russian enterprises of the a.n aviation and industrial complex / Troshin., A.V's Shnit. The bulletin of Rybinsk state aviation technological academy of P. A. Solovyov. 2012. No. 2 (23). Page 264-269.

5. Bolsherotov L.A. Strategy of management: the manual - Ryazan.: JSC KARGO-MASTER, 2014 - 116s.

6. Bolsherotov L.A. The system analysis in management of projects: the manual - Ryazan.: JSC KARGO-MASTER, 2014 - 101s.

7. Bolsherotov L.A. Increase of printing activity - a condition of a high rating of university/L.A. Bolsherotov//International student's scientific magazine:-2014, No. 3; URL: http://www .eduherald.ru/120-11869 (date of the address: 06.10.2014).

8. Eco-friendly construction materials for repair, reconstruction and modernization of real estate Part 4 "Merchandizing, examination, standardization of production of branch" (Manual) /Bolsherotova L.V., Bolsherotov L.A., Kolchigin M. A. - M.: FGBOU VPO MGUP, - M.: 2014. - 240s.

9. Eco-friendly construction materials for repair, reconstruction and modernization of real estate Part 2 "Technology and the organization of production of construction materials and products" (Manual). / Bolsherotova L.V., Bolsherotov L.A., Kolchigin M. A. - M.: FGBOU VPO MGUP, - M.: 2014. - 318s

10. Eco-friendly construction materials for repair, reconstruction and modernization of real estate Part 3 "Quality control of branch production" (Manual)/Bolsherotov L.V., Bolsherotov L.A., Kolchigin M. A., Kharkov I.E. - M.: FGBOU VPO MGUP, - M.: 2014. - 254s.

11. Bolsherotov, A.L. Water use and ecology. A melioration role in ensuring food and ecological security of Russia: international scientific and practical conference, H 1./Bolsherotova L.V., Bolsherotov A.L. / - M.: FGOU VPO MGUP, 2009. S.396-402

12. Ecology. Theoretical aspects of the accounting of interaction of an element of environment and system in general: Social and economic and environmental problems of a rural and water management: international scientific and practical conference. P.1 "Complex arrangement of a landscape" / L.V. Bolsherotova, A.L. Bolsherotov - M.: FGBOU VPO MGUP, 2010. Page 68-71

13. Bolsherotov, A.L. Complex ecological safety of construction. Construction materials. The MANUAL to practical (seminar) training on discipline "Technology and the organization of production of construction materials and products" for students of the specialty "Management of the Organization" of-080507 specializations "A business management in the sphere of construction materials" - 080507.57/L.V. Bolsherotova, A.L. Bolsherotov - M. BARK-91, 2013. 34s.

14. Bolsherotov, A.L. Complex ecological safety of construction. Construction materials. The MANUAL to independent work under control of the teacher of discipline "Technology and the organization of production of construction materials and products" for students of the specialty "Management of the Organization" of-080507 specializations "A business management in the sphere of construction materials" - 080507.57/L.V. Bolsherotova, A.L. Bolsherotov - M. BARK-91, 2013. 99s.

15. Bolsherotova, L.V. Eco-friendly construction materials for repair, reconstruction and modernization of real estate Chast1 "Fundamentals of materials science": Educational posobiye./L.V. Bolsherotova, A.L. Bolsherotov M.: FGBOU VPO MGUP, 2013. - 279s

Волков В.С.

Доцент, кандидат технических наук, Пензенский государственный университет

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ДАТЧИКОВОЙ АППАРАТУРЫ

Аннотация

В статье описано использование программы схемотехнического моделирования для автоматизации разработки диагностических моделей интеллектуальных полупроводниковых датчиков и их узлов.

Ключевые слова: схемотехническое моделирование, ориентированный граф, диагностическая модель, интеллектуальный датчик.

Volkov V.S.

Associate professor, PhD in technical sciences, Penza State University

THE METHODS OF DIAGNOSTIC MODELS DEVELOPMENT FOR SENSOR'S ELECTRONIC EQUIPMENT

Abstract

The article describes using circuit simulation program for developing the diagnosis models of smart sensors and its units.

Keywords: circuit simulation, oriented graph, diagnosis model, smart sensor.

Датчики давления, эксплуатирующиеся в настоящее время, должны иметь высокие метрологические и эксплуатационные характеристики, что требует применения при изготовлении чувствительных элементов датчиков новых материалов и современных конструктивно-технологических методов [1–4]. Вместе с тем наблюдается усложнение структуры датчиков, связанное с увеличением их функциональности [4, 5].

Одним из наиболее перспективных направлений развития средств измерения является применение интеллектуальных датчиков (ИД). Основной функциональной особенностью интеллектуального датчика является возможность обработки измерительного сигнала непосредственно в зоне измерения, например, температурная компенсация выходного сигнала датчика дасления, линеаризация функции преобразования и т.д. [6]. Для этого в одном корпусе с первичным преобразователем (чувствительным элементом датчика) размещается схема обработки измерительного сигнала, состоящая в общем случае из аналоговых и цифровых устройств. Усложнение функциональности таких датчиков при одновременной миниатюризации делает актуальной задачу поддержания их работоспособности, для чего необходимо разрабатывать диагностическое обеспечение [6, 7].

Разработки диагностического обеспечения электронных узлов датчиковой апппаратуры требует трудоемкой разработки диагностических моделей, которая может быть автоматизирована применением математического аппарата теории множеств и теории графов [6 - 8].

Диагностическая модель функционально завершенного узла ИД может быть задана бинарными отношениями на множествах параметров сигналов в виде двудольного ориентированного графа

$$G = \left(E, U^z, \phi\right), \quad (1)$$

где $E = \{e_j\}$ - множество видов технического состояния; $j = \overline{0, n}$, $U = \{u_i\}$ - множество элементарных проверок; $i = \overline{1, m}$, U^z - множество результатов проверок. Множество E содержит отказы E^0 и работоспособное состояние e_0 [6, 7].

Ориентированный граф (орграф) (1) удовлетворяет условиям, которые формально записываются в следующем виде:

$$\begin{gathered}\phi^{-1}(u^0)\cup\phi^{-1}(u^1)=E\\ \phi^{-1}(u^0)\cap\phi^{-1}(u^1)=\varnothing;\\ \phi(e_i)\neq\phi(e_j)\end{gathered}\qquad(2)$$

где $\phi^{-1}(u^0)$, $\phi^{-1}(u^1)$ – полные прообразы, а $\varphi(e_i)$, $\phi(e_j)$ – образы соответствующих вершин; $\varnothing$ – символ пустого множества; $i=\overline{0,\left|E^0\right|-1}$; $j=\overline{i+1,\left|E^0\right|}$.

Множества $\varphi_0(e_j)$, составляющие образы отказов, различающихся с работоспособным состоянием, не пустые, то есть выполняется неравенство

$$\left|\phi_0\left(e_j\right)\right|>0\qquad(3)$$

где $\phi_0{:}E^0\to U^0$.

Алгоритм разработки диагностического обеспечения электронного узла ИД представлен на рисунке 1 [6, 7].

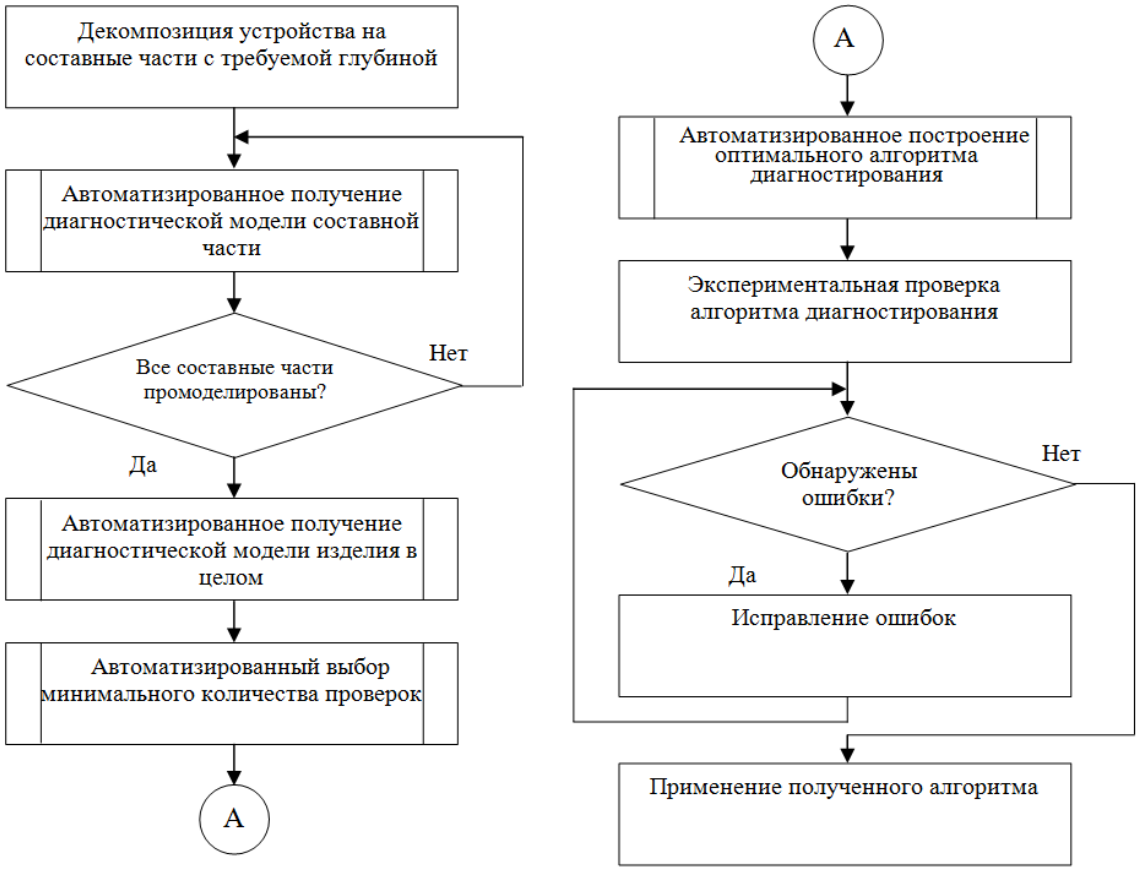


Рис. 1 – Алгоритм разработки диагностического обеспечения электронного узла ИД

Наиболее трудоемким и сложным этапом при построении диагностической модели является построение моделей составных частей объекта диагностирования, так как аналоговые электронные устройства описываются в общем случае системой интегродифференциальных уравнений [6, 7]. Решение такой системы с учетом входных и выходных сигналов позволяет определить зависимости выходных параметров объекта диагностирования от входных, при этом решение такой системы численными методами имеет большую вычислительную сложность и трудоемкость, а при большой размерности системы делает нахождение зависимости выходных параметров от входных практически невозможным [7].

Сложность электронных узлов современной датчиковой аппаратуры диктует необходимость использования для построения моделей составных частей узлов математического моделирования с применением специализированных программ схемотехнического моделирования. Для моделирования составных частей была использована программа Micro-Cap, которая позволяет сохранять результаты моделирования в виде текстовых файлов, удобных для последующей автоматизированной обработки [7]. Программа Micro-Cap также позволяет моделировать одиночные и кратные функциональные и параметрические отказы.

Схема алгоритма моделирования составных частей объекта диагностирования в виде электронного узла представлена на рисунке 2.

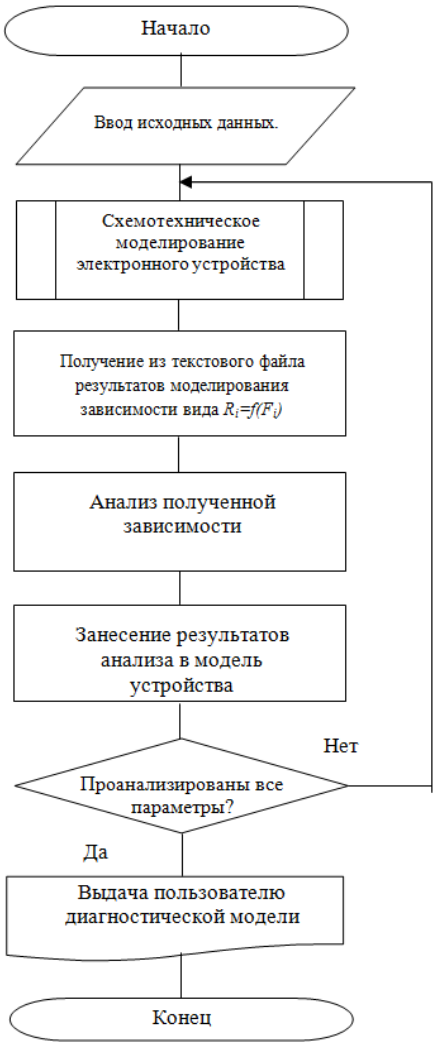


Рис. 2 – Методика автоматизированной разработки диагностической модели составной части электронного узла (R_i –реакция, F_i – воздействие (значение входного сигнала устройства)

Таким образом, применение программ схемотехнического моделирования позволяет получать диагностические модели ИД и отдельных электронных узлов в его составе, а также моделировать одиночные отказы, что позволит при обработке выходного сигнала получать кроме информации об измеряемой физической величине информацию о техническом состоянии изделия.

Литература

1 Мокров Е.А. Баринов И.Н. Разработка высокотемпературных полупроводниковых датчиков давления // Приборы.−2008.− №11.− С. 8-13.

2 Баринов И.Н. Высокотемпературные тензорезистивные датчики давлений на основе карбида кремния. Состояние разработок и тенденции развития // Компоненты и технологии.−2010.−№8.−С. 64-71.

3 Баринов И.Н., Цыпин Б.В. Состояние разработок и тенденции развития высокотемпературных тензорезистивных датчиков давлений на основе карбида кремния // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.−2010.−№11.−С. 50-60.

4 Баринов И.Н., Волков В.С., Кучумов Е.В. Струнный автогенераторный измерительный преобразователь на основе пьезоструктуры // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль., №2. 2014. С.58-65.

5 Волков В.С., Баринов И.Н. Полупроводниковые датчики давления на основе резонансного преобразователя // Приборы.–2012.–№7.–С. 9-13.

6 Волков В.С., Баринов И.Н. Автоматизация разработки диагностического обеспечения интеллектуальных полупроводниковых датчиков давления // Приборы.- 2009. - № 12. - с. 20 – 26.

7 Волков В.С., Фандеев В.П., Баринов И.Н. Использование информационных технологий для разработки диагностического обеспечения электронных устройств // Технологии приборостроения. - 2006. - № 4. – с. 21 – 23.

8 Волков В.С., Баринов И.Н. Использование системы Simulink при имитационном моделировании высокотемпературных полупроводниковых датчиков давления // Приборы.- 2011. - . № 7. - с. 50 – 55.

References

1 Mokrov E.A. Barinov I.N. Razrabotka vysokotemperaturnyh poluprovodnikovyh datchikov davlenija // Pribory.−2008.−№11.− S. 8-13.

2 Barinov I.N. Vysokotemperaturnye tenzorezistivnye datchiki davlenij na osnove karbida kremnija. Sostojanie razrabotok i tendencii razvitija // Komponenty i tehnologii.−2010.−№8.−S. 64-71.

3 Barinov I.N., Cypin B.V. Sostojanie razrabotok i tendencii razvitija vysokotemperaturnyh tenzorezistivnyh datchikov davlenij na osnove karbida kremnija // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika.−2010.− №11.−S. 50-60.

4 Barinov I.N., Volkov V.S., Kuchumov E.V. Strunnyj avtogeneratornyj izmeritel'nyj preobrazovatel' na osnove p'ezostruktury // Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'., №2. 2014. S.58-65.

5 Volkov V.S., Barinov I.N. Poluprovodnikovye datchiki davlenija na osnove rezonansnogo preobrazovatelja // Pribory.–2012.–№7.–S. 9-13.

6 Volkov V.S., Barinov I.N. Avtomatizacija razrabotki diagnosticheskogo obespechenija intellektual'nyh poluprovodnikovyh datchikov davlenija // Pribory.- 2009. - № 12. - s. 20 – 26.

7 Volkov V.S., Fandeev V.P., Barinov I.N. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij dlja razrabotki diagnosticheskogo obespechenija jelektronnyh ustrojstv // Tehnologii priborostroenija. - 2006. - № 4. – s. 21 – 23.

8 Volkov V.S., Barinov I.N. Ispol'zovanie sistemy Simulink pri imitacionnom modelirovanii vysokotemperaturnyh poluprovodnikovyh datchikov davlenija // Pribory.- 2011. - . № 7. - s. 50 – 55.

Волков В.С.[1]

Доцент, кандидат технических наук,

Пензенский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА С ТЕНЗОРЕЗИСТОРАМИ ИЗ ВЫСОКООМНОГО КРЕМНИЯ

Аннотация

Показаны причины возникновения временной нестабильности в чувствительных элементах датчиков давлений и предложены методы по ее уменьшению. Проанализированы результаты моделирования чувствительного элемента на основе КДК-структуры со схемой температурной компенсации на основе высокоомного терморезистор.

Ключевые слова: высокотемпературный датчик давления, дефекты полупроводника, КДК-структура, высокоомный кремний.

Volkov V.S.

Associate professor, PhD in technical sciences, Penza State University

CHARACTERISTICS ANALYSIS OF SEMICONDUCTOR SENSOR WITH HIGH-RESISTANCE SILICON STRAIN GAGES

Abstract

The causes of pressure sensor elements long-term unstability are showed. The results of simulation the SOI-sensor including temperature compensation circuit based on a high resistance thermistor are analyzed.

Keywords: high temperature pressure sensor, semiconductor defects, SOI-structure, high-resistance silicon.

Эксплуатация современных датчиков давлений в особо жестких условиях постоянно повышает требования к точностным и эксплуатационным характеристикам высокотемпературных полупроводниковых датчиков давлений (ПДД) [1 - 4].

Наибольшую сложность представляет компенсация нестабильности метрологических характеристик, вызванной прогрессирующими погрешностями – медленно изменяющимися во времени по случайному закону погрешностями (дрейфом) [5 - 7]. В чувствительных элементах (ЧЭ) ПДД основным источником дрейфовых погрешностей являются легированные участки кремния в виде различных слоев (тензорезисторы, терморезисторы и др.), полученные диффузией и ионным легированием. Внутренняя структура легированных участков содержит значительное количество дефектов, наличие которых вызывает деградацию характеристик кремния, а значит и ЧЭ в целом, вследствие процессов, вызванных объемной диффузией, особенно при эксплуатации в широком диапазоне температур [5–7].

Еще одной причиной долговременных дрейфовых погрешностей ЧЭ ПДД является наличие *p - n* перехода между резисторами и подложкой (поверхностью ЧЭ), что вызывает возникновение механических напряжений, релаксирующих как во времени, так и при изменении температуры. Кроме того, наличие p-n перехода ограничивает функционирование кремниевого ЧЭ при температуре свыше 120 °С вследствие наступлении при данной температуре теплового пробоя.

Исключить *p - n* переход позволяет конструкция, использующая структуру «кремний-диэлектрик-кремний» (КДК), обладающая существенными преимуществами по сравнению с традиционными конструкциями кремниевых ЧЭ ПДД [5–7].

В такой конструкции мембрана ЧЭ покрыта изолятором (слоем SiO_2), а на поверхности изолятора расположены тензорезисторы меза-типа из монокристаллического кремния, обладающего удельным сопротивлением не менее 20 Ом·см, что соответствует концентрации бора не более 10^{15} $см^{-3}$. Это позволяет значительно уменьшить количество дефектов в кремнии, а значит и долговременную дрейфовую погрешность [5, 6]. Исключение *p-n* позволяет расширить температурный диапазон эксплуатации ПДД до 300°С [5–7].

Тензорезисторы располагаются на поверхности ЧЭ и объединяются в измерительный мост Уитстона. Параметры тензорезисторов следующие: номинальное сопротивление не менее 1 МОм, температурный коэффициент сопротивления (ТКС) тензорезисторов порядка 0,8 %/°С, температурный коэффициент тензочувствительности (ТКЧ) порядка 0,4 %/°С, коэффициент тензочувствительности при нормальной температуре k = 150, деформация, соответствующая максимальному давлению ε = 0,0005 [5–8].

Сопротивления тензорезистора как функция деформации, прямо пропорциональной измеряемому давлению, и температуры представлена выражением [5]:

$$R(P,T) = R_0(1+\alpha_1\Delta T)(1 \pm k_0(1+\gamma\Delta T)\varepsilon) \quad (1)$$

где R_0 – номинальное сопротивление при температуре 25 °С, α_1 - ТКС [1/°С], k_0 - коэффициент при температуре 25 °С, ε - относительная деформация тензорезистора, γ - ТКЧ [1/°С], ΔT – диапазон изменения рабочей температуры ПДД.

Выходной сигнал измерительного моста Уитстона равен (2):

$$U_{вых} = U_п \frac{R_1R_4 - R_2R_3}{(R_1+R_2)\cdot(R_3+R_4)} \quad (2)$$

Выходное напряжение измерительного моста Уитстона исследовалось при помощи моделирования в программе MathCad [9–11].

На рисунке 1 показан выходной сигнал измерительного моста Уитстона при максимальном входном давлении на ПДД в программной среде MathCad при напряжении питания 1 В в диапазоне температур ΔT = 300 °С.

Анализ данных на рисунке 1 показывает, что выходное напряжение при максимальной деформации ЧЭ равно 75 мВ и в диапазоне температур до 300 °С линейно возрастает до 165 мВ, т.е., увеличивается более чем в 2 раза. Такая температурная погрешность обусловлена высокими значением ТКЧ тензорезисторов, что является наиболее существенным недостатком использования нелегированного кремния для изготовления ЧЭ.

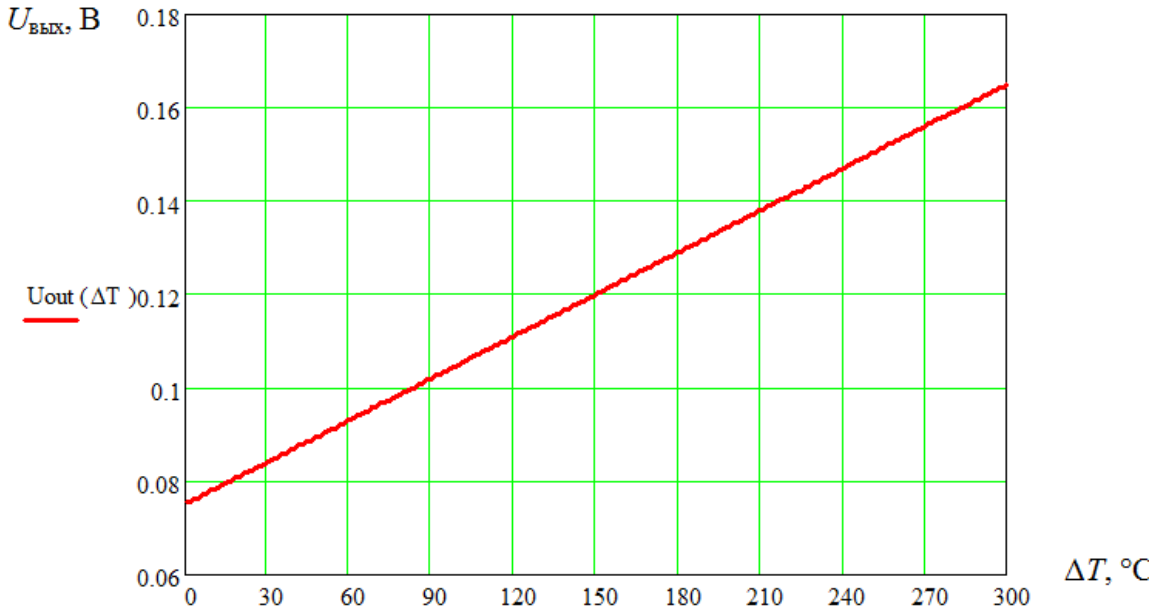


Рис. 1 – Выходной сигнал мостовой схемы при максимальном давлении в заданном диапазоне температур ПДД

Простейшим способом компенсации температурной погрешности тензочувствительности является подключение к выходу моста Уитстона делителя напряжения, состоящего из терморезистора R_t и постоянного подстроечного резистора $R_д$. В этом случае выходное напряжение будет описываться формулой

$$U_{вых1} = U_п \frac{R_1R_4 - R_2R_3}{(R_1+R_2)\cdot(R_3+R_4)} \cdot \frac{R_д}{R_t(\Delta T)+R_д} \quad (3)$$

где $R_t(\Delta T) = R_{t0}(1+\beta\cdot\Delta T)$. Для снижения дрейфовой погрешности ЧЭ терморезистор также должен изготавливаться из нелегированного монокристаллического кремния, тогда его номинал и ТКС будут такие же, как у тензорезисторов.

Значение построечного сопротивления $R_д$ определяется из условия нечувствительности измерительного моста Уитстона к изменению температуры путем дифференцирования выражения (3) по температуре и приравнивания к 0. Тогда $R_д$ будет равен

$$R_д = \frac{R_0(\alpha-\gamma)}{\gamma} \quad (4)$$

Для заданных значений моделируемого измерительного моста Уитстона значение построечного сопротивления $R_д$ равно $3\cdot10^6$ Ом. Выходное напряжение моста при использовании схемы температурной компенсации показано на рисунке 2.

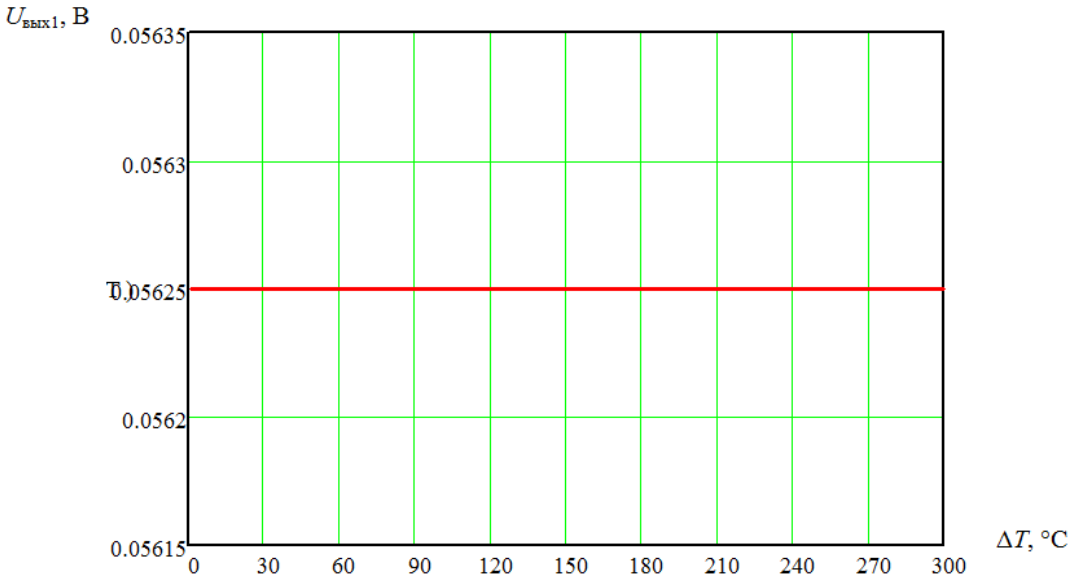


Рис. 2 – Выходное напряжение мостовой схемы после температурной компенсации.

Значение выходного сигнала составляет 56 мВ во всем диапазоне температур Снижение выходного сигнала является единственным недостатком такой схемы температурной компенсации, но в данном случае оно составляет не более 25 %.

Литература

1 Баринов И.Н. Высокотемпературные тензорезистивные датчики давлений на основе карбида кремния. Состояние разработок и тенденции развития // Компоненты и технологии.−2010.−№8.−С. 64-71.

2 Баринов И.Н., Цыпин Б.В. Состояние разработок и тенденции развития высокотемпературных тензорезистивных датчиков давлений на основе карбида кремния // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.−2010.− №11.−С. 50-60.

3 Мокров Е.А. Баринов И.Н. Разработка высокотемпературных полупроводниковых датчиков давления // Приборы.−2008.− №11.− С. 8-13.

4 Волков В.С., Баринов И.Н. Полупроводниковые датчики давления на основе резонансного преобразователя // Приборы.–2012.–№7.–С. 9-13.

5 Баринов И.Н., Волков В.С. Повышение долговременной стабильности высокотемпературных полупроводниковых датчиков давлений // Приборы.- 2010. - № 3. - с. 9 – 16.

6 Баринов И.Н., Волков В.С. Высокотемпературные полупроводниковые датчики давления с повышенной временной стабильностью // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.- 2011. - № 8. – с. 51 – 55.

7 Баринов И.Н., Волков В.С. Обеспечение долговременной стабильности параметров высокотемпературных полупроводниковых тензорезистивных датчиков абсолютного давления // Приборы.- 2012. - № 9. - с. 29 – 35.

8 Баринов И. Н., Волков В. С., Евдокимов С. П., Кудрявцева Д. А. Использование высокоомных кремниевых тензорезисторов для повышения временной стабильности датчиков давления в системах управления и контроля // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. - 2014. - № 1 (7). - с. 65 - 74.

9 Волков В.С., Баринов И.Н. Автоматизация разработки диагностического обеспечения интеллектуальных полупроводниковых датчиков давления // Приборы.- 2009. - № 12. - с. 20 – 26.

10 Волков В.С., Фандеев В.П., Баринов И.Н. Использование информационных технологий для разработки диагностического обеспечения электронных устройств // Технологии приборостроения. - 2006. - № 4. – с. 21 – 23.

11 Волков В.С., Баринов И.Н. Использование системы Simulink при имитационном моделировании высокотемпературных полупроводниковых датчиков давления // Приборы.- 2011. - . № 7. - с. 50 – 55.

References

1 Barinov I.N. Vysokotemperaturnye tenzorezistivnye datchiki davlenij na osnove karbida kremnija. Sostojanie razrabotok i tendencii razvitija // Komponenty i tehnologii.−2010.−№8.−S. 64-71.

2 Barinov I.N., Cypin B.V. Sostojanie razrabotok i tendencii razvitija vysokotemperaturnyh tenzorezistivnyh datchikov davlenij na osnove karbida kremnija // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika.−2010.− №11.−S. 50-60.

3 Mokrov E.A. Barinov I.N. Razrabotka vysokotemperaturnyh poluprovodnikovyh datchikov davlenija // Pribory.−2008.− №11.− S. 8-13.

4 Volkov V.S., Barinov I.N. Poluprovodnikovye datchiki davlenija na osnove rezonansnogo preobrazovatelja // Pribory.–2012.–№7.–S. 9-13.

5 Barinov I.N., Volkov V.S. Povyshenie dolgovremennoj stabil'nosti vysokotemperaturnyh poluprovodnikovyh datchikov davlenij // Pribory.- 2010. - № 3. - s. 9 – 16.

6 Barinov I.N., Volkov V.S. Vysokotemperaturnye poluprovodnikovye datchiki davlenija s povyshennoj vremennoj stabil'nost'ju // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika.- 2011. - № 8. – s. 51 – 55.

7 Barinov I.N., Volkov V.S. Obespechenie dolgovremennoj stabil'nosti parametrov vysokotemperaturnyh poluprovodnikovyh tenzorezistivnyh datchikov absoljutnogo davlenija // Pribory.- 2012. - № 9. - s. 29 – 35.

8 Barinov I. N., Volkov V. S., Evdokimov S. P., Kudrjavceva D. A. Ispol'zovanie vysokoomnyh kremnievyh tenzorezistorov dlja povyshenija vremennoj stabil'nosti datchikov davlenija v sistemah upravlenija i kontrolja // Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'. - 2014. - № 1 (7). - s. 65 - 74.

9 Volkov V.S., Barinov I.N. Avtomatizacija razrabotki diagnosticheskogo obespechenija intellektual'nyh poluprovodnikovyh datchikov davlenija // Pribory.- 2009. - № 12. - s. 20 – 26.

10 Volkov V.S., Fandeev V.P., Barinov I.N. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij dlja razrabotki diagnosticheskogo obespechenija jelektronnyh ustrojstv // Tehnologii priborostroenija. - 2006. - № 4. – s. 21 – 23.

11 Volkov V.S., Barinov I.N. Ispol'zovanie sistemy Simulink pri imitacionnom modelirovanii vysokotemperaturnyh poluprovodnikovyh datchikov davlenija // Pribory.- 2011. - . № 7. - s. 50 – 55.

Галимов Р.Ш.[1], Мусиенко Л.В.[1], Науменко П.А.[1], Некрасова О.Г.[1], Самсонова Л.В.[1], Шабалин М.В.[2]
[1]Ведущие специалисты ЗАО НДЦ НПФ «Русская лаборатория», [2]ведущий специалист лаборатории неразрушающего контроля СПбПУ

МЕТОДИКА СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОМАГИСТРАЛЕЙ И КВАРТАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация

В статье рассмотрена проблема сопряженного теплогидравлического расчета тепломагистралей и внутриквартальных сетей. Разработана математическая модель, позволяющая однозначно связать все параметры и решить прямую задачу определения расходов и температур в расчетных узлах. Показано, что использование строгой математической модели позволяет осуществлять обоснованный выбор теплообменного оборудования, что приводит к значительной экономии затрат.

Ключевые слова: теплогидравлические расчеты, сопряженные расчеты, тепловые сети.

Galimov R.Sh.[1], Musienko L.V.[1], Naumenko P.A.[1], Nekrasova O.G.[1], Samsonova L.V.[1], Shabalin M.V.[2]
[1]Lead specialists of ZAO NDC NPF «Russkaja laboratorija», [2]lead specialist of SPbPU nondestructive testing laboratory

THE METHOD OF THE COUPLED THERMOHYDRAULIC CALCULATIONS OF THE HIGH- AND LOW-PRIORITY PIPELINES

Abstract

In the present paper there was considered the problem of coupled thermohydraulic calculation of the high- and low-priority pipelines. There was designed computational model, which allows balancing all the parameters and solving direct problem of the mass flow rates and temperatures defining at the junctures. It was shown that using of the strict mathematical model allows making a valid choice of the heat-exchange equipment. The last obstacle leads to the significant decreasing of the expenditures.

Keywords: thermohydraulic calculations, coupled calculations, heat network.

Режимы работы тепловых магистралей весьма разнообразны в связи с влиянием большого числа различных факторов. К их числу следует отнести величину расхода потребляемой абонентами горячей воды, параметры сетевой воды, настройку регулирующей арматуры на источнике тепловой энергии, участках магистрали и в тепловых пунктах, диаметры сопел элеваторов, реальная шероховатость труб, отложения накипи в трубках теплообменников и многие другие. Рассмотрим метод сопряженного расчета тепловой магистрали и квартальных сетей на примере закрытой системы теплоснабжения. Потребителями тепловой энергии являются системы отопления с зависимым присоединением и струйным смешением, а также потребители горячего водоснабжения (ГВС). Приготовление горячей воды для ГВС происходит в центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктах при двухступенчатом смешанном присоединении систем отопления и ГВС (рис.1). В качестве средств автоматики используются регуляторы температуры по ГВС, регуляторы расхода для систем отопления отсутствуют.

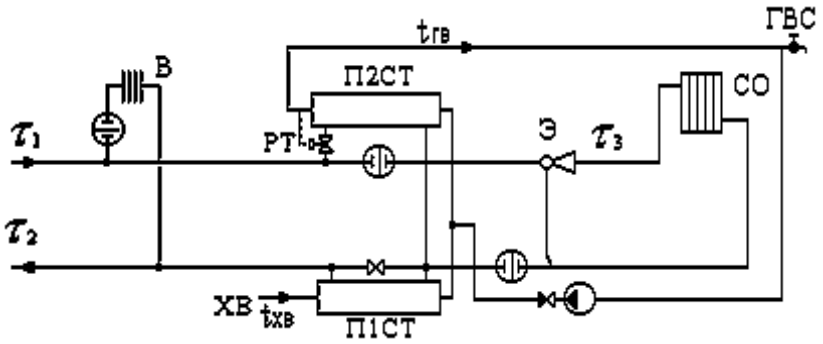


Рис. 1 – Схема подключения потребителей тепловой энергии

При проектировании тепломагистрали теплогидравлический расчет производится в соответствии с методом заданных удельных потерь давления [1]. Фактически такой расчет является обратным, так как с его помощью производится определение диаметров участков магистрали и основных ответвлений по заданным в них линейным падениям давлений. Расходы сетевой воды в магистрали определяются максимальными тепловыми нагрузками и схемами присоединения абонентов. Площадь теплообменных поверхностей на тепловых пунктах выбирается по расчетной тепловой нагрузке ГВС. Характерные температуры потоков в тепловых пунктах в этом случае назначаются.

Очевидно, что при эксплуатации работающей тепловой сети необходимо производить прямой теплогидравлический расчет, используя метод расчета по заданным гидравлическим сопротивлениям. В этом случае все расходы, температуры и давления воды в сети подлежат определению.

Рассмотрим математическую модель процессов, протекающих в элементах системы теплоснабжения в стационарной постановке. Для определения теплогидравлических характеристик на переменных режимах ЦТП и ИТП необходимо совместное решение уравнений сохранения для системы отопления, процесса теплообмена отапливаемых помещений с окружающей средой, а также первой и второй ступеней подогревателя ГВС. Тепловая мощность системы отопления в первом приближении определится по аналогии с теплоотдачей единичного прибора отопления соотношением [2]:

$$Q_p^{от} = \left(\frac{\left(\frac{t_{вх}^0 - t_{вых}^0}{2} \right) - t_{вн}}{\left(\frac{t_{вх}^{0,p} - t_{вых}^{0,p}}{2} \right) - t_{вн}^p} \right)^{1,25} \cdot \left(\frac{G_0}{G_{0,p}} \right)^{0,01}, \quad (1)$$

где: $Q_p^{от}$ – расчетная мощность системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха, Гкал/час; $t_{вх}^0$, $t_{вых}^0$ – значения температуры теплоносителя с расходом G_0 на входе в первый прибор отопления и на выходе из последнего на переменном режиме, °С; $t_{вх}^{0,p}$, $t_{вых}^{0,p}$ – аналогичные величины при номинальном расходе в системе, °С. Более точным является соотношение, следующее из (1) в результате пренебрежения зависимостью теплоотдачи от расхода теплоносителя [2]:

$$Q_p^{от} = \frac{(1+u)(t_{вх}^0 - t_{вн})G_0}{(1+u_p)(t_{вх}^{0,p} - t_{вн}^p)G_{0,p}} \times$$
$$\times \frac{\left\{ 1 - \left[1 + \left(\frac{t_{вх}^0 - t_{вн}}{t_{вх}^{0,p} - t_{вн}^p} \right)^{0,25} \left(\left(\frac{t_{вх}^{0,p} - t_{вн}^p}{t_{вых}^{0,p} - t_{вн}^p} \right)^{0,25} - 1 \right) \frac{FG_{0,p}(1+u_p)}{F_p G_0 (1+u)} \right]^{-4} \right\}}{\left\{ 1 - \left[1 + \left(\left(\frac{t_{вх}^{0,p} - t_{вн}^p}{t_{вых}^{0,p} - t_{вн}^p} \right)^{0,25} - 1 \right) \right]^{-4} \right\}}, \quad (2)$$

где: u, u_p – реальное и расчетное значения коэффициента смешения элеватора; G_0, $G_{0,p}$ – реальный и расчетный расходы сетевой воды в системе отопления, кг/с; F, F_p – реальная и расчетная площади отопительных приборов, м^2. Сопротивление контура отопления в реальном и расчетном режимах:

$$S_0^p = \frac{\left[2\phi_2 + \left(2\phi_2 - \frac{1}{\phi_4^2} \right) \frac{f_{2p}}{f_3} u_p^2 - \left(2 - \phi_3^2 \right) \frac{f_{2p}}{f_3} \left(1 + u_p \right)^2 \right]}{2\phi_1^2 f_{2p} f_3 g (1+u_p)^2}, \quad (3)$$

$$S_0 = \frac{\left[2\phi_2 + \left(2\phi_2 - \frac{1}{\phi_4^2} \right) \frac{f_2}{f_3} u^2 - \left(2 - \phi_3^2 \right) \frac{f_2}{f_3} \left(1 + u \right)^2 \right]}{2\phi_1^2 f_2 f_3 g (1+u)^2}, \quad (4)$$

где: f_{2p}, f_2, f_3 – площади выходного сечения сопла в расчетном и нерасчетном режимах и площадь сечения цилиндрической камеры смешения, м^2; φ_1, φ_2, φ_3, φ_4 – коэффициенты скорости сопла, камеры смешения, диффузора и входного участка камеры смешения. В процессе расчетов можно задавать значения u сообразно конструкции конкретного элеватора.

Температуры теплоносителя связаны между собой, исходя из адиабатного смешения в элеваторном узле:

$$t_{вх}^0 = \frac{t_1 + u \cdot t_{вых}^0}{1+u}, \quad (5)$$

где: t_1 – температура сетевой воды в подающем трубопроводе магистрали, °С.

Для первой ступени подогревателя из уравнения теплового баланса для потока сетевой воды следует соотношение:

$$Q^1 = \dot{V} \rho \chi c_p (t_1^{вх} - t_1^{вых}), \quad (6)$$

где: $\dot{V}$ – общий объемный расход сетевой воды на входе в первую ступень подогревателя, м^3/ч; χ – доля общего потока сетевой воды, поступающего в первую ступень подогревателя; $t_1^{вх}$, $t_1^{вых}$ – температуры сетевой воды на входе и выходе из первой ступени подогревателя, °С. Из условий адиабатного смешения следует:

$$\dot{V} t_{2вых} = \dot{V}_2 t_{2вых} + \left(\dot{V} - \dot{V}_2 \right) t_{вых} \quad \dot{V} t_{вых} = \dot{V} \chi t_1^{вых} + \dot{V} \left(1 - \chi \right) t_{вых}, \quad (7)$$

где: $\dot{V}_2$ – расход сетевой воды во второй ступени подогревателя, имеющей температуру $t_{2вых}$ на выходе из нее; $t_{вых}$ – температура сетевой воды, поступающей после ЦТП в обратную линию тепловой сети. Из уравнения теплового баланса для водопроводной воды с расходом $\dot{V}_в$, нагреваемой в первой ступени подогревателя, следует:

$$Q^1 = \dot{V}_в \rho c_p (t_x^{вх} - t_x^{вых}), \quad (8)$$

где: $t_x^{вх}$, $t_x^{вых}$ – температуры водопроводной воды на входе и на выходе из первой ступени подогревателя. В зимний период обычно $t_x^{вх}$ = 5°С.

Уравнение теплопередачи для первой ступени подогревателя выглядит следующим образом [3]:

$$Q^1 = \frac{\mu_1 n_1 F_{секц} \Delta t_{лог}}{\frac{1}{\alpha_1^{вв}} + \frac{1}{\alpha_1^{св}}}, \quad (9)$$

где: μ_1 – коэффициент, учитывающий влияние солевых отложений и загрязнений; $\alpha_1^{вв}$, $\alpha_1^{св}$ – коэффициенты теплоотдачи по водопроводной и сетевой воде соответственно, Вт/(м^2·К); $F_{секц}$ – площадь теплообменной поверхности одной секции, м^2; n_1 – количество секций. Значения коэффициентов теплоотдачи определяются при турбулентном режиме течения, который чаще всего имеет место в трубопроводах тепловых сетей [4], выражаются следующим образом [3]:

$$\alpha_1^{вв} = \left(1410 + 21\frac{t_x^{вх} + t_x^{вых}}{2} - 0,044\left(\frac{t_x^{вх} + t_x^{вых}}{2}\right)^2\right)\frac{w_{вв}^{0,8}}{D_э^{0,2}}, \quad (10)$$

$$\alpha_1^{св} = \left(1410 + 21\frac{t_{2вых} + t_{вых}}{2} - 0,044\left(\frac{t_{2вых} + t_{вых}}{2}\right)^2\right)\frac{w_{св}^{0,8}}{D_в^{0,2}}, \quad (11)$$

где: $D_в$ и $D_э$ – внутренний диаметр труб и эквивалентный диаметр межтрубных каналов секции подогревателя, м; w – средняя скорость воды (в трубке и межтрубном пространстве соответственно), м/с. Аналогичные соотношения имеют место и для второй ступени подогревателя, состоящей из n_2 секций.

Скорости движения потоков равны:

$$w_{вв}^1 = w_{вв}^2 = \dot{V}_в \Big/ N f_m; \quad w_{св}^1 = \dot{V}\chi \Big/ N f_{мт}; \quad w_{св}^2 = \dot{V}_2 \Big/ N f_{мт}, \quad (12)$$

где: N – число ветвей подогревателя (N = 1..3), f_m, $f_{мт}$ – площади проходного сечения трубного и межтрубного пространства одной секции подогревателя, м^2.

Потери давления в системе отопления, имеющей гидравлическое сопротивление $S_{от}$ определятся следующим образом:

$$\Delta h_{от} = S_{от}(\dot{V} - \dot{V}_2)^2, \quad (13)$$

в первой и второй ступенях подогревателя по сетевой и водопроводной воде:

$$\Delta h_{мт}^1 = \frac{\left(\dot{V}\chi\right)^2 S_{мт} n_1}{N^3}; \quad \Delta h_{мт}^2 = \frac{\left(\dot{V}_2\right)^2 S_{мт} n_2}{N^3}; \quad \Delta h_m = \frac{\left(\dot{V}_в\right)^2 S_m \left(n_1 + n_2\right)}{N^3}, \quad (14)$$

где: $S_{мт}$, S_m – сопротивление межтрубного и трубного пространства секции, м·ч^2/м^6.

Следует отметить, что при реализации методики на программном уровне возможно осуществлять решение точных уравнений теплопередачи без замены среднелогарифмического температурного напора на линейную разность температур.

Гидравлические потери на участке тепловой сети определяются как сумма потерь трения и местных потерь [5, 6]:

$$\Delta p = \Delta p_{тр} + \Delta p_м = 0,11\left(\frac{\Delta_э}{D}\right)^{0,25}\frac{l\rho w^2}{2D} + \sum_i\left(\zeta_м \frac{\rho w^2}{2}\right)_i, \quad (15)$$

где: l, D, $\Delta_э$ – длина, диаметр и эквивалентная шероховатость участка, м; $\zeta_м$ – коэффициенты местных сопротивлений.

Наиболее интересен теплогидравлический расчет магистрали при заданных нагрузках по ГВС для каждого микрорайона. В то же время, метод заданных гидравлических сопротивлений предполагает назначение численных значений гидравлических сопротивлений регуляторов температуры на тепловых пунктах. При этом разумная организация итерационного процесса, в результате которой за относительно небольшое число настроек достигаются заданные расходы потребляемой горячей воды на каждом тепловом пункте. Представляется целесообразным использовать следующую последовательность действий. Вначале клапаны регуляторов температуры полностью открыты. Начиная с первого теплового пункта по ходу движения горячей сетевой воды в магистрали, производится увеличение сопротивления регулятора температуры до тех пор, пока расход потребляемой горячей воды не уменьшится до заданного значения. После аналогичной регулировки сопротивления регуляторов температуры на всех остальных тепловых пунктах происходит следующий обход всех тепловых пунктов магистрали в той же последовательности. Практика показывает, что достижение поставленной цели происходит за 5-10 обходов магистрали (1-4 минуты времени счета). Причем, вначале независимо от заданных нагрузок по ГВС происходит определение среднесуточной температуры помещений, для которых в дальнейшем производится теплогидравлический расчет магистрали. Очевидно, что следующим шагом, приближающим результаты расчета к действительной картине, должен явиться учет транспортного запаздывания температуры сетевой воды и проявления тепловой инерции помещений.

При проведении расчета задаются сопротивления внутриквартальной тепловой сети микрорайонов и степень отклонения значений диаметров сопел элеваторов от расчетных значений. При этом коэффициент смешения

элеваторов определяется в виде функции такого отклонения. Для определения реальной картины необходимо задавать реальную информацию о внутриквартальной тепловой сети и размерах сопел всех элеваторных узлов. Основные настройки регулирующей арматуры производятся исходя из следующих соображений. Сопротивление арматуры после сетевого подогревателя выбирается таким, чтобы общий расход сетевой воды соответствовал расходам, фиксируемым в журнале аварийно-диспетчерской службы. Давление в обратном коллекторе назначается исходя из величины расхода подпитки в диапазоне 0,25-0,3 МПа. Шероховатость труб магистрали принимается равной 3 мм в соответствии с рекомендациями, изложенными в [6]. Расчетная температура для систем отопления принимается в соответствии с данными строительной климатологии [7]. На основе теплогидравлического расчета определяется распределение давлений и температур, строится пьезометрический график.

Подводя итоги, следует отметить, что только на основе результатов расчетов, проведенных на основе уравнений, описывающих теплогидравлические процессы в элементах ЦТП и магистрали с распределительной тепловой сетью, возможно осуществлять экономический расчет ЦТП с выбором такого оборудования, которое обеспечит наименьшие приведенные затраты или приемлемый срок окупаемости.

Литература

1. СП 124.13330.2012. Свод правил. Тепловые сети.
2. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. М.: Энергоатомиздат, 1986. 320 с.
3. Барилович В.А., Смирнов Ю.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2010. 338 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Учебник для вузов. М.: Издательство МЭИ, 2001. 472 с.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. М.: Машиностроение, 1982. 433 с.
6. Гидравлические потери на трение в водоводах электростанций / А.Д. Альтшуль, Ю.А. Войтинская, В.В. Казеннов, Э.Н. Полякова. М.: Энергоатомиздат, 1985. 104 с.
7. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология.

References

1. SP 124.13330.2012. Svod pravil. Teplovye seti.
2. Zinger N.M. Gidravlicheskie i teplovye rezhimy teplofikacionnyh sistem. M.: Jenergoatomizdat, 1986. 320 s.
3. Barilovich V.A., Smirnov Ju.A. Osnovy tehnicheskoj termodinamiki i teorii teplo- i massoobmena. SPb: Izd-vo SPbGPU, 2010. 338 s.
4. Sokolov E.Ja. Teplofikacija i teplovye seti. Uchebnik dlja vuzov. M.: Izdatel'stvo MJeI, 2001. 472 s.
5. Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody / T.M. Bashta, S.S. Rudnev, B.B. Nekrasov i dr. M.: Mashinostroenie, 1982. 433 s.
6. Gidravlicheskie poteri na trenie v vodovodah jelektrostancij / A.D. Al'tshul', Ju.A. Vojtinskaja, V.V. Kazennov, Je.N. Poljakova. M.: Jenergoatomizdat, 1985. 104 s.
7. SP 131.13330.2012. Svod pravil. Stroitel'naja klimatologija.

Гирфанова Л.Р.
Доцент, кандидат технических наук,
Уфимский государственный университет экономики и сервиса

КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПЕНСИРУЮЩЕЙ ОДЕЖДЫ И ЕЕ ПРЕДМЕТОВ

Аннотация

В статье приведена новая классификация одежды и ее предметов, используемых в различных целях, решающих задачи компенсации функций человеческого тела, с которыми сталкиваются как рабочие опасных профессий, травмированные, так и люди с ограниченными возможностями.

Ключевые слова: функции одежды, классификация одежды, компенсация функций.

Girfanova L.R.
Associate professor, PhD in Engineering,
Ufa State University of Economy and Service

CLASSIFICATION OF THE COMPENSATING CLOTHES AND ITS SUBJECTS

Abstract

New classification of clothes and its subjects used in various purposes solving problems of compensation of functions of a human body which face as the workers of hazardous occupations injured and physically disabled people is given in article

Keywords: functions of clothes, classification of clothes, compensation of functions.

В определенные моменты жизни и трудовой деятельности даже здоровый человек может нуждаться в компенсации недостатка ресурсов организма. На основе анализа аспектов жизнедеятельности [1] и востребованности специальных средств [2-5], разработана классификация одежды и ее предметов по признаку компенсируемых функций, на первом уровне которой выделены три основные класса:

- опорно-двигательные;
- коммуникационные;
- защитные.

Класс компенсирующих опорно-двигательные функции наиболее широко распространен в области реабилитации больных после травм и перенесенных заболеваний, широко используются предметы одежды, представляющие из себя целые механизмы. Такие приспособления позволяют «вспомнить» организму свои возможности или переложить их на

механизм (таблица 1). Здесь выделены два основных направления – облегчения, восполнения функций или затруднения, тренировки.

Таблица 1 – Характеристика одежды и ее предметов для компенсации недостаточности опорно-двигательных функций

Группа	Подгруппа	Краткая характеристика
Лечебная	Восстановительная	Применяются для восстановления ресурсов организма после травм и операций, продолжительных болезней
	Замещающая	Позволяют заместить некоторые функции тела – скелета или мышц при необходимости их разгрузки или невозможности ими выполнять свои функции
Профилактическая	Скелетная	Направлены на коррекцию развития костей скелета, их правильного расположения, препятствуют смещению частей скелета при повышенных или нехарактерных нагрузках
	Мышечная	Облегчают работу систем костей и суставов за счет тонизирующего воздействия на мышцы или их нагружения

Несомненно, в наш век коммуникаций, этот класс компенсации востребован не только людьми с ограниченными возможностями, но и каждым активным гражданином. Работая в этом классе компенсаций, можно получить одежду, в которой любой человек никогда не останется незамеченным (актуально для спасателей, гидов, лидеров групп, туристов и т.п.), а можно добиться полной «невидимости» как для обычного зрения, так и для различных приборов (актуально для военных, охотников и т.п.)

Таблица 2 – Классификация одежды и ее предметов для компенсации недостаточности коммуникационных функций

Группа	Подгруппа	Одежда и ее предметы
Общения	Зрения	Полностью или частично восполняют недостаточность зрения, связанную с погодными условиями, условиями среды
	Осязания, обоняния	Позволяют получить информацию о тактильных свойствах предметов, передать им ощущение прикосновения живого тепла, чувствовать присутствие химических элементов и соединений в окружающей среде
	Слуха	Воспринимать без помех звуки, правильно оценивать расстояние до источника звука
Идентификации	Опасности	Сигнализируют об объектах или ситуациях, несущих непосредственную опасность человеку. Информация может поступать как с индикаторов и датчиков, так и из средств информирования населения
	Информации	Находясь в подвижном, полиинформационном мире, необходимо быстро находить нужную информацию – напрямую или через посредника, чему способствуют различные чипы, корпоративная одежда, и т.п.
	Объектов	При невозможности увидеть или почувствовать объекты – стационарные или подвижные, помогают средства индикации и обнаружения, широко используемые слепыми людьми [5]

Принцип организации одежды, относящейся к классу компенсирующей защитных функций (таблица 3) заключается, в отличие от остальных, в необходимости совмещения групп защиты, так как такая одежда и приспособления направлены на приобретение функций, не заложенных природой в организм человека.

Таблица 3 – Характеристика одежды и ее предметов для компенсации недостаточности защитных функций

Группа	Подгруппа	Краткая характеристика
Физико-механических	Постоянного действия факторов	Одежда и приспособления могут компенсировать неблагоприятные воздействия окружающей среды, связанные с изменением атмосферного давления, осадками, действием жидкостей и газов как сред [6]
	Переменного действия факторов	В процессе жизнедеятельности человек сталкивается как с повторяющимися, так и нециклическими механическими воздействиями, способными нанести вред организму[6]
Химических	Агрессивных сред	В основу положен принцип изоляции организма от агрессивной среды
	Активных веществ	Применяется частичная изоляция поверхности тела человека от возможного попадания активных веществ
Термических	Повышенные температуры	Основной принцип – термоизоляция и терморегуляция полученного пространства. При максимальной изоляции обмен веществами и массами находится под контролем (скафандр для выхода в открытый космос).
	Пониженные температуры	

Решение вопросов обеспечения компенсаторных функций, рассмотренных в статье, позволяет перейти на качественно новый уровень проектирования одежды различного назначения, которая может использоваться и людьми с ограниченными возможностями. Примерами такого успешного применения принципа компенсации могут быть: корсеты, бандажи, экипировка военных или мотоциклистов, приспособления для слепых или глухих людей.

Таким образом, при системном подходе к решению задач проектирования компенсирующей одежды, можно достигать разнообразных задач и создавать предметы многофункциональные или двойного назначения.

Литература

1. Гирфанова Л.Р. Разработка классификации топографических схем для градиентного распределения свойств по зонам // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2014. – Т. 20. – С. 926-930.

2. Ершов С.О. Разработка электронных технических средств помогает незрячим «увидеть» стены, столбы и дорожные ямы // Инновации, 2009. - № 9. – с. 15-17.

3. Ершов С.О. Способы представления пространственной информации для незрячих людей с использованием ультразвукового локатора. Дисс….канд. техн. наук – Санкт-Петербург, 2002.

4. Пивень А.В., Цветкова С.В. Интеграция спутниковой навигации в повседневную жизнь незрячих // Информатизация и связь, 2011. - № 1. – с. 81-83.

5. Миниханова Р.Р. Начала проектирования одежды для слабовидящих и незрячих людей со встроенными системами // В сборнике статей Международной научно-практической конференции «Эволюция научной мысли», Уфа, 2015. – С. 14-20.

6. Гирфанова Л.Р. Некоторые подходы к прогнозированию формоустойчивости одежды на различных участках // Вестник ВСГУТУ, 2013. - № 1(40). – с. 32-38.

References

1. Girfanova L.R. Razrabotka klassifikacii topograficheskih shem dlja gradientnogo raspredelenija svojstv po zonam // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept», 2014. – T. 20. – S. 926-930.

2. Ershov S.O. Razrabotka jelektronnyh tehnicheskih sredstv pomogaet nezrjachim «uvidet'» steny, stolby i dorozhnye jamy // Innovacii, 2009. - № 9. – s. 15-17.

3. Ershov S.O. Sposoby predstavlenija prostranstvennoj informacii dlja nezrjachih ljudej s ispol'zovaniem ul'trazvukovogo lokatora. Diss….kand. tehn. nauk – Sankt-Peterburg, 2002.

4. Piven' A.V., Cvetkova S.V. Integracija sputnikovoj navigacii v povsednevnuju zhizn' nezrjachih // Informatizacija i svjaz', 2011. - № 1. – s. 81-83.

5. Minihanova R.R. Nachala proektirovanija odezhdy dlja slabovidjashhih i nezrjachih ljudej so vstroennymi sistemami // V sbornike statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Jevoljucija nauchnoj mysli», Ufa, 2015. – S. 14-20.

6. Girfanova L.R. Nekotorye podhody k prognozirovaniju formoustojchivosti odezhdy na razlichnyh uchastkah // Vestnik VSGUTU, 2013. - № 1(40). – s. 32-38.

Гусенцова Я.А.[1], Гусенцова Е.С.[2], Коваленко А.А.[3], Андрийчук Н.Д.[4]
[1]Доктор технических наук, доцент, [2]ассистент, [3]кандидат технических наук, профессор,
[4]доктор технических наук, профессор
[1]Луганский национальный аграрный университет, [2]Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля, [3,4]Луганский университет имени В. Даля

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Аннотация

В работе выполнено сравнение различных методов идентификации динамических характеристик объектов, связанных с генерацией тепловой энергии. Показано, что в ряде случаев для рассматриваемого типа объектов целесообразно использовать их реакцию на случайные возмущения.

Ключевые слова: динамические характеристики, теплогенерирующий объект, случайный процесс

Gusentsova Y.A.[1], Gusentsova E.S.[2] Kovalenko A.A.[3], Andriychuk N.D.[4]
[1]PhD, professor, [2]assistant, [3]PhD, professor, [4]Ph.D, professor
[1]Lugansk National Agrarian universiy, [2]East Ukrainian National Dalh's university
[3,4]Lugansk Dalh's University

DETERMINING OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HEAT GENERATING OBJECTS USING RANDOM EFFECTS

Abstract

This paper presents the comparison of different methods of identification of dynamic characteristics of the objects associated with the generation of heat. It is shown that in some cases for the type of object it is advisable to use the responses to random perturbations.

Keywords: dynamic characteristics, heat generating facility random process

Повышение надежности и экономичности установок, тем или иным образом связанных с генерированием тепловой энергии, зависит от работы рационально спроектированной тепловой схемы, широкого внедрения энергосберегающих технологий и альтернативных источников энергии, экономии топлива, тепловой и электрической энергии. Это относится, как непосредственно к установкам, производящим тепло [1, 6], так и другим, связанным с тепловой энергией системам, таким как системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания.

Во всех случаях экономичность установок зависит от правильного выбора регулятора температуры, его закона регулирования, а это, в свою очередь, зависит от динамических характеристик объекта регулирования – теплогенерирующего устройств или двигателя внутреннего сгорания [2, 3].

Целью представленной работы является идентификация объекта, т.е. определение коэффициентов уравнения динамики по его реакции на случайное воздействие.

Для определения коэффициентов уравнений требуется постановка специальных исследований [2, 5]. Их результаты позволяют сравнительно быстро получить математическое описание объекта. Вследствие этого они получили широкое распространение при исследовании динамики объектов для целей автоматизации.

Переходные процессы в линейном объекте с сосредоточенными параметрами однозначно описываются линейными дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами [3].

Определение коэффициентов уравнений исследуемых объектов может производиться экспериментальным путем, как реакция исследуемого устройства на задающее воздействие. В реальных условиях работы задающее воздействие может быть любой функцией времени. Более того, она может менять свой характер при переходе от одного режима работы системы к другому. Чтобы не решать каждый раз частную задачу исследования динамики элемента при конкретном входном сигнале, а получить довольно полное представление о динамических свойствах элемента в результате одного решения уравнения динамики, целесообразно ввести некоторое типовое задающее воздействие, которое отражает наиболее вероятный режим работы элементов.

В качестве типовых задающих воздействий используют единичное ступенчатое воздействие, дельта-функцию Дирака, гармонический сигнал [5, 6].

Приведенные методы определения динамических характеристик объектов с помощью подачи на вход исследуемого канала испытательного воздействия не всегда применимы. В этих случаях для определения динамических характеристик могут быть использованы статистические характеристики сигналов на входе и выходе объекта, имеющих место в процессе его нормальной эксплуатации.

Задача разбивается на два этапа:

1. Определение статистических характеристик случайных процессов, воздействующих на объект.
2. Вычисление по ним характеристики исследуемого объекта.

Как теплогенератор, так и система охлаждения двигателя [2, 5] являются системами, охваченными отрицательной обратной связью через регулятор. В этом случае входной случайный процесс, определяемый рядом возмущений, оказывается коррелированным через обратную связь с шумом. В этом случае импульсная функция исследуемого объекта имеет вид

$$R_{yx_1}(\tau) = \int_0^\infty R_{xx_1}(\tau - \theta) K(\theta) d\theta, \quad (1)$$

Затем решение проводят различными методами, например, методом перебора коэффициентов импульсной функции с минимизацией среднеквадратичной ошибки аппроксимации.

Передаточная функция теплогенераторов искалась в виде

$$W(p)=\frac{\bar{T}_t(p)}{\bar{\Theta}_г}=\frac{k_0 e^{-\tau p}}{(Tp+1)^n} \quad (2)$$

Такой вид передаточной функции вызван тем, что процесс теплоотдачи от газа к теплоносителю в котле происходит через достаточно толстую стенку, тепловую инерционность которой необходимо учесть [1, 6]. Ей соответствует уравнение кривой разгона

$$\bar{T}_г(t)=\left[1-\left(1+\sum_1^n \frac{t^n}{T^n n!}\right)e^{-\frac{t}{T}}\right]k_0, \quad (3)$$

где: k_0 - коэффициент усиления, τ_0 - время транспортного запаздывания, T - постоянная времени.

При экспериментах в качестве исходных данных использованы записи температуры теплоносителя на выходе объекта и расхода топлива на входе, которые осуществлялись стандартными приборами [4].

Выполненные эксперименты и их анализ позволил сделать следующие выводы.

1. Общий вид передаточной функции теплогенерирующих установок может быть представлен в виде статического звена третьего порядка и звена транспортного запаздывания.
2. Предложенный метод определения передаточной функции с помощью случайных входных воздействий дает хорошее совпадение с результатами активного эксперимента (эксперименты выполнялись на котельных установках КВ-ГМ-10, ТВГ-8М, КСВ, ДЕ-4-13ГМ). В таблице приведено сравнение экспериментальных данных, полученных в результате активного эксперимента и обработкой реакции на случайное воздействие.

Таблица 1 – Динамические характеристики теплогенерирующих установок

Марка котла	КВ-ГМ-10	ТВГ-8М	КСВ	ДЕ-4-13ГМ
τ,с	40/37	35/34	30/29	35/37
Постоянная времени *T* при нагрузке, с	73/70	72/72	82/89	79/83
Постоянная времени *T* при разгрузке, с	88/85	80/81	96/92	90/91

Литература

1. Андрийчук Н. Д. Термодинамика для инженеров – строителей / Н. Д. Андрийчук, Е. А. Иващенко, А. А. Коваленко. – Луганск. : Изд-во СНУ им. В. Даля, 2005. – 304 с.
2. Кулешова Э. И. Динамическая статистика теплогенерирующих объектов / Э. И. Кулешова, А. А. Коваленко, Я. А. Гусенцова. – Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 18 (207). – Луганськ. Вид. СНУ ім. В. Даля. 2013 р. - С. 29 - 32.
3. Регуляторы в системах воздушного отопления и вентиляции / Я. А. Гусенцова [и др.]. – Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2006. – 141 с.
4. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, О. А. Судник. – М. : Колос, 2003. – 344 с.
5. Elizabeth Gusentsova. Influence of Aerodynamic Characteristics on the Heat Exchange in the Cooling Systems. TEKA, Vol. 12. #3, Lublin, 2012, p. 46-50.
6. Klaus Landerheinecke. Thermodynamik für Ingenieuren / K. Landerheinecke, P. Gany, E. Satter.- Vieveqes Fashbüsher Der Technik, 2003. – 336 p.

References

1. Andrijchuk N. D. Termodinamika dlja inzhenerov – stroitelej / N. D. Andrijchuk, E. A. Ivashhenko, A. A. Kovalenko. – Lugansk. : Izd-vo SNU im. V. Dalja, 2005. – 304 s.
2. Kuleshova Je. I. Dinamicheskaja statistika teplogenerirujushhih ob#ektov / Je. I. Kuleshova, A. A. Kovalenko, Ja. A. Gusencova. – Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja № 18 (207). – Lugans'k. Vid. SNU im. V. Dalja. 2013 r. - S. 29 - 32.
3. Reguljatory v sistemah vozdushnogo otoplenija i ventiljacii / Ja. A. Gusencova [i dr.]. – Lugans'k : Vid-vo SNU im. V. Dalja, 2006. – 141 s.
4. Borodin I. F. Avtomatizacija tehnologicheskih processov / I. F. Borodin, O. A. Sudnik. – M. : Kolos, 2003. – 344 s.
5. Elizabeth Gusentsova. Influence of Aerodynamic Characteristics on the Heat Exchange in the Cooling Systems. TEKA, Vol. 12. #3, Lublin, 2012, p. 46-50.
6. Klaus Landerheinecke. Thermodynamik für Ingenieuren / K. Landerheinecke, P. Gany, E. Satter.- Vieveqes Fashbüsher Der Technik, 2003. – 336 p.

Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris. ***Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций ВАК.***

AGRIS *(International System for Agricultural Science and Technology) международная библиографическая база данных с более чем 7.5 миллионами структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.*

Джанпаизова В.М.[1],Элмонов С.М. [2], Джураев А.[2], Торебаев Б.П.[1], Нурсеитова М.К.[1]

[1]Кандидат химических наук, [2]кандидат технических наук,[1]старший преподаватель, [1]преподаватель
[1]Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова (Шымкент), Республика Казахстан,
[2]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, РУ

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТИТЕЛЯ ШЕРСТИ ОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Аннотация

В статье рассмотрена новая схема очистителя для процесса очистки шерсти от растительных примесей, которые влияют на качество шерстяных волокон. С целью определения параметров рабочих органов очистителя шерсти от сопутствующих растительных примесей проведены исследования по динамике движения рабочих органов. По результатам исследований установлены, параметры для изготовления опытного образца очистителя шерсти и проведены испытания в производственных условиях .

Ключевые слова: шерстяные волокна, очиститель, растительные примеси, рабочие органы, параметры, конструкция.

Janpaizova V.M.[1], Elmonov S.M.[2], Dzhuraev A.[2], Torebaev B.P.[1], Nurseitova M.K.[1]

[1]PhD in Engineering, [2]PhD in Engineering,[1]senior lecturer, [1]lecturer
[1]M. Auezov South Kazakhstan State University (Shymkent), Kazakhstan
[2]Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

RATIONALE FOR THE PARAMETERS OF WOOL CLEANER VEGETATIVE IMPURITY

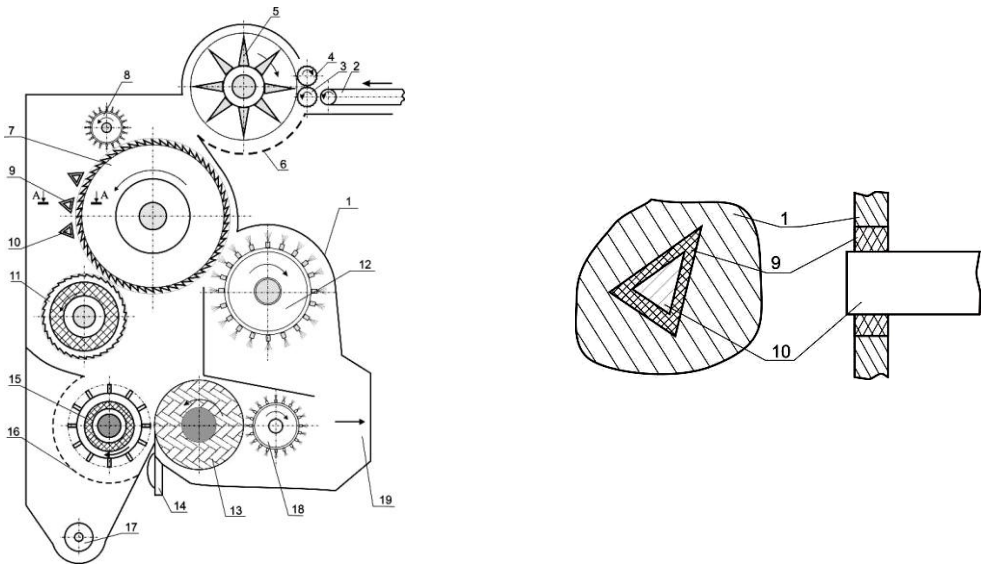
Abstract

The article describes a new scheme for cleaner cleaning process wool from vegetable impurities that affect the quality of the wool fibers. In order to determine the parameters of the working bodies of the cleaner wool from accompanying vegetable impurities conducted research on the dynamics of movement of working bodies on the results of studies have established the parameters for the manufacture of prototype cleaner wool and tested under production conditions.

Keywords: wool fibers, cleaner, vegetable impurities, working bodies, parameters, design.

Для увеличения эффекта очистки шерсти от растительных примесей разработана новая схема очистителя [3]. В очистителе волокнистый материал (шерсть) с примесями поступает через транспортер 2 и рифленые питающие валики 3,4 поступает к колковому барабану 5 (см. рис.1). Колковый барабан протаскивает шерстяные волокна через сетчатую поверхность 6, выделенные сорные примеси при этом выпадают сороотвод через отверстия сетчатой поверхности 6. При этом разрыхленная шерсть попадает на поверхность пильчатого цилиндра 7. Щеточный валик 8 обеспечивает равномерный слой шерсти и нанизывает их в пространство между зубьями пильчатого цилиндра 7. Зубья пильчатого цилиндра 7 захватывая волокна шерсти проносит через колосники 9, которые вибрируют за счет упругих подушек 10, обеспечивая при этом дополнительное выделение сорных примесей из шерсти. Но, при этом крупные растительные примеси остаются в составе шерсти и они продолжают двигаться с пильчатым цилиндром 7. Эти крупные примеси растительного происхождения (репья, колючка) отбиваются сбивающим валиком 11 и отделяются от захваченной зубьями пильчатого цилиндра валикам шерсти. Захваченные зубьями пильчатого цилиндра волокно шерсти далее снимается с зубьев и отводятся в волокноотвод 19. Выделенные крупные растительные примеси сбивающим валиком 11 имеют достаточный процент волокон шерсти. Для отделения этих волокон от крупных растительных примесей далее они поступает на поверхность рабочего барабана 13. Волокна шерсти захватываются, принимают к поверхности рабочего барабана 13, из-за выполнении его поверхности из составного материала РКМ (резино-кожный материал). Волокна шерсти прилипшие на поверхности рабочего барабана 13 протаскиваются на неподвижный нож 14, а крупные растительные примеси отбиваются и отделяются от волокон шерсти у кромки неподвижного ножа 14 отбойными валикам 15 и отводятся в сороотвод шнеком 17. Часть крупных растительных примесей с частью шерстяных волокон протаскиваются отбойными валикам 15, через сетчатую поверхность 16 и повторно поступают в рабочую зону. Шерстяные волокна с рабочего барабана 13 снимается щеточными валиками 18 и отводятся в волокноотвод 19.

С целью обоснования параметров рабочих органов очистителя шерсти от растительных примесей проведены исследования по динамике движения рабочих органов [1].



а б

Рис. 1 – Очиститель шерсти от растительных примесей

На рис.2а представлена кинематическая схема очистителя, а на рис. 2б её расчетная схема. Исследования провели для двух систем: механизм пильного цилиндра; механизм щеточных барабанов.

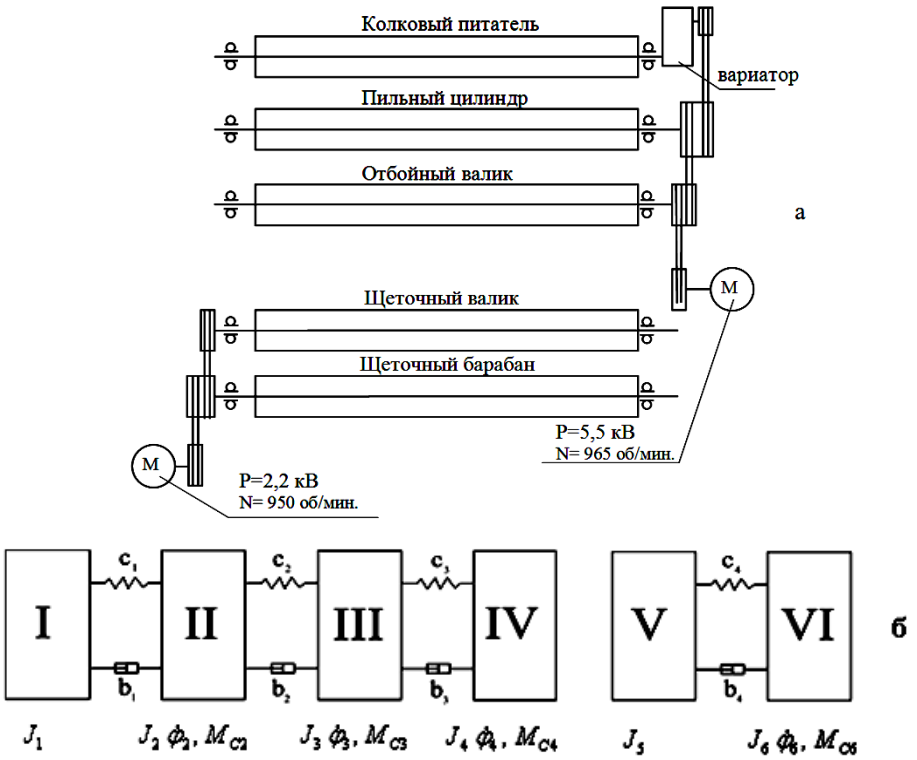


Рис. 2 – Кинематическая схема (а) и расчетная схема очистителя шерсти (б)

Согласно первой системы электропривод (P=5,5 кВт, n=956 об/мин) обеспечивает вращательное движение питателя, пильного цилиндра и отбойного валика, а во второй системе отдельный электродвигатель (P = 2,2 кВт, n=950 об/мин) обеспечивает движение щеточных барабанов.

Для первой системы используя уравнения Лагранжа II-рода [1,2] получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$M_g = f(\dot{\varphi}_1); J_1\ddot{\varphi}_1 = M_g - b_1\Delta\dot{\varphi}_1 - c_1\Delta\varphi_1;\ J_2\ddot{\varphi}_2 = U_{12}(b_1\Delta\dot{\varphi}_1 + c_1\Delta\varphi_1) - b_2\Delta\dot{\varphi}_2 - c_2\Delta\varphi_2 - M_{c2};$$

$$J_3\ddot{\varphi}_3 = U_{23}(b_2\Delta\dot{\varphi}_2 + c_2\Delta\varphi_2) - b_3\Delta\dot{\varphi}_3 - c_3\Delta\varphi_3 - M_{c3};\ \ J_4\ddot{\varphi}_4 = U_{34}(b_3\Delta\dot{\varphi}_3 + c_3\Delta\varphi_3) - M_{c4} \quad (1)$$

и для системы щеточных барабанов:

$$M_g = f(\dot{\varphi}_5); J_5\ddot{\varphi}_5 = M_g - b_4\Delta\dot{\varphi}_4 - c_4\Delta\varphi_4;\ \ J_6\ddot{\varphi}_6 = U_{56}(b_4\Delta\dot{\varphi}_4 + c_4\Delta\varphi_4) - M_{c6}; \quad (2)$$

где, M_g, $\dot{\varphi}_1$, $\dot{\varphi}_5$ - движущий момент и угловые скорость на вал двигателя; $\dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3, \dot{\varphi}_4, \dot{\varphi}_6$ - угловые скорости рабочего вала, пильного цилиндра, питателя и щеточного валиков; b_1, b_2, b_3, b_4 - диссипативные коэффициенты соответствующих ременных передач; c_1, c_2, c_3, c_4 - коэффициенты жесткости ременных передач; $U_{12}, U_{23}, U_{34}, U_{56}$ - передаточные отношения ременных передач; $M_{c2}, M_{c3}, M_{c4}, M_{c6}$ - моменты сопротивлений.

На основе численного решения уравнений (1) и (2) на ПЭВМ получены закономерности движения и графические зависимости параметров и режимов движения рабочих органов очистителя шерсти от растительных материалов [2].

На рис. 3 представлены графические зависимости изменения размаха колебаний момента и угловой скорости пильного цилиндра от вариации значений его момента инерции.

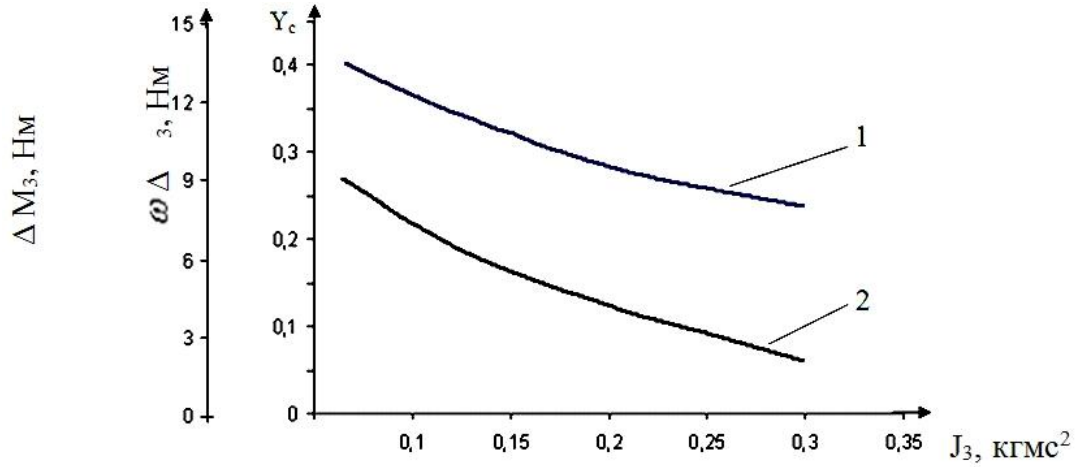


Рис. 3 – Графические зависимости изменения размаха колебаний момента и угловой скорости пильного цилиндра от вариации значений его момента инерции: где: 1- $\Delta\omega = f(J_3)$; 2- $\Delta M = f(J_3)$.

Из них видно, что при изменении J_3=*0,123-0,312 кмс*^{2}, размахи колебаний Δ M$_3$ и $\Delta\omega_3$ умещаются почти в 2,0…2,5 раза. Так при значений момента инерции пильного цилиндра 0,12 кгмс^2 размах момента на его валу будет 6,2 Нм, а при J_3=*0,312 кмс*^{2}, размах Δ M$_3$ уменьшается до 2,83 Нм. Таким образцом для уменьшается значений Δ M$_3$ до необходимых значений, обеспечивающие высокий эффект очистки шерсти от растительных примесей целесообразным считается увеличение J_3. Но это может привести к дополнительной нагрузки на приводной двигатель. Это особенно проявляется в процессе пуска систем.

На рис. 4 представлены графические зависимости изменения времени пуска системы от увеличения момента инерции пильного цилиндра очистителя и момента сопротивления от очищаемых растительных сорных примесей M$_{c3}$ на пильный цилиндр.

Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать необходимые значения момента инерции пильного цилиндра $J_3 = 0,2 \div 0,3$ кгм^2 и соответственно диаметры рабочих органов (согласно рекомендуемых значений J_2, J_3, J_4, J_6).

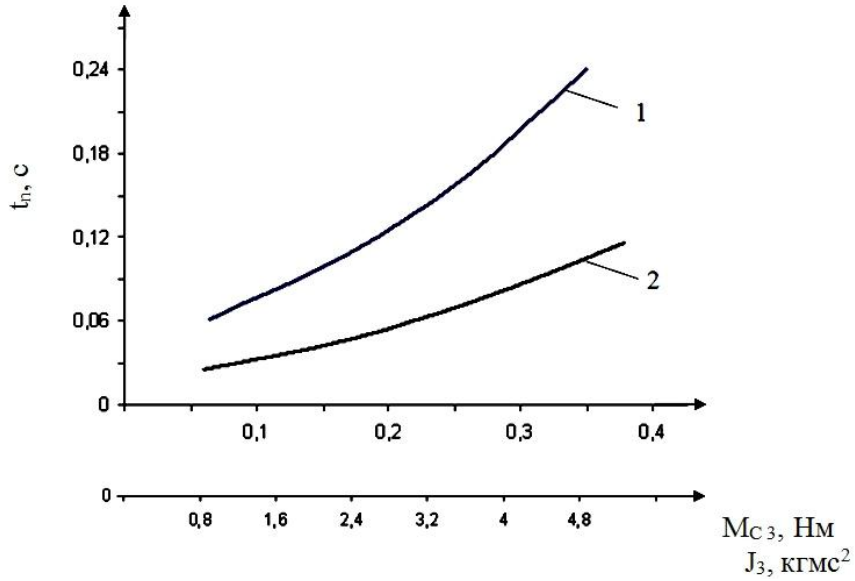


Рис. 4 – Графические зависимости изменения времени пуска системы от увеличения момента инерции пильного цилиндра очистителя и момента сопротивления от очищаемых растительных сорных примесей на пильный цилиндр M$_{c3}$.

где: 1- $t_n = f(J_3)$; 2- $t_n = f(M_{c3})$.

Согласно рекомендуемых параметров был изготовлен опытный образец очистителя шерсти и испытан в производственных условиях (ООО «INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL LINES» г.Ташкент). Результаты испытаний показали повышение очистительного эффекта шерсти от растительных примесей на 12-25% относительно существующей машины.

ВЫВОДЫ:

1. Разработана новая эффективная конструкция очистителя шерсти от растительных примесей.

2. На основе решения задачи динамики движения пильного цилиндра очистителя были обоснованы необходимые его параметры.

Литература

1. Артоболевский И.М. Теория механизмов и машин. - М. Наука, 1975, 688 с.

2..Джураев А. ва бошқалар. Машина ва механизмлар назарияси. “Ўқитувчи”, Тошкент, 2005, 592 б.

3. Угрюмов А.А. Обезрепеивающая машина У-1, Патент Россия, RU 10718, 30.11.98.

4. Элмонов С. и др. Анализ нагруженности ведомого шкива ременной передачи с ППО. Материалы МНПК “Влияние индустриально-инновационной политики на качество образования”, Тараз (Республика Казахстан), 2012, с. 225-256.

References

1. Artobolevskij I.M. Teorija mehanizmov i mashin. - M. Nauka, 1975, 688 s.

2..Dzhuraev A. va boshқalar. Mashina va mehanizmlar nazarijasi. “Ўқituvchi”, Toshkent, 2005, 592 b.

3. Ugrjumov A.A. Obezrepeivajushhaja mashina U-1, Patent Rossija, RU 10718, 30.11.98.

4. Jelmonov S. i dr. Analiz nagruzhennosti vedomogo shkiva remennoj peredachi s PPO. Materialy MNPK “Vlijanie industrial'no-innovacionnoj politiki na kachestvo obrazovanija”, Taraz (Respublika Kazahstan), 2012, s. 225-256.

Захарченко Н.В.[1], Бектурсунов Д.Н.[2], Талакевич Д.В.[3], Криль А.С.[4]

[1]Доктор технических наук, [2]аспирант, [3]аспирант, [4]кандидат технических наук,

Одесская национальная академия связи;

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБОЧНОГО ПРИЕМА ЭЛЕМЕНТА КОДА В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ С РОС

Аннотация

Установлена зависимость между величиной эквивалентной вероятности ошибочного приема элемента кода с параметрами избыточного кода, оценено значение коэффициента уменьшения скорости в системе с обратной связью.

Ключевые слова: передача данных (ПД), обратная связь (ОС), адаптивные системы.

Zakharchenko N.V.[1], Bektursunov D.N.[2], Talkayevich D.V.[3], Kril A.S.[4]

[1]PhD in Engineering, [2]graduate, [3]graduate, [4]PhD in Engineering,

Odessa National Academy of Telecommunications

EQUIVALENT PROBABILITY OF WRONG RECEPTION CODE ELEMENT IN ADAPTIVE SYSTEM WITH DECISIVE FEEDBACK

Abstract

Dependence between the size of equivalent probability of wrong reception of an element of a code with parameters of an excess code is established, value of coefficient of reduction of speed in system with feedback is estimated.

Keywords: transmission of data, feedback link, adaptive systems.

Рассмотрим условия, при которых использование обратного канала в системах передачи данных повышает их технические показатели по сравнению с симплексными системами ПД. При этом будем полагать, что командные сигналы передаются без искажений (вероятности $q_{\text{СП}} = q_{\text{СЛ}} = 0$), а время запаздывания сигналов $t_{\text{р}} \neq 0$ $\left(N_{\text{К.П}} > 1\right)$.

В системах ПД с кодовым представлением сигналов отдельные элементы сообщения утрачивают самостоятельное информационное значение. Искажения любого элемента в виде его трансформации, пропуска или ошибочного повторения приводят к искажению всего сообщения. В тех случаях, когда особо важная информация может передаваться неоднократно, предпочтения заслуживают те методы передачи данных, которые обеспечивают малую вероятность ложных сообщений. Поэтому следует применять такие способы кодирования, при которых не обнаруживаемые ошибки вызывают бросающиеся в глаза искажения сообщений.

В этих условиях естественно использовать критерий наименьшей вероятности ошибки

$$P_{\text{О.К}} = 1 - \sum_{i=1}^{N_{\text{Э}}} p_i p_{ii}\,, \qquad (1)$$

где p_i – априорная вероятность i-го элемента сообщения; p_{ii} – условная вероятность правильного приема i-го элемента; $N_{\text{Э}}$ – число элементов сообщения. При известных p_i критерий (1) совпадает с критерием идеального наблюдателя. Если все элементы сообщения равновероятны, что характерно для систем с телекодовой передачей сигналов, то критерий (1) сводится к минимизации величины $1 - p_{ii}$, где p_{ii} – const для всех $i = 1,\ 2,\ \ldots,\ N_{\text{Э}}$.

В системах ПД с телекодовой передачей сигналов с использованием помехоустойчивых кодов целесообразно использовать критерий эквивалентной вероятности ошибки

$$p_{\text{Э}} = 1-(1-p_0)^{\frac{1}{k}}, \tag{2}$$

характеризующий вероятность ошибки на один информационный символ помехоустойчивого (n,k)-кода. Этот критерий отвечает формализованному характеру сообщений в таких системах, поскольку он полностью абстрагируется от цены ошибки.

Критерий эквивалентной вероятности ошибки определяет условие применимости блочных корректирующих кодов в односторонних системах связи:

$$p_{\text{Э}} < p_{\text{об}}, \tag{3}$$

где

$$p_{\text{об}} = \frac{n}{k} p_0 T_{\text{С}} \tag{4}$$

$p_{\text{об}}$ – вероятность искажения символа безизбыточного кода, обеспечивающего ту же скорость передачи информации, что и данный помехоустойчивый (n,k)-код;

$T_{\text{С}}$, p_0 – длительность символа корректирующего кода и средняя вероятность его искажения.

Используя формулу для коэффициента относительной избыточности помехоустойчивого (n,k)-кода [1]

$$R_{\text{И}} = \frac{n-k}{n},$$

выражения (2) и (4) можно представить в виде

$$p_{\text{Э}} = 1-(1-P_{\text{О.К}})^{\frac{1}{n(1-R_{\text{И}})}}; \tag{5}$$

$$p_{\text{об}} = \frac{p_0 T_{\text{С}}}{1-R_{\text{И}}}. \tag{6}$$

В дальнейшем будем считать более эффективной ту систему связи, которая при заданных значениях $\nu_{\text{ш}}^2$ и $\upsilon_{\text{И}}$ обеспечивает меньшую величину $p_{\text{Э}}$ или при заданных $\nu_{\text{ш}}^2$ и $p_{\text{Э}}$ большее значение $\upsilon_{\text{И}}$.

Для любой адаптивной системы ПД с ОС справедливо соотношение [2]

$$\lim_{h_c^2 \to \infty} p_{\text{Э}} = c_1 p_0^{d_0}, \tag{7}$$

где d_0 – кодовое расстояние; c_1 – коэффициент, зависящий от способа кодирования. Например, для систем ПД с РОС, использующих в качестве сигнала $S_{\text{з}}$ одну из комбинаций помехоустойчивого (n,k)-кода с обнаружением ошибок, при $\mu_0 \to \infty$ и $h_c^2 >> 1$ вероятность

$$P_{\text{О.К}} \approx N_d \frac{2^k-2}{2^k-1} p_0^{d_0},$$

где N_d – число кодограмм веса d_0, и так как $P_{\text{О.К}} = k p_{\text{Э}}$, то коэффициент

$$c_1 = \frac{2^k-2}{2^k-1} \frac{N_d}{k}.$$

Структура формулы (7) аналогична выражению для адаптивных систем ПД с организацией симплексного режима работы и применением корректирующих кодов. Это позволяет при определении условий применимости принципа обратной связи воспользоваться методом Л.М. Финка, разработанным для указанных выше систем, и, в частности, критерием $p_{\text{Э}} < p_{\text{об}}$.

При некогерентном приеме двоичных ортогональных сигналов вероятность искажения символа

$$p_0 = \frac{1}{2} \mathrm{e}^{-\frac{h_c^2}{2}}.$$

Тогда, согласно выражению (7) эквивалентная вероятность ошибки будет определяться

$$p_{\text{Э}} = \frac{c_1}{2^{d_0}} \mathrm{e}^{-\frac{d_0 h_c^2}{2}}.$$

С учетом повторений превышение сигнала в адаптивной системе ПД с ОС

$$h_{\text{сц}}^2 = \frac{h_c^2}{1-R_{\text{И.О}}}. \tag{8}$$

Тогда вероятность обнаружения ошибки

$$p_{\text{об}} = \frac{1}{2} \mathrm{e}^{-\frac{h_{\text{сц}}^2}{2}} = \frac{1}{2} (2p_0)^{\frac{1}{1-R_{\text{И.О}}}},$$

откуда

$$\lim_{h_c^2 \to \infty} \frac{p_{\text{Э}}}{p_{\text{об}}} = \frac{c_1}{2^{d_0-1}} \mathrm{e}^{\frac{1}{1-R_{\text{И.О}}} - d_0}. \tag{9}$$

Отсюда следует, что условие (3) выполняется, если коэффициент

$$\eta_\upsilon = \frac{1}{1-R_{\text{И.О}}} < d_0 \tag{10}$$

При идеальной обратной связи коэффициент $R_{\text{И.О}}$ имеет минимальное значение, для скорости передачи при $\bar{\mu} = 1$, а условие (10) принимает вид

$$\frac{n}{k} < d_0 . \tag{11}$$

Это выражение показывает, что при идеальной обратной связи и $h_c^2 >> 1$ подавляющее большинство обнаруживаемых кодов обеспечивает выполнение неравенства (11). Это означает, что помехоустойчивость адаптивных систем ПД с ОС будет выше, чем систем без обратной связи с безизбыточным кодированием при одинаковой скорости передачи информации.

При запаздывании сигналов условие (3) может не выполняться даже для достаточно мощных кодов, так как с увеличением $N_{\text{К.П}}$ коэффициент $R_{\text{И.О}}$ возрастает [3].

$$R_{\text{И.О}} = 1 - \frac{1-R_{\text{И.К}}}{1+(\bar{\mu}-1)N_{\text{К.П}}},$$

откуда коэффициент уменьшения скорости передачи информации в адаптивной системе ПД с ОС

$$\eta_\upsilon = \frac{1+\left(\bar{\mu}-1\right)N_{\text{К.П}}}{1-R_{\text{И.К}}}.$$

Тогда вместо неравенства (10) имеем

$$\frac{1+\left(\bar{\mu}-1\right)N_{\text{К.П}}}{1-R_{\text{И.К}}} < d_0$$

или

$$\left(\bar{\mu}-1\right)N_{\text{К.П}} < d_0\left(1-R_{\text{И.К}}\right)-1. \tag{12}$$

Если при $\mu \to \infty$ выполняется условие $np_0 << 1$, то формулу (12) можно представить в виде

$$np_0 N_{\text{К.П}} < \frac{kd_0}{n} - 1. \tag{13}$$

Если запаздывание сигналов определяется в основном временем их распространения, то справедливо неравенство

$$2t_{\text{р}}\upsilon_{\text{Т}} < \frac{kd_0}{n} - 1 \tag{14}$$

Это неравенство наглядно показывает влияние запаздывания сигналов. Однако его выполнение зависит не только от уровня шумов в канале связи, но и от обнаруживающей способности кода. Так, для линейных двоичных кодов должны выполняться условия Плоткина:

$$\left(n-k\right) \geq 2\left(d_0-1\right) - \log_2 d_0 ;\ n \geq 2d_0 - 1. \tag{15}$$

Согласно неравенствам (15), изменение n в широких пределах сравнительно слабо влияет на правую часть выражения (14). Например, при

$n = 3 \ldots 127$ величина $\frac{d_0}{n} - 1$ возрастает от 0,35 до 2,62. Из соотношения (13) также следует, что чем больше произведение $t_{\text{р}}\upsilon_{\text{Т}}$, тем меньше допустимое значение вероятности p_0. При малых значениях $t_{\text{р}}\upsilon_{\text{Т}}$, когда при $n_{\text{S}} = n$ неравенство $\frac{2}{n}\left(t_{\text{р}}\upsilon_{\text{Т}}+1\right) >> 3+\Delta T$ не выполняется, левая часть выражения (13) не зависит от n и, следовательно, с ростом n увеличиваются обе части выражения (14). Наконец, если не выполняется условие $np_0 << 1$, то левая часть неравенства (14) возрастает с увеличением n быстрее правой части.

Таким образом, анализ выражения (13) в общем виде затруднителен. Однако чем лучше при $k = \text{const}$ удовлетворяется это неравенство за счет увеличения n, тем сильнее зависит левая его часть от уровня помех в канале связи. Наоборот, при использовании кодов с малым d_0 условие (13) выполняется при изменении p_0 в более широких границах. Следовательно, чем больше отношение $\frac{p_{\text{Э}}}{p_{\text{об}}}$, тем меньше нижняя граница вероятности $p_{\text{об}} = p_{0\min}$, обеспечивающая выполнение условия (3).

Следуя методу Л. М. Финка, найдем уравнение асимптоты кривой $\frac{p_{\text{Э}}}{p_{\text{об}}} = f\left(p_0\right)$. Для отыскания этой зависимости воспользуемся выражением (12) при $h_c^2 >> 1$:

$$\frac{p_{\text{Э}}}{p_{\text{об}}} = \frac{c_1}{c^{d_0-1}}\left(2p_0\right)^{\frac{d_0-d_0R_{\text{И.О}}-1}{1-R_{\text{И.О}}}},$$

откуда уравнение асимптоты имеет вид

$$\log_{10}\frac{p_{\text{э}}}{p_{\text{об}}}=\log_{10}\frac{c_1}{c^{d_0-1}}+\frac{d_0-d_0R_{\text{И.О}}-1}{1-R_{\text{И.О}}}\log_{10}(2p_0). \tag{16}$$

Угловой коэффициент асимптоты

$$\xi_a=\frac{d_0-d_0R_{\text{И.О}}-1}{1-R_{\text{И.О}}}=\frac{kd_0-n}{k}. \tag{17}$$

Условие применимости обратной связи (11) эквивалентно условию

$$\xi_a>0. \tag{18}$$

Граничное значение вероятности искажения кодовых символов определяется из уравнения

$$\log_2 p_{0\min}=\frac{d_0-1}{\xi_a}-\frac{1}{\xi_a}\log_2 c_1-1. \tag{19}$$

Так как для оптимальных обнаруживающих кодов $n\approx 2d_0$, то параметр d_0 в выражениях (18) и (19) можно исключить и выразить ξ_a и $p_{0\min}$ через n и k. В частности, для циклических кодов $2d_0=n+1$ и

$$\xi_a=\frac{k(n+1)-2n}{2k};\quad \log_2 p_{0\min}=\frac{1}{\xi_a}\left(\frac{n-1}{2}-\log_2\frac{n-1}{k}\right). \tag{20}$$

На рис. 1 показаны графики зависимости $\log_{10}\frac{p_{\text{э}}}{p_{\text{об}}}=f(\log_{10}p_0)$ и их асимптоты для обнаруживающего эквидистантного (7,3)-кода и (4,3)-кода с проверкой на четность. Из рисунка видно, что выражение (16) удовлетворительно аппроксимирует зависимость $\frac{p_{\text{э}}}{p_{\text{об}}}=f(p_0)$ и позволяет определить вероятность $p_{0\min}$, но при достаточно больших значениях вероятности $p_{\text{об}}$.

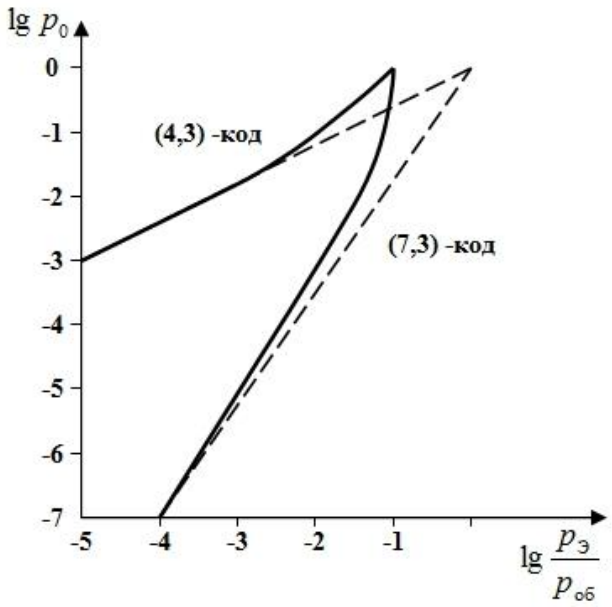


Рис. 1 – Применимость принципа обратной связи

Литература

1. Захарченко Н.В., Рудый Е.М., Вараксин А.А., Мамедов М.А., Гаджиев М.М.. Эффективные системы передачи информации./Под ред. академика МАИ, доктора техн. наук, проф. Н.В. Захарченко. – Баку «ЭЛМ», 2007, 568 с.

2. Системы электросвязи: Учебник для вузов/В.П. Шувалов, С.И. Горшкова, Г.П. Катунин и др.; Под ред. В.П. Шувалова. – М.: Радио и связь, 1987.

3. Коричнев Л.П., Королев В.Д. Статистический контроль каналов связи. – М.: Радио связь, 1989. – 240 с.

References

1. Zakharchenko N. V., Rudnyi E.M., Varasin A.A., Mamedov M.A., Gadzhiev M.M., Effective systems of information transfer. / Under the editorship of the academician of MAI, the doctor tech. sciences, prof. N.V. Zakharchenko. – Baku "ELM", 2007, 568 pages.

2. Systems of telecommunication: The textbook for higher education institutions/V.P. Shuvalov, S. I. Gorshkova, G. P. Katunin, etc.; Under the editorship of V.P. Shuvalov. – M.: Radio and communication, 1987.

3. Korichnev L.P., Korolev V.D., Static control of communication channels – M.: Radio communication, 1989. – 240 pages.

Зеньков С.А.[1], Игнатьев К.А.[2], Казимиренок А.А.[3]
[1]Кандидат технических наук, доцент , [2]аспирант, [3]магистрант,
Братский Государственный Университет

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНГЛ-1 24В

Аннотация

В статье рассмотрены экспериментальные исследования теплового воздействия гибкого нагревательного элемента ЭНГЛ-1 24В с напряжением питания 24 В на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин при отрицательной температуре. Представлены результаты экспериментальных исследований, определены рациональные параметры оборудования.

Ключевые слова: адгезия, гибкий нагревательный элемент, связный грунт, трение, производительность, землеройные машины, напряжение сдвига.

Zen'kov S.A.[1], Ignatiev K.A.[2], Kazimirenok A.A. [3]
[1]PhD in Engineering, Associate professor, [2]postgraduate student, [3]magister,
Bratsk State University

EXPERIMENT PLANNING TO DETERMINE THE OPTIMAL CAPACITY OF THE EQUIPMENT THERMAL IMPACT ENGLE-1 24V

Abstract

The article deals with the experimental study of the thermal effects of a flexible heating element Engle-1 with 24V supply voltage 24 on the adhesion of soil to the working bodies of earth-moving machinery at low temperatures. The results of experimental studies identified rational parameters of the equipment.

Keywords: adhesion, flexible heating element, cohesive soil, friction performance, digging, shear stress.

Одной из основных причин уменьшения производительности землеройных машин при разработке и транспортировке влажных грунтов и материалов является увеличение адгезии и трения при копании, выгрузке, перемещении и планировке. Адгезионные явления вызывают резкое увеличение сил трения, которые составляют 30-60% тягового усилия. Известно, что одним их эффективных методов снижения адгезии грунтов является тепловой [1-7]. Данная работа, направлена на исследование возможности применения теплового воздействия для борьбы с адгезией грунтов к рабочим органам землеройных машин с помощью гибких ленточных электрических нагревателей (ЭНГЛ). Для поставленных задач экспериментальных исследований были использованы методы многофакторного планирования, что позволяет получить максимально полезную информацию об исследуемых процессах при минимальном количестве опытов. Это особенно важно, когда моделирование отдельных процессов (например, температурного режима) представляет определенные трудности. Недостаточная изученность исследуемых процессов вызвала необходимость использования аппарата математической теории планирования эксперимента для получения математических моделей процессов. Проведен эксперимент для определения оптимальной мощности оборудования термического воздействия ЭНГЛ-1 (24В). ЭНГЛ-1 (24В) - элемент нагревательный гибкий ленточный - электрическая нагревательная лента для защиты от замораживания. ЭНГЛ-1 (24В) - плетеная лента из стеклонити, в основе которой восемь нагревательных жил из нихрома. Снаружи нагреватели покрыты водонепроницаемой оболочкой из кремнийорганической резины. Изоляция из кремнийорганической резины особенно подходит для случаев применения, где необходима высокая гибкость ленты.

Ее технические характеристики: максимальная температура на поверхности ленты –180°С ; минимальная температура монтажа - 50°С; минимальный радиус изгиба 10 мм; ширина активной части 24мм; толщина активной части 3,3мм; электропитание 24 В; удельная мощность 50 Вт/м.

Эффект оценивался по температуре нагрева поверхности контакта грунта с имитатором, при температуре окружающей среды от -30°С до 20°С. Для эксперимента был использован грунт, дисперсность которого D = 0,05 мм, влажность 17,5%. Площадь соприкосновения грунта с имитатором составляла 0,123 м^2, давление прижатия p = 30 кПа, время контакта t = 20мин. Контроль температуры поверхности и наружного воздуха осуществлялся с помощью мультиметра DT-838. Пределы измерения температуры которого равны от -20°С до 1370°С.

Для проведения активного эксперимента с целью получения математической модели вида (1), в соответствии с рекомендациями [1] и особенностями данных экспериментальных исследований выбираем план для двухфакторной модели 3^2 и общим числом точек N = 9.

Уровни и интервалы варьирования факторов определены на основе анализа априорной информации и представлены в табл. 1.

Матрица планирования экспериментальных исследований в кодированном виде и полученные результаты представлены в табл. 2.

Для исключения влияния систематических ошибок, опыты проводились в случайном порядке, т. е. экспериментальные исследования были рандомизированы.

Таблица 1 – Уровни факторов и интервалы варьирования

Факторы	Уровни факторов			Интервалы варьирования
	-1	0	1	
X_1 – температура окружающей среды Т, °С	-30	-5	20	25
X_2 – мощность ЭНГЛ N, Вт/м^2	250	625	1000	375

Двухфакторное уравнение регрессии (алгебраический полином 2-й степени), включающее линейные члены, члены взаимодействия факторов и квадратичные члены:

$$T_{пов} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1^2 + b_4 x_2^2 + b_5 x_1 x_2 \quad (1)$$

Таблица 2 – Матрица планирования и результаты планирования эксперимента для определения оптимальной мощности источника термического воздействия ЭНГЛ-1 24В

№ опыта	X_1 (T)		X_2 (N)				Функции отклика
	код	°С	код	м	Вт	Вт/м^2	Т, °С
1	-	-30	-	0,6	30,7	250	11
2	+	-5	-	0,6	30,7	250	30
3	0	20	-	0,6	30,7	250	67
4	-	-30	+	2,5	123	1000	47
5	+	-5	+	2,5	123	1000	65
6	0	20	+	2,5	123	1000	87
7	-	-30	0	1,5	77	625	20
8	+	-5	0	1,5	77	625	38
9	0	20	0	1,5	77	625	75

Обработка результатов экспериментальных исследований по программе “MNKLUX” позволила получить регрессионную модель, определяющую количественный и качественный характер изменения функции отклика от исследуемых факторов при реализации матрицы эксперимента (табл. 2):

- в кодированном виде:

$$T_{пов}(x_1, x_2) = 71,7 + 9,2 \cdot x_1 + 15,16 \cdot x_2 - 41,16 \cdot x_1^2 + 6,8 \cdot x_2^2 - 0,25 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (2)$$

- в натуральном виде:

$$T_{пов}(T_{о.ср}, N) = 65,6 + 0,3 \cdot T + 0,02 \cdot N - 0,066 \cdot T^2 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot N^2 - 3 \cdot 10^{-5} \cdot T \cdot N \quad (3)$$

Регрессионная модель, определяющая зависимость оптимальной удельной мощности от температуры окружающей среды:

$$N(T) = -13,3 \cdot T + 620 \quad (4)$$

Экспериментально определена удельная мощность источника термического воздействия ЭНГЛ-1 24В в зависимости от температуры окружающей среды.

Литература

1. Зеньков С.А., Диппель Р.А., Булаев К.В., Батуро А.А. Планирование эксперимента по исследованию влияния параметров теплового воздействия на сопротивление сдвигу грунта // Механики XXI веку. 2005. № 4. С. 52-56.

2. Зеньков С.А., Игнатьев К.А., Филонов А.С., Балахонов Н.А. Определение рациональных параметров оборудования теплового действия к рабочим органам землеройных машин для разработки связных грунтов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2с (71). С. 124-129.

3. Зеньков С.А., Жидовкин В.В., Ничаев А.Н., Курмашев Е.В. Применение оборудования теплового воздействия для снижения адгезии грунтов // Механики XXI веку. 2010. № 9. С. 129-132.

4. Зеньков С.А., Игнатьев К.А., Филонов А.С. Эффективность гибких нагревательных элементов для борьбы с адгезией грунтов к землеройным машинам // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 134-137.

5. Зеньков С.А., Игнатьев К.А., Филонов А.С., Банщиков М.С. Исследование влияния теплового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин // Механики XXI веку. 2013. № 12. С. 228-232.

6. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Кутимский Г.М. Использование электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Механики XXI веку. 2014. № 13. С. 134-138.

7. Зеньков С.А., Батуро А.А., Булаев К.В. Теоретические предпосылки повышения производительности экскаваторов при устранении адгезии грунта к ковшу // Механики XXI веку. 2006. № 5. С. 79-81.

References

1. Zen'kov S.A., Dippel' R.A., Bulaev K.V., Baturo A.A. Planirovanie ehksperimenta po issledovaniyu vliyaniya parametrov teplovogo vozdejstviya na soprotivlenie sdvigu grunta // Mekhaniki XXI veku. 2005. № 4. S. 52-56.
2. Zen'kov S.A., Ignat'ev K.A., Filonov A.S., Balakhonov N.A. Opredelenie ratsional'nykh parametrov oborudovaniya teplovogo dejstviya k rabochim organam zemlerojnykh mashin dlya razrabotki svyaznykh gruntov // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. T. 2. № 2c (71). S. 124-129.
3. Zen'kov S.A., ZHidovkin V.V., Nichaev A.N., Kurmashev E.V. Primenenie oborudovaniya teplovogo vozdejstviya dlya snizheniya adgezii gruntov // Mekhaniki XXI veku. 2010. № 9. S. 129-132.
4. Zen'kov S.A., Ignat'ev K.A., Filonov A.S. EHffektivnost' gibkikh nagrevatel'nykh ehlementov dlya bor'by s adgeziej gruntov k zemlerojnym mashinam // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki. 2013. T. 1. S. 134-137.
5. Zen'kov S.A., Ignat'ev K.A., Filonov A.S., Banshhikov M.S. Issledovanie vliyaniya teplovogo vozdejstviya na adgeziyu gruntov k rabochim organam zemlerojnykh mashin // Mekhaniki XXI veku. 2013. № 12. S. 228-232.
6. Zen'kov S.A., Kozhevnikov A.S., Kutimskij G.M. Ispol'zovanie ehlektronagrevatel'nykh gibkikh lentochnykh ehlementov dlya bor'by s namerzaniem grunta k metallicheskim poverkhnostyam rabochikh organov zemlerojnykh mashin // Mekhaniki XXI veku. 2014. № 13. S. 134-138.
7. Zen'kov S.A., Baturo A.A., Bulaev K.V. Teoreticheskie predposylki povysheniya proizvoditel'nosti ehkskavatorov pri ustranenii adgezii grunta k kovshu // Mekhaniki XXI veku. 2006. № 5. S. 79-81.

Каганов В.И.
Доктор технических наук, профессор,
Московский государственный Университет Телекоммуникационных систем, радиотехники и электроники (МИЭА)

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ КАК ЗАЩИТА ОТ ГОЛОЛЕДА

Аннотация

Предлагаются для защиты от гололеда два способа преобразования электромагнитной энергии в тепло: с помощью бегущей и стоячей волны. Приводятся результаты лабораторного эксперимента по проверке методов

Ключевые слова: электромагнитные волны, гололед, тепло, резонатор.

Ksganov W.I.
Professor, PhD in Engineering,
Moscow State University of Information Technologies, Radio Engineering and Electronics (MIREA)

ELECTROMAGNETIC WAVES AS PROTECTION ICING

Abstract

Two ways to convert electromagnetic energy into heat are analyzed: with the help of traveling and standing waves. The results of laboratory experiment to test methods given.

Keywords: electromagnetic wave, icing , thermal heating , resonator.

Отложение наледи на проводах происходит при резком перепаде значения температуры окружающего воздуха, когда влага замерзает на поверхности охлажденных предметов. При этом толщина льда на проводах ЛЭП может достигать 60 мм. В результате происходит обрыв проводов, их недопустимо близкое сближение и раскачивание. Можно привести много примеров серьезных аварий из-за гололеда в электросетях России, Канады и Европы.

Одной из серьезных причин нарушения нормального функционирования железнодорожного транспорта во всем мире является обледенение проводов контактной сети. В результате обледенения создаются дополнительные механические нагрузки на провода и возникают дуговые разряды с большими токами, обусловливающие обжигание проводов и повреждение дорогостоящих графитовых токоприемников. Подобные явления возникают даже при образовании на проводах тонкого ледяного слоя в виде инея.

В этой связи предлагается принципиально новый способу защиты электрических сетей от гололеда путем преобразования энергии СВЧ электромагнитных волн в тепло и нагрев проводов до температуры + $(15\text{-}20)^0$ С , что должно предотвращать образование на них наледи. Таким образом, предлагается не очищать от гололеда провода, а защищать последние от образования на них наледи с помощью как бегущей, так и стоячей электромагнитной волны.

Способ бегущей электромагнитной волны В этом случае к линии электропередачи через высоковольтные конденсаторы подключается высокочастотный генератор частотой 81,36 Мгц, разрешенной к применению для промышленных целей. Для волны, распространяющейся вдоль бесконечно длинной линии на расстоянии x от ее начала, уравнение баланса мощностей имеет вид :

$$P(x) = P_{\Gamma} - P_R(x) - P_S(x), \qquad (1)$$

где P_{Γ} – мощность волны, подводимой к линии от внешнего высокочастотного генератора; P_R – мощность волны, перешедшей в тепло в силу распределенного активного сопротивления длинной линии; P_S - мощность излучения линии.

По причине скин-эффекта, т.е. вытеснения тока к внешней поверхности провода, его активное (омическое) сопротивление резко возрастает [1–2]. Для преобразования в тепло энергии излучения вдоль провода располагаются специальные резисторы – излучатели, греющие провода. Экспериментальная проверка нагрева двухпроводной

длинной линии с многожильными алюминиевыми проводами с помощью бегущей электромагнитной, проведенная на территории Подольского химико-металлургического завода (ПХМЗ), подтвердила реальность данного метода.

Преобразование энергии стоячей электромагнитной волны в тепло.

В этом случае нагреваемое тело размешается внутри объемного резонатора, резонансная частота которого определяется целым числом стоячих полуволн, укладываемых вдоль его стенок [2]. Частота генератора должна совпадать как с резонансной частотой резонатора, так и с частотой дипольного момента молекул тел нагреваемого тела. Для быстрого ввода и вывода последнего в пространство облучения (поз.1 на рис.1) предлагается использовать новый тип объемного резонатора – полуоткрытый, с металлической сеткой, соединяющий рефлекторы по части их окружности (поз.2 на рис.1).

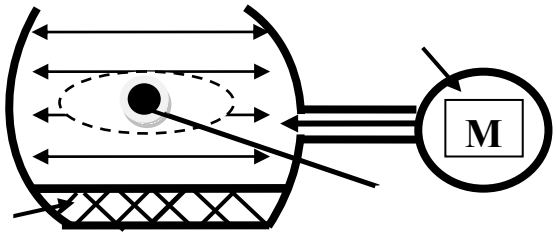


Рис. 1

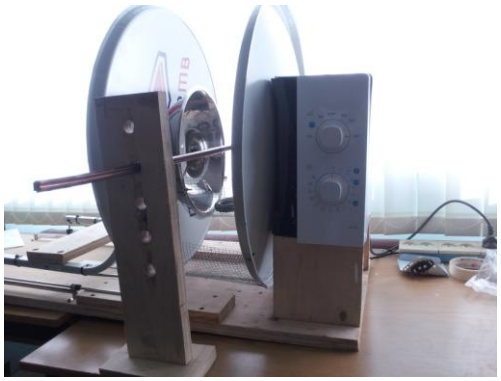


Рис. 2

Фотография лабораторной установки по экспериментальной проверке данного метода нагрева провода с ледяной коркой приведена на рис.2. Установка включает магнетрон мощностью 800 Вт (поз.3 на рис.1) с блоком питания от серийно выпускаемой микроволновой печи частотой 2450 МГц. В качестве резонатора полуоткрытого типа использовались два металлических рефлектора диаметром 25см, соединенные между собой металлической сеткой с малыми ячейками. Расстояние между центрами рефлекторов равно 31 см. Измерение температуры производилось с помощью инфракрасного пирометра. В качестве индикатора эффективности нагрева с помощью микроволнового излучения использовался баллон с водой массой 100г, помещенный в свободное пространство между рефлекторами (рис.2).

Данный метод борьбы с гололедом предлагается использовать для быстрого уничтожения ледяной пленки на контактном проводе железнодорожного транспорта [3]. Расположив перед пантографом группу таких микроволновых нагревателей с магнетронами повышенной мощности каждый локомотив будет, образно говоря, расчищать перед собой дорогу, избавляясь от наледи на контактном проводе.

Отражатели можно закрепить на дополнительном пантографе, имеющим вместо графитового токоприемника прочный керамический стержень, скользящий по контактному проводу. Тем самым будет обеспечено постоянное расположение контактного провода по вертикали в центре электромагнитного поля резонатора. Реализация описанного изобретения позволит обеспечить нормальные условия эксплуатации железнодорожного транспорта при самых неблагоприятных погодных условиях.

Заключение. Проведенное исследования позволяет сделать вывод о том, что с помощью ВЧ и СВЧ электромагнитных волн можно защитить от гололеда как высоковольтные воздушные линии электропередачи , так и контактную сеть на железнодорожном транспорте. Оба способа защиты проводов от гололеда с помощью бегущей и стоячей электромагнитной волны проверены экспериментально на лабораторных стендах.

Таким образом, с помощью электромагнитных волн можно обеспечить нормальные условия эксплуатации двух важнейших промышленных систем при самых неблагоприятных погодных условиях. Для внедрения в экономику нового метода борьбы с гололедом следует приступить к созданию промышленных установок.

Литература

1.Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М.: ГИТТЛ, 1956.

2.Джексон Дж. Классическая электродинамика. – .:М.:Мир, 1965.

References

1.Tamm I.E. Osnovy teorii jelektrichestva. – M.: GITTL, 1956.

2.Dzhekson Dzh. Klassicheskaja jelektrodinamika. – .:M.:Mir, 1965.

Коваленко Т.В.
Кандидат технических наук, доцент,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫВОЗКИ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ГОДОВОГО ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА

Аннотация

В статье предлагается методика учета влияния климатических факторов при организации и планировании лесотранспортных процессов через среднюю скорость движения лесовозных автопоездов. Приводятся результаты исследований и математические зависимости, позволяющие учитывать климатические параметры района местоположения предприятия.

Ключевые слова: климат, планирование, лесные дороги, лесовозный автопоезд.

Kovalenko T.V.
PhD in Engineering, associate professor,
Saint Petersburg State Forest Technical University

PLANNING OF TIMBER HAULING WITH USE OF CLIMATIC FACTORS AT DEVELOPMENT OF ACTUAL CUT

Abstract

In article the technique of taking note of climatic factors is offered at the organization and planning of forest transport processes through the average speed of movement of forest trucks. Results of researches and the mathematical dependences, allowing to consider climatic parameters of the region of location of the enterprise are given.

Keywords: climate, planning, forest roads, forest trucks.

Проектирование производственно-достаточной транспортной сети остается важнейшей проблемой, стоящей перед как вновь проектируемыми, так и существующими предприятиями лесного комплекса. Последние годы можно охарактеризовать как периоды с аномальными климатическими параметрами. Жаркое лето, поздняя зима с обильным снежным покровом продемонстрировали, что лесозаготовители могут стать заложниками неразвитой транспортной сети, если они не будут обладать инструментом, позволяющим прогнозировать состояние лесных дорог. Таким инструментом может стать система учета климатических факторов при освоении лесосечного фонда предприятия. В качестве одного из универсальных входных параметров данной системы можно рассмотреть скорость движения лесовозного автопоезда.

Скорость движения лесовоза [1, 2]может выступать как ключевой индикатор состояния автодороги и использоваться в качестве критерия в системах оптимизации лесотранспортных процессов при освоении арендных лесных массивов.

Для учета изменений условий движения лесовоза в различные сезоны года [3] можно воспользоваться следующей зависимостью:

$$П_{сез} = \frac{\left(K_{рс}^{з} - K_{рс}^{сез}\right) \cdot Д_{сез} \cdot K_{и}}{365}, \quad (1)$$

где $K_{рс}^{з}$– коэффициент обеспеченности расчетной скорости на эталонном участке дороги в эталонных метеоусловиях; $K_{рс}^{сез}$– коэффициент обеспеченности расчетной скорости на эталонном участке дороги, в среднем для сезона; $Д_{сез}$ – продолжительность сезона, сут.; $K_{и}$ – коэффициент учета неравномерности вывозки в течение года.

Наибольшему влиянию климатических факторов подвержены лесные дороги с переходным типом покрытия, а так же технологические пути (усы) [4, 5]. В период повышенного увлажнения такие дороги, особенно с грунтовым покрытием, подвержены колееобразованию [6].

Таким образом, показатель скорости вполне целесообразно применять для оценки степени проходимости лесных дорог в реальном времени. Установив зависимость между скоростным режимом лесной дороги и климатическими факторами, мы получаем возможность оперативно реагировать на негативное влияние климата, своевременно ограничив движение. С другой стороны, появляется возможность предсказывать возможное состояние транспортной сети, имея на руках накопленный массив скоростных данных (как для легких, так и для тяжелых автопоездов, с учетом дорожных конструкций, по которым производится вывозка) и климатические параметры региона, через установление возможных критических периодов, когда существует опасность разрушения дороги лесовозными автопоездами.

Международный научно-исследовательский журнал включен в базу научного цитирования ***Google Scholar.***

Google Scholar *– поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.*

Наличие статей в ***Google Scholar*** *увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.*

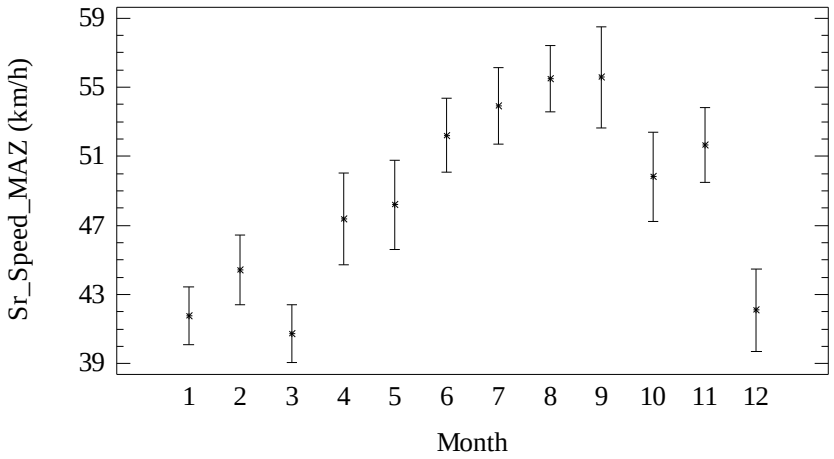


Рис. 1 – Изменение средней скорости автопоездов 1 группы в течение года.

В основу предлагаемой методики было положено исследование данных путевых листов лесовозных автопоездов, эксплуатировавшихся в ОАО ЛПК Кипелово (Вологодская область) за 2007-09 гг. В качестве источника метеоданных были использованы записи местной метеостанции (атмосферное давление, влажность воздуха, количество осадков, скорость ветра, средняя суточная температура воздуха) и основные климатические параметры по Вологодской области (альбедо, средняя температура почвы) [7, 8].

Исследуемые автопоезда были разделены на две группы: I (на базе тягачей типа МАЗ) и II (на базе автомобилей типа «Урал»). Дороги были разбиты на следующие категории: 1 – магистральные дороги круглогодового действия; 2 – ветки летнего действия; 3 – ветки зимнего действия.

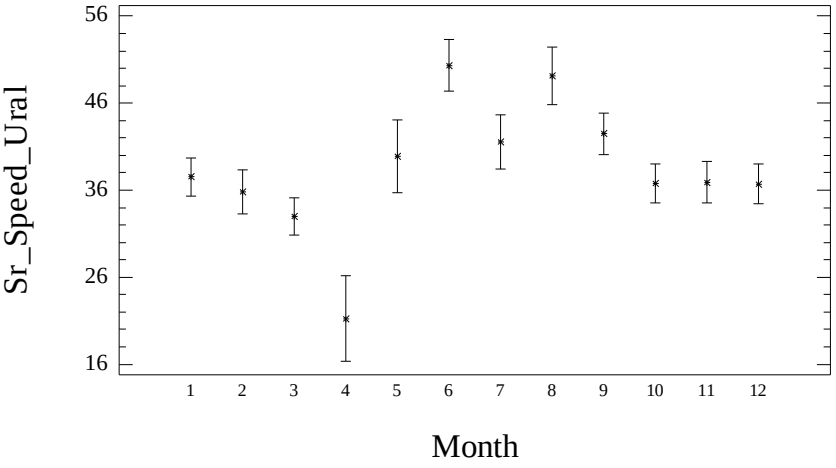


Рис. 2 – Изменение средней скорости автопоездов 2 группы в течение года

На следующем этапе исследований были получены уравнения, описывающее влияние климатических факторов.

- для лесовозов группы I:

$$V_1 = 0{,}162814 \cdot a + 35{,}8485/k_{\text{д}} + 0{,}0443855 \cdot t_{\text{п}}^2 - 0{,}025966 \cdot t_{\text{в}}^2 \quad (2)$$

- для лесовозов группы II (14):

$$V_2 = 0{,}192589 \cdot a + 26{,}5996/k_{\text{д}} + 0{,}0409256 \cdot t_{\text{п}}^2 - 0{,}0412448 \cdot t_{\text{в}}^2 \quad (3)$$

где a – альбедо поверхности, %; $k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий категорию дороги (1,0 – магистрали; 2,0 – ветки летние; 3,0 – ветки зимние); $t_{\text{п}}$ – средняя температура почвы, $^{\text{o}}$C; $t_{\text{в}}$ – средняя температура воздуха, $^{\text{o}}$C.

На основе полученных и проанализированных данных можно сделать вывод, что отчётливо наблюдается разрыв между скорость движения по магистрали и веткам, а также снижение средней скорости автопоездов в период осенне-весенней распутицы и максимум скорости в летний период, что, очевидно, связано с состоянием дорог в летний и зимний периоды года.

Литература

1. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения в сложных погодных условиях. – М.: Транспорт, 1976. – 224 с.
2. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог: ОДН 218.0.006-2002// Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор) Минтранса России. – М.: Информавтодор, 2002. – 138 с.
3. Справочная энциклопедия дорожника. Т.2: Ремонт и содержание дорог. / Под ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 2004. – 507 с.
4. Тюрин Н.А. Проектирование лесосечно-транспортных процессов с учетом влияния климата//Сухопутный транспорт леса: Сб. науч. тр. – СПб.: ЛТА, 1994. Стр. 53-57.
5. Коваленко Т.В. Учет климатических факторов при организации лесотранспортных процессов в лесозаготовительном предприятии.// Сухопутный транспорт леса: Материалы научно-технической конференции. – СПб.: СПбГЛТА, 2009. Стр. 105-111.
6. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. – М.: Автотрансиздат, 1956. – 326 с.
7. Справочник по климату СССР. Выпуск 1. Архангельская и Вологодская области. Карельская и Коми АССР. Часть 1. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. Л.: Гидрометиздат, 1965. – 97 с.
8. Справочник по климату СССР. Выпуск 1. Архангельская и Вологодская области. Карельская и Коми АССР. Часть 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометиздат, 1968. – 361 с.

References

1. Vasil'ev A.P. Sostojanie dorog i bezopasnost' dvizhenija v slozhnyh pogodnyh uslovijah. – M.: Transport, 1976. – 224 s.
2. Pravila diagnostiki i ocenki sostojanija avtomobil'nyh dorog: ODN 218.0.006-2002// Gos. sluzhba dor. hoz-va (Rosavtodor) Mintransa Rossii. – M.: Informavtodor, 2002. – 138 s.
3. Spravochnaja jenciklopedija dorozhnika. T.2: Remont i soderzhanie dorog. / Pod red. A.P. Vasil'eva. – M.: Transport, 2004. – 507 s.
4. Tjurin N.A. Proektirovanie lesosechno-transportnyh processov s uchetom vlijanija klimata//Suhoputnyj transport lesa: Sb. nauch. tr. – SPb.: LTA, 1994. Str. 53-57.
5. Kovalenko T.V. Uchet klimaticheskih faktorov pri organizacii lesotransportnyh processov v lesozagotovitel'nom predprijatii.// Suhoputnyj transport lesa: Materialy nauchno-tehnicheskoj konferencii. – SPb.: SPbGLTA, 2009. Str. 105-111.
6. Birulja A.K. Jekspluatacija avtomobil'nyh dorog. – M.: Avtotransizdat, 1956. – 326 s.
7. Spravochnik po klimatu SSSR. Vypusk 1. Arhangel'skaja i Vologodskaja oblasti. Karel'skaja i Komi ASSR. Chast' 1. Solnechnaja radiacija, radiacionnyj balans i solnechnoe sijanie. L.: Gidrometizdat, 1965. – 97 s.
8. Spravochnik po klimatu SSSR. Vypusk 1. Arhangel'skaja i Vologodskaja oblasti. Karel'skaja i Komi ASSR. Chast' 2. Temperatura vozduha i pochvy. L.: Gidrometizdat, 1968. – 361 s.

Копытов В.В.[1] Шульгин А.О.[2] Федоров С.А.[3]
[1]Доктор технических наук, [2]кандидат технических наук, [3]аспирант,
Северо-Кавказский федеральный университет

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНТЕГРАЦИОННОЙ СРЕДЫ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Аннотация

В статье рассмотрена концептуальная архитектура взаимодействия корпоративной информационной системы с кроссплатформенными мобильными приложениями и базовые элементы инфраструктурного слоя, необходимые и достаточные для функционирования интеграционной среды.

Ключевые слова: кроссплатформенность, мобильное приложение, информационная система, облако.

Kopytov V.V.[1] Shulgin A.O.[2] Fedorov S.A.[3]
[1]PhD in Engineering, [2]PhD in Engineering, [3]Postgraduate student, North-Caucasus Federal University

DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE INTEGRATION ENVIRONMENT CROSS-PLATFORM MOBILE APPLICATIONS WITH CORPORATE INFORMATION SYSTEMS

Abstract

The article describes the conceptual architecture of interaction of the corporate information system with cross-platform mobile applications and basic elements of the infrastructure layer, required and sufficient for the integrational environment functioning.

Keywords: cross-platform, mobile application, information system, cloud.

Добавление в состав корпоративной информационной системы (КИС) мобильных приложений, существенно расширяющих пространство функционирования за счет смартфонов, фаблетов, планшетов и других мобильных устройств, приводит к расширению технологического состава и функций системы. Для терминологической унификации в рамках данной статьи под интегрированной корпоративной информационной системой (интегрированной КИС) понимается набор программно-технологических средств, обеспечивающих интегрированное функционирование комплекса программных средств корпоративной информационной системы и мобильных приложений для различных платформ или кроссплатформенных [1].

Интегрированная КИС уже может обеспечивать работу персонала за пределами офиса или здания за счет использования современных технологий обеспечения доступа к внутрикорпоративным системам и базам данных при использовании личных или рабочих мобильных устройств. При этом необходимо учесть разнообразие платформ рынка мобильных устройств. Одним из вариантов оптимизации времени разработки мобильных приложений является

выбор одной мобильной платформы, для которой и будет разрабатываться мобильное приложение в рамках интегрированной КИС. Но это, в свою очередь, добавляет дополнительные ограничения и ставит под вопрос целесообразность данного частного решения. При разработке комплекса мобильных приложений, охватывающих большинство платформ, требуются большие временные затраты на этап разработки и тестирования каждого мобильного приложения в отдельности.

Другим решением оптимизации времени разработки мобильных приложений под разные платформы является использование альтернативного подхода, позволяющего разрабатывать кроссплатформенные приложения для различных мобильных платформ.

Настоящее исследование выполнено в рамках реализации ПНИ по теме «Разработка кроссплатформенной технологии построения мобильных приложений с заданными контурами интеграции для повышения функциональной и ресурсной эффективности корпоративных информационных систем» в рамках ФЦПИР 2014-2020 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57614X0066).

Существующие на данный момент способы и технологии организации взаимодействия программных продуктов подходят для высокоуровневой организации взаимодействия различных гетерогенных информационных систем. Однако при их использовании необходимо учитывать некоторые особенности особого класса приложений, такого как мобильные приложения. К таким особенностям следует отнести, слабую аппаратную составляющую оборудования, на котором используются мобильные приложения и низкую пропускную способность каналов связи, вследствие чего на клиентском приложении невозможность выполнить ресурсоемкие вычисления или осуществить хранение, прием и передачу результатов промежуточной обработки данных. Также к числу таких особенностей следует отнести предметную область использования мобильного приложения с вариацией способа доставки данных и массовость конечного продукта.

Одной из возможностей решения быстрой разработки кроссплатформенных мобильных приложений для взаимодействия с КИС является выделение однотипных для различных КИС технологий, принципов и процессов в единую программно-технологическую платформу (фреймворк). Уменьшение временных затрат при разработке мобильных приложений с использованием кроссплатформенного фреймверка заключается в отделении всех процессов, не связанных с особенностями мобильной платформы, в отдельный поток и реализация этого потока только один раз. Данный подход позволяет разово разработать общую платформу, на основании которой и будут в дальнейшем строиться различные интегрированные КИС.

Рассмотрим концептуальную схему платформы быстрого построения кроссплатформенных мобильных приложений для построения интегрированных КИС, представленную на рисунке 1.

Архитектура интегрированной КИС включает в себя следующие составные блоки:

- корпоративная информационная система;
- подсистема расширений КИС;
- частное облако вычислительных ресурсов;
- мобильные приложения.

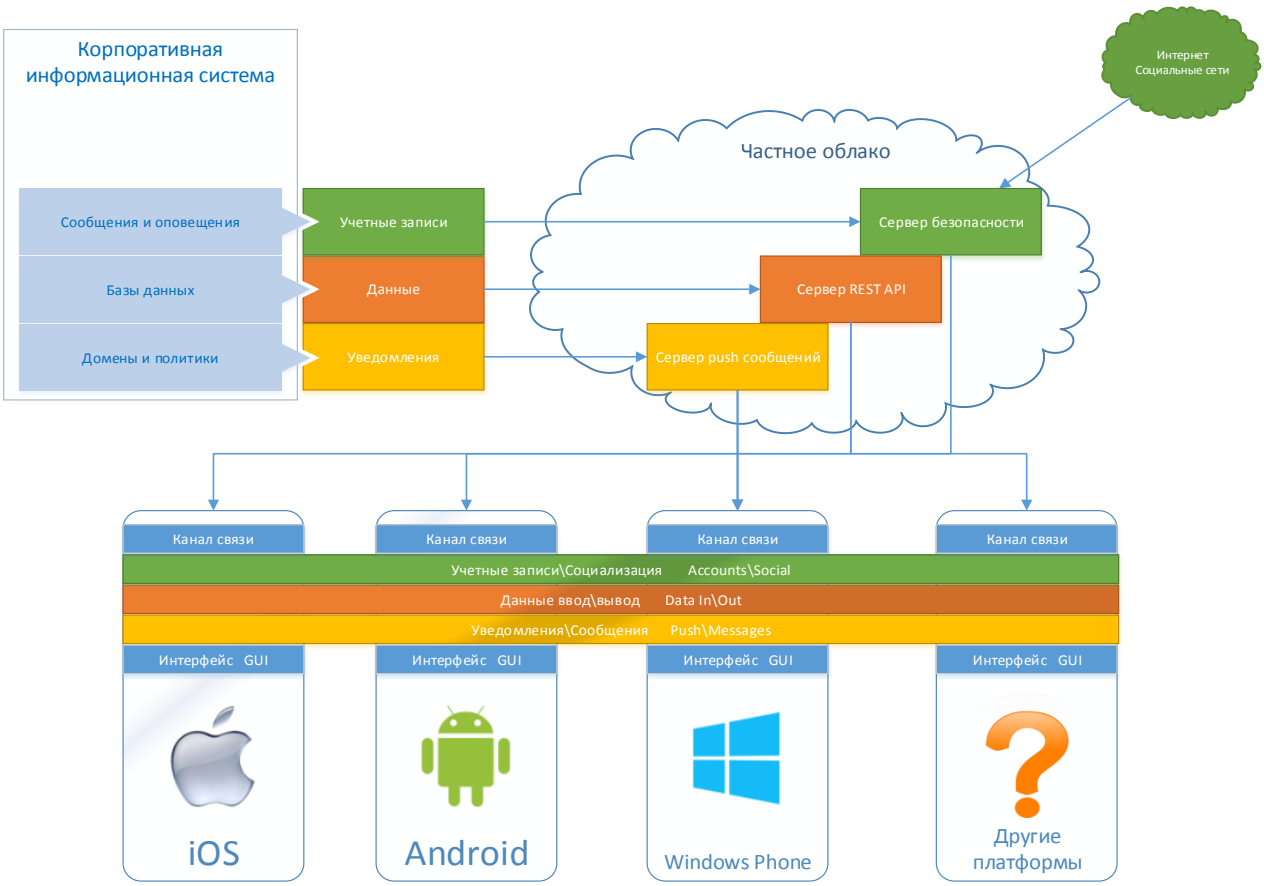


Рис. 1 – Концептуальная архитектура интегрированной КИС

Подсистема расширений КИС представляет собой пакет программных средств преобразования данных и процессов, находящихся в составе КИС, в соответствующие идеологии и требованиям кроссплатформенной технологии данные и процессы. Подсистема расширений, в зависимости от типа и архитектуры КИС, может собой представлять, как монолитное программное обеспечение с использованием того же стека технологий, так и распределенный слабосвязанный комплекс служб и сервисов, обеспечивающий механизмы преобразования данных.

Частное облако – это инфраструктура вычислительных мощностей компании, предназначенная только для использования в рамках интегрированной КИС. Потребителями ресурсов частного облака является КИС, подсистема расширений КИС и сами мобильные приложения. Используется модель обслуживания «Инфраструктура как услуга» (IaaS), обеспечивающая самостоятельное управление ресурсами обработки, хранения и доступа к информации. Основными требованиями к частному облаку является её высокая надежность и доступность как со стороны корпоративной информационной системы, так и со стороны мобильных приложений. При этом частное облако является частью общей вычислительной сети компании, использующей технологии виртуальных частных сетей поверх сети Интернет (virtual private networks). Отдельные компоненты частного облака должны предоставлять сервисы для подключения различных ресурсов сети Интернет (социальные сети, базы и банки данных, почтовые сервисы и т.д.).

Мобильные приложения являются исполняемыми программными модулями, разработанными с использованием кроссплатформенной технологии для различных мобильных платформ. К популярным платформам (экосистемам) можно отнести Android (Google), iOS (Apple), WindowsPhone (Microsoft), менее популярные платформы это BlackberryOS (RIM), Bada (Samsung), SymbianOS (Nokia). Между различными платформами существенно различается реализация транспортного слоя доступа к данным частного облака, а также пользовательский интерфейс и способ взаимодействия с человеком. Все различия продиктованы теми или иными особенностями операционных систем, используемыми средами функционирования, способами доступа к ресурсам и требованиями разработчиков платформ.

Среди всего объема данных, оперируемых в интегрированной КИС, можно выделить три основных потока: учетные записи, данные и уведомления. Данные потоки имеет смысл разделять между собой и описывать отдельно по причине больших различий между собой. Прежде всего, различия кроются в модели доступа к ним со стороны мобильных приложений и способах обработки данных. Менее существенные различия заключаются в направлении передачи, потребности в хранении и т.д. Кроме этого, блоки данных по-разному представляются пользователю для визуализации.

Учетные записи являются компонентом подсистемы безопасности КИС, обеспечивающим аутентификацию и идентификацию пользователей системы. В интегрированных КИС должны использоваться те же механизмы проверки пользователей и разграничения доступа, что и в настольных приложениях. Различается только модель аутентификации за счет наличия его в единственном экземпляре в КИС и менее доверенная среда исполнения – операционная система мобильного приложения. В связи с этим используются специальные средства обработки и хранения учетных данных, такие как: ключи сессии, временные токены авторизации и сертификаты подписи.

К потоку **данных** в интегрированных КИС относится процесс обмена основной обрабатываемой информацией, такой как: данные учетных систем, статистическая, качественная и количественная информация, различная оперативная информация, финансовая и производственная документация, информация о ресурсах и т.д. Основной моделью взаимодействия КИС и мобильных приложений является модель «запрос-ответ». При этом чаще всего пассивной стороной (сервером) в такого рода взаимодействии выступает КИС. Немаловажная возможность мобильных приложений является функция ввода новой информации в банки данных КИС, при этом модель взаимодействия остается такой же за исключением большего объема данных в запросе.

Уведомления и сообщения, хоть и частично можно отнести к потоку данных, тем не менее являются отдельным потоком по причине совершенно другой модели функционирования и решаемой основной задачи. Поток уведомления предназначен для передачи информации со стороны КИС в мобильное приложение, когда КИС является инициатором сообщений. В этом случае мобильное приложение является пассивным компонентом в понимании клиент-серверной архитектуры. Для такого рода взаимодействия используются так называемые push-технологии в соответствии со следующими шаблонами (паттернами) PUSH-PULL и PUB-SUB. PUSH-PULL паттерн основан на процедурах помещения (push)и получения (pull) сообщения из очереди, и наличии постоянно действующих компонентах (worker)для чтения очередей. PUB-SUB паттерн подразумевает наличие процедуры подписки (subscribe) конкретного приложения на получение сообщений из очереди, а при необходимости отправки публикации (publish) в эту очередь отправителем.

Данный поток используется для доставки сообщений пользователям в рамках оперативной деятельности, срочного информирования и оповещений, осуществления коммуникаций, передачи извещений и событий. Характеристики и особенности канала доставки сообщений могут существенно варьироваться в зависимости от производственной необходимости, например, по скорости: мгновенно, в рамках времени жизни, при появлении связи, без ограничения; по охвату: unicast, multicast, broadcast, geocast, anycast; по предоставлению: текст, изображение, аудио, видео, комплексное и т.д. В зависимости от типа мобильной платформы способ уведомления пользователей о поступлении сообщений в приложение и принцип обмена данными с частным облаком может существенно отличаться.

Основным достоинством описанной технологии является дополнение функционала КИС до работы с мобильными приложениями без изменения ее внутренней архитектуры. Благодаря этому расширение КИС возможно не только на этапе разработки КИС, но и при успешном функционировании на протяжении длительного времени, что позволяет осуществить процесс расширения до интегрированной КИС, без нарушения работоспособности существующей КИС.

Предложенная технология построения интеграционной среды для кроссплатформенных мобильных приложений учитывает современные принципы коммуникации и технологической интеграции, обеспечивая улучшение потребительских свойств и снижение временных затрат на создание и эксплуатацию.

Ключевыми преимуществами предложенных решений являются:

- гетерогенность, обеспечиваемая совместимостью технологических решений облачных сервисов;
- кроссплатфоменность на стороне мобильных устройств, заключающаяся в минимизации функционального кода и использовании приложений-контейнеров;
- снижение стоимости разработки и поддержки набора приложений для популярных мобильных операционных систем;
- снижение временных затрат на разработку функциональной части мобильных приложений за счет использования унифицированного описания бизнес-логики в составе описанных моделей в облачной инфраструктуре.

В тоже время использование данного подхода оправдано только при необходимости разработки мобильных приложений сразу для нескольких мобильных платформ.

Основными зависимостями при использовании данного подхода являются:

- использование дополнительного звена в виде облачной инфраструктуры
- дополнительное изучение конструктивных особенностей и способов взаимодействия с программно-техническим комплексом (фреймворком).

Литература

1. Mikhail Y. Evaluating the potential of developing cross-platform mobile applications // Master of Science Thesis, Gothenburg, Sweden 2013, 31 p.
2. Брауде Э. Технология разработки программного обеспечения. – СПб, ПИТЕР, 2009. – 655 с.
3. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 544 с. ISBN 5-8459-0579-6
4. Levy A.Y. Logic-Based Techniques in Data Integration. Logic-based Techniques in Data Integration. In: Logic Based Artificial Intelligence. Edited by J. Minker. – Kluwer Publishers, 2000.

References

1. Mikhail Y. Evaluating the potential of developing cross-platform mobile applications // Master of Science Thesis, Gothenburg, Sweden 2013, 31 p.
2. Braude Je. Tehnologija razrabotki programmnogo obespechenija. – SPb, PITER, 2009. – 655 s.
3. Fauler M. Arhitektura korporativnyh programmnyh prilozhenij.: Per. s angl. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2006. – 544 s. ISBN 5-8459-0579-6
4. Levy A.Y. Logic-Based Techniques in Data Integration. Logic-based Techniques in Data Integration. In: Logic Based Artificial Intelligence. Edited by J. Minker. – Kluwer Publishers, 2000.

Костин А.В.[1], Пиганов М.Н.[2]
[1]Аспирант, [2]профессор, доктор технических наук,
Самарский государственный аэрокосмический университет

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ ОТ ПОМЕХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА

Аннотация

В статье рассмотрены методы конструктивной, схемотехнической и программной защиты бортовой аппаратуры от помех электростатического разряда. Разработаны рекомендации по применению этих методов на этапе конструирования бортовой аппаратуры. Статья описывает разработки мер комплексной конструктивной защиты бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА) от факторов электростатического разряда (ЭСР).

Ключевые слова: бортовая аппаратура, космический аппарат, электростатический разряд, электромагнитное поле, помехи, защита, устойчивость, рекомендации.

Kostin A.V.[1], Piganov M.N.[2]
[1]Postgraduate student, [2]Professor, Doctor of Technical Sciences, Samara State Aerospace University

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATION ON THE APPLICATIONOF ON-BOARD EQUIPMENT PROTECTION AGAINST INTERFERENCE ELECTROSTATIC DISCHARGE

Abstract

The article describes the methods of structural, circuit design and software protection of on-board equipment from electrostatic discharge interference. The recommendations on the use of these methods in the design phase on-board equipment. This article describes the development of a comprehensive structural protection measures on-board equipment (BA) spacecraft (SC) on the factors of electrostatic discharge (ESD).

Keywords: Airborne equipment, spacecraft, electrostatic discharge, electromagnetic field algorithm, protection, onboard cable network.

Бортовая аппаратура (БА) космических аппаратов (КА) развивается в сторону внедрения цифровых технологий, повышения тактовых частот обработки информации, расширения спектра обрабатываемых сигналов. Одновременно минимизируются массогабаритные параметры аппаратуры, увеличивается плотность ее компоновки в объеме КА. Все это создает сложную обстановку с позиций электромагнитной совместимости (ЭМС) приборов и узлов БА. Особую роль при этом играют процессы электризации поверхности КА, вызывающие электростатические разряды (ЭСР). ЭСР, возникающие вследствие дифференциальной зарядки КА, являются источниками электромагнитных помех (ЭМП), воздействующих на отдельные элементы, устройства и бортовые системы в целом.

В настоящее время для определения необходимости и достаточности принятых мер по защите бортовой аппаратуры космических аппаратов от факторов электростатического разряда на этапе её проектирования

применяется теоретическая оценка [1]. Для подтверждения устойчивости бортовой аппаратуры космических аппаратов к факторам электростатического разряда проводятся наземные отработочные испытания [2].

Сформулируем научно обоснованные рекомендации по применению различных методов защиты бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА) от электромагнитных полей (ЭМП), вызванных электростатическим разрядом (ЭСР).

Первым можно сделать вывод о том, что необходимо задавать реальные, а не предельные требования по устойчивости БА КА к факторам ЭСР. Под реальными требованиями понимаются требования к конкретной БА для эксплуатации на конкретном КА с определённой высотой и наклонением орбиты. Задание предельных характеристик ЭСР (указанных в нормативной документации и действующих для КА функционирующих в самых жёстких условиях) может привести к необоснованным мероприятиям по повышению устойчивости БА к ЭМП, вызванному ЭСР. Последнее приведёт к удорожанию БА усложнению конструкции, ухудшению технологичности и массогабаритных показателей. Эксперименты показали, что при снижении амплитуды напряжения импульса ЭСР в четыре раза снижается и амплитуда импульса помехи, примерно во столько же раз. Если внутренняя электризация на борту КА вообще отсутствует, а БА установлена внутри радиогерметичного отсека, то требования по устойчивостью к факторам ЭСР предъявлять к ней вообще не стоит.

Теоретический анализ показал, что ЭСР непосредственно в корпус БА с других не металлизированных элементов конструкции маловероятен, так как требует расстояний между ними меньше 1 мм, что даже в современных КА с плотной компоновкой практически не встречается. Если говорить о маломассогабаритных КА, в которых как таковых корпусов БА нет, а имеется только корпус КА, ЭСР непосредственно в последний может произойти. Для большинства аппаратуры общего назначения, установленной внутри отсека КА, ЭСР непосредственно в корпус возможен, если имеются неметаллизированные элементы конструкции или изоляционные материалы на поверхности корпуса. Если уйти от таких элементов конструкции или изоляционных материалов, то в большинстве случаев влияние ЭСР непосредственно в корпус можно вообще исключить.

Вопрос обеспечения устойчивости БА к ЭМП, вызванному ЭСР необходимо решать уже на этапе компоновки КА. Располагать наиболее восприимчивую к ЭСР и особо ответственную (сбои в работе которой могут привести к потере КА) БА в отсеках или в зонах, проникновение заряженных частиц в которые будет минимальное, а также в тех зонах, где будет минимум неметаллизированных элементов конструкции. В таких отсеках или зонах дифференциальная зарядка сведена к минимуму и разность потенциалов при такой зарядке будет минимальной. А, следовательно, снижаются, во-первых, вероятность возникновения ЭСР, во-вторых, напряжённости ЭМП помех.

Результаты экспериментов показали, что амплитуды импульсов помех в электрических цепях могут быть чрезвычайно велики и даже превышать значение в 200 В. Такое напряжение может вызвать необратимый отказ ЭРИ, особенно затворов МДП транзисторов, имеющих огромное входное сопротивление и неспособных снизить напряжение помехи путём шунтирования. Что касается электромагнитных реле, то в процессе проведения эксперимента использовались коммутаторы с применением первых. Переключений под действием ЭМП ЭСР не происходило. Из этого можно сделать вывод, что релейные приборы не нуждаются в специальных мерах по защите от ЭСР.

Результаты экспериментов показали, что для того, чтобы корпус БА КА являлся экраном, необходимо принимать меры по обеспечению целостности экранирования. В противном случае корпус БА КА экраном считать нельзя. Наибольшую проблему доставляет магнитное поле, созданное ЭСР. Корпус БА КА практически не ослабляет это магнитное поле, так как сделан не из ферромагнитного материала.

Результаты экспериментов показали, что цепи БА КА оказывают влияние друг на друга своими ЭМП. В реальной аппаратуре это влияние стараются сделать как можно слабее, а при проектировании макета этому особое внимание не уделялось. Но при проведении расчётной оценке уровня помех в БА КА это влияние необходимо учитывать для цепей, которые имеют достаточно сильную индуктивную или емкостную связь между собой.

В процессе проведения расчётной части работы изучено тепловое воздействие ЭСР на БА КА. Результаты показали, что это воздействие не является существенным и на работу БА КА не может оказать влияния. Проводить тепловые расчёты с учётом нагрева корпуса под действием ЭСР смысла не имеет. Работа эта ресурсоёмкая, а на общий результат это повлияет незначительно.

В процессе работы была предложена методика расчёта наводок в цепях БА КА с учётом вносимого из цепи ЭСР сопротивления. Методика основывается на определении взаимной индуктивности между цепями ЭСР и БА КА. Далее рассчитываются цепи с взаимной индуктивностью. Взаимную индуктивность предложено определять через вычисленную любым способом (например с использованием закона фарадея) ЭДС помехи в цепи БА КА. Методика может быть полезна не только при проведении расчётной оценке уровня помех в БА КА от ЭМП, вызванного ЭСР, но и при решении других задач ЭМС.

Очевидно, что при проектировании БА КА приоритеты должны отдаваться методам, которые не ухудшают массогабаритные характеристики. Эти методы и являются наиболее целесообразными.

Рассматривая результаты проведённых экспериментов можно сформулировать научно-обоснованные рекомендации по конструкционным методам защите БА КА от ЭМП, вызванного ЭСР. Они приведены ниже в порядке убывания целесообразности их применения:

– Трассировка печатных проводников и раскладка жгутов должна выполняться таким образом, чтобы прямой и возвратный проводник располагались как можно ближе друг к другу. В этом плане наиболее перспективными являются многослойные печатные платы, в которых прямой и возвратный провода расположены максимально близко друг к другу. Эта рекомендация вытекает из закона Фарадея. При проведении экспериментов с макетом прибора с прямоугольными соединителями этот эффект также наблюдался. Для приборов с объёмным монтажом необходимо применять двухпроводные экранированные и неэкранированные или коаксиальные линии. При выполнении этого требования необходимо учесть, что быстродействие цифровых схем может ухудшиться из-за повышения ёмкости

между проводами. Этот метод практически не удорожает БА, не усложняет конструкцию, не ухудшает технологичность и массогабаритные показатели.

– Находить зоны внутри корпусов БА КА с наименьшими напряжённостями ЭМП, вызванного ЭСР, и располагать там узлы, наиболее чувствительные к последнему. Это сопряжено с некоторыми трудностями, связанными с неизвестностью точного места возникновения ЭСР; но пути протекания токов по корпусу БА всё же можно прогнозировать, так как известны точки металлизации сборных корпусов.

– Экраны из металлизированных тканей являются технологичными и лёгкими, занимают немного места. Последние два преимущества очень важны для БА КА. Отдельно необходимо сказать про маты ЭВТИ. Поскольку металлизированная ткань ослабляет ЭМП, вызванное ЭСР, то можно сделать вывод, что и сами маты ЭВТИ будут дополнительно выполнять эту функцию.

– Необходимо обеспечить целостность экранирования БА КА. Это подразумевает исключение всех неоднородностей (отверстий, щелей, плохих контактов между элементами конструкции корпуса БА КА). Этот метод весьма эффективен, но делает БА КА нетехнологичной, неремонтопригодной, кроме того может увеличить габариты и массу. Поэтому целесообразно рассмотреть применение местных экранов для защиты наиболее чувствительных узлов БА КА от ЭМП, вызванного ЭСР. Возможно, эти экраны должны быть магнитными.

Рассматривая результаты проведённых экспериментов можно сформулировать рекомендации по применению схемотехнических и программных методов защиты БА КА от помех в бортовой кабельной сети, вызванных ЭМП ЭСР. Они приведены ниже в произвольном порядке:

– Защита низкоскоростных шин и цепей питания при помощи низкочастотных фильтров. Причём эти фильтры должны обеспечивать фильтрацию помехи во всём её весьма широком частотном диапазоне.

– Применение диодных ограничителей для исключения возможности выхода из строя ЭРИ БА КА.

– Защита высокоскоростных линий при помощи помехозащищённых кодов или сигналов, пропуск которых не приведёт к серьёзным последствиям. Формирование и анализ таких сигналов может быть обеспечен аппаратно или программно.

По сути, сама БКС от ЭМП, вызванного ЭСР, пострадать не может, но от помех, наведённых в БКС, может пострадать БА, к которой они подключены. По этой причине следует сказать несколько слов о БКС. Для разработчика схем БА важно знать характеристики импульсов помех в БКС. Эти данные необходимо приводить в технических заданиях на БА КА, хотя бы типовые значения. Схемотехнические методы защиты от помех в БКС усложняют БА и могут привести к увеличению её габаритов и массы. Самым эффективным способом защиты линий передачи электрических сигналов от ЭМП, вызванного ЭСР, является применение экранированных линий. Результаты измерений показывают, что эффективность экранирования может достигать 30 дБ. Однако, экран увеличивает массу БКС, поэтому необходимо проводить расчёты на предмет того, что более критично, усложнение БА КА или увеличение массы БКС. Наиболее перспективным здесь является применение волоконно-оптических линий, которые невосприимчивы к ЭМП. Но они выполнены из диэлектрических материалов. Диэлектрики, как было отмечено ранее, накапливают заряды и могут стать средой, в которой происходит ЭСР. В результате ЭСР диэлектрики разрушаются [3]. По этой причине при применении волоконно-оптические кабелей на борту КА необходимо обратить внимание на возможность их электризации.

Литература

1. Костин А.В., Пиганов М.Н. Расчет помех в цепях бортовой аппаратуры космических аппаратов, вызванных электростатическими разрядами // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14, №4(5). – С.1376 – 1379.

2. Костин А.В., Пиганов М.Н. Рекомендации по проведению испытаний бортовой аппаратуры космических аппаратов на устойчивость к факторам электростатического разряда // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2012». – Выпуск 2. Том 5.– Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. - С. 74-78.

3. Акишин А.И. Космическое материаловедение: Методическое и учебное пособие. – М.: НИЯФ МГУ, 2007. – 209 с.

References

1. Kostin A.V., Piganov M.N. Calculation of noise in circuits on-board equipment of spacecraft caused by electrostatic discharges // Proceedings of the Samara Scientific Center Russian Academy of Sciences. 2012. T.14, №4(5).– Ss. 1376-1379.

2. Kostin A.V., Piganov M.N. Recommendations for testing of on-borne equipment of spacecraft resistance to factors of electrostatic discharge// Collection of scientific papers SWorld. Proceedings of the international scientific-practical conference "Future innovations in science, education, manufacturing and transport 2012".– issue 2. Part 5.– Odessa: Kuprienko, 2012.– Ss. 74-78

3. Akishin A.I. Space Materials: Methodological and training manuals.- M .: NIYAF Moscow State University, 2007. - 209 S.

Костин А.В.[1], Пиганов М.Н.[2]
[1]Аспирант, [2]профессор, доктор технических наук,
Самарский государственный аэрокосмический университет

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ МЕР КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОТ ПОМЕХ В БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ, ВЫЗВАННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА

Аннотация

Статья описывает алгоритм разработки мер комплексной защиты бортовой аппаратуры космических аппаратов от помех в бортовой кабельной сети, вызванных электромагнитным полем электростатического разряда. Алгоритм был разработан в результате экспериментально-теоретических исследований помех в бортовой кабельной сети и различных методов защиты от них.

Ключевые слова: бортовая аппаратура, космический аппарат, электростатический разряд, электромагнитное поле, алгоритм, защита, бортовая кабельная сеть.

Kostin A.V.[1], Piganov M.N.[2]
[1]Postgraduate student, [2]Professor, PhD in Engineering,
Samara State Aerospace University

ALGORITHM DEVELOPMENT OF MEASURES OF COMPLEX PROTECTION ON-BOARD EQUIPMENT OF THE SPACECRAFT FROM HARMFUL INTERFERENCE TO ONBOARD CABLE NETWORK CAUSED ELECTROMAGNETIC FIELD OF ELECTROSTATIC DISCHARGE

Abstract

This article describes the algorithm to develop measures of complex protection of on-board equipment of spacecraft interference in onboard cable network, the electromagnetic field caused by electrostatic discharge. The algorithm was developed as a result of experimental and theoretical studies of interference to the onboard cable network, and the various methods of protection against them.

Keywords: airborne equipment, spacecraft, electrostatic discharge, electromagnetic field algorithm, protection, onboard cable network.

Космическая техника развивается в сторону увеличения срока активного существования, расширения функциональных возможностей, снижения габаритов и массы. Такая тенденция привела к необходимости применения полупроводниковых приборов с высоким быстродействием. В отличие от электромагнитных реле, программных механизмов и полупроводниковых приборов с низких быстродействием они более чувствительны к помехам, вызванным различными явлениями (как природными, так и антропогенного характера). Одним из таких явлений природы является электризация космического аппарата (КА). В результате электризации неметаллизированные элементы конструкции заряжаются таким образом, что между ними образуются разности потенциалов [1–3]. Эти разности потенциалов достигают значений 20 кВ [3]. Последнее приводит к возникновению электростатических разрядов (ЭСР). ЭСР порождают импульсное электромагнитное поле, которое воздействует как на бортовую аппаратуру (БА) так и на бортовую кабельную сеть (БКС), вызывая наводки. Опыт эксплуатации отечественных и американских геостационарных спутников показал, что в работе бортовой аппаратуры при этом наблюдаются аномалии и сбои [1]. Так, на искусственном спутнике Земли (ИСЗ) DSCS-2 имели место самопроизвольные срабатывания генераторов напряжения логических схем блоков управления. На ИСЗ «Интелсат-3» возникали сбои в системах управления антенной. На ИСЗ «Радуга» происходили нарушения в работе электроники датчика системы ориентации инфракрасного построителя местной вертикали. Известны и другие случаи нарушения нормальной работы бортовых систем ИСЗ, большая часть которых эксплуатировалась на геостационарных и высоких эллиптических орбитах.

Электростатический заряд на изделиях РКТ возникает не только при движении КА на геостационарной орбите, но и в первые минуты старта, когда КА находится на начальном участке траектории, т.е. в плотных слоях атмосферы. Для защиты бортовой аппаратуры (БА) КА применяется ряд мер. Но вопрос о необходимости и достаточности принятых мер по защите от электростатических разрядов (ЭСР) остаётся открытым на этапе проектирования БА и подтвердить правильность выбранных конструктивных решений можно только при натурных испытаниях системы. Если на этом этапе будет получен отрицательный результат, то возникнет необходимость доработки БА. Такие доработки вызывают дополнительные затраты и могут даже задержать сдачу изделия. Другое дело, если меры, принятые для защиты от ЭСР, избыточные. Это ведёт к удорожанию приборов, увеличению их массы и габаритов.

В работе [4] рассматривается способ оценки уровня помех, наводимых в цепях БА КА под действием ЭСР вблизи корпуса. Однако, он не гарантирует принятие необходимых мер. Наводки в БКС также воздействуют на входы БА КА и могут привести не только к сбоям, но и к необратимым отказам. Необратимый отказ БА может привести к потере КА.

Пагубное влияние наводок в БКС, вызванных ЭСР, можно ослабить, а в некоторых случаях исключить полностью. Для оптимизации конструкции и ускорения процесса конструирования систем КА, состоящих из БА и БКС, в данной работе составлен специальный алгоритм разработки мер комплексной защиты БА КА от помех в БКС, вызванных ЭМП ЭСР. Этот алгоритм был создан на основе результатов анализа устройств защиты БА КА от помех, наведённых в БКС при воздействии ЭСР. Блок-схема алгоритма приведена рис. 1.

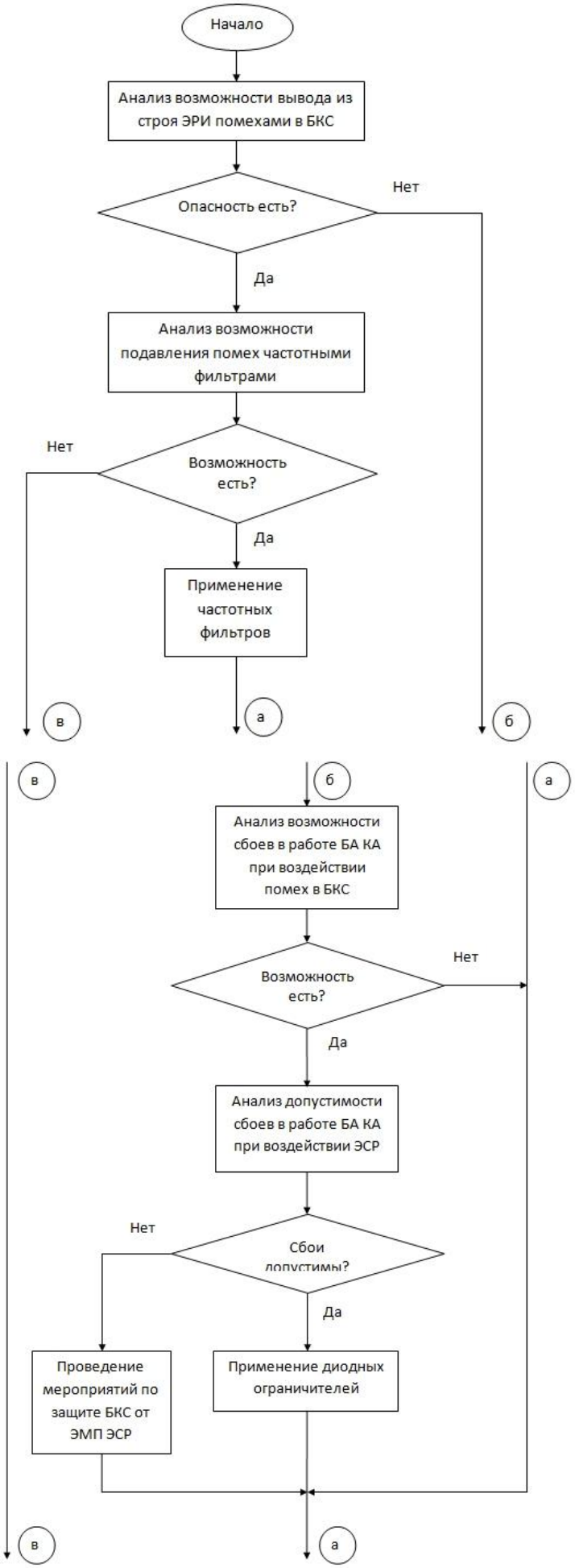


Рис. 1 – Блок-схема алгоритма разработки мер комплексной защиты БА КА от помех в БКС, вызванных ЭМП ЭСР

(продолжение на стр. 60)

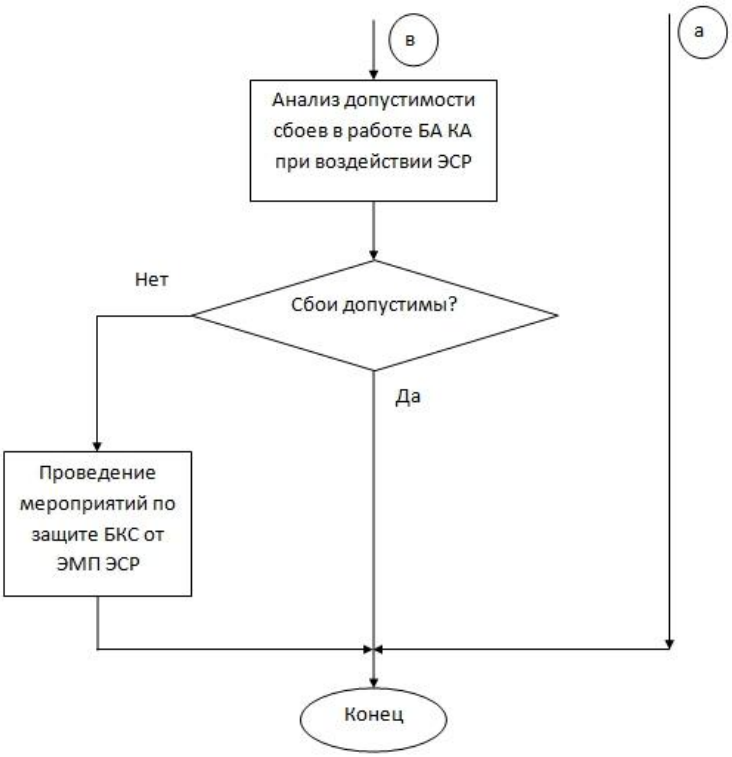


Рис. 1– Блок-схема алгоритма разработки мер комплексной защиты БА КА от помех в БКС, вызванных ЭМП ЭСР (окончание)

Первым делом необходимо провести анализ возможности вывода из строя ЭРИ помехой. Если такой опасности нет, то необходимо провести анализ возможности сбоев в работе БА КА при условии воздействия ЭСР. Если такой опасности нет, то ничего делать не нужно. Если возможность возникновения сбоев есть, то необходимо проанализировать, насколько эти сбои критичны. Если сбои допустить можно, то есть на выполнение задач, возложенных на КА, это не повлияет, то никаких мер предпринимать не нужно. Если сбои в работе БА КА недопустимы, то необходимо провести комплекс мероприятий по защите БКС от ЭМП ЭСР. К таким мероприятиям можно отнести: экранирование, изменение трасс прокладки БКС (прокладка в местах, где напряжённости полей, созданных ЭСР, ниже), применение оптических кабелей и др. Принятые меры непременно должны обеспечивать отсутствие сбоев в работе БА КА.

Если помеха в БКС настолько велика, что может вывести из строя ЭРИ, то необходимо применения мер по защите БА КА. Первым делом необходимо проработать простейшие частотные фильтры на предмет возможности их применения для подавления помех. Фильтры должны не только защищать ЭРИ БА КА от необратимого отказа, но и обеспечивать функционирование БА КА без сбоев.

Если последнее обеспечить при помощи частотных фильтров нельзя, то необходимо провести анализ допустимости сбоев в работе БА КА. Если сбои допустимы, то достаточно установить диодные ограничители, которые ограничат амплитуду помехи, тем самым предотвратив перенапряжение ЭРИ. Однако, функционирование БА КА в условиях помех будет невозможным. Если сбои в работе БА КА недопустимы, то необходимо провести комплекс мероприятий по защите БКС от ЭМП ЭСР.

Разработанный алгоритм позволит оптимизировать действия разработчика для достижения наилучшего результата при разработки мер комплексной защиты БА КА от помех в БКС, вызванных ЭМП ЭСР.

Литература

1. NASA-HDBK-4002A Mitigating in-space charging effects guideline, NASA, 2011.
2. Новиков Л.С. Взаимодействие космических аппаратов с окружающей плазмой: Учебное пособие. М.: Университетская книга, 2006. 120 с.
3. Соколов А.Б. Обеспечение стойкости бортовой аппаратуры космических аппаратов к воздействию электростатических разрядов: Диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.–Москва: МИЭМ, 2009.
4. Костин А.В., Пиганов М.Н. Расчет помех в цепях бортовой аппаратуры космических аппаратов, вызванных электростатическими разрядами // Известия Самарского научного центра РАН, 2012. Т.14. №4(5). С. 1376-1379.

References

1. NASA-HDBK-4002A Mitigating in-space charging effects guideline, NASA, 2011.
2. Novikov L.S. The interaction of spacecraft with the surrounding plasma: Textbook. M .: University Book, 2006. 120 s.
3. Sokolov A.B. Ensuring stability of the onboard equipment of space vehicles to the effects of electrostatic discharge. Theses for the degree of Doctor of Technical Sciences.– Moscow: MIEM 2009.
4. Kostin, A.V., Piganov M.N. Calculation of interference in the circuits of onboard equipment of space vehicles, Electrostatic Discharge // Bulletin of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2012. T.14. №4 (5). S. 1376-1379.

Кузенков В.З.
Генеральный директор ОАО «ТомскНИПИнефть», аспирант,
Национальный исследовательский томский политехнический университет

СТРУКТУРНОЕ ОПИСАНИЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ ПРОЕКТНО- ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация

В работе ставится и решается задача исследования возможности формального решения задачи синтеза супервизора управления проектной деятельностью в проектно-изыскательской организации на основе системы инженерного документооборота в рамках дискретной событийности проектных работ.

Ключевые слова: система инженерного документооборота, проектно-изыскательская организация, дискретно-событийная система.

Kuzenkov V.Z.
General Director OAO “TomskHIPIneft”, Postgraduate student National Research Tomsk Polytechnic University

STRUCTURAL DESCRIPTION SUPERVISORY CONTROL ENGINEERING DOCUMENT PROJECT COMPANIES

Abstract

*The paper consideres the problem of investigating the possibility of a formal solution of the problem of synthesis Supervisor Project Management in the design and survey organization based on engineering document management system within discrete eventness design work.***Keywords:** engineering document, design and survey organizations, discrete-event system.

Управление инженерной документацией в проектно-изыскательской организации (ПИО) сводится к чтению и редактированию документа, как на стадии его создания, так и в процессе жизненного цикла, к контролю атрибутов, характеризующих состояние проекта и принятию управленческих решений, контролю документооборота в соответствии с установленной политикой документооборота в ПИО, к поддержанию системы шаблонов документов, к поиску документа и управлению записями в СМК, к обеспечению целостности, конфиденциальности хранения и доступности документов.

При автоматизированном управлении проектной деятельностью в ПИО используют такое понятие как диспетчерскую службу, которая может рассматриваться как супервизор, центр принятия решений и управления на основе фактов изменения состояния проекта (проектных событий). В системном описании такого управления выделяется замкнутый автоматизированный контур системы инженерного документооборота (СИД). Эта система управления может быть отнесена к дискретно событийной (ДСС) [1, 2]. Основные идеи исследований ДСС были изложены в работах У. Уонхэма и Дж. Рамаджа [3]. Обзор состояния и систематическое изложение принципов управления ДСС приведено в монографии [4].

Целью данной работы является исследование возможности формального решения задачи синтеза супервизора управления проектной деятельностью на основе инженерного документооборота в рамках дискретной событийности проектных работ.

Согласно методологии предложенной в [1] ДСС может быть описана как (G, K, S) , где в приложении этой методологии к проектной деятельности ПИО, G – это множество инженерных документов, сопровождающих выполнение проектов, S – это супервизор, диспетчерская служба СИД, а K – спецификация диспетчерской службы, устанавливающая требования к выполнению проектных работ. Супервизор S должен в процессе управления обладать свойством активности (быть неблокирующим), т.е. не содержать тупиков и блокировок.

Событие $e \in E$ – это абстракция для множества фактов наблюдения «жизни» инженерных документов. События мгновенны, их появление спонтанно и происходят они в непредсказуемые моменты времени, поэтому все, что можно наблюдать во временной шкале – это их последовательности.

Примерами возможных событий E в ДСС проектной деятельности являются:

документированные факты изменения состояния проекта (проект подготовленный, проект запущенный, проект приостановленный и др.) – Euc;

документированные команды/распоряжения (подготовить экспертизу, согласовать ТЗ и др.) – Ec, на которые реагирует проектная деятельность исполнителя изменением состояния документа (принят, согласован, отклонен и др.) – Ew.

В классическом понимании логическое по своей сути супервизорное управление инженерным документооборотом заключается в обеспечении такого взаимодействия с выполняемым по своим внутренним правилам и в своем масштабе времени потоком проектных работ, при котором реализуется устанавливаемая диспетчерской службой последовательность операций. Супервизорное управление проектной деятельностью дискретно и асинхронно по своей природе и самым общим его проявлением является поток управляющих событий. При этом формируются два аспекта событийности: во-первых, все в ДСС происходит по причине наступления определенных событий; во-вторых, механизм смены состояний документов (регламент) также основан на событиях.

Решение задачи о существовании и возможности синтеза такого супервизора дает аналитический ответ на основной вопрос логического управления системы инженерного документооборота (СИД): разрешима ли задача устойчивого (активного) управления объектом управления автоматного типа (процессом выполнения проекта).

Как показывает практика выполнения проектных работ в ОАО «ТомскНИПИнефть» такая неустойчивость работы разработанной СИД собственными силами в ПИО может наблюдаться в процессе ее последующей эксплуатации.

В общем случае поведение СИД является результатом неформальных умозрительных взаимодействий диспетчерской службы с исходными данными и ограничениями, которое «черпаются» из особенностей проектной деятельности и выполняемого проекта.

ДСС в таком описании представляется автоматом взаимодействующих автоматов супервизора и объекта управления. Конечный автомат супервизора в программном коде может быть представлен в виде простейшей языковой структуры, состоящей из одного или нескольких операторов.

Известны фундаментальные результаты ДСС [1], которые могут быть соотнесены со спецификой проектной деятельности, управляемым инженерным документооборотом:

- с анализом поведения *G,* ничем не ограниченного генератора языка *L(G)* инженерного документа*;*
- со специфицированием ограничений на требуемое поведение в форме языка спецификаций проектных работ *K*;
- с исследованием управляемости СИД и разработкой методов синтеза активного супервизора *S*, обеспечивающего управления проектными работами при любых событиях и их сочетаниях.

При решении задач анализа и синтеза ДСС в большинстве случаев появляются две основные трудности, которые можно ожидать и при разработке СИД для ПИО.

Первая заключается в быстром росте размерности модели объекта управления (*G*), что наблюдается, например, при разработке eEPC-описания проектной деятельности в рамках повсеместно внедряемых систем менеджмента качества в ПИО.

Вторая трудность – это возможное структурное несоответствие синтезированного супервизора и исходных описаний объекта управления. Это обычно вызвано тем, что основные результаты и методы теории ДСС сформулированы в понятийном базисе языков над множеством событий, в то время как программная система управления проектами использует в явном виде понятия состояния, условия, переходы, структура и т.п.

Некоторые пути решения задач большой размерности приведены в [5], что позволяет использовать математический аппарат автоматных моделей для проектирования супервизора.

Решение задачи структурного соответствия проектируемого супервизора исходным задачам системы управления инженерным документооборотом лежит в правильности выбора модели, описывающей его взаимодействие с проектной деятельностью ПИО.

Основными составляющими управленческих компонентов проектной деятельности являются состояния потока проектных работ, события *Euc*, возникающие в результате изменения состояний проектов в процессе их жизненных циклов. Поток работ характеризуется функциями или операциями. В функциональной формализации описание потока работ проектной деятельности ПИО характеризуются:

- in_S -входными параметрами проекта, такими, что $TypeOf(p) \in T, \forall p \in in_s$;
- out_S-выходными параметрами, такими, что только при одном выходным управлением $cc \in out_S$ $TypeOf(cc) = CCT$, а для других выходных параметров $TypeOf(q) \in T$, $q \in out_s, q \neq cc$;
- списком типов $sip_s = (p_1, p_2, ...p_{ns})$ старт-входных параметров проекта, которые разделяются на управляющие входные параметры *p,* так, что $TypeOf(p) = CCT$ и выходные параметры *q так, что* $TypeOf(q) \in T$.

Старт-условием потока работ при выполнении проекта является домен данных $sc_s : dom(t_1) \times dom(t_2) \times ... \times dom(t_{n_s}) \to (true, false)$.

Здесь домен данных *Dom (t),* типа $t \in T$, где множество T содержит стандартные типы данных (например, *integer, float, string*), которые соответствуют таким физическим сущностям проектных работ как исполнитель проекта, распоряжение/приказ, а домен данных управления соответствует событиям:

Dom(CCT) := (True event, False event, $\perp$*),* где $CCT \in T$, *а*

$\perp \in Dom(t), \forall t \in T, TypeOf(p) \in T \cup (CCT)$ означает отсутствие события.

С использованием автоматного FSM-описания документооборота, могут быть определены состояния проекта, условия перехода его из одного состояния в другое, команды и запросы.

Пару (*A,C*) структуры ДСС, состоящую из объекта автоматизации *A* и управляющего автомата *C*, называют автоматизацией объекта управления (рис.1).

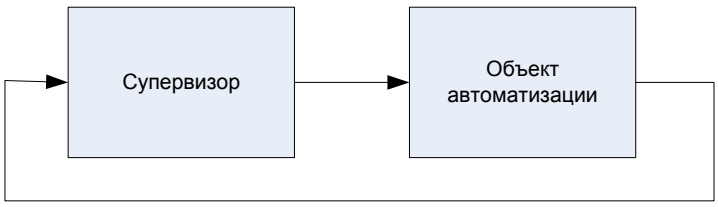


Рис. 1

Традиционно внутреннюю управляющую часть (супервизор) в ДСС не декомпозируют на характерные для классических систем автоматизации управляющую и исполнительные части [4], что и может привести к серьезному структурному несоответствию проектируемого супервизора СИД исходным задачам системы управления инженерным документооборотом.

В данной работе объектом автоматизации является проектная деятельность ПИО, характеризуемая множеством инженерных документов, а ее управляющей частью – система инженерного документооборота (рис.2). Управляющая часть СИД состоит из диспетчерского центра принятия решений, управления проектами и используемых в ПИО комплекса регламентов исполнения управленческих решений по проектной деятельности (исполнительной части СИД).

Также как и в [2] в такой автоматизации, будем использовать разделение множества событий *E* проектной деятельностью на *Ec* множества управлений супервизора, вызванных проектными событиями *Euc,* и *Ew* - множество исполнительных событий, подтверждающих регламентом исполнение управлений.

Будем считать, что в отличие от управляемых событий из *Ec* события *Euc* нельзя блокировать супервизором СИД, но в соответствии с проектной деятельностью нежелательные события проектной деятельности могут блокироваться исполнительной частью СИД установленных в ПИО регламентов.

Таким образом, структурное описание СИД в виде ДСС с выделенной исполнительной частью будет в большей мере соответствовать решаемым задачам диспетчерской службы управления инженерным документооборотом.

Устанавливаемый супервизором в соответствии с инженерным документооборотом автоматный язык *L(C/A),* состоящий из событий *E,* управляет проектной деятельностью, так что реализуется предписанное диспетчерским управлением ее выполнение.

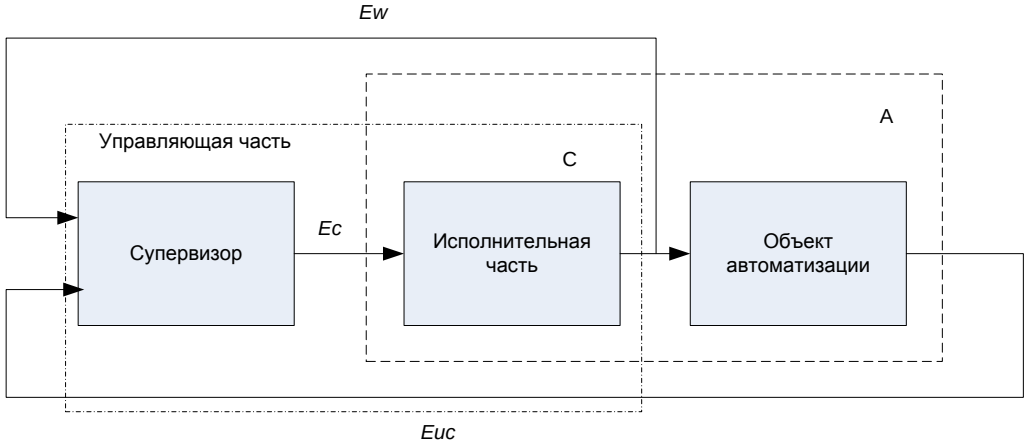


Рис. 2 – Супервизорное управление проектными работами в ПИО

Автоматное выполнение операций СИД сопровождает поток проектных работ, управляет им и информационно его определяет (характеризует).

Инженерные документы реализуют установленную в ПИО супервизорную логику управления проектами.

Выводы

В результате разработки ДСС-модели реализуется правильное концептуальное отражение внутренней структуры проектной области, благодаря чему разработчики СИД получают хорошо верифицируемый инструмент разработки программного кода. Преимуществом такого подхода является то, что небольшой объем математических моделей в виде автоматных нотаций (например, на основе CASE-инстументаория), описывающих управление проектной деятельностью, может быть собран в одной модели СИД, обработан, структурирован и проанализирован строгими математическими методами, которые эффективны для анализа документооборота в ПИО. Важным следствием автоматного подхода является его применимость для процедурной и объектно-ориентированной методологий разработки программного обеспечения

Литература

1. Амбарцумян, А.А. Супервизорное управление структурированными динамическими дискретно-событийными системами / А.А. Амбарцумян // М. Автоматика и телемеханика. –2009.– №8.– С. 156-176.

2. Амбарцумян, А.А. Метод прямого синтеза супервизора для структурированных дискретно событийных систем / А.А. Амбарцумян //Автоматика и Телемеханика. – 2010.– №8.– С.168-188.

3. Ramadge, J. G. Supervisory control of a class of discrete event processes./ J. G. Ramadge, W. M. Wonham // SIAM Journal of Control and Optimization, – 1987.– № 25.– P.206-230.

4. Cassandras**,** Christos. Introduction to Discrete Event Systems/ Christos G. Cassandras, Stéphane Lafortune. – Springer Science+Business Media, LLC 2008.– 769 p

5. Marchand, H. Supervisory Control Problems of Hierarchical Finite State Machines/ H. Marchand, B. Gaudin //– Proceedings of the 41st IEEE Conference on Decision and Control, Las Vegas, Nevada USA, December 2002.– P. 1199-1204.

References

1. Ambarcumjan, A.A. Supervizornoe upravlenie strukturirovannymi dinamicheskimi diskretno-sobytijnymi sistemami / A.A. Ambarcumjan // M. Avtomatika i telemehanika. –2009.– №8.– S. 156-176.

2. Ambarcumjan, A.A. Metod prjamogo sinteza supervizora dlja strukturirovannyh diskretno sobytijnyh sistem / A.A. Ambarcumjan //Avtomatika i Telemehanika. – 2010.– №8.– S.168-188.

3. Ramadge, J. G. Supervisory control of a class of discrete event processes./ J. G. Ramadge, W. M. Wonham // SIAM Journal of Control and Optimization, – 1987.– № 25.– R.206-230.

4. Cassandras, Christos. Introduction to Discrete Event Systems/ Christos G. Cassandras, Stéphane Lafortune. – Springer Science+Business Media, LLC 2008.– 769 p

5. Marchand, H. Supervisory Control Problems of Hierarchical Finite State Machines/ H. Marchand, B. Gaudin //– Proceedings of the 41st IEEE Conference on Decision and Control, Las Vegas, Nevada USA, December 2002.– R. 1199-1204.

Ларин В.П.
Профессор, доктор технических наук,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Аннотация

Рассмотрены принципы построения и реализации процесса автоматизированного выбора конструктивно-технологических решений при проектировании бортовой электронной аппаратуры с использованием экспертной системы.

Ключевые слова: бортовая электронная аппаратура, конструктивно-технологические варианты, выбор.

Larin V.P.
Professor, doctor of Technical Sciences, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

AUTOMATING THE PROCESS OF SELECTING THE CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS WHEN DESIGNING THE ONBOARD ELECTRONIC EQUIPMENT

Abstract

The principles of construction and realization of computer-aided process design and selection of technological solutions in the design of the onboard electronic equipment using expert system.

Keywords: onboard electronic equipment, constructively-technological options, choice.

Стремительное развитие аэрокосмической техники предъявляет все более жесткие требования к конструкциям бортовой электронной аппаратуры. Соответственно растет и трудоемкость конструктивно-технологического проектирования аппаратуры и ответственность принимаемых проектных решений при постоянно увеличивающемся числе возможных вариантов конструкций электронных модулей и конструктивно-компоновочных исполнений. Анализ и выбор конструктивно-технологических решений проводится с учетом большого количества факторов с привлечением многокритериального оценивания при поиске оптимального варианта.

Целью данной публикации является рассмотрение научно-методических вопросов уменьшения трудоемкости проектирования бортовой электронной аппаратуры, повышения технического уровня и оптимальности принимаемых решений на основе автоматизации вариативных задач.

Предварительный анализ конструктивных вариантов реализации авионики различных типов и видов летательных аппаратов (ЛА) показал, что практически все разработки аппаратуры выполняются на основе электронных модулей на крупноформатных печатных платах по функционально-узловому методу или на базе типовых модулей на малоформатных платах по функционально-модульному методу. Использование модулей микроэлектронных средств и микросистемной техники пока в значительной степени уступают этим вариантам конструирования.

Продолжающаяся миниатюризация и увеличение функциональности в развитии электронных средств содействуют получению конкурентоспособных вариантов реализации конструкций бортовой аппаратуры, позволяющих существенно уменьшить массогабаритные характеристики, а во многих случаях и повысить показатели надежности. Игнорирование наиболее современных разработок, отвечающих требованиям малогабаритности, стойкости к повышенным температурам и высоким механическим нагрузкам, объясняется двумя причинами: отсутствием у проектировщиков глубоких знаний по современным разработкам или нежеланием дорабатывать эти разработки под требования к аппаратуре конкретного ЛА. Стимулирующим фактором в этом случае может стать интеллектуализация проектирования на базе экспертных систем с развитыми базами данных и знаний. Это позволит проектировщику рассмотреть все возможные варианты решений, учесть все факторы, определяющие выбор решений и обеспечить нахождение оптимального.

В связи с тем, что для различных классов и типов ЛА требования к конструктивно-технологическим решениям значительно отличаются, последующее рассмотрение задач проектирования относится к аппаратуре беспилотных сверхскоростных ЛА (крылатых ракет, гиперзвуковых ЛА).

Несмотря на имеющийся достаточно большой арсенал современных конструктивно-технологических вариантов реализации бортовой аппаратуры, задача выбора конструктивного решения, обладающего свойствами стойкости к факторам полета сверхскоростного ЛА и сохраняющего высокий уровень безотказности, является чрезвычайно сложной. Сложность этой задачи состоит также в том, что практически все рациональные решения по стойкости к отдельно взятому фактору являются неприемлемыми по стойкости к другому фактору, т.е. налицо высокий уровень противоречий при рассмотрении решений в силу многофакторности и жестких ограничений на размеры и массу. Противоречивость исходных требований вызывает конфликтные их сочетания: обеспечение минимальных значений габаритов и массы модуля, с одной стороны, и обеспечение механической устойчивости и теплового режима, с другой; обеспечение высокой степени интеграции, использование новых материалов, компонентов, технологий, с одной стороны, и минимизация себестоимости изготовления, обеспечение технологичности конструкции, с другой и т.п.

В качестве альтернативных вариантов рассматриваются конструкции электронных модулей первого уровня разукрупнения различного конструктивно-технологического исполнения. Каждый электронный модуль бортовой аппаратуры может быть реализован в различных конструктивных вариантах, анализ которых и выбор оптимального определяется значительным количеством критериев. На рис. 1 представлен ряд укрупненных вариантов конструктивно-технологического исполнения, заслуживающих рассмотрения в качестве альтернативных.

Рис. 1 – Варианты конструкций модулей и варианты комбинирования

Начальный набор вариантов в каждом конкретном случае связан с функциональным назначением проектируемого устройства, его схемной сложностью и ограничениями, имеющимися у каждого из перечисленных вариантов на современном уровне развития.

Структура процессов решений задач выбора отражена на рис. 2.

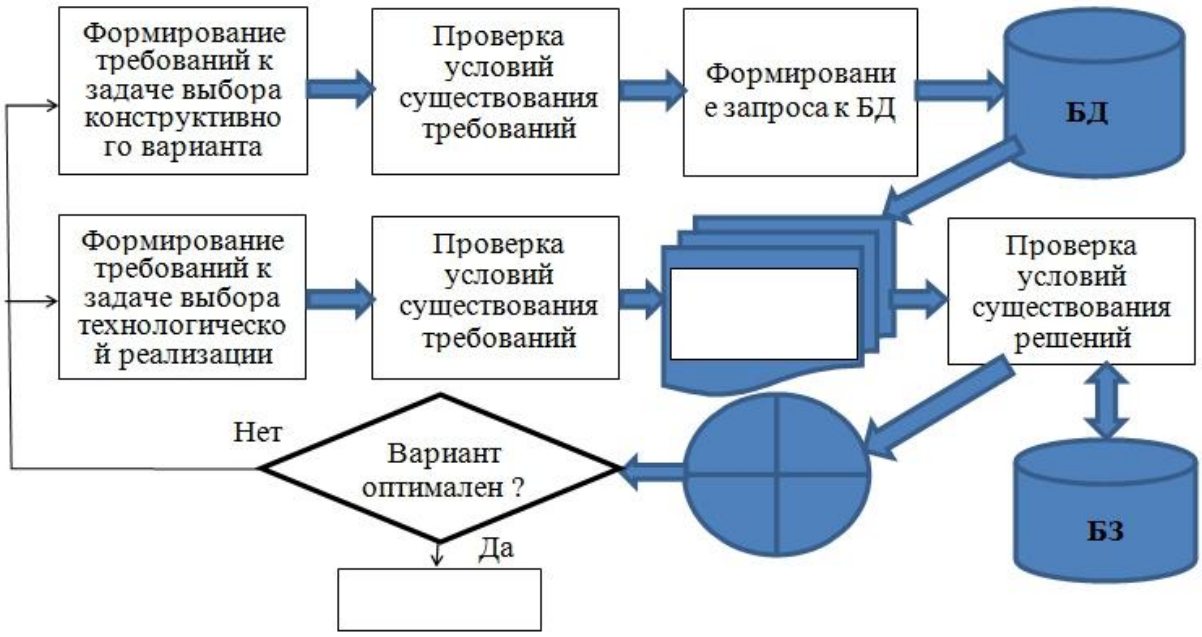


Рис. 2 – Укрупненная структура процесса выбора конструктивно-технологического варианта

Экспертная система основана на сетевых моделях, представленных сетевыми графами. Вершины графа выбора конструктивного варианта соответствуют видам конструктивной реализации, представленным на рис. 1.

Предварительный перебор вариантов и их выбор для последующего детального анализа осуществляется при обходе графа «в ширину». Анализ каждого из вариантов-претендентов выполняется при обходе графов проверок «в глубину». Стратегия поиска решений построена на алгоритмах последовательного оценивания вариантов.

Рассмотрим обобщенную схему (рис. 3) решения проблемы проектирования бортовой аппаратуры, состоящей из решения двух основных задач: анализа конструктивных вариантов и выбора оптимального конструктивно-технологического варианта реализации. Приведенные в схеме этапы и процедуры выполняются с применением созданного прототипа экспертной системы выбора конструктивно-технологического варианта проектирования аппаратуры сверхскоростных ЛА.

Приведем некоторые комментарии к схеме выбора.

Формирование исходных данных выполняется в зависимости от типа ЛА, значений параметров воздействий на аппаратуру, места расположения устройства на борту, массогабаритных и энергетических ограничений и т.п.

В базе знаний экспертной системы по каждому из вариантов ряда конструктивной реализации, соответствующими атрибутами представлены характеристики и допустимые значения по каждому из классификационных требований. Сопоставление исходных данных и допустимых решений производится на основе разработанных условий существования требований и условий существования решений.

Проверка допустимости реализации варианта конструкции выполняется по следующим технологическим критериям: степень отработанности технологии; трудоемкость изготовления, включая монтаж; ожидаемый уровень дефектности; ожидаемая точность выходных параметров; технологическая себестоимость.

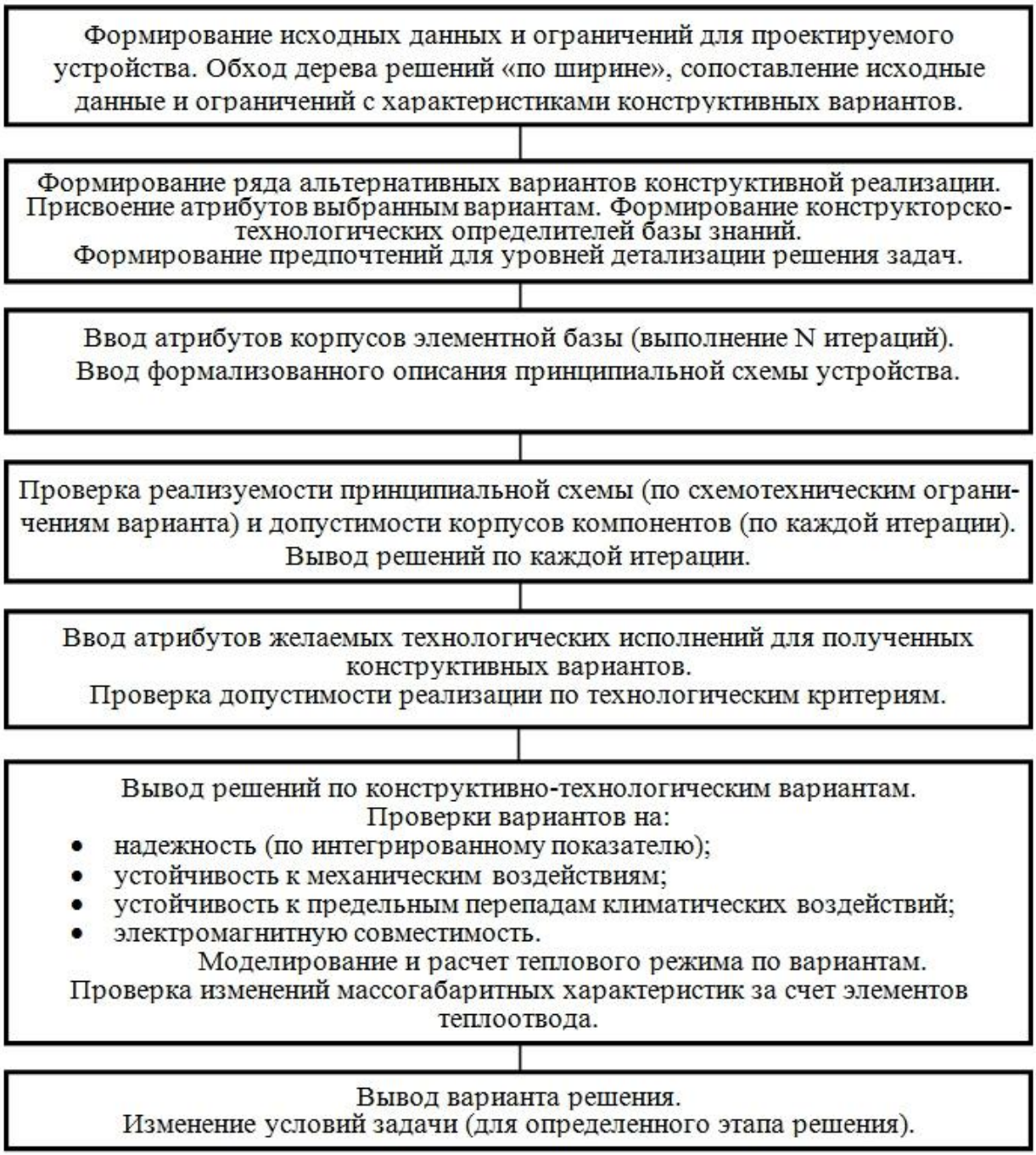


Рис. 3 – Обобщенный алгоритм решения задач выбора варианта конструктивно-технологического исполнения устройства бортовой аппаратуры

Значения критериев получены на основе экспертных оценок. Проверки вариантов конструкций на надежность и устойчивость к внешним и внутренним влияющим факторам выполняются на основе методик, изложенных в [1], Проверка надежности выполняется на основе интегральных функционалов (V):

$V = F(T_{ср}, P'_{ПЗ}(t_З))$ - для аппаратуры ЛА одноразового использования;

$V = F[T'_{ср}, T_o, T_B, K_{O.Г}, P'_{ПЗ}(t_З)]$ - для восстанавливаемой аппаратуры пилотируемых ЛА и беспилотных ЛА многоразового использования, где $T_{ср}$ – средняя наработка до отказа, $T'_{ср}$ - средняя наработка до отказа в полете, $P'_{ПЗ}(t_З)$ - вероятность выполнения программы полета, зависящая от конструктивно-технологических параметров аппаратуры ЛА, $T_О$ – средняя наработка между отказами, $T_В$ – среднее время восстановления, $К_{О.Г}$ – коэффициент оперативной готовности.

В отдельных случаях предусмотрено использование в функционале показателей $Р_{Б.Ц}$ – вероятности безотказного срабатывания у цели и $T_{СБ.СР}$ – средней наработки до отказа на сбой.

Схема формализации задачи конструктивно-технологических требований и выполнения компоновочных решений на основе вариантов-претендентов, представлена на рис. 4.

Рис. 4 – Формирование конструктивно-технологических требовании к компоновке модулей

Для сверхскоростных ЛА параметры теплового поля в зоне размещения рассматриваемой аппаратуры определяются уровнем «погашенной» температуры корпуса за счет внешней теплозащиты и внутренней теплоизоляции приборного отсека. Помимо теплового поля, сформированного нагретым корпусом, необходимо учитывать внутренние тепловые поля, например, от работающих двигателей. В результате в зоне конкретного приборного контейнера, ограниченного кожухом, будем иметь тепловое поле с основными тепловыми параметрами $t_{вн.с}, q$ – температурой внешней среды и плотностью теплового потока. Эти данные используются для проверки конструктивных вариантов и компонентов на тепловую устойчивость.

Механические воздействия на конструкции аппаратуры также имеют двойное происхождение и состоят из линейных и ударных перегрузок от корпуса ЛА и вибрационных воздействий от двигателей, механических и электромеханических устройств аппарата. Основными параметрами, определяющими уровень этих суммарных воздействий, будут ω, n - частотные характеристики и величины перегрузок.

Прошедшие через корпус электромагнитные волны и электромагнитные поля работающей аппаратуры образуют внутреннее электромагнитное поле в зоне приборного отсека с основными параметрами f, ν – частотными характеристиками поля и интенсивностями потоков.

Процесс функционирования варианта конструкции аппаратуры в месте установки оценивается совокупностью параметров, в числе которых отметим: параметры теплового режима $\Delta t_к, t_з$ - средний перегрев кожуха и температура нагретой зоны внутри кожуха; параметры механических воздействий на элементы конструкции P, δ - нагрузка на элементы конструкции и напряжения в элементах конструкции; частотные характеристики электромагнитного поля внутри контейнера.

Все параметры, характеризующие функционирование аппаратуры, не должны превышать допустимых значений для обеспечения требуемых показателей безотказности. Эти значения, взятые с коэффициентами запаса, и определяют конструктивно-технологические требования. При формулировке требований и формировании вариантов решений можно использовать методику, описанную в источнике [1], в соответствии с которой массивы классифицированных вариантов конструкций и технологий служат основой для выбора решений на каждом уровне детализации. Множество требований $\{x_1, x_2, ..., x_n\}$ рассматриваются на каждом уровне детализации из $\{S_1, S_2, ..., S_N\}$, где каждый классифицированный элемент снабжен значением $S(I, J)$ атрибута для последующего использования при поиске решения из $\{y_1, y_2, ..., y_m\}$. Каждое решение y_i ищется как пересечение группы требований и группы условий существования решений.

Автоматизация решения рассмотренных задач позволяет существенно уменьшить трудоемкость проектирования бортовой электронной аппаратуры, повысить технический уровень разработок, сократить сроки проекта и в значительной степени уменьшить влияние человеческого фактора на принимаемые проектные решения..

Литература

1. Ларин В.П. Синтез конструкторско-технологических решений при проектировании аппаратуры гиперзвуковых летательных аппаратов: Известия ГУАП. Аэрокосмическое приборостроение: науч. журнал. Вып.2 / - СПб.: ГУАП, 2011, с.68-71.

References

1. Larin V.P. Sintec konctruktorcko-tehnologicheckih reseniy pri proektiro-vanii apparatury giperzvukovyh letatelnih apparatov: Izvestiy GUAP. Aerokosmi-cheskoe priborostroenie: nauz. gurnal. Vip.2 / - SPd.:GUAP, 2011, s.68-71.

Ларькина Т.С.
Аспирант, Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО КОНТЕЙНЕРА

Аннотация

В статье рассмотрено моделирование процесса индукционного нагрева изотермического контейнера. Приведены мероприятия по повышению равномерности прогрева сложной физически неоднородной среды.

Ключевые слова: индукционный нагрев, моделирование, равномерный прогрев, сельскохозяйственная продукция.

Larkina T.S.
Postgraduate student,
The branch of the National Research University "MUE" in Smolensk

MODELING INDUCTION HEATING OF THE INSULATED CONTAINER

Abstract

The article considers the modeling of induction heating of the insulated container. There are measures to improve the uniformity of the heating of the complex physically inhomogeneous medium.

Keywords: induction heating, modeling, uniform heating, agricultural products.

Высокая популярность индукционного нагрева обоснована возможностью регулирования пространственного расположения зоны протекания вихревых токов, а, следовательно, и нагрева; высокоскоростной разогрев любого электропроводящего материала; возможность передачи электрической энергии непосредственно в нагреваемое тело, которая позволяет осуществить прямой нагрев проводниковых материалов; надежность, долговечность; обеспечивает высокие КПД и cos φ на промышленной частоте тока 50 Гц [1, 2].

Один из возможных вариантов конструктивного исполнения установки для термической обработки продуктов питания приведен на рисунке 1 [3].

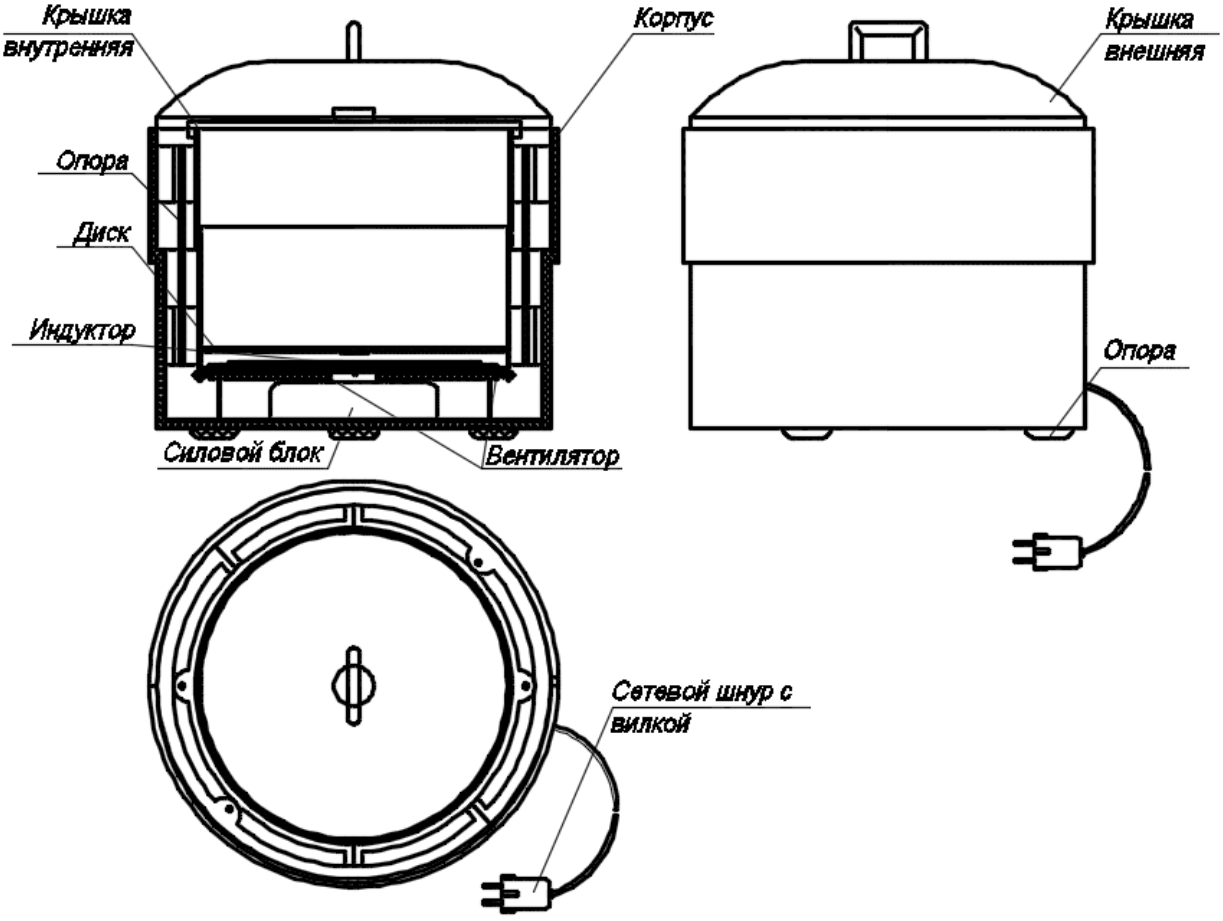


Рис.1. – Модуль тепловой обработки

Так как рассматриваемая система сложная и охватывает собой процесс теплообмена между жидкостью (водой) и твердыми телами при их непосредственном соприкосновении. Нагрев жидкости в изотермическом контейнере происходит за счёт джоулева тепла, выделяющегося под действием индуцированных в стенках и днище изотермического контейнера токов. Следовательно, этот процесс осуществляется одновременным действием теплопроводности и конвекции с распределенными объемными параметрами.

Тепловое состояние отдельных частей тела в процессе теплопроводности различно, то в общем случае температура t является функцией координат x, y, z и времени τ, то есть [4]:

$$t = f(x, y, z, \tau) . \quad (1)$$

Явление теплопроводности в жидкостях и в твердых телах вполне может определяться градиентом температуры и коэффициентом теплопроводности. Иначе обстоит дела с явлением конвекции. Перенос тепла здесь неразрывно связан с переносом жидкости.

В нашем случае количество переданного тепла является функцией формы Φ, размеров l_x, l_y, l_z, температуры τ_i, материала и поверхности нагрева изотермического контейнера и содержимого этого контейнера, а именно: физических параметров нагреваемых объектов – коэффициентов теплопроводности λ_i, теплоемкости c_i, плотности ρ_i стеклянных банок, металлических крышек для закупоривания и содержимого стеклянных банок, а также скорости жидкости ϖ, ее температуры τ, физических параметров жидкости (воды) – коэффициента теплопроводности λ, теплоемкости c, плотности ρ, вязкости μ. Таким образом [5],

$$Q = f(\Phi, l_x, l_y, l_z, \tau_i, \varpi, \tau, \lambda, c, \rho, \mu, \lambda_i, c_i, \rho_i) . \quad (2)$$

Сложная физически неоднородная структура нагреваемой системы, а также неравномерное распределение скорости потока по объему не позволяют использовать для решения тепловой задач аналитические методы расчета, поэтому в данной принимаем следующие допущения:

- ограничиваемся двухмерным пространством;
- при изучении нестационарных тепловых процессов пренебречь влиянием переходных режимов электромагнитного поля ввиду малой инерционности электромагнитных процессов в сравнение с тепловыми;
- рассматриваем более упрощенную систему относительно содержимого установки, т.е. такой вариант, когда во внутреннем контейнере расположена стеклянная емкость формой, повторяющей внутренний контейнер установки. Данная стеклянная емкость заполнена однородной средой – водой;
- индуктор выполнен в форме спирали Архимеда;
- частоту принимаем равной f=5000 Гц.

С учетом принятых допущений имеет место раздельное решение электромагнитной и тепловой задач.

Произведем моделирование в среде ELCUT 5.1 Professional. На рисунке 2 приведено в разрезе распределение вихревых токов на дне контейнера при нагреве установки для термической обработки продуктов питания.

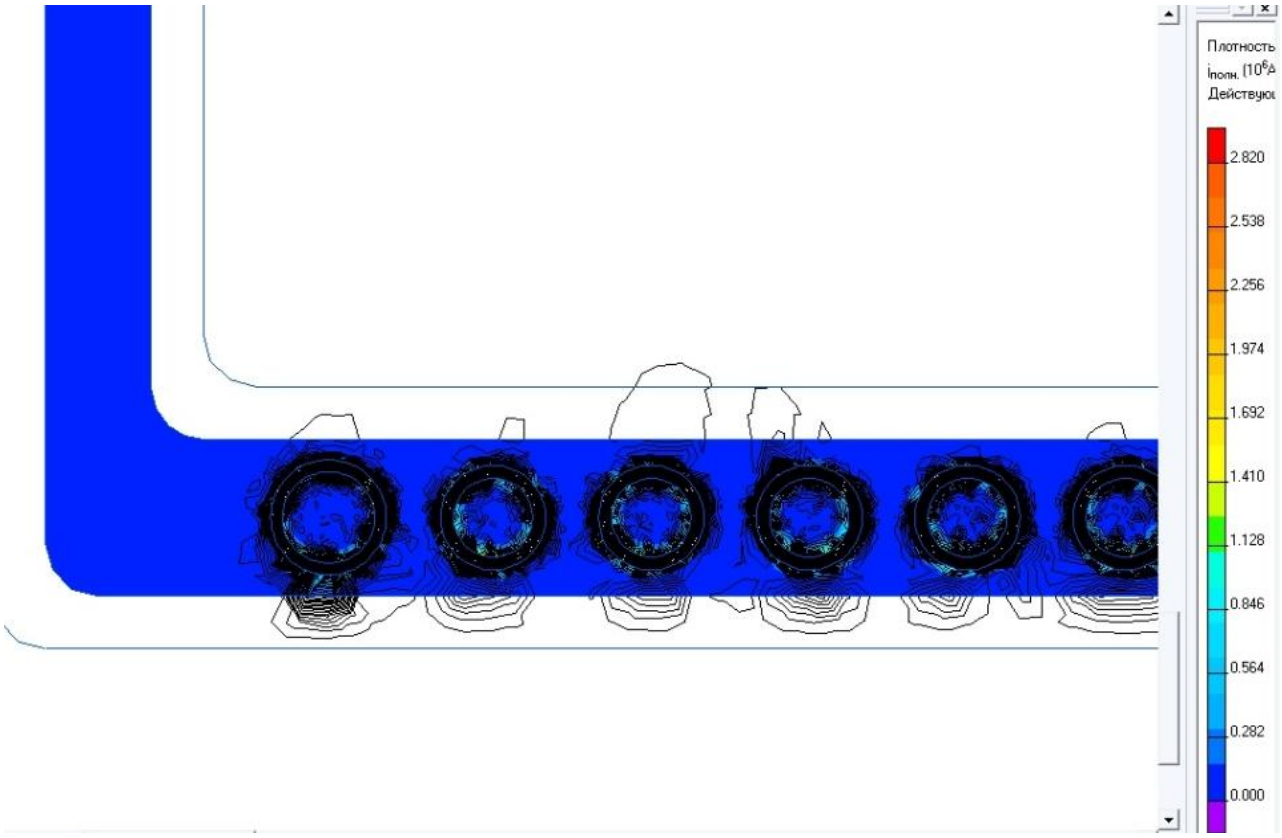


Рис.2. – Распределение вихревых токов (увеличено и включена сетка конечных элементов)

Для тепловой задачи задаются конвективные условия теплообмена на внешних границах и условия сопряжения двух сред на внутренней границе. Результаты моделирования тепловой задачи приведены на рисунке 3.

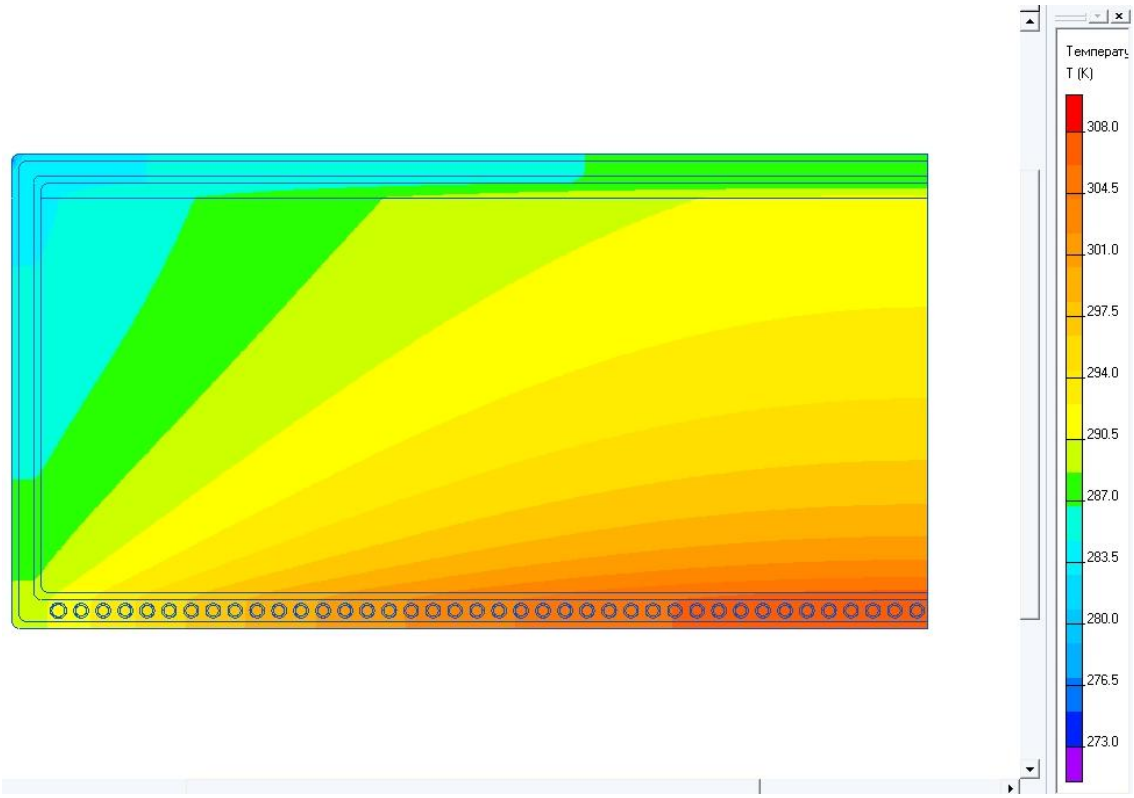


Рис.3. – Распределение тепла в контейнере

Как видно на рисунке 3, в данной системе за единицу времени имеет место неравномерный прогрев.

Этот вопрос становится особенно острым, когда объем изотермического контейнера будет заполнен не однородной средой (водой), а иными твердыми телами (сельскохозяйственной продукцией), обладающими более высокой вязкостью, которые необходимо нагревать до определенной температуры и поддерживать ее в течение определенного периода времени. С целью повышения эффективности нагрева можно применить несколько способов:

- барботирование,
- применение различных конструктивных вариаций изотермического контейнера (например, вариант исполнения дна изотермического контейнера со впадинами, в которые будут помещены два индуктирующих провода, токи в которых равны и направлены одинаково),
- вариант монтажа ферромагнитного стержня по центру внутри изотермического контейнера,
- применение иных ферромагнитных емкостей внутри контейнера.

Литература

1. Ларькина Т.С. Исследование процесса нагрева изометрического контейнера индукционным нагревом/ Т.С. Ларькинаа; Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Г.С. Леневский// Информационные технологии, энергетика и экономика. XI международная научно-техническая конференция. Сборник трудов. 17-18 апреля 2014, г. Смоленск - Смоленск: ФГБОУ ВПО "НИУ МЭИ" в г. Смоленске, 2014.

2. Розанов Ю.К. Полупроводниковые преобразователи со звеньями повышенной частоты / Ю.К. Розанов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 184 с.: ил.

3. Ларькина Т.С. К вопросу формирования общей конструкции системы индукционного нагрева / Т.С. Ларькина; Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Г.С. Леневский // Новые горизонты: материалы международной конференции-конкурса, Брянск, 19 марта 2014 г./ [Текст] + [Электронный ресурс]/под ред. О.М. Голембиовской. - Брянск: БГТУ, 2014. – С. 13-14.

4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. // М.: Энергия. 1977. С. 344 с ил.

5. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Установки для индукционного нагрева. // Л.: Энергоиздат, 1981. С. 326 с ил.

References

1. Lar'kina T.S. Issledovanie processa nagreva izometricheskogo kontejnera indukcionnym nagrevom/ T.S. Lar'kinaa; Nauch. ruk. kand. tehn. nauk, doc. G.S. Lenevskij// Informacionnye tehnologii, jenergetika i jekonomika. XI mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija. Sbornik trudov. 17-18 aprelja 2014, g. Smolensk - Smolensk: FGBOU VPO "NIU MJeI" v g. Smolenske, 2014.

2. Rozanov Ju.K. Poluprovodnikovye preobrazovateli so zven'jami povyshennoj chastoty / Ju.K. Rozanov. – M.: Jenergoatomizdat, 1987. – 184 s.: il.

3. Lar'kina T.S. K voprosu formirovanija obshhej konstrukcii sistemy indukcionnogo nagreva / T.S. Lar'kina; Nauch. ruk. kand. tehn. nauk, doc. G.S. Lenevskij // Novye gorizonty: materialy mezhdunarodnoj konferencii-konkursa, Brjansk, 19 marta 2014 g./ [Tekst] + [Jelektronnyj resurs]/pod red. O.M. Golembiovskoj. - Brjansk: BGTU, 2014. – S. 13-14.

4. Miheev M.A., Miheeva I.M. Osnovy teploperedachi. // M.: Jenergija. 1977. S. 344 s il.

5. Sluhockij A.E., Ryskin S.E. Ustanovki dlja indukcionnogo nagreva. // L.: Jenergoizdat, 1981. S. 326 s il.

Лукьянов Г.Н.[1], Полищук С.А.[2], Ковальский И.С.[3]
[1]Доктор технических наук, [2]аспирант, [3]аспирант,
Университет ИТМО

ГРАДУИРОВАНИЕ И КОРРЕКТИРОВКА ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (БЕЗ ТЕРМОПАРЫ) ПРИ ПОМОЩИ НЕЛИНЕЙНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация

Представлена апробация метода градуирования и корректировки датчика температуры, при помощи нелинейного динамического моделирования на основе алгоритма метода или модели NARMAX (Non-Linear Auto-Regressive Moving Average with Exogeneous Inputs, то есть нелинейной авторегрессивной модели скользящего среднего значения с внешними входами). Датчик построен на основе термистора и термопары. Градуирование и корректировка датчика необходимо для его самостоятельного использования без термопары.

Ключевые слова: нелинейное динамическое моделирование, NARMAX, датчик, термистор, термопара, результаты температурных измерений, синхронизация.

Lukyanov G.N.[1], Polistshouk S.A.[2], Kowalski I.S.[3]
[1]PhD in Engineering, [2]post graduate student, [3]postgraduate student,
University ITMO

CALIBRATION AND ADJUSTMENT OF TEMPERATURE SENSOR FOR INDEPENDENT USE (WITHOUT THERMOCOUPLE) USING NONLINEAR DYNAMIC MODELING

Abstract

The method has been evaluated calibration and adjustment of temperature sensor using nonlinear dynamic simulation based on the algorithm of the method or model NARMAX (Non-Linear Auto-Regressive Moving Average with Exogeneous Inputs, i.e. nonlinear autoregressive models moving average with external inputs). The sensor is based on the thermistor and thermocouple. Calibration and adjustment of the sensor is necessary for its independent use without thermocouple.

Keywords: nonlinear dynamic modeling, NARMAX, sensor, thermistor, thermocouple, temperature measurements, synchronization.

Известно, что процессы, протекающие в природе, в большинстве случаях являются периодическими, нелинейными и динамическими. К таким процессам относятся нестационарные процессы теплообмена, в частности теплообмен при кипячении воды. Для проведения и мониторинга температурных измерений создаются разнообразные датчики температуры на основе термопар и термисторов. При проведении температурных измерений новыми датчиками возникают вопросы, связанные с их корректировкой и градуированием. Для этого существуют несколько способов, таких как использование эталонных процессов, где заранее известно поведение процесса и статистические методы. Одним из таких методов является нелинейное динамическое моделирование.

Для построения динамических моделей можно применять, например, метод ARMAX (Auto-Regressive Moving Average with Exogeneous Inputs), реализованный в пакете MATLAB. Однако процедура ARMAX строит только линейные модели и ее целевая функция линейна по управляющим переменным. Для устранения этих недостатков разработана нелинейная модель на основе метода NARMAX (Non-Linear Auto-Regressive Moving Average with Exogeneous Inputs) [1,2,3], которая обладает следующими достоинствами:

1. Модели NARMAX подходят для описания обширной области нелинейного динамического поведения процессов;
2. Модели NARMAX удобны для описания реальных процессов

Целью настоящей работы является апробация применения модели NARMAX для апробации метода градуирования и корректировки датчика температуры, при помощи нелинейного динамического моделирования. Для этого нужно решить задачу нелинейного динамического моделирования на основе экспериментально зарегистрированных рядов наблюдений информационных процессов. Информацией для построения нелинейной динамической модели NARMAX служат результаты синхронных измерений колебаний температуры при кипячении воды.

В работе впервые продемонстрировано применение метода NARMAX для корректировки и градуирования датчика температуры.

В работе проведено исследование модели, с двумя входами (сигналы от термопары и термистора). В экспериментах использовался прибор датчик температуры, , схема которого показана на рисунке 1. Датчик разработанный на кафедре Сенсорики Университета ИТМО. Этот датчик содержит термопару, имеющую высокую инерцию к изменению температуры, и термистор, имеющий низкую инерцию к изменению температуры. Данное исследование необходимо для самостоятельного использования датчика без термопары. Это обусловлено снижением стоимости производства датчика.

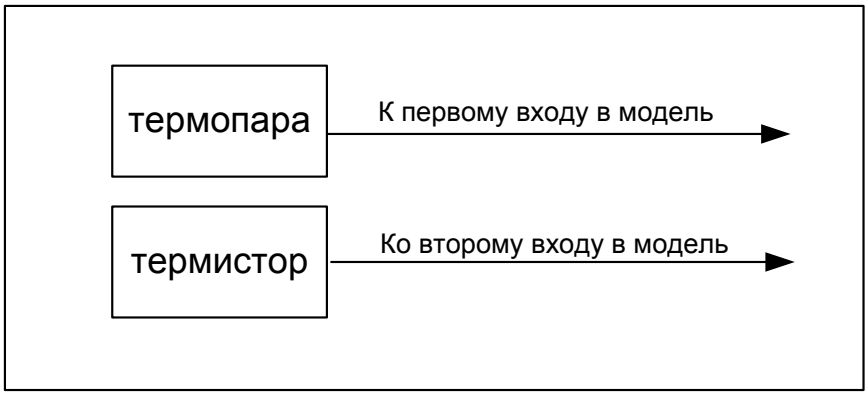


Рис. 1 – Схема датчика температуры

Вышесказанное говорит о научной новизне этой работы.

Описание и решение проблемы

Использована нелинейная авторегрессивная модель скользящего математического ожидания с внешними входами по методу NARMAX [2]. Математически она представляет собой полиномиальное выражение, состоящее из последовательности многочленов. Численные коэффициенты элементов многочленов данной последовательности являются элементами матрицы коэффициентов, встраиваемую в модель по окончании итерационного процесса построения модели. Указанный процесс проиллюстрирован на рисунке 2 далее на примере сопоставления результатов температурных измерений при дыхании человека и расчета по модели.

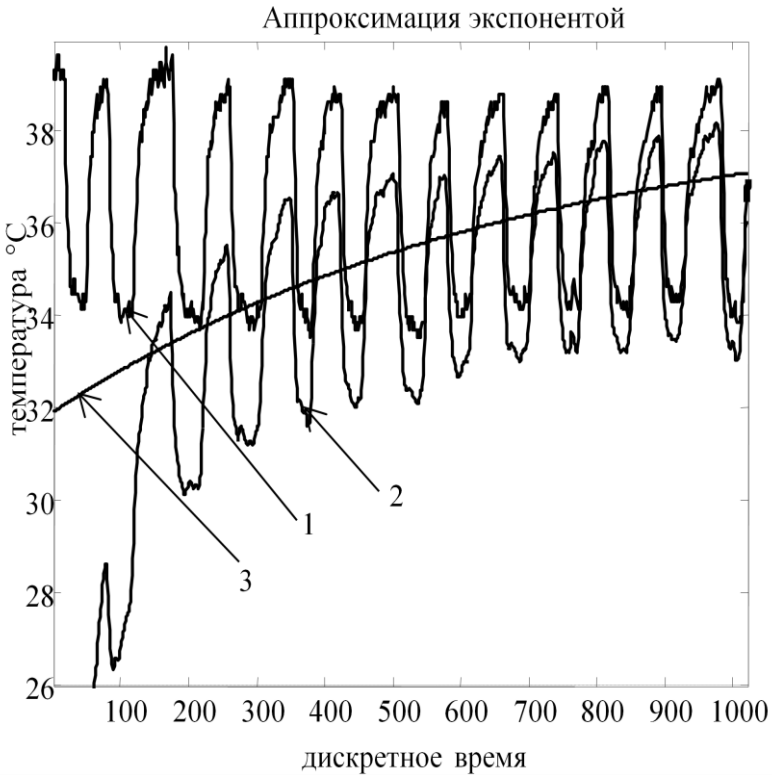


Рис. 1 – Реакция модели на процесс: 1 – значения температуры вдыхаемого–выдыхаемого воздуха на входе в ноздри, 2 – модель на этапе подстройки под процесс дыхания

На этом рисунке также показан принцип действия метода NARMAX для построения нелинейных динамических моделей. Из имеющегося набора данных одновременно анализируются от 100 до 1000 отсчетов, составляющих апертуру ("окно") метода. Размер "окна" установлен экспериментально. Модель (рис. 2, кривая *2*) ведет себя как реальный физический прибор, подстраиваясь под описываемый процесс (кривая *1*) по экспоненте (кривая *3*). По окончании очередной итерации метод NARMAX выводит результат моделирования, после чего смещает "окно" на один отсчет и проводит очередную итерацию. Также модель может быть использована в качестве цифрового фильтра, который может очищать входной сигнал от нежелательных помех и ненужных для исследования частот. В настоящее время разрабатывается математический аппарат для адаптивной настройки этого фильтра.

Аналитически принцип действия метода NARMAX можно представить на примере работы с полиномиальными выражениями, состоящими из последовательностей многочленов, которые являются математическим представлением моделей синхронизации электрического сигналов, идущих от термопары и термистора. Метод NARMAX, используя процедуру ортогонализации, позволяет произвольно менять степень этих многочленов. Эта особенность данного метода использована для фиксирования всех экстремумов исследуемых процессов, т. е. повышения чувствительности модели. При этом на каждой итерации не только подбираются степени многочленов, но и проверяется значимость

вклада его членов в модель. Незначимые члены метод NARMAX отбрасывает – их коэффициенты приравниваются нулю. В ходе многочисленных экспериментов по применению метода NARMAX для построения моделей, что процедура ортогонализации выбирает степень многочлена на основе соотношения дисперсий процессов и их моделей [3].

Модель сигнала, идущего от термопары:

$$Y_1(t) = \sum_{i=0}^{n} a_i (t-\tau)^i , \quad (1)$$

где $(a_0, a_1, \ldots, a_n)$ – это столбцы матрицы коэффициентов модели сигнала, идущего от термопары, t – дискретное время, τ – временная задержка, в данном случае равная нулю,

модель сигнала, идущего от термистора:

$$Y_2(t) = \sum_{i=0}^{n} b_i (t-\tau)^i , \quad (2)$$

где $(b_0, b_1, \ldots, b_n)$ – это столбцы матрицы коэффициентов модели сигнала, идущего от термистора

Общая модель сигналов идущих от термистора и термопары:

$$Y_O(t) = \sum_{i=0}^{n} (a_i + k * b_i)(t-\tau)^i . \quad (3)$$

Модель ведет себя как реальный физический прибор, подстраиваясь под описываемый процесс по экспоненте, что показано на рис. 2. Это было выявлено в ходе проведенного исследования возможностей данной модели. Также модель может быть использована в качестве цифрового фильтра, который может очищать входной сигнал от нежелательных помех и ненужных для исследования частот.

Если рассматривать потоки данных, которые подаются на входы в модель как совокупность векторов равной длины, то данные векторы можно объединить в одну матрицу, которая удобно может быть представлена в виде таблицы данных. Использование такой таблицы данных существенно сокращает время на построение модели с несколькими входами.

На рис. 3 показана блок-схема, где наглядным образом представлено построение общей модели сигналов, исходящих из термопары и термистора.

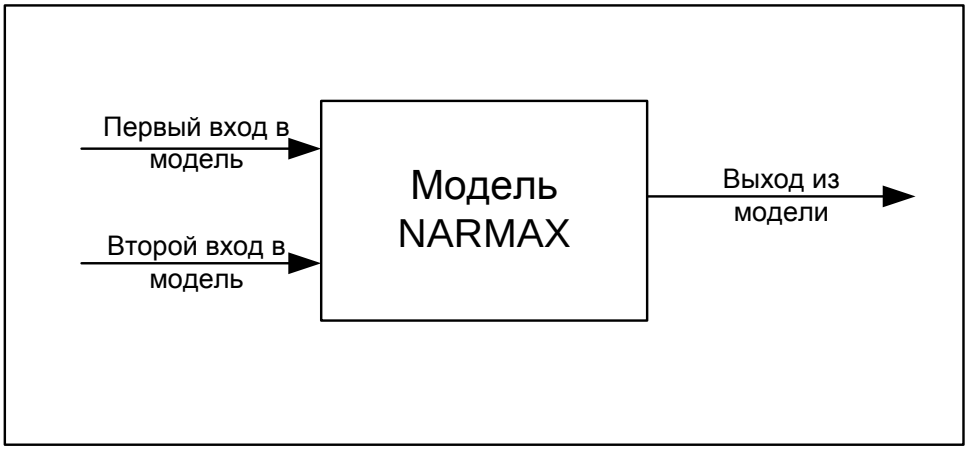


Рис. 3 – Схема модели NARMAX. К первому входу подан сигнал исходящий от термопары, ко второму входу подан сигнал, исходящий от термистора

Столбцы матрицы коэффициентов модели сигнала термопары $(a_0, a_1, \ldots, a_n)$, а также столбцы матрицы коэффициентов модели сигнала термистора $(b_0, b_1, \ldots, b_n)$, представляют собой числовые ряды.

На следующем рисунке 4 представлены результаты коррекции температурных измерений термопарой и термистором при кипении воды. Кривая 1 указывает температурные измерения, полученные при помощи термопары, кривой 2 – при помощи термистора. Кривой 3 показана корректировка температурных измерений, полученная при помощи метода NARMAX с использованием общей модели NARMAX. В данном случае был применён MISO – вариант общей модели, то есть модели, которая имеет много входов в модель NARMAX и один выход из этой модели, при которой данная корректировка является выходом общей модели NARMAX. На входы в эту модель поданы температурные измерения термопарой (первый вход) и термистором (второй вход).

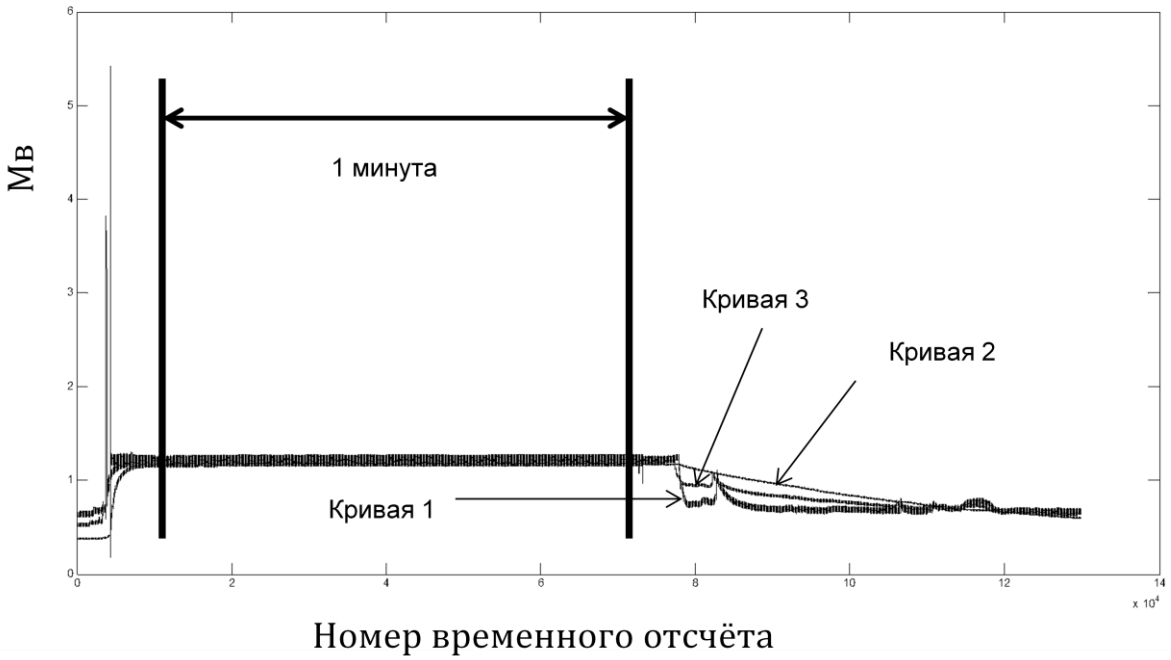


Рис. 4 – Результаты коррекции температурных измерений термопарой и термистором при кипении воды

Интервал измерений длительностью одну минуту на рисунке выделен двойной стрелкой. Характерные выдающиеся пики, представленные на рисунке, обусловлены некоторыми особенностями работы измерительных приборов. Температурные измерения проводились с частотой 1 кГц, а также были нормированы по средним значениям.

На рисунке 5 представлен процесс закипания воды более подробно.

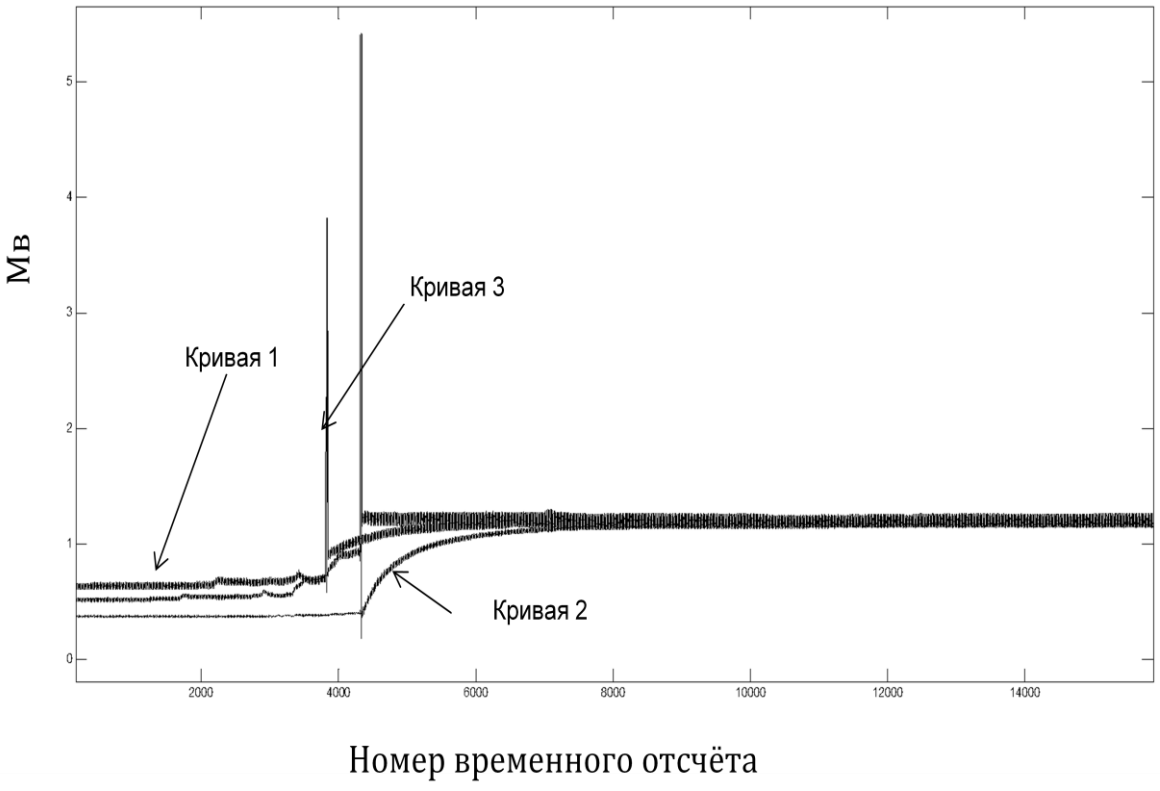


Рис. 5 – Процесс закипания воды

На рисунке 6 представлен процесс остывания воды также более подробно.

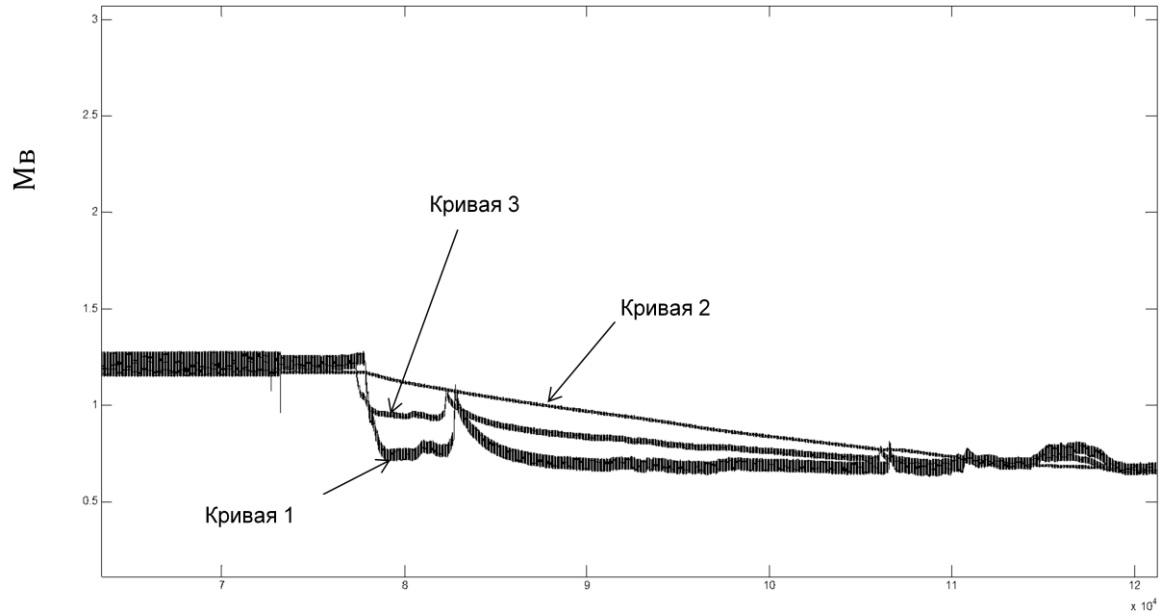


Рис. 6 – Процесс остывания воды

Исходя из представленных выше графиков, показанных на рисунках 4, 5 и 6 видно, что общая модель сигналов идущих с термопары и термистора позволяет градуировать и корректировать представленный датчик температуры. Соответственно, датчик температуры может работать самостоятельно, то есть без термопары. В настоящее время датчик проходит калибровку при различных температурных режимах, поэтому на оси ординат указаны нормированные значения сигналов в милливольтах.

Заключение

Проведено исследование возможностей применения метода NARMAX как метода градуирования и корректировки датчика температуры,

На основе метода NARMAX создана общая модель сигналов термопары и термистора, которая произвела соответствующую корректировку и градуирование разработанного датчика температуры.

Литература

1. Billings S.A. Orthogonal least squares methods and their application to non-linear system identification // Int. J. Control. – 1989. – V. 50. – № 5. – P. 1873–1896.

2. Лукьянов Г.Н., Рассадина А.А., Дранишникова О.А., Скирмандт Е.В., Усачев В.И. Исследование тепло- и массообменных характеристик человеческого дыхания // Приборостроение. – 2005. – № 5. – С. 68–73.

3. Лукьянов Г. Н. Полищук С. А. Нелинейное динамическое моделирование взаимосвязи процессов дыхания и сердцебиения человека на основе проведенных измерений // Науч.-технич. вестн. информационных технологий, механики и оптики . 2013. № 4 (86). С. 67–72.

References

1. Billings S.A. Orthogonal least squares methods and their application to non-linear system identification // Int. J. Control. – 1989. – V. 50. – № 5. – P. 1873–1896.

2. Luk'janov G.N., Rassadina A.A., Dranishnikova O.A., Skirmandt E.V., Usachev V.I. Issledovanie teplo- i massoobmennyh harakteristik chelovecheskogo dyhanija // Priborostroenie. – 2005. – № 5. – S. 68–73.

3. Luk'janov G. N. Polishhuk S. A. Nelinejnoe dinamicheskoe modelirovanie vzaimosvjazi processov dyhanija i serdcebienija cheloveka na osnove provedennyh izmerenij // Nauch.-tehnich. vestn. informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki . 2013. № 4 (86). S. 67–72.

*Международный научно-исследовательский журнал теперь размещается на платформе **Cyberleninka**, которая в свою очередь отправляет метаданные в крупнейшие репозитории научной информации, такие как Google Scholar, OCLC WorldCat, Соционет, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Registry of Open Access Repositories (ROAR), Open Access Infrastructure for Research in Europe (OpenAIRE), это в десятки раз увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.*

CYBERLENINKA

Мальцев Е.Г.
Кандидат технических наук, доцент,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СВЕТОДИОДНОЙ ЛАМПЫ ДЛЯ ПРЯМОЙ ЗАМЕНЫ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Аннотация

Светоизлучающие диоды (СД) быстро развивающая технология, которая становится всё более важной во многих системах общего освещения. В данной работе конструкция компактной светодиодной лампы, предназначенной для замены ламп накаливания мощностью 25 Вт.

Ключевые слова: освещение, светоизлучающий диод, лампа накаливания.

Maltsev E.G.
PhD in Engineering, Associate Professor,
Mordovian State University

DESIGN OF LED LAMPS FOR DIRECT REPLACEMENT OF INCANDESCENT LAMPS

Abstract

Light-emitting diodes (LEDS) are rapidly developing technology that is becoming increasingly important in many general lighting systems. In this paper, the design of the compact led lamps intended to replace incandescent bulbs rated at 25 Watts. Keywords: lighting, led, incandescent.

Keywords: lighting, led, incandescent.

Светодиоды уже доказали свою эффективность при использовании в архитектурной подсветке. Сегодня СД завоёвывают массовый рынок устройств общего освещения благодаря целому ряду преимуществ:

- гораздо больший срок службы, чем у других источников света. СД могут работать до 50 000 ч., тогда как ресурс ламп накаливания (ЛН) составляет 1 000 – 2 000 ч., а у компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) от 5 000 до 10 000 ч;
- существенно более высокая энергоэффективность по сравнению с ЛН и галогенными лампами, часто по этому параметру они эквиваленты ЛЛ;
- отсутствие стробоскопического эффекта;
- высокая устойчивость к перепадам сетевого напряжения, а также вандалоустойчивость;
- экологичность. СД не содержат вредных веществ, как это имеет место с ртутными ЛЛ [1].

Целью настоящей работы является создание серии СД ламп для прямой замены ламп накаливания мощностью 25. При этом необходимо отметить, что существуют ограничения как по габаритам разрабатываемых ламп, так и по их светотехническим характеристикам.

В таблице 1 представлено соответствие мощностей существующих ламп накаливания и перспективных светодиодных ламп.

Таблица 1 – Соответствие мощностей лампы накаливания и светодиодной лампы

Лампа накаливания		Лампа светодиодная	
Мощность,Вт	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Световой поток, лм
25	220	3,0	220

Исходя из представленных данных, для достижения требуемых параметров необходимо использование СД мощностью 1 Вт со световым потоком не менее 100 лм. Тогда для СД лампы эквивалентной лампе накаливания мощностью 25 Вт потребуется как минимум 3 светодиода мощностью 1 Вт, для СД лампы эквивалентной лампе накаливания мощностью 60 Вт – 8 светодиодов такой же мощности.

С учётом рекомендуемых площадей печатных плат с теплопроводящим основанием, для 3-х светодиодов мощностью 1 Вт потребуется печатная плата с площадью 25 кв. см. Такие площади можно получить только лишь с помощью увеличения диаметра печатных плат: 6,0 см для 3-х СД; 7,0 см для 5 СД; 9,0 см для 8 СД, что явно превосходит габариты ламп накаливания по диаметру. Поэтому для обеспечения надёжного теплоотвода необходимо использование дополнительного радиатора.

При определении качества СД, используемых для создания определённого светового потока, необходимо иметь ввиду, что прямое сложение световых потоков СД в СД-лампе не совпадает с реальной картиной в изготовленной лампе. Как правило, мы имеем световой поток на 10-12 % ниже суммарного значения светового потока СД, на который мы могли бы рассчитывать. Это связано с тем, что потери светового потока происходит за счёт коэффициента пропускания рассеивателя (5-7 %). Так при трех светодиодах со световым потоком 100 лм потери составят 50-70 лм. Световая отдача так же изменится в меньшую сторону в реальной лампе. Это связано с питанием СД, которые вместо 1 Вт могут потреблять на 10 % больше мощности для достижения требуемого светового потока, а так же потери мощности в встроенном устройстве управления (драйвере).

Таким образом, выбор оптимальных параметров СД модуля позволяет упростить конструкцию СД лампы, которая представлена на рисунке 1. Она состоит из светодиодного модуля, выполненного в виде платы с алюминиевым основанием, на котором с помощью ручного метода поверхностного монтажа установлены светодиоды типа «эмиттер» (2) с заданной суммарной мощностью. К светодиодному модулю прикреплена осветительная арматура, выполненная в виде теплорассеивающего радиатора (3), резьбового цоколя Е27 (4), блока питания (5), светорассеивающего колпачка (6).

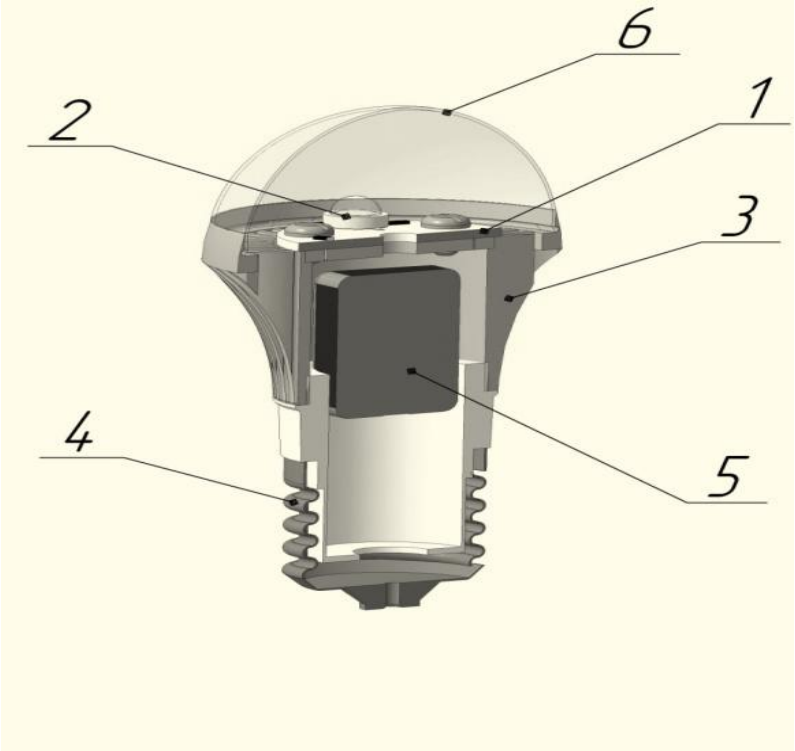


Рис. 1 – Вид светодиодной лампы

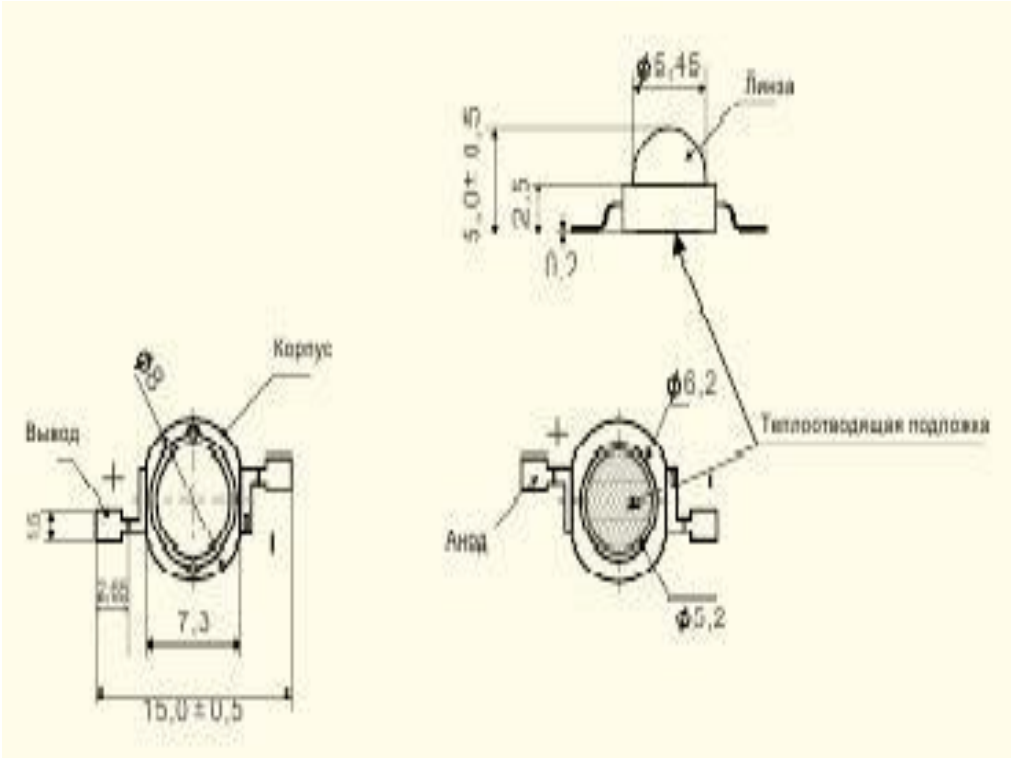


Рис. 2 – Светодиод типа «эмиттер»

СД (2) установлены на печатной плате (1) равномерно, каждый из них имеет мощность 1 Вт, а печатная плата имеет место для крепления её к корпусу радиатора и имеет площадь не менее 4 кв. см на каждый СД. Между резьбовым цоколем и радиатором находится изолирующая втулка (корпус) из пластмассы. Таким образом, комбинируя технико-эксплуатационные характеристики основных элементов светодиодных источника света, различных видов светодиодов, печатных плат, драйверов можно найти оптимальный вариант их взаимного расположения для создания конструкции лампы с требуемыми характеристиками [2,3].

Нами применен светодиод типа «эмиттер» (рис.2) для поверхностного монтажа. Этот светодиод был выбран по величине светового потока, цене, и способу крепления к печатной плате. Использовались радиаторы для СД ламп с тремя, пятью и семью светодиодами. Площадь радиаторов для эффективного отвода тепла составляет 20 см^2 для трех светодиодов, 40 см^2 для пяти светодиодов и 50 см^2 для семи светодиодов. Материал – алюминий. Изготовление методом штамповки с последующей полировкой специальным порошком.

Драйверы светодиодов без корпуса имеют невысокую цену и отличную функциональность. Безкорпусные драйверы, благодаря улучшенному охлаждению, имеют увеличенный срок службы. Большинство моделей имеют гальваническую развязку с питающей сетью, что делает их абсолютно безопасными при эксплуатации.

Светорассеивающий колпачок относится к элементу вторичной оптики СД лампы, который обеспечивает рассеивание концентрированного светового излучения СД равномерно по поверхности колпачка. Колпачки изготовлены из поликарбоната. Корпус предназначен для крепления цоколя Е27 к радиатору. Материал корпуса – пластмасса (поликарбонат).

Литература

1. Глухов А.В. Конструкция светодиодной лампы для прямой замены ламп накаливания общего назначения // Полупроводниковая светотехника. 2010г., №2.

2. С.И. Лишик, А.А. Паутино, В.С. Поседько, Ю.В. Трофимов, В.И. Цвирко, Конструктивно-технологические решения светодиодных ламп прямой замены // Светотехника 2010г., №2**.**

3. Дадонов В.Ф., Ламков Е.А., Мальцев Е.Г. Разработка конструкции компактной энергоэкономичной лампы на основе светодиодов для прямой замены ламп накаливания. Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Сб. науч. тр. XI Междунар. науч.-техн. конф. в рамках II Всероссийского светотехнического форума с междунар. участием, Саранск, 3-4 декабря 2013 г. / редкол.: О.Е. Железникова (отв.ред) [и др.]. – Саранск: 2013. С. 67-71

References

1. Gluhov A.V. Konstrukcija svetodiodnoj lampy dlja prjamoj zameny lamp nakalivanija obshhego naznachenija // Poluprovodnikovaja svetotehnika. 2010g., №2.

2. S.I. Lishik, A.A. Pautino, V.S. Posed'ko, Ju.V. Trofimov, V.I. Cvirko, Konstruktivno-tehnologicheskie reshenija svetodiodnyh lamp prjamoj zameny // Svetotehnika 2010g., №2.

3. Dadonov V.F., Lamkov E.A., Mal'cev E.G. Razrabotka konstrukcii kompaktnoj jenergojekonomichnoj lampy na osnove svetodiodov dlja prjamoj zameny lamp nakalivanija. Problemy i perspektivy razvitija otechestvennoj svetotehniki, jelektrotehniki i jenergetiki: Sb. nauch. tr. HI Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. v ramkah II Vserossijskogo svetotehnicheskogo foruma s mezhdunar. uchastiem, Saransk, 3-4 dekabrja 2013 g. / redkol.: O.E. Zheleznikova (otv.red) [i dr.]. – Saransk: 2013. S. 67-71

Медведев П. В.[1], Федотов В. А.[2], Бочкарева И. А.
[1]Доктор технических наук, [2]кандидат технических наук,
Оренбургский государственный университет

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Аннотация

В статье рассмотрены - проблемы оценки потребительских свойств зерна и продуктов его переработки. Определены возможности повышения эффективности определения качества зернопродуктов на основе использования новых моделей обработки информации.

Ключевые слова: зерно пшеницы, потребительские свойства, показатели качества зернопродуктов.

Medvedev P. V.[1], Fedotov V. A.[2], Bochkareva I. A.
[1]PhD in Engineering, [2]PhD in Engineering,
Orenburg State University

COMPLEX ESTIMATION OF GRAIN CONSUMER PROPERTIES AND PROCESSING PRODUCTS

Abstract

In this article problems of an assessment of consumer properties of grain and products of its processing are considered. Possibilities of increase of efficiency of determination of quality of grain products on the basis of use of new models of information processing are defined.

Keywords: wheat grain, consumer properties, indicators of grain products quality.

На предприятиях зерноперерабатывающей отрасли с целью определения потребительских свойств зерна используются стандартизированными показателями качества. В то же время даже комплексная оценка всех показателей, установленных ГОСТ, недостаточно информативны и не могут достоверно характеризовать качество зерна, а также качество готовой продукции. С помощью произведенного обзора литературы сделаны выводы о корреляциях показателей качества зерна и зернопродуктов. В частности, выявлены связи твердозерности с множеством показателей биохимических, структурно-механических свойств зерна, муки, и полуфабрикатов хлебопекарного производства (рис. 1).

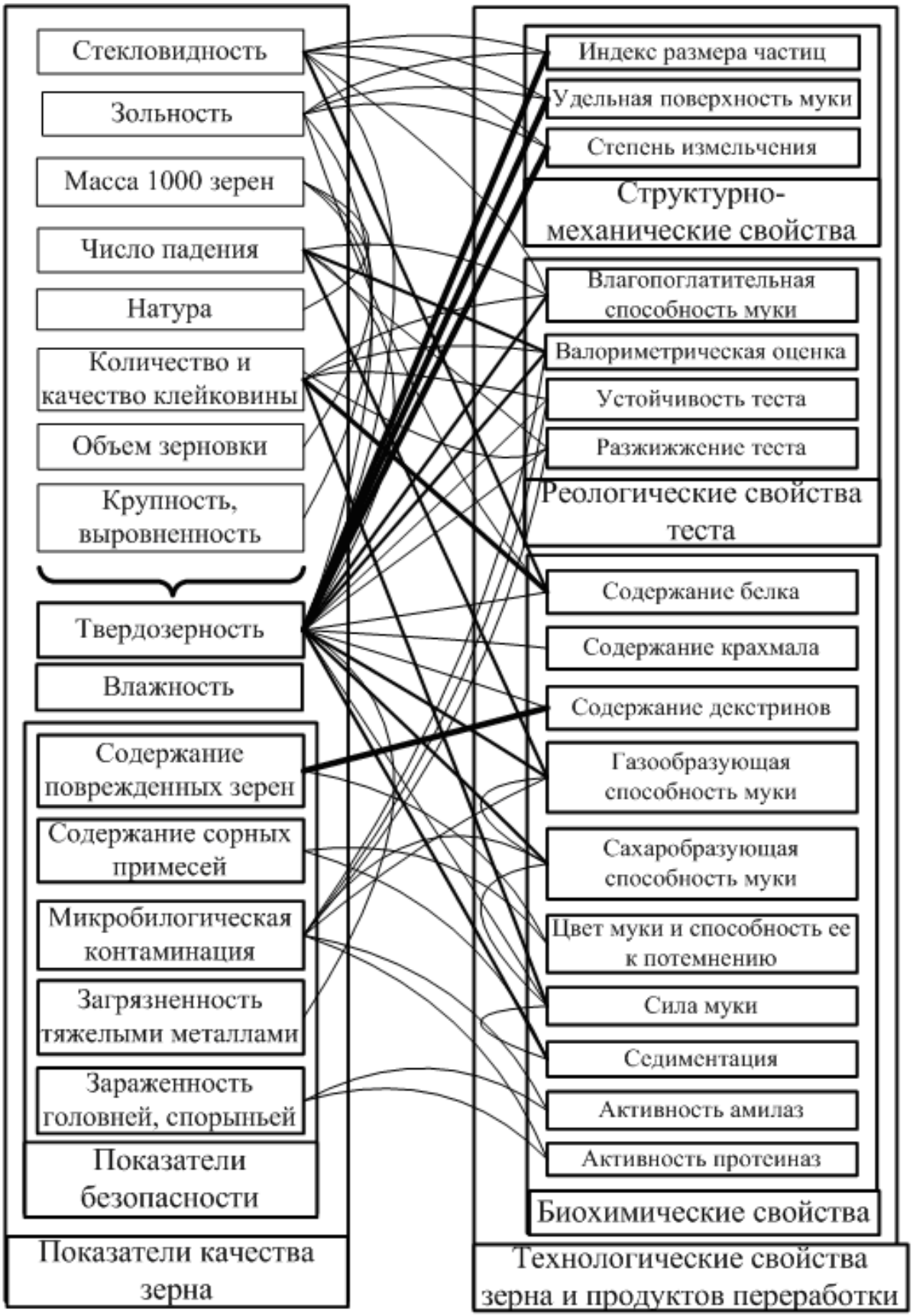


Рис. 1 – Связи между показателями качества зерна

В связи с чем сделано предположение о целесообразности использования показателя твердозерности взамен используемых в зерноперерабатывающей промышленности показателей натуры, стекловидности, зольности, количества и качества клейковины. Считаем целесообразным расширение измеряемых на производстве величин показателями безопасности зерна – микробиологической контаминированности, концентрацией тяжелых металлов, учет количества поврежденного зерна, его засоренности (рис. 2).

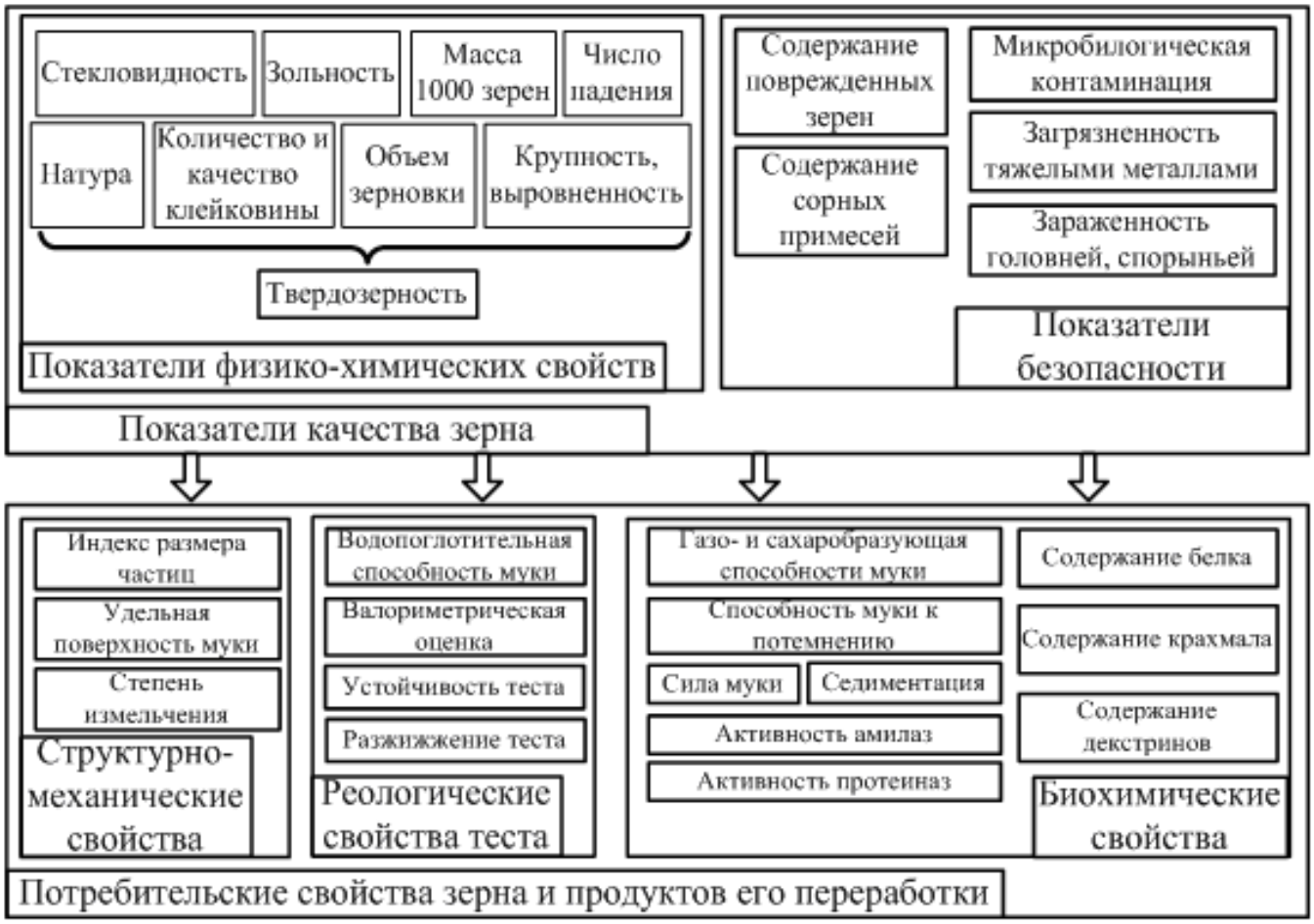


Рис. 2 – Система показателей качества зерна и зернопродуктов

С целью проведения комплексной оценки потребительских свойств зерна и зернопродуктов многолетние данные о взаимосвязях между отдельными показателями качества зерна были проанализированы в системе.

В разработанной системе у каждого учитываемого показателя получен его весовой коэффициент методом экспертных оценок (метод ранжирования). Для принятия решения о приоритетности тех или иных показателей качеств зерна и зернопродуктов пользовались данными формализованного и визуализированного представления информации на основе метода графов.

Структура совокупности показателей качества зерна и зернопродуктов могут быть представлены графом - совокупностью непустого множества вершин и связей между вершинами, в котором вершины (узлы) - это показатели качества, а ребра (грани) – связи между этими показателями [2]. Для визуализации графов в топологии пользуются различными способами. Наглядное изображение построенного графа выполнено посредством Open Graph Viz Platform (Gephi 0.8.3). Все ребра – неориентированные, при этом каждое отдельное ребро имеет свой вес [3]. Вес ребра представляет собой степень связи (коэффициент корреляции) между двумя вершинами – показателями качества. Ранжирование узлов проводилось по показателю его степени промежуточности – характеристики, описываемой числом присутствия узла в кратчайших путях между любыми другими узлами. Высокая степень промежуточности узла свидетельствует о высокой значимости при формировании потребительских свойств зерна и зернопродуктов [4]. Рядом с узлами помещены метки с именами узлов. Размеры меток дифференцируется в зависимости от присвоенных узлам рангов: более высокий ранг отмечен большим размером шрифта у метки (рис. 3) – что дает возможность визуально разделять в модели показатели по значимости.

Традиционная модель определения смесительной ценности зерна недостаточно информативна, ввиду того, что использует данные зернового анализа: качества клейковины, влажности, стекловидности, натуры и др. Используемая модель не может достаточно качественно характеризовать технологические качества зерна, а значит и качество полуфабрикатов и готовой продукции.

Рис. 3 – Граф показателей свойств зерна и зернопродуктов с учетом ранжирования узлов

Сегодня в России при описании структурно-механических свойств зерна пользуются показателем стекловидности, тесто связанный с химсоставом зерна, его технологическими свойствами. Однако, многолетние наблюдения и опыт зерноперерабатывающей промышленности показывают, что данный показатель является весьма неустойчивым - одинаково стекловидные зерна разных сортов пшениц обладают разными технологическими качествами [1]. Показатель твердозерности может быть использован при прогнозировании технологических свойств муки и качества хлебобулочных изделий, поскольку тесно связан с большим количеством показателей качества.

Литература

1. Федотов В. А., Медведев П. В. Информационно-измерительная система определения потребительских свойств пшеницы // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 140-145.
2. Уилсон Р. Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.
3. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968. 336 с.
4. Кирсанов М. Н. Графы в Maple. М.: Физматлит, 2007. 168 с.

References

1. Fedotov V. A., Medvedev P.V. Informatcionno-izmeritelnaia sistema opredeleniia potrebitelskikh svoistv pshenitcy // Vestneyk Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 3. – P. 140-145.
2. Wilson R. Vvedenie v teoriiu grafov. M.: Mir, 1977. 208 s.
3. Ore O. Teoriia grafov. M.: Nauka, 1968. 336 s.
4. Kirsanov M. N. Grafy v Maple. M.: Fizmatlit, 2007. 168 s.

Медведев П.В.[1], Федотов В.А.[2], Бочкарева И.А.
[1]Доктор технических наук, [2]кандидат технических наук,
Оренбургский государственный университет

СВЯЗЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ КОНТАМИНАЦИИ ЗЕРНА С ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Аннотация

В статье приводятся результаты сравнительной оценки широко используемых методов определения микробиологической контаминации зерна возбудителями «картофельной» болезни хлеба - Bacillus mesentericus и Bacillus subtilis, предложены пути улучшения качества пищевой продукции за счет уточнения целевого назначении зернового сырья.

Ключевые слова: зерно, микробиологическая контаминация, качество зернопродуктов.

Medvedev P.V.[1], Fedotov V.A.[2], Bochkareva I.A.
[1]PhD in Engineering, [2]PhD in Engineering,
Orenburg State University

RELATIONSHIP OF GRAIN MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES

Abstract

In this article presents the results of a comparative evaluation of commonly used methods for the determination grain microbiological contamination with pathogens "potato" bread disease - Bacillus mesentericus and Bacillus subtilis, suggested ways to improve the quality of food products by specifying the target destination.

Keywords: grain, microbiological contamination, grain products quality.

В настоящее время большое распространение получила так называемая картофельная или тягучая болезнь хлеба. Это связывают с открытием огромного числа мини-хлебопекарен, в которых технологический контроль муки на предмет ее обсемененности споровыми бактериями фактически не ведется. Крупный хлебозавод имеет возможность организовывать подробный контроль качества, малые предприятия всего этого не делают. Небольшие пекарни покупают муку низкого качества, применяют разнообразные улучшители. Часто в составе подобных улучшителей содержатся соли уксусной кислоты, что не может не сказаться на органолептических показателях качества готовых изделий и существенно влияют на технологический процесс производства хлебопекарной продукции. Этим объясняется широкая распространенность картофельной болезни хлеба, ее возбудители - B. mesentericus и B. subtilis. Их споровые клетки высоко жизнеспособны, являются термофильными - выдерживают прогрев мякиша хлеба при его выпечки [1]. При этом, если признаки болезни проявились хотя бы в одном образце хлебобулочных изделий, требуется проводить санитарную обработку всего используемого оборудования и помещений, что весьма трудоемко.

Наличие в зерне споровых бактерий вида B. mesentericus и B. subtilis нежелательно, не только для хлебобулочной продукции, поскольку они гидролизуют крахмал с образованием липких, эластичных декстринов. В медицинских литературных источниках есть данные о случаях вызывания серьезных нарушений функций иммунной, нервной, дыхательной систем у человека.

До настоящего времени для зерна и муки не разработаны критерии качества по микробиологическим показателям. Однако из литературных источников известно, что качество муки можно считать хорошим, если в ней содержание спорообразующих аэробных бактерий B. subtilis не более 200 КОЕ/г, (КОЕ - колониеобразующие единицы). Известно также, что мука, содержащая до 10 КОЕ/г САБ, считается слабо-, до 100 КОЕ/г средне-, более 1000 КОЕ/г сильнозараженной [2]. Определяющее значение для обсемененности муки спорами имеет степень зараженности картофельной палочкой исходного зерна, поскольку на подавляющем большинстве предприятий зерноперерабатывающей отрасли зерно не моется, а только отволаживается, из-за чего все споры с поверхности зерна попадают при помоле в муку.

Наиболее широко применяемый способ обнаружения спорообразующей микрофлоры в пшеничной муке – метод пробных лабораторных выпечек. Один из формовых хлебов лабораторной пробной выпечки обертывают в увлажненную бумагу и выдерживают в термостате при 37 °С. Через 24 часа хлеб режут острым ножом и органолептически проверяют наличие признаков заболевания (специфический запах, заминающийся мякиш). Если эти признаки отсутствуют, то мука считается незараженной.

Объекты исследования - образцы пшениц Оренбургской области (Восточная, Центральная и Западная зоны области). Для оценки роста микрофлоры B. Subtilis в хлебобулочных изделиях при хранении произведены пробные выпечки из образцов зерна. Образцы пробных выпечек хранились в максимально благоприятных условиях для развития картофельной болезни. Измерения степени развития в мякише спор картофельной палочки проводились ежесуточно. Наблюдаемый рост обсемененности изображен на графике (рис. 1).

Образцы западной и центральной зон, проявляют сильные амилолитические и протеолитические свойства, быстрее гидролизуя белки и углеводы муки, тем самым лучше подготавливая субстрат для своего размножения. Начиная с 4 суток хранения образцов пробной выпечки, они показывают большую численность спорообразующих бактерий. На 7 сутки разница в обсемененности у образцов - около 45 %.

Для определения степени влияния спорообразующих бактерий на качество готовых изделий при хранении искусственно заражали муку спорами бактерий рода Bacillus Subtilis. В эксперименте использовали штамм бактерий 26Д, обладающий низкой протеолитической активностью, который даже при значительном содержании в муке не вызывает четко выраженной картофельной болезни готовых изделий.

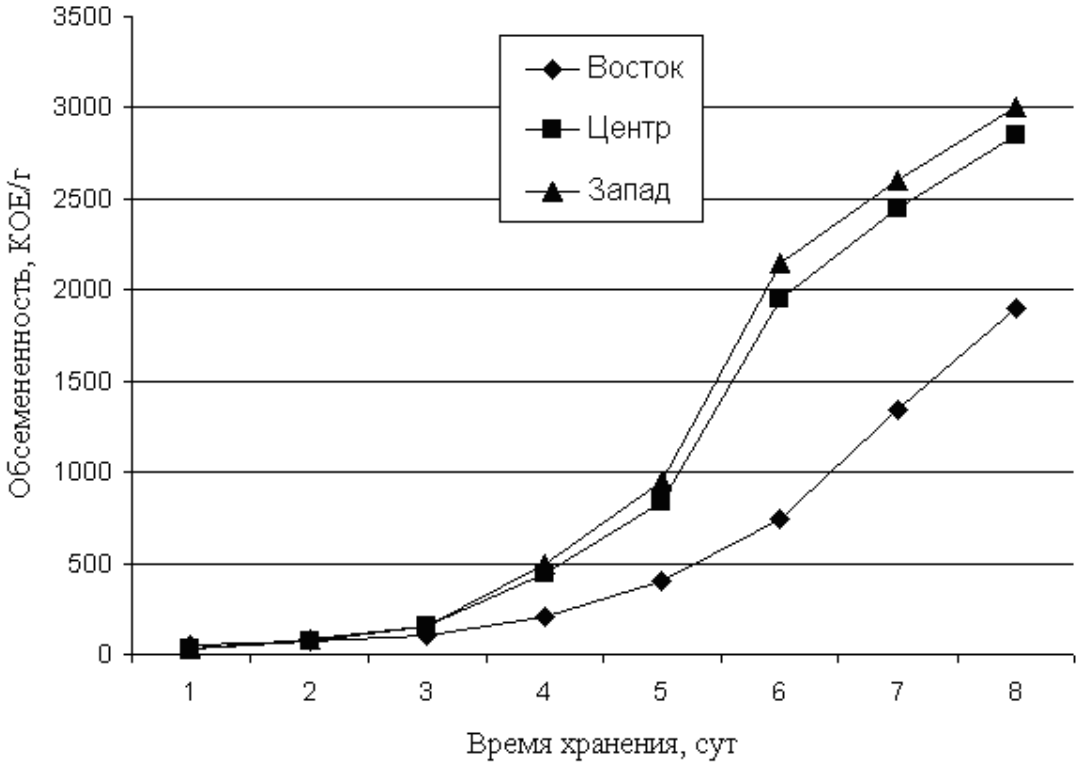


Рис. 1 – Рост зараженности хлебного мякиша, оцененной с помощью пробной выпечки

Муку, смолотую из зерна пшениц, практически не содержащей бактерий искусственно загрязняли спорами B. Subtilis и B. mesentericus в количестве 500 - 2500 КОЕ/г, после чего производили замес теста по стандартизированной рецептуре безопарного способа тестоприготовления. Выпеченный из теста хлеб хранили в темном влажном месте при температуре 30 - 32 °С. Отмечали ускорение ухудшения отдельных реологических свойств мякиша хлеба при увеличении контаминированности зерна спорами B. Subtilis и B. Mesentericus. Показатели реологические показатели как влажность мякиша и его набухаемость существенных изменений не проявили (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение физико-химических показателей при хранении хлебного мякиша, обсемененного картофельной палочкой

Длительность хранения, ч	Пористость, %	Влажность, %	Набухаемость мякиша, мл на 1 г
Контроль			
4	73,0	42,0	6,8
12	71,0	41,8	5,3
24	68,0	41,2	3,8
48	65,0	40,2	3,1
72	63,0	39,5	2,7
Хлеб из муки, загрязненной 500 КОЕ/г			
4	73,0	42,0	6,7
12	70,2	41,9	5,8
24	65,5	41,5	5,0
48	62,4	41,4	4,6
72	61,3	41,4	4,3
Хлеб из муки, загрязненной 1000 КОЕ/г			
4	72,9	42,2	6,8
12	70,1	42,0	6,0
24	65,3	41,8	5,3
48	62,0	41,7	5,0
72	61,2	41,4	4,7
Хлеб из муки, загрязненной 2500 КОЕ/г			
4	73,0	42,3	7,0
12	69,8	42,2	6,0
24	65,1	41,8	5,4
48	60,1	41,8	5,1
72	58,9	41,8	4,9

Литература

1. Вербина Н. М. Микробиология пищевых производств. - М.: Агропромиздат, 1988. - 256 с.
2. Медведев П. В., Федотов В. А. Факторы обсемененности зерна спорами Bacillus subtilis и Bacillus mesentericus // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12. – С. 341-343.
3. Медведев П. В., Федотов В. А. Информационно-измерительные системы управления потребительскими свойствами зерномучных товаров // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : монография. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2013. – С. 35-51.

References

1. Verbena N. M. Microbiology of food production. - M.: Agropromizdat, 1988. - p. 256.
2. Medvedev P. V., Fedotov V. A. Factors of contamination of grain with spores of Bacillus subtilis and Bacillus mesentericus // Bulletin of the Orenburg state University. – 2011. – No. 12. – P. 341-343.
3. Medvedev P. V., Fedotov V. A. Information-measuring system of management of consumer properties of grain and flour products // Modern trends in Economics and management: a new perspective : monograph. – Orenburg: LLC "Agency "Press", 2013. – S. 35-51.

Оладько В.С.

Кандидат технических наук, Волгоградский государственный университет

МОДЕЛЬ ДЕЙСТВИЙ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

Аннотация

В статье рассмотрена проблема нарушения информационной безопасности в системах электронной коммерции. Выделены основные источники угроз и объекты, на которые направлено их воздействие в системах электронной коммерции. Определены типы злоумышленников и сценарии их поведения. Описаны процесс проведения атаки в системе электронной коммерции и модель злоумышленных воздействий.

Ключевые слова: атака, электронный заместитель, платежная система, информационная безопасность, интернет, угроза.

Oladko V.S.

PhD in Engineering, Volgograd State University

MODEL INTRUDERS IN E-COMMERCE SYSTEM

Abstract

The article describes the problem of violations of information security in electronic commerce systems. It was identified the main sources of threats and objects that directed the impact of e-commerce systems. Types of intruders scripts and their behavior defined. The process of carrying out an attack in the e-commerce model and malicious actions described.

Keywords: attack, electronic assistant, payment system, information security, internet, threat.

Сейчас одним из активно развивающихся направлений экономики использующим в качестве технологической базы информационные технологии являются системы электронной коммерции (СЭК). В соответствии с [1] электронная коммерция – это предпринимательская деятельность по продаже товаров через Интернет, в которой взаимодействие между ее участниками на всех или некоторых ее этапах осуществляется электронным способом. Наиболее распространенными являются следующие две формы СЭК:

- торговля и взаимодействие между юридическими лицами: фирмами, организациями и предприятиями (business to business, B2B);
- торговля между юридическим лицом: предприятиями, фирмами и физическими лицами, которые представляют собой обычные покупатели (business to consumer, B2C).

Анализ данных исследований проводимых компаниями eMarketer и J'son & Partners Consulting показывает, что мировой рынок СЭК ежегодно активно растет, на примем в 2014 году рост рынка составил 20%, при этом доля интернет-продаж составила 5,9% от мирового товарооборота и достигла $1,316 трлн. А в соответствии с прогнозами в 2018 году тенденция роста сохранится и рынок СЭК достигнет $2,5 трлн., что будет составлять 8,8% от общей суммы, которая составит около $28,3 трлн. Данные темпы роста позволяют сделать вывод о том, что СЭК являются востребованными и активно используемыми Интернет технологиями, так по данным Synovate Comcon, в настоящий момент 58% пользователей рунета прибегают к услугам СЭК. При этом в СЭК обрабатывается, и храниться большое количество данных различной категории: платежные данные, финансовые средства и их электронные заместители, данные о транзакциях, а также персональные и идентификационные данные пользователей, следовательно, актуальными являются исследования связанные с анализом угроз безопасности СЭК и повышением их защищённости от злоумышленных воздействий различной природы.

Основными источниками угроз СЭК являются:

1) Непреднамеренные угрозы, вызванные стихийными и техногенными катастрофами случайного характера, нарушающих непрерывность бизнес-процессов, доступность данных и сервисов СЭК, целостность данных.
2) Ошибки пользователей и обслуживающего персонала СЭК.
3) Преднамеренные действия злоумышленника, направленные на нарушение таких составляющих информационной безопасности как доступность, целостность и конфиденциальность информации циркулирующей в СЭК.

При этом главным объектом воздействий злоумышленника в СЭК являются финансовые средства и их электронные заместители. Причем наибольший интерес для злоумышленника будут представить финансовые и платежные данные именно юридических лиц. По отношению к данным объектам злоумышленник преследует цели:

- несанкционированный доступ к финансовым средствам и реквизитам;
- похищение финансовых средств и электронных заместителей;
- внедрение фальшивых финансовых средств;
- нарушение доступности сервисов СЭК и непрерывности бизнес-процессов.
- доступ к идентификационным данным пользователей СЭК;
- мошенничество, фишинг;
- модификация платежных данных, реквизитов и идентификационных данных субъектов СЭК;
- подмена участников взаимодействия в СЭК;

В соответствии с [2] злоумышленники могут действовать как в одиночку, так и, объединившись в группу, в этом случае они могут использовать следующие способы взаимодействия:

- злоумышленники одной группы не знают друг друга и напрямую не взаимодействуют;
- злоумышленники взаимодействую при помощи чатов, служб обмена сообщениями и псевдонимов;
- взаимодействие на международном уровне;

Анализ источников показывает, что злоумышленник при реализации атаки на СЭК:

- использует уязвимости сервисов и программно-аппаратной платформы СЭК;
- осуществляет несанкционированный доступ к объектам СЭК с помощью идентификационных данных легального пользователя.

Для использования уязвимостей сервисов СЭК и ее аппаратно-программной платформы, злоумышленник, как правило, проводит предварительное сканирование системы и ее компонентов с помощью специальных сканеров и снифферов, а затем с помощью полученных данных эксплуатирует найденные уязвимости с целью получения несанкционированного доступа к нужным ему объектам.

Получение несанкционированного доступа с помощью идентификационных и аутентификационных данных легального пользователя СЭК - является самым распространенным способом совершения атаки это связано с тем, что клиенты-пользователи СЭК уделяют недостаточное внимание проблеме обеспечения сохранности собственных реквизитов доступа. Как правило, процесс реализации такого рода атак осуществляется в несколько этапов (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Процесс реализации атаки направленной на кражу платежных средств и данных злоумышленником в СЭК

№	Название этапа	Описание
1	Первоначальный этап реализации атаки злоумышленником (разведка и сбор данных)	Заражение компьютера пользователя ЭПС вредоносным ПО (вирусами, троянами, кейлогерами и т.п.), скрытно собирающими конфиденциальную информацию, cookies-файлы логины и пароли от ЭПС. включая платежные реквизиты
2	Обработка и подготовка данных для использования	данные вместе с реквизитами, похищенными у других клиентов СЭК, объединяются в массивы, которые продаются другим участникам преступной группы
3	Реализация атаки	вывод денег из платежной системы

Таким образом, можно выделить следующие объекты, целями и вид реализации атак злоумышленников в СЭК (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Модель воздействий злоумышленника в СЭК

Объект воздействия	Цель воздействия	Возможные механизмы реализации воздействия
HTML-страницы на web-сервере банка эмитента или эквайера	Подмена информации, вносимой в платежное поручение клиентом.	Подмена страниц в сетевом трафике. Атака на компьютер клиента и подмена страниц у клиента Атака на сервер и подмена страниц на сервере.
Клиентские информационные страницы на сервере СЭК	Получение информации о платежах и финансовых средствах клиента Получение идентификационных данных клиента	Атака на сервер. Атака на трафик. Атака на компьютер клиента. Фишинг
Реквизиты платежного поручения, вносимые клиентом в web- форму	Получение реквизитов и данных, вносимых в платежное поручение клиентом.	Атака на компьютер клиента с помощью вредоносного программного обеспечения Атака на данные поручения при его пересылке по трафику. Атака на сервер.
Информация клиента, расположенная на компьютере клиента и не относящаяся к СЭК	Получение конфиденциальной информации клиента. Модификация информации клиента. Отказ в обслуживании	Вредоносное программное обеспечение Сетевые атаки Дополнительные атаки, которые появляются в результате использования механизмов СЭК

Продолжение табл. 2 – Модель воздействий злоумышленника в СЭК

Объект воздействия	Цель воздействия	Возможные механизмы реализации воздействия
Идентификационных данные клиента вносимые в форму СЭК	Получение данных клиента, для проведения дальнейших атак Персональные данные клиента	Фишинг Вредоносное программное обеспечение Атака на страницы web-сервиса СЭК
Информация процессингового центра банка.	Раскрытие и модификация информации процессингового центра и локальной сети банка.	Атака банковскую сеть Атака на сетевой трафик.
Мошенничество	Кража финансовых средств клиента Персональные данные клиента Компрометация клиента и СЭК	Фишинг Спам-рассылки Вредоносное программное обеспечение
Нарушение работоспособности СЭК	Отказ в обслуживании Компрометации СЭК Нарушение непрерывности бизнес-процессов	DOS-атаки DDOS-атаки Кража и порча аппаратного обеспечения СЭК

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что СЭК, в силу своей распределённой архитектуры, наличия подключения к глобальными сетям, круглосуточной доступности сервисов и данных, а также большого количества пользователей-клиентов, в процессе своего функционирования подвергается ряду атак. При этом к наиболее значимым относят атаки, направленные на нарушение непрерывности бизнес-процессов СЭК и кражу финансовых средств и их электронных заместителей.

Литература

1. Мартынюк А.В. Электронная коммерция: основные понятия, классификация и сущность // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. - №4. – С. 200 – 203.

2. Пилипенко А.И. Пилипенко С.В. Классификация угроз информационной безопасности в проектах нематериальной сферы // Управлеие проектами и развитие производства. - 2008. - №3. - С.121 – 129.

Reference

1. Martynyuk A.V. Elektronnaya kommertsiya: osnovnyye ponyatiya, klassifikatsiya i sushchnost' // Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk. – 2013. - №4. – S. 200 – 203.

2. Pilipenko A.I. Pilipenko S.V. Klassifikatsiya ugroz informatsionnoy bezopasnosti v proyektakh nematerial'noy sfery // Upravleniye proyektami i razvitiye proizvodstva. - 2008. - №3. - S.121 – 129.

Павлов Е.И.

Кандидат технических наук, Шахтинский институт (филиал) Южно – Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова (Новочеркасский политехнический институт**)**

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ВЕРТИКАЛЬНЫМ ВИНТОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ

Аннотация

В статье рассмотрено – краткий анализ физических свойств грузов, транспортируемых вертикальным винтовым конвейером. Дано математическое описание процесса перемещения сыпучего материала. Представлено направление снижения удельных энергозатрат на транспортирование путем снижения сопротивления перемещению материла, по средствам рифления внутренней поверхности корпуса.

Ключевые слова: винтовой конвейер, вертикальное транспортирование.

Pavlov E.I.

PhD in Engineering, Shakhty Institute (Branch) Platov South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute)

ANALYSIS OF WAYS TO REDUCE SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION FOR TRANSPORTATION OF BULK MATERIAL VERTICAL SCREW CONVEYORS

Abstract

In the article - a brief analysis of the physical properties of the cargo transported by a vertical screw conveyor. The mathematical description of the process of moving the bulk material. Presented by the direction of reducing the specific energy consumption for transportation by reducing the resistance to movement of material, by means of grooving the inner surface of the housing.

Keywords: a screw conveyor, the vertical transport.

В настоящее время, в сложившейся конъектуре рынка производства строительных материалов, ввиду постоянной конкуренции, является необходимым снижение себестоимости конечного продукта. В ряде случаев, на высокотехнологичных предприятиях, это реализуется по средствам, снижения энергозатрат. Во многих процессах производствах, за частую, является необходимым множество различных технологических перемещений сырья, что и составляют более 50% затрат энергии, при производстве. В своей основе, применяется комбинированный способ перемещения (инерционный (под действием силы тяжести), и механизированный (по

средствам транспортирующих устройств). Чтобы повысить удельный вес первого, используются, компактные в своем применении, машины непрерывного вертикального транспортирования - вертикальные винтовые конвейеры (далее ВВК). Что позволяет поднять материал на высоту, а далее – самотёком, от одной технологической операции, к следующей (например, при производстве цемента, а так же присадок и добавок, в сухие цементные смеси).

На данном этапе одним из возможных способов повышения производительности и снижения удельных энергозатрат ВВК, является снижения потерь на трение о внутреннюю поверхность корпуса, путем рифления последней. Что реализует увеличение поступательной составляющей, силы, продвигающей поток материала вдоль оси конвейера, по средствам перемещения материала вдоль направляющих (рифлей).

Повышение коэффициента трения между транспортируемым материалом и внутренней поверхностью корпуса ВВК, за счет рифления последней, в виде продольных полос, направленных по образующим цилиндра, не даст положительного результата, так как сыпучий материал, попавший в межреберное пространство, будет двигаться вниз под действием собственного веса, что снизит эффективность функционирования конвейера в целом.

Из детального анализа движения материала в ВВК, видно, что он перемещается по винтовой линии, и направлении его мгновенных скоростей,.

В работе [1] рассмотрено краткое математическое описания движения сыпучего сухого материала с рифлёной внутренней поверхностью – в раскладке сил, определяющих направление его перемещения, что дает возможность, в свою очередь, рассчитать необходимые и достаточные геометрические параметры конструктивных элементов ВВК, полезных при проектировании данного вида оборудования.

Приведенные закономерности нашли применение в исследовании зависимости направления движения материала в ВВК от свойств материала (механических и физических), геометрических параметров рабочих органов конвейера: радиус винта, угол закручивания винтовой поверхности угол, установки рифлей ϕ, скорость вращения, форма и размеры поперченного сечения рифлей.

Исходя из технологических возможностей современных машиностроительных производств, представляется возможным рассмотрения нижеприведенного, направления развития идеи, рифления внутренней поверхности корпуса, путем изменения формы поперечного сечения рифлей. В качестве наиболее распространённой, и простой в изготовлении, в первую очередь была рассмотрена форма круга, точнее производных от нее – то есть полукруга и параболы.

На рис. 1 представлена часть корпуса, имеющего полукруглый профиль рифления. Рассматривая это как частный случай, движения материала, в пространстве данной формы, под действием системы сил, основного потока, и сил внутреннего сопротивления. В соответствии с этим, основные формулы определяющие характер перемещения материала примут следующий вид: коэффициент сопротивления транспортируемого материала по внутренней поверхности вертикального шнекового конвейера:

$$f_{Z1} = \frac{f_ц(\pi + 2R + d)}{2(\pi + d)} + \frac{\pi R^2 \cdot \gamma}{4(\pi + d)n \cdot \cos\phi}(f_ц \cdot \sin\phi + \cos\phi) \quad (1)$$

$$f_{Y1} = \frac{(2\pi R f_м + d f_ц)\cos(\beta - \phi)}{(R + d)} \quad (2)$$

где n - количество рифлей в пределах одного витка шнека; γ - объемный вес материала, Н/м^3; t - шаг винта шнека, м; a – ширина рифлей, м; b – глубина рифлей, м; φ - угол закручивания рифлей, относительно вертикальной осевой конвейера, град.

Условие движения материала:

$$\frac{P \cdot \pi R^2 t f_м \cos(\beta - \phi)}{4\cos\phi} > \frac{P f_ц(\pi + 2R)t}{\cos\phi} + \frac{\pi R^2 t \cdot \gamma}{\cos\phi}(f_ц \cdot \sin\phi + \cos\phi) \quad (3)$$

где P - давления материала на цилиндрическую поверхность корпуса и боковые поверхности направляющих, Н.

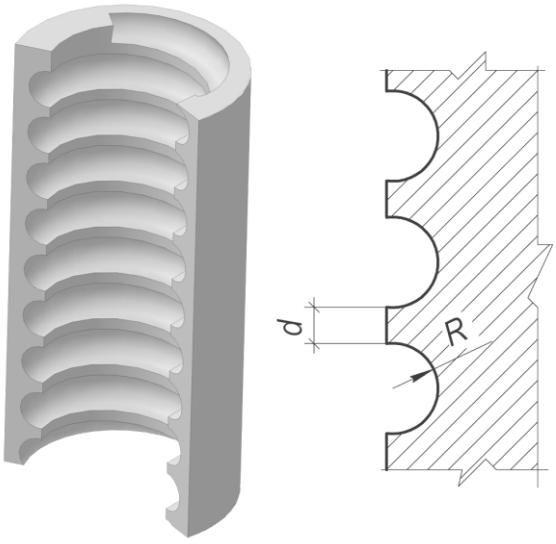


Рис. 1 – Корпус с полукруглыми рифлями.

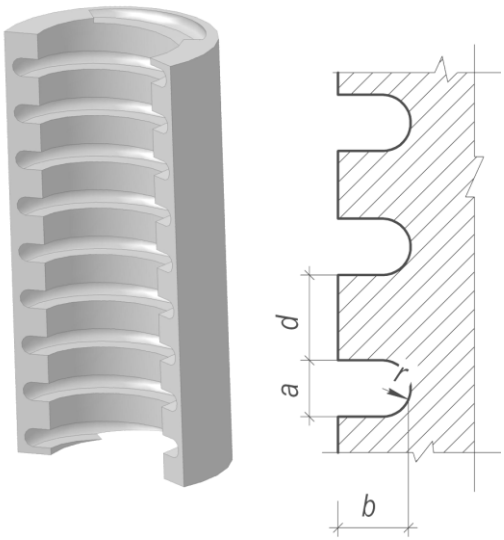


Рис. 2 – Корпус с параболическим профилем рифлей.

На рис. 2 приведен следующий вариант исполнения корпуса с полукруглыми рифлями, но имеющий уже параболический профиль. Коэффициент сопротивления транспортируемого материала по внутренней поверхности вертикального шнекового конвейера будут иметь следующий вид:

$$f_{Z1} = \frac{f_ц(a(b-r)+2b\cdot\pi r^2+d)}{2(a+d)} + \frac{(a(b-r)+\pi r^2/2)\cdot\gamma}{(a+d)n\cdot\cos\phi}(f_ц\cdot\sin\phi+\cos\phi) \quad (4)$$

$$f_{Y1} = \frac{(af_м+df_ц)\cos(\beta-\phi)}{(a+d)} \quad (5)$$

Условие движения материала:

$$\frac{P\cdot atf_м\cos(\beta-\phi)}{\cos\phi} > \frac{Pf_ц(a(b-r)+2b\pi r^2)t}{2\cos\phi} + \frac{(a(b-r)+\pi r^2/2)t\cdot\gamma}{\cos\phi}(f_ц\cdot\sin\phi+\cos\phi) \quad (6)$$

Применение полученной теории, на данный момент проходит апробацию на экспериментальных моделях ВВК, чтобы на основе полученных данных построить систему эмпирические поправок, и дать методические указания на проектирование отдельных узлов, и конструкции в целом, при производстве ВВК.

Литература

1. Павлов.Е.И. К вопросу о выборе рациональных параметров рифления внутренней поверхности корпуса вертикальных винтовых конвейеров. Материали за 8-а международна научна практична конференция, «Бъдещето въпроси от света на науката», - 2012. Том 39. Технологии. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД . С. 17-23

2. Павлов.Е.И., Апачанов А.С. Теоретическое исследование свойств сыпучего материала, транспортируемого в вертикальном винтовом конвейере с рифленой внутренней поверхностью корпуса. Современные технологии в машиностроении: сборник статей XVI Международной конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012. С. 77-80.

References

1. Pavlov.E.I. On the selection of rational parameters of corrugation inner surface of the body vertical screw conveyors. Material for the 8 and the international scientific practical conference "Bdescheto Ask a question from light to Naukat" - 2012. Volume 39. Technologies. Sofia. "Byal GRAD-BG" LTD. P. 17-23

2. Pavlov.E.I., AS Apachanov Theoretical investigation of the bulk material conveyed in the vertical screw conveyor with a corrugated inner surface of the housing. Modern technologies in engineering: a collection of articles XVI International Conference. - Penza: Volga House of Knowledge, 2012. P. 77-80.

Поезжаева Е.В.[1], Юртаев Р.И.[2], Чудинов В.А.[3]

[1]Профессор Пермский национальный исследовательский политехнический университет, кандидат технических наук, Факультет Механико-технологический, Кафедра Теории механизмов и машин, [2]студент Автодорожного факультета, кафедра Автомобили и технологические машины, [3]студент Автодорожного факультета, кафедра Автомобили и технологические машины, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОБОТОВ

Аннотация

Рассмотрена кинематическая модель манипулятора робота, автоматизация разгрузочных операций.

Ключевые слова: манипулятор робот, модель, уравнение.

Poyezzhayeva E.V.[1], Yurtaev R.I.[2], Chudinov V.A.[3]

[1]Professor Perm National Research Polytechnic University, PhD in Engineering, Faculty of Mechanics and technology, Department of Theory of mechanisms and machines, [2]Student faculty Road, Department of Automobiles and technological machines, [3]Student faculty Road, Department of Automobiles and technological machines, Perm National Research Polytechnic University

IDENTIFICATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF ROBOTS

Abstract

Considered the kinematic model of robot manipulators, automation and unloading operations

Keywords: The robot manipulator, the model equation.

Необходимость в сокращении времени внутрипроизводственной логистики, вредная для здоровья среда, тяжелый человеческий труд вызывает потребность в автоматизации процессов паллетирования. Скорость и точность работы роботов-паллетайзеров, несравнимы с человеческим трудом, а эффективность и универсальность значительно выше, чем у стандартной машины для паллетирования.

Предприятия легкой и пищевой промышленности заинтересованы в быстрой и качественной упаковке продукции с конвейера. Машины оснащены гибкой рукой-манипулятором, которая позволяет им с ловкостью и осторожностью упаковывать даже самые хрупкие предметы. Робот-упаковщик действует таким образом: просматривает движение конвейера, определив изделие, получает сигнал на электронный блок управления, а тот, в свою очередь, подает команду механической руке взять изделие. Все движения робота совершаются по программе. Это способствует качественному и быстрому процессу упаковки объектов. Целью данной разработки является определение оптимального по быстродействию управления движения схвата манипулятора.

Положение и ориентация рабочего органа робота зависит от значений обобщенных координат и геометрических параметров, которые задают расстояния и углы поворота между осями шарниров. Реальные значения этих параметров, как правило, отличаются от номинальных значений, что является результатом неточности изготовления или

столкновений робота с предметами в процессе эксплуатации. Это приводит к невозможности переноса программ от одного робота к другому (такого же либо иного типа) без перепрограммирования положений, используемых в задании.

Рассмотрим кинематическую модель манипулятора робота, которая представляет собой разомкнутую кинематическую цепь, состоящую из

n+ 1 не деформируемых звеньев. Звенья нумеруем так, что основание имеет номер О, а рабочий орган (схват) имеет номер n . С каждым i -ым звеном жестко связывается координатная система $x_i, y_i, z_i,$ при этом вектор z_{i-1}направлен вдоль оси i -го шарнира. В соответствии с методом Денавита-Хартенберга взаимное расположение координатных систем определяется значениями параметров $(\theta_i, r_i, d_i, a_i)$(см. рисунок). Шарнирная переменная q_i равна θ_i в случае вращательного сочленения или равна r_i. для призматического сочленения.

Пусть ${}^{i-1}T_i$ — матрица, определяющая координаты системы, связанно с i звеном, по отношению к координатной системе, связанной с i -1 звеном. Можно показать, что

${}^{i-1}T_i$=Rot(z, θ_i) Trans(z, r_i) Trans(x, d)Rot(x,α_i),

где Rot(u,Ψ)- матрица размером 4x4, угол Ψ вокруг вектора $\bar{u}$; Trans(u,l) – матрица размером 4x4, обозначающая перемещение на расстоянии l вдоль вектора $\bar{u}$.

Положение и ориентация рабочего органа робота по отношению к опорной координатной системе определяется выражением

$W={}^{f}T_o\ {}^{o}T_1 \ldots {}^{n-1}T_n={}^{f}T_n$,

где преобразование ${}^{f}T_o$ определяет координаты связанной с основанием системы координат по отношению к опорной системе, которое в свою очередь зависит от четырех констант $\theta_b, r_o, d_o, \alpha_o$.

Положение начала системы координат, связанной с рабочим органом, может быть задано в виде

$\bar{P}_n = \bar{f}(\bar{B})$.

Для определения $\bar{B}$ пользуются линеаризованной моделью, тогда используя достаточное число точек, составляют уравнения, Из этих уравнений методом наименьших квадратов можно определить искомые значения dB.

Вводятся уравнения и, таким образом, определив вектор $\overline{dB}$, можно повысить точность робота за счет использования более точных геометрических параметров при решении обратной кинематической задачи. Справедливо соотношение

$B_i = B_{oi} + dB_i,$

которое можно использовать для всех параметров, если обратная кинематическая задача решается с помощью изменяемой кинематической модели робота и имеется возможность подстраивать любой из параметров.

Если обратная кинематическая задача решается с использованием обратной геометрической модели на основе значений параметров B_o, то в модели уточняются только следующие параметры:

1) отклонения показаний датчиков;

2) параметры матриц для обратной геометрической модели.

Ошибки положения и ориентации могут быть компенсированы в соответствии с уравнением

$dW = \frac{\partial W}{\partial \bar{B}^T} d\tilde{B},$

где $\tilde{B}$ содержит только параметры, которые не могут быть изменены в модели.

Направлением исследовательской работы является автоматизация разгрузочных операций, разработка специализированного языка программирования, благодаря использованию которого компенсируются ошибки ориентации схвата и увеличивается быстродействие робота.

Литература

1. Поезжаева Е.В//Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е.В. Поезжаева. – Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009.-Ч.2-185.

2. Поезжаева Е.В//Теория механизмов и механика систем машин. Учеб. Пособия/Е.В. Поезжаева.- Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2014.-400

3. Поезжаева Е.В//Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е.В. Поезжаева. – Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009.-Ч.3-164.

References

1. Poezzhaeva E.V//Teorija mehanizmov i mehanika sistem mashin. Promyshlennye roboty: ucheb. posobie: v 3 ch. / E.V. Poezzhaeva. – Perm': Izd-vo Perm. Gos. tehn. un-ta, 2009.-Ch.2-185.

2. Poezzhaeva E.V//Teorija mehanizmov i mehanika sistem mashin. Ucheb. Posobija/E.V. Poezzhaeva.- Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. 2014.-400

3. Poezzhaeva E.V//Teorija mehanizmov i mehanika sistem mashin. Promyshlennye roboty: ucheb. posobie: v 3 ch. / E.V. Poezzhaeva. – Perm': Izd-vo Perm. Gos. tehn. un-ta, 2009.-Ch.3-164.

Сазыкин В.Г.[1], Кудряков А.Г.[2]
[1]Доктор технических наук, [2]кандидат технических наук
Кубанский государственный аграрный университет

ПРОБЛЕМЫ ИЗНОШЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация

Рассматриваются проблемы появления изношенного электрооборудования, уточняется терминология. Предлагается научное направление – электрогериатрия по вопросам продления ресурса электрооборудования.

Ключевые слова: изношенное электрооборудование, причины появления, электрогериатрия.

Sazykin V.G.[1], Kudryakov A.G.[2]
[1]PhD in Engineering, [2]PhD in Engineering,
Kuban State Agrarian University,

THE PROBLEMS OF WORN-OUT EQUIPMENT IN THE MODERN ENERGY SECTOR

Abstract

The article deals the causes of the appearance of worn-out electrical equipment, clarifies terminology. Invited scientific direction of the electrical geriatrics on the issues of extending the life of electrical equipment.

Keywords: worn-out electrical equipment, causes of the appearance, electrical geriatrics.

Нарастание объема износа оборудования и отсутствие возможности его восстановления вводит современную энергетику в зону повышенного риска, технологических отказов и аварий не только оборудования, но и систем автоматического регулирования, релейной защиты и противоаварийного управления. Рассматриваемая проблема актуальна и для электрических сетей. Необходимо реконструировать десятки тысяч километров линий напряжением 110 кВ и выше. Тревогу вызывает состояние линий электропередачи и трансформаторных подстанций в сетях 6–10/0,4 кВ. Около трети этих сетей требуют полной замены уже сейчас. Высока степень износа кабельных линий городского электрохозяйства, изоляционных конструкций подстанций, коммутационного оборудования, ограничителей перенапряжения, измерительных трансформаторов. Устарели и физически изношены цепи и приборы вторичной коммутации [1].

Нами сделана попытка обобщить основные причины появления изношенного электрооборудования в энергетике [2–4].

Ошибочность и нереализованность долгосрочных прогнозов развития. Большинство крупных объектов промышленности и электроэнергетики, электрических станций и подстанций были введены в действие в 1960–70-х и начале 80-х годов с расчетом на 25–30 лет службы. Преобладающие оптимистичные прогнозы предполагали постоянный рост мощностей и замену электрооборудования (ЭО) в конце сроков эксплуатации технически и технологически более совершенными конструкциями. Под влиянием разных причин многие из этих прогнозов не оправдались. Относительно высокие темпы ввода мощностей снизились в 1991–2000 гг. В результате сокращения финансирования резко уменьшилось количество объектов нового строительства, возросло число законсервированных и временно приостановленных строек.

Низкие темпы демонтажа и списания производственных основных фондов (ПОФ) в 3,5–4 раза отстают от нормативных темпов выбытия ЭО из-за износа. Поэтому постоянно растет доля полностью самортизированных, но находящихся в эксплуатации фондов. При низких темпах выбытия изношенного электрооборудования (ИЭО) понадобятся десятки лет, чтобы самортизированное на сегодняшний день ИЭО было выведено из эксплуатации.

Увеличение затрат на ремонт и поддержание ИЭО в функциональном состоянии. Удельные затраты на ремонт ПОФ увеличились по сравнению с 1990 г. и продолжают возрастать. Значительный рост цен на ЭО и его доставку сдерживает ввод в действие нового ЭО.

Финансирование воспроизводства и обновления ЭО отстает от темпов его старения. В условиях высокой степени износа ПОФ амортизационных отчислений, направляемых на простое воспроизводство, недостаточно. Снижение значения амортизационных отчислений как основного источника финансирования происходит в основном по двум причинам: из-за роста доли ПОФ, амортизация по которому не начисляется, и отставания восстановительной стоимости ЭО от фактической стоимости его производства.

Уровень управления не соответствует масштабу и сложности проблемы. Решение вопросов реновации ИЭО осуществляется на уровне акционерных обществ, у которых нет единой технической и экономической политики, нет согласованной системы управления финансовыми потоками, невозможна консолидация амортизационных отчислений на важнейших объектах, требующих перевооружения. Индекс производства продукции по промышленности и сельскохозяйственному производству резко понизился, поэтому отсутствуют достаточные средства для приобретения нового ЭО.

Экономическая необходимость решения возникших проблем привела к разработке и реализации ряда научно-технических программ, в которых эксплуатация, ремонтное обслуживание и реновация ИЭО выделяются в приоритетное направление развития электроэнергетического комплекса [5]. Необходимый уровень реновации ИЭО достигается различными путями: техническим перевооружением и заменой ИЭО высокоэффективным ЭО, использующим современные технологии; заменой ИЭО на аналогичное новое; продлением сроков службы ИЭО электрохозяйств.

Для отечественной практики проблема специфики эксплуатации ИЭО не нова – подобное ЭО в энергетике эксплуатируется постоянно, начиная от первых пятилеток до настоящего времени. Но поскольку темпы обновления и ввода нового энергетического оборудования были достаточно высоки, относительное количество эксплуатируемого ИЭО постоянно снижалось. Последние три десятилетия в силу многих причин характеризуется резким увеличением

ИЭО, что приводит к снижению эффективности работы энергосистем и обслуживаемых ими электрохозяйств промышленных предприятий и агропромышленных комплексов.

Системное решение проблемы продления ресурсов ИЭО по существу стало новым научным направлением, в котором пока отсутствует сложившаяся терминология. В частности к таким терминам относится «изношенное электрооборудование». Это работоспособное ЭО, которое за время своей работы приобрело новые системные, эмерджентные свойства [4]:

- отработавшее «полный срок службы» согласно нормативно-технической и конструкторской документации или «назначенный» согласно Системе технического обслуживания и ремонта (ТОР) ЭО срок при близких к номинальным условиям эксплуатации («нормативный» износ);
- сохранившее работоспособность ЭО, не отработавшее нормативного срока, но изношенное интенсивной работой в режимах, в которых его параметры превышают номинальные значения (физический износ);
- постепенно утратившее свою потребительную и меновую стоимость к концу «срока полезного использования» (бухгалтерский термин, означающий период, в течение которого использование объекта ПОФ призвано приносить доход организации или служить для выполнения целей деятельности организации), когда амортизационные отчисления на восстановление ИЭО не переносятся на себестоимость продукции и услуг («амортизационный» износ);
- теряющее свою стоимость под влиянием научно-технического прогресса вне зависимости от сроков амортизации (моральный износ).

Следовательно, под ИЭО следует обобщенно понимать, находящееся в работоспособном состоянии электрооборудование, некоторые параметры которого близки к критическим согласно нормативно-технической и конструкторской документации или уровню научно-технического развития, при этом в случае выработки временного ресурса (срока полезного использования) амортизационные отчисления на реновацию уже не начисляются.

Тенденция доминирования проблем функционирования ИЭО характерна не только для России, но и для мировой энергетики, поскольку технически и экономически нецелесообразно и невозможно ликвидировать все имеющееся ИЭО. Разработка способов продления нормативных сроков службы ЭО основана на сохранении некоторым ИЭО достаточно высоких технико-экономических показателей и связана с объективными факторами, которые должны быть учтены при реализации соответствующих технологий. В современном электрохозяйстве находятся в эксплуатации две группы ЭО, классифицируемые по времени и состоянию наработки: 1) ЭО, функционирующее в пределах своего нормативного жизненного цикла; 2) ИЭО, функционирующее за пределами нормативного жизненного цикла ЭО.

С формальной точки зрения для второй группы ЭО главная проблема заключается в том, что вынужденное продолжение эксплуатации (в широком смысле функционирования) значительной части ИЭО согласно Системе ТОР ЭО и другим нормативно-техническим документам должно быть прекращено. На сегодняшний день нет полной технологии аналогичной Системе ТОР ЭО, обеспечивающей поддержание ИЭО в функциональном состоянии. Неизбежное в современных условиях продление сроков эксплуатации ИЭО объективно связано с присутствием внутренних неопределенных составляющих – «проблемного компонента» и искомых составляющих по разрешению проблемы – «компонента разрешения». Некоторые компоненты ТОР ИЭО, находящегося за пределами нормативного жизненного цикла ЭО, к настоящему времени уже проработаны, однако не упорядочены и системно не объединены, что и определило одну из дальнейших целей – сформулировать и комплексно рассмотреть основные компоненты главной проблемы существенного влияния ИЭО на функционирование электрохозяйства и определить возможные пути их решения [5, 6].

Обособленные попытки решения отдельных практических составляющих проблемы ТОР ИЭО наталкиваются на множество многоаспектных вопросов. Для обозначения и раскрытия поставленной проблемы авторы воспользовались аналогом существующего и эффективно используемого в медицине направления, называемого «гериатрией», которое занимается изучением особенностей заболеваний у пожилых людей, а также разработкой методов лечения и предупреждения этих заболеваний. Если подходить к самостоятельному научному и практическому направлению решения проблем ТОР ИЭО, то для этого вполне обоснованно можно использовать включающий все необходимые аспекты термин «электрогериатрия» [7], находящимся в иерархии «технической гериатрии». При этом под электрогериатрией понимается технологический процесс решения комплекса задач, связанных с особенностями применения и обслуживания ИЭО. С позиций системного анализа электрогериатрия является названием концепции упорядочения и реализации физических процессов, осуществляемых при органическом соединении ТОР и эксплуатации изношенного электрооборудования.

Литература

1. Положение ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе. М.: ОАО «Россети», 2013. 196 с.

2. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Проблема и виды износа электрооборудования // Путь науки, 2015. №2. С. 36–38.

3. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Аспекты влияния изношенного электрооборудования на электрохозяйство // Путь науки, 2015. №3. С. 46–50.

4. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Нормативные и технические аспекты износа электрооборудования // Механизация и электрификация сельского хозяйств, 2015. №3. С. 14–17.

5. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Перспективы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта изношенного электрооборудования // Путь науки, 2015. №4. С. 18–21.

6. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Этапы развития стратегий и информационных систем управления производственными активами // Путь науки, 2015. №5. С. 42–45.

7. Перспективы повышения эффективности электроэнергетического комплекса Кубани. Электрогериатрия – совершенствование эксплуатации изношенного электрооборудования: Монография / В.Г. Сазыкин, А.Г. Кудряков, С.А. Нетребко, В.В. Пронь. Краснодар: КубГАУ, 2012. 448 с.

References

1. Position of JSC "Rosseti" about uniform technical policy in an electronetwork complex. M.: JSC "Rosseti", 2013. 196 pages.
2. Sazykin V. G., Kudryakov A.G. Problema and types of wear of electric equipment//Way of science, 2015. No. 2. Page 36-38.
3. Sazykin V. G., Kudryakov A.G. Aspects of influence of worn-out electric equipment on electrical facilities//Way of science, 2015. No. 3. Page 46-50.
4. Sazykin V. G., Kudryakov A.G. Standard and technical aspects of wear of electric equipment//Mechanization and electrification rural farms, 2015. No. 3. Page 14-17.
5. Sazykin V. G., Kudryakov A.G. Prospects of improvement of system of maintenance and repair of worn-out electric equipment//Way of science, 2015. No. 4. Page 18-21.
6. Sazykin V. G., Kudryakov A.G. Stages of development of strategy and information management systems production assets//Way of science, 2015. No. 5. Page 42-45.
7. Prospects of increase of efficiency of an electrical power complex of Kuban. Electrogeriatrics – improvement of operation of worn-out electric equipment: Monograph / V. G. Sazykin, A.G. Kudryakov, S. A. Netrebko, V. V. Pron. Krasnodar: КубГАУ, 2012. 448 pages.

Самсонова С.А.[1], Шиханова А.И.[2]
[1]Доктор педагогических наук, [2]студент,
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Аннотация

Данная статья посвящена проблеме организации процесса грузоперевозок в организации. С этой целью было разработано приложение «Заявки на автотранспорт», позволяющее автоматизировать процесс приема заявок и распределение автотранспортных средств предприятия.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, база данных.

Samsonova S.A.[1], Shihanova A.I. [2]
[1]PhD in Pedagogy, [2]student,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

AUTOMATION OF THE PROCESS OF RECEIVING AND PROCESSING OF APPLICATIONS IN MOTOR VEHICLES

Abstract

The article is devoted to the process of cargo transportation within the organization. To this end, an application "Request for Transportation" has been developed, this application allows to automate the process of requests receipt, and distribution of vehicles of the organization.

Keywords: automated workstation, database.

В современном бизнесе все большее распространение получает использование информационных технологий, так как это ведет к повышению качества оказываемых услуг. Одними из наиболее востребованных являются такие направления как автоматизация деятельности предприятия (отдельных подразделений) и переход на электронный документооборот. Автоматизация производственного процесса способствует повышению эффективности деятельности персонала или производства в целом. Одной из составляющих производственного процесса является транспортировка продукции.

Цель нашей работы заключалась в разработке программного продукта для автоматизации процесса приема и обработки заявок на автотранспортные средства ООО «Квартирный вопрос» г.Коряжмы.

Нами было проведено исследование организации «Квартирный вопрос», выбраны средства и метода для разработки, разработан программный продукт и рассчитан экономический эффект от его внедрения.

Процесс доставки продукции потребителю является важной частью функционирования исследуемой организации, так как это является основным способом сбыта предлагаемой продукции. Поэтому важно организовать процесс грузоперевозок таким образом, чтобы обслуживание заказов осуществлялось последовательно и своевременно. Для этого необходимо обеспечить оперативное поступление заявок на продукцию и распределение имеющегося транспорта для осуществления перевозок.

Применявшийся ранее способ приема заявок в организации был связан с повышенной трудоемкостью, большой вероятностью утери данных или их неправильной интерпретацией, дополнительными затруднениями при составлении отчетов. Разрабатываемая система должна обладать интуитивно понятым интерфейсом, удобными связями между диалогами ввода-вывода информации.

В результате внедрения программы предполагалось получать точные сведения об имеющихся заявках и их количестве, сократить время на подготовку отчетов и передачу документов за счет замены бумажной формы ведения на электронную.

Условно-постоянная информация находится в справочниках. К такой информации относятся: справочник сотрудников, справочник автомобилей, справочник участков и справочник продукции. Переменная информация должна вводиться посредством экранных форм. Источники поступления информации и периодичность поступления останутся прежними, а скорость ее обработки увеличится. Обязательным условием является разграничение

прав доступа к хранимой информации, что позволяет защитить систему от несанкционированного доступа и сохранять коммерческую тайну организации.

Разработка осуществлялась с помощью демонстрационного облачного сервиса Oracle APEX. Данная среда дает возможность создания информационных систем с использованием веб-браузера (среда разработки является веб-приложением) и не требует от разработчика значительных знаний в программировании. Конечному пользователю приложения необходимо иметь браузер и доступ к БД Oracle, на которой запущен APEX.

В основу подсистемы сбора и хранения данных вошли 5 таблиц, содержащих информацию по созданным заявкам, имеющих доступ к работе с программой сотрудникам, находящихся в распоряжении автотранспортных средствах, а также обслуживаемых участках и реализуемой продукции.

При запуске АРМа система запрашивает логин и пароль. Если авторизация проходит успешно, пользователь попадает на главную страницу, на которой расположены все необходимые вкладки с пропусками, справочниками и отчетами.

Все пользователи APEX работают в одной общей БД. Пользователи, имеющие доступ к базе данных, записываются в справочник сотрудников. Для каждого сотрудника указывается соответствующая роль: пользователь, диспетчер, администратор (могут быть присвоены несколько ролей, рис. 1). В соответствии с указанной ролью предоставляются права на доступ к информации.

Перейдем на страницу просмотра и редактирования заявки через символ в списке заявок (рис. 2). На стадии Новая заявка можно редактировать данные, но после установления стадии Выполнена или Отменена редактирование будет недоступно.

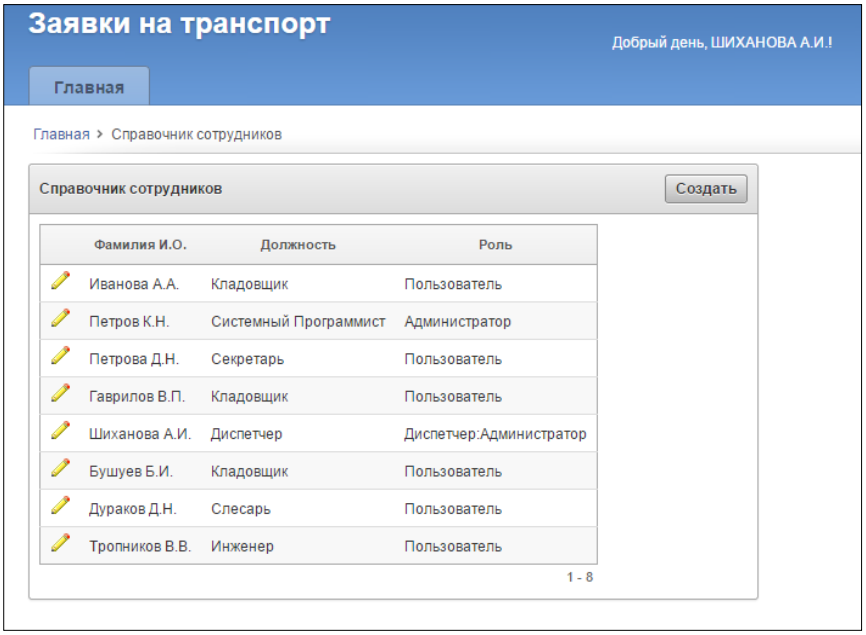


Рис. 1 – Справочник сотрудников

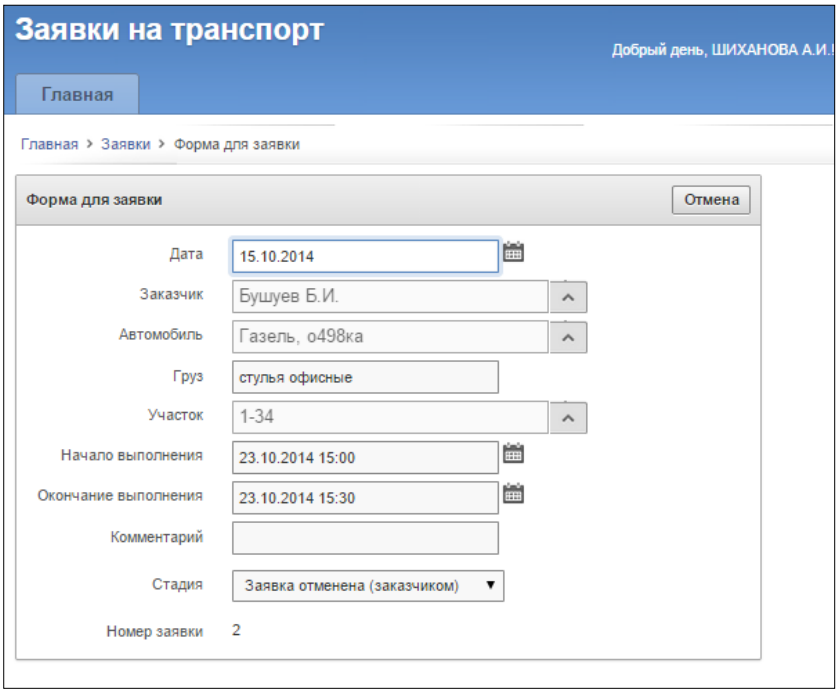


Рис. 2 – Страница просмотра и редактирования заявки

При создании новой заявки в поле Заказчик заполняется автоматически фамилия и инициалы вошедшего пользователя (при необходимости может быть выбрано другое имя из справочника сотрудников). В поле стадия автоматически устанавливается стадия Новая заявка. Номер заявки заполняется системой в таблице. В поле Дата указывается системная дата, но ее можно изменить. Поле Автомобиль и Участок заполняются из соответствующих справочников. Указывается Дата и время начала и окончания выполнения заказа, причем при выборе прошедшей даты система будет оповещать об ошибке. Также система будет сообщать об ошибке, если выбранный автомобиль занят в указанное время или время окончания выполнения заказа предшествует времени начала выполнения.

В справочники можно вносить новые записи при помощи кнопки «Добавить запись», редактировать или удалять записи, нажав на кнопку и Удалить.

Для контроля и получения данных о созданных заявках имеются таблицы отчетов. В таблицах формируются данные по имеющимся заявкам. Разработанный АРМ имеет лаконичный и простой вид. Он прост в освоении и удобен при использовании. На основании проведенных расчетов, экономия рабочего времени составит в среднем около 3 часов ежедневно, что позволит повысить эффективность работы.

Экономический эффект от внедрения данного продукта является косвенным, так как продукт не представляет собой прямой источник дохода - это вспомогательное средство для организации получения прибыли и минимизации затрат.

Нами были проведены расчеты, которые показали, что при автоматизации приема и обработки заявок сокращается время, требующееся для регистрации заявок, составления отчетов и проведения анализа за определенный период, снижается риск появления ошибок, повышается эффективность работы. Внедрение программы приводит в итоге к уменьшению издержек предприятия.

Литература

1. Форум о СУБД Oracle, базы данных, запросы SQL [Электронный ресурс]. URL: http://www.oracloid.ru/index.php?t=1885 (дата обращения 13.01.2015).

References

1. Forum o SUBD Oracle_ bazi dannih_ zaprosi SQL [Elektronnii resurs]. URL: http://www.oracloid.ru/index.php?t=1885 (data obrashhenija 13.01.2015).

Саушев А.В.[1], Гаспарян К.К.[2]
[1]Кандидат технических наук, доцент, [2]аспирант,
Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы оценки состояния и прогнозирования электротехнических систем на основе современных информационных технологий с целью повышения эффективности их эксплуатации и снижения затрат.

Ключевые слова: прогнозирование, состояние, система.

Saushev A.V.[1], Gasparyan K.K.[2]
[1]PhD in Engineering, Associate professor, [2]Postgraduate student,State university of sea and river fleet of a name of the admiral S. O. Makarov

FORECASTING OF THE CONDITION OF ELECTROTECHNICAL SYSTEMS ON THE BASIS OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Abstract

In article questions of an assessment of a state and forecasting of electrotechnical systems on the basis of modern information technologies for the purpose of increase of efficiency of their operation and decrease in expenses are considered.

Keywords: forecasting, state, system.

В последние годы проявляется все больший интерес к разработкам и внедрению средств технической диагностики электротехнических систем (ЭТС) различных объектов [1]. Это обусловлено тем, что системы планово-предупредительных ремонтов уже не могут корректно применяться к ремонту морально и физически устаревшего оборудования. Появилась необходимость совершенствования системы технического обслуживания ЭТС путём разработки и применения новых форм, обеспечивающих снижение затрат на эксплуатацию при одновременном повышении их функциональной надёжности. Этим требованиям соответствует применение технических средств диагностирования, позволяющих проводить мониторинг, диагностику и регистрацию в базах данных состояние электрооборудования в режиме реального времени.

Прогнозный модуль статистической обработки информации

Данный модуль предназначен для обработки и накопления в базах данных обобщенной статистической, эксплуатационной и технико-экономической информации о ЭТС, обеспечивающей повышение эффективности управления их техническим состоянием. Модуль упрощает отслеживание тенденций отказов оборудования и позволяет в автоматическом режиме составлять прогнозы по возможным отказам оборудования. Такие возможности достигаются благодаря базам данных, которые способны сохранять в себе большие объемы информации, накопленной за длительный период работы ЭТС.

Принцип построения модели иллюстрируется на рис. 1, на котором представлен процесс изменения характеристики системы X в дискретных интервалах времени tj в полиномиальные зависимости простой линейной

регрессии методом наименьших квадратов [2], где $mj = f(t)$-математическое ожидание и $\sigma_j = \varphi(t)$ - дисперсия; $X_{ном}$ – номинальные значения, $X_{апс}$ – аварийно-предупредительные значения, $X_{аз}$ – аварийные значения и $X_{кр}$ – критические значения.

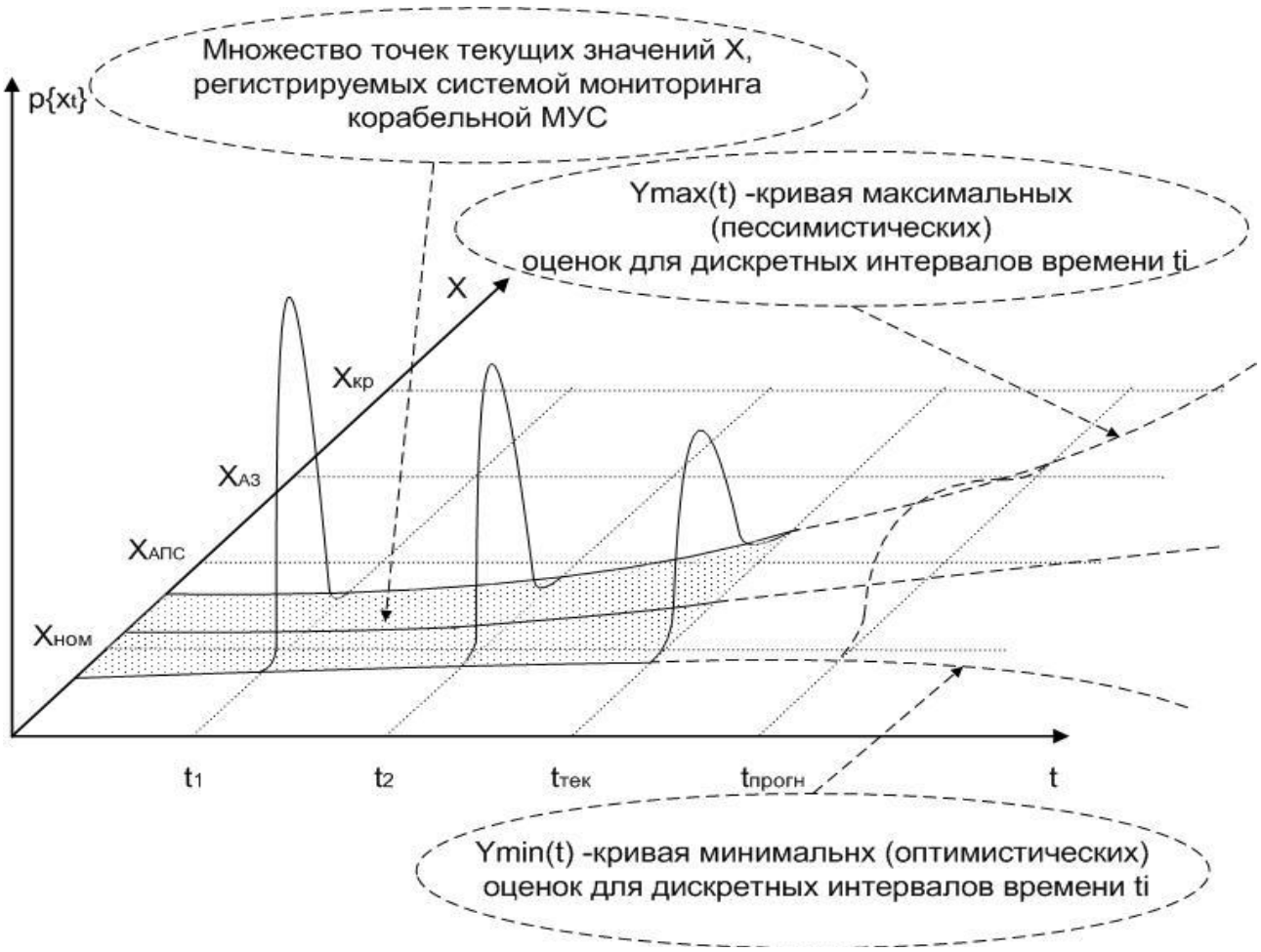


Рис. 1 – График преобразования статистического описания системы

Диагностический модуль обработки состояния ЭТС

Одним из перспективных способов диагностирования ЭТС является использование искусственных нейронных сетей (ИНС) [2].

ИНС представляют собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры довольно просты. Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. Тем не менее, будучи соединёнными в большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять сложные задачи. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения – одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. В процессе обучения происходит повышение производительности сети, это происходит со временем в соответствии с определенными правилами. В идеальном случае нейронная сеть получает знания об окружающей среде на каждой итерации процесса обучения. Существует большое множество различных алгоритмов и методов обучения. Пример процесса обучения приведен на рис. 2.

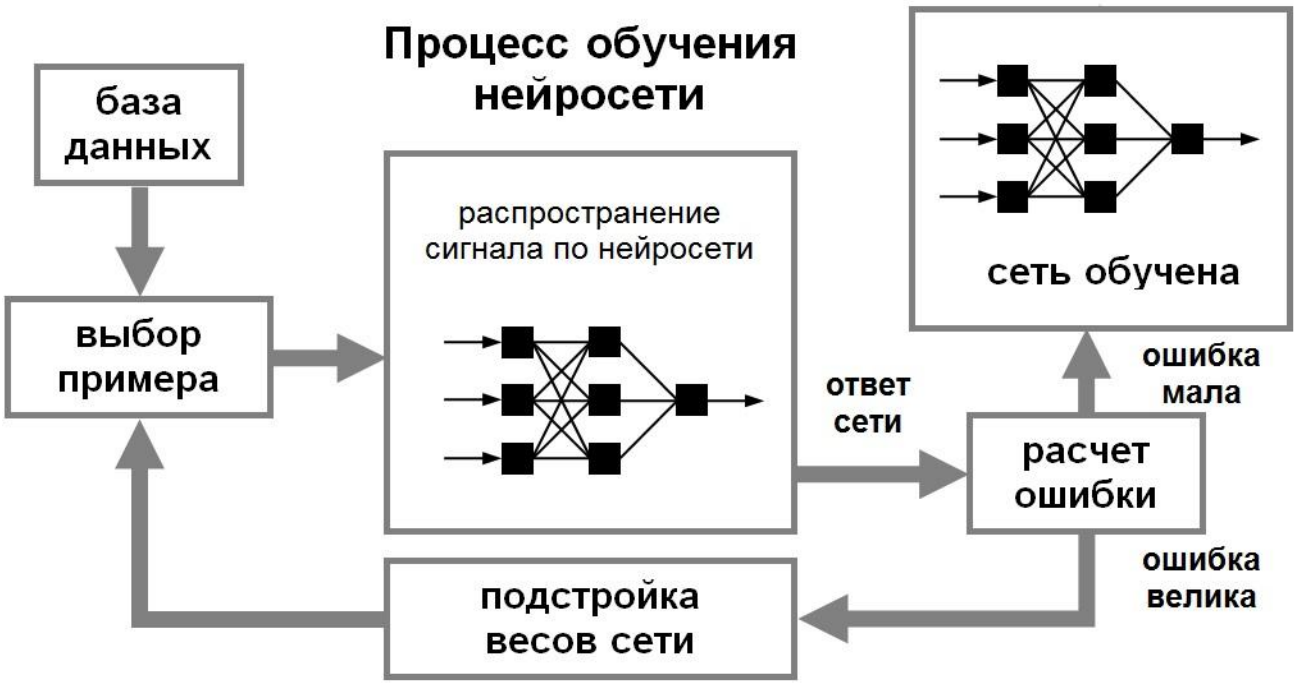


Рис. 2 – Иллюстрация процесса обучения нейронной сети

В процессе функционирования нейронная сеть, в соответствии с входным сигналом X, формирует выходной сигнал Y, реализуя некоторую функцию $Y = G(X)$. Если архитектура нейронной сети известна, то вид функции G определяется значениями синаптических весов и смещений этой сети [3].

Пусть функция $Y = F(X)$ является решением некоторой задачи, заданная парами входных и выходных данных (X^1, Y^1), (X^2, Y^2), …, (X^N,Y^N), для которых $Y^k = F(X^k)$ при (k=1, 2, …, N). Обучение нейронной сети сводится к поиску функции G, близкой к оператору F в смысле некоторой функции ошибки E. Если выбрано некоторое множество обучающих примеров – пар (X^k, Y^k) (где k = 1, 2, ..., N) и способ расчета функции ошибки E, то обучение нейронной сети превращается в задачу многомерной оптимизации с очень большой размерностью. Для решения этой задачи могут быть использованы различные алгоритмы.

Вывод

Современные средства и методы диагностики ЭТС, основанные на использовании информационных технологий, способны обеспечить повышение их экономической эффективности, исключая затраты на «ручную» диагностику уже вышедших из строя элементов системы.

Литература

1. Саушев А. В. Основы управления состоянием электротехнических систем объектов водного транспорта. СПб.: ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. – 222 с.

2. Саушев А. В. Планирование эксперимента в электротехнике. СПб.: СПГУВК, 2012. – 272 с.

3. Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001. – 61 с.

References

1. Saushev A. V. Bases of management of a condition of electrotechnical systems of objects of a water transport. SPb.: GUMRF of atm. S. O. Makarova, 2015. – 222 s.

2. Saushev A. V. Planning of experiment in electrical equipment. SPb.: SPGUVK, 2012. – 272 s.

3. Kruglov V. V., Dli M. I., R. Yu Laces. Fuzzy logic and artificial neural networks. – M.: Fizmatlit, 2001. – 61 s.

Семенов М.Е.[1], Шиц Е.Ю.[2]
[1]Младший научный сотрудник, [2]кандидат технических наук, ФГБУН Институт проблем нефти и газа СОРАН
Работа выполнена м.н.с.[1],обладателем стипендии Президента Российской Федерации, для молодых ученых и аспирантов, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (2013-2015 г).

ВЛИЯНИЕ ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ И СОСТАВА ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ НА МОРФОЛОГИЮ СИНТЕТИЧЕСКИХ ГИДРАТОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Аннотация

В статье приводятся экспериментальные данные исследований синтеза и изучения особенностей морфологии гидратов природного газа, получаемых в установках замкнутого типа из жидкой и твердой фаз различного состава.

Ключевые слова: гидраты природного газа, морфология, вискерные и монолитные кристаллы, газосодержание.

Semenov M.E.[1], Shitz E.Yu.[2]
[1]Junior researcher, [2]PhD in Engineering, Institute of the problems of oil and gas of the SB of the RASc.

INFLUENCE OF PHASE STATE AND ONE OF THE COMPONENT COMPOSITIONS ON THE MORPHOLOGY OF SYNTHETIC NATURAL GAS HYDRATE

Abstract

The paper presents experimental data of synthesis and the morphology of natural gas hydrate obtained in closed plant from liquid and solid phases with different compositions.

Keywords: natural gas hydrates, morphology, whisker and monolithic crystals, gas content.

Газовые гидраты – это молекулярные кристаллы, относящиеся к классу нестехиометрических клатратных соединений [1]. Изучение морфологии кристаллогидратов доставляет огромное эстетическое удовлетворение исследователям и позволяет раскрыть многие свойства и характеристики гидратов [2]. Известно, что морфология гидратов зависит от состава газовой и водной фаз, давления и температуры синтеза, скорости диффузии газа и воды к поверхности роста кристаллов и т.д. [3].

Таким образом, целью работы являлось изучение морфологии гидратов природного газа в зависимости от фазового состояния и состава водных растворов, из которых, при одинаковых термобарических условиях в отсутствии внешних динамических воздействий на реакционную систему из природного газа синтезируются газогидраты.

Экспериментальная часть

Во всех экспериментах в качестве газа-гидратообразователя использовался природный газ (ПГ) Средневилюйского ГКМ Леновилюйской нефтегазоносной провинции (ЛВНГП). Компонентный состав природного газа приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентный состав природного газа

Компоненты ПГ	CH_4	C_2H_6	C_3H_6	C_3H_8	i-C_4H_{10}	n-C_4H_{10}	O_2	N_2	CO_2
, об.% *	92,88	5,25	-	1,21	0,102	0,12	-	0,38	0,05

*- соответствуют требованиям ТУ 51-841-87, компонентный состав определен по ГОСТ 23781

В качестве второй (жидкой фазы) использовались: дистиллированная вода (ДВ) и 0,1 масс.% раствор сульфонола из которых замораживанием получали лед (твердую фазу).

Известно, что водные растворы сульфонола в количестве 0,1 масс. %, способствуют клатрации и повышают скорость образования гидратов [4]. Сульфонол представляет собой смесь изомеров натриевых солей алкилбензолсульфокислот, с общей формулой R-$C_6H_4NaO_3S$, где R радикал соответствующий общей формуле C_nH_{2n+1}, где n=14-18 [5].

Заготовки льда в виде полусфер, объемом 10 мл получали в специально изготовленных формах диаметром 4см, высотой 2см, замораживанием дистиллированной воды или водного раствора сульфонола. Более мелкие фракции твердой фазы (до 2 см), так называемый помол, получали при дроблении полученных замороженных заготовок (рис. 1).

Рис. 1 – Помол льда и полусферические ледяные заготовки, получаемые из ДВ и водного раствора сульфонола, помещенные в рабочую камеру

Синтез газогидратов осуществляли в камерах – реакторах выполненных из стали марки У8 объемом 1,113 л (рис. 2). Реактор состоит из цилиндра и крышки-фланца, на которой крепятся манометр (класс точности 0,4) и заправочный вентиль, через который подается газ-гидратообразователь. Для сохранения нативной структуры гидратов все эксперименты проводились при отсутствии внешних динамических воздействий на реакционную систему.

Охлаждение загруженного реагентами реактора, производилось в инкубаторе -холодильнике SANYO MIR-254 в котором задается температурный режим, а затем поддерживается автоматически с точностью ±0,3˚С .

Для корректного сравнения морфологии получаемых гидратов в одном эксперименте использовалось одновременно 2 одинаковых реактора, заправленных одинаковыми растворами, либо ледяными заготовками, либо помолом льда.

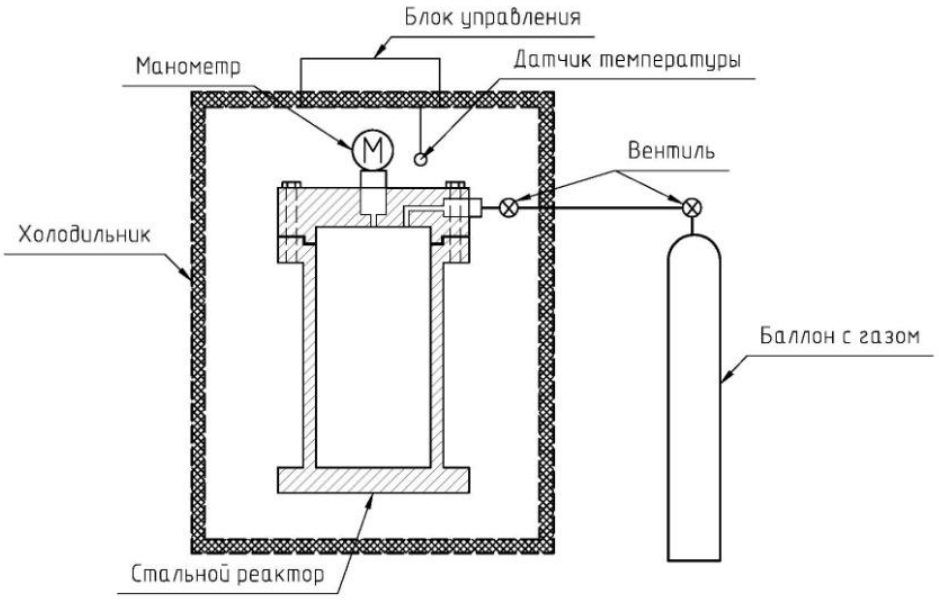


Рис. 2 – Схематичное изображение экспериментальной установки искусственного получения газогидратов

Давление и температура, то есть условия гидратообразования для природного газа Средневилюйского ГКМ рассчитаны по методике [6] и представлены на рисунке 3.

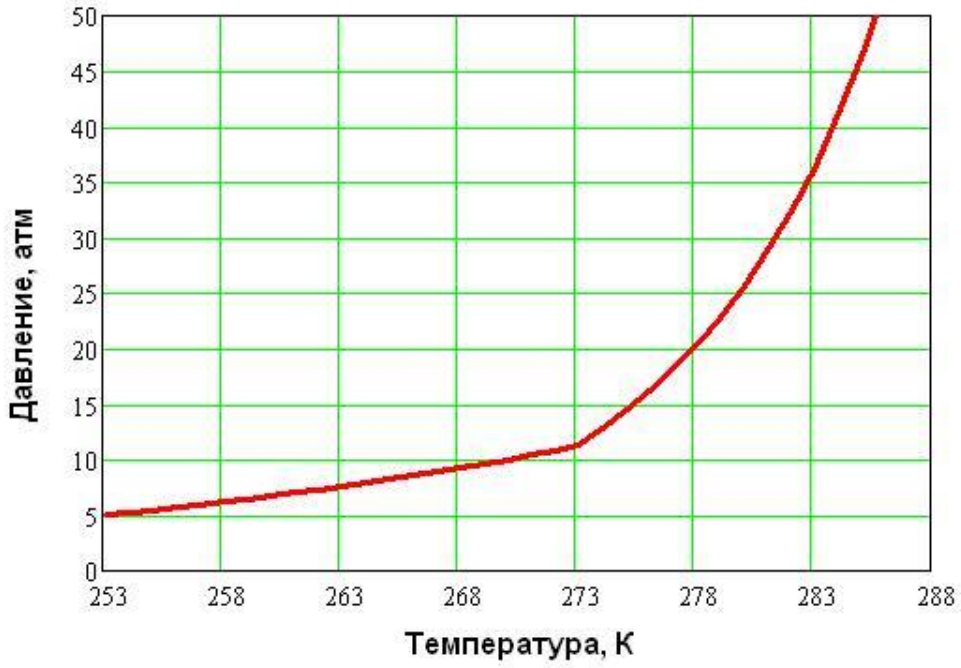


Рис. 3 – Равновесные условия образования гидратов природного газа Средневилюйского ГКМ

Таким образом, для синтеза гидратов природного газа из жидкой фазы (ДВ и водных растворов сульфонола) выбраны следующие термобарические условия: температура от +6 до 0ºС и начальное давление 50 атм.

Заправленные реакторы охлаждались в инкубаторе- холодильнике со скоростью 1 ºС/сутки до 0 ºС. Для замораживания, не перешедшей в гидрат воды/раствора температуру в течение 24 часов понижали до -7 ºС.

Для получения гидратов из льда в предварительно охлажденные реакторы помещались заготовки льда/помола, камеры вакуумировались и заправлялись природным газом до давления 50 атм. В отличие от синтеза гидратов их жидких фаз, при получении гидратов из твердой фазы -льда использовался циклический термический режим, заключающийся в периодическом нагревании с постоянной скоростью до +5ºС и охлаждении до -5ºС (рис. 4).

Рис. 4 – Циклический температурный режим синтеза гидратов из льда (помола льда)

Таким образом, движущей силой процесса синтеза гидратов природного газа в реакторе изохорного типа, является температурный фактор.

За течением процесса следили по изменению давления внутри камер. Как только внутри рабочей камеры устанавливалось стационарное давление, сбрасывали остаточное давление в реакторе, отсоединяли крышку-фланец и фиксировали с помощью цифрового фотоаппарата Pentax K200D морфологию полученных образцов.

Вскрытие камер производили в инкубаторе-холодильнике при температуре -10 ºС. Затем отбирали ~50г полученного гидрата и помещали под стеклянный купол в термостат с температурой 25ºС, который подсоединен к газовому счетчику ГСБ-400, что позволяет измерять объем выделяющегося из образца газогидрата газа (рис.5).

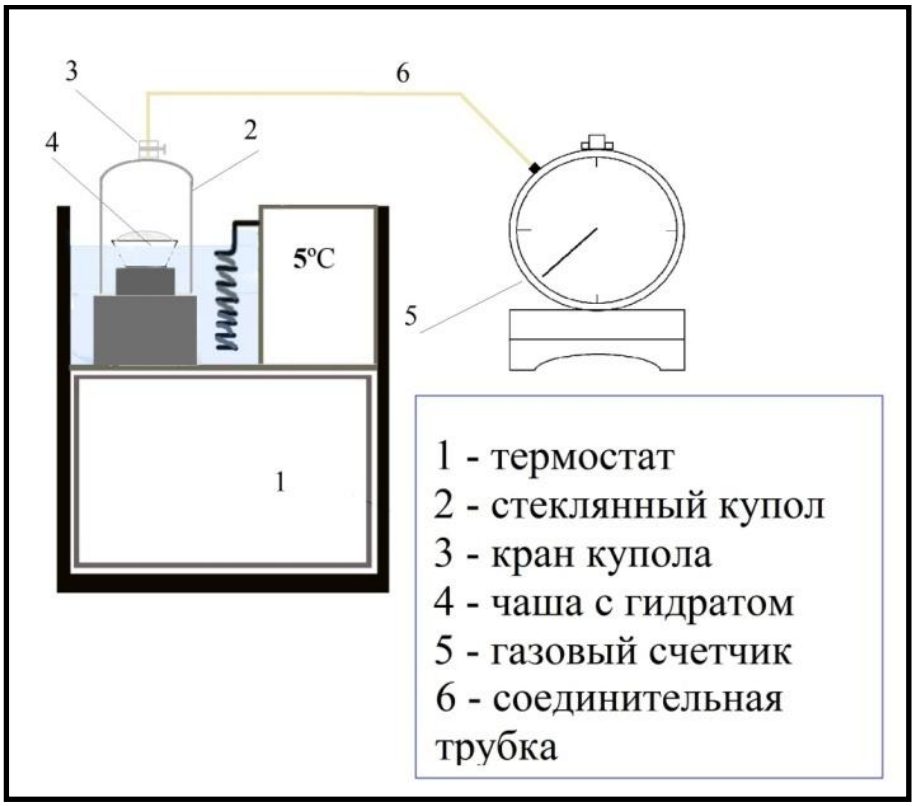


Рис. 5 – Схема процесса разложения полученных гидратов природного газа и измерения объемов выделяющегося из них газа

Время гидратообразования определяли из экспериментов по кинетике их образования.

Удельное газосодержание гидратов природного газа (α, $см^3/г$) рассчитывали на основании экспериментально полученных данных измерений объемов выделяющегося газа из известного количества гидрата [7]. Следует отметить, что в случаях получения в рабочей камере гидратов друх морфологических типов структур в виде тонких нитей или мелкодисперсного порошка пробы для измерения объема выделяющегося газа отбирали с верхней части образовавшегося гидрата, поэтому значение удельной газонасыщенности относится к этим структурам по отдельности.

Обсуждение полученных результатов

Установлено, что при одинаковых параметрах реактора и термобарических условиях синтеза изменение типа жидкой фазы приводит к формированию различных морфологических модификаций гидратов природного газа.

Видно (рис. 6-1), что морфология гидрата природного газа, полученного из дистиллированной воды, представлена колониями тонких сложно переплетенных нитевидных вискерных кристаллов, рост которых имеет направление от дна рабочей камеры к ее крышке. Известно, что рост вискерных кристаллов происходит на центрах гидратообразования, образующихся при охлаждении системы. В результате интенсивного роста вискеров образуется капиллярная сеть, по которой происходит перенос воды, что и приводит к формированию гидратов такой морфологической структуры [1]. Таким образом, показано, что впитывание воды капиллярной сетью, образованной гидратными вискерами является преобладающим механизмом образования гидратов из ДВ и природного газа в установке замкнутого типа без перемешивания.

1 2

Рис. 6 – Синтетические гидраты природного газа, полученные из: 1 – дистиллированной воды; 2 – 0,1масс. % водного раствора сульфонола;

Гидраты природного газа из 0,1% раствора сульфонола имеют более плотную структуру, выросли от дна, покрыв слоем боковые стенки реактора. Тем не менее, видно, что на дне камеры образовались монолитные кристаллы гидрата различных размеров (рис. 6-2). Вырастить достаточно крупные монокристаллы гидратов достаточно трудно. Авторам работ [8] удалось получить кубические монокристаллы гидрата SO_2 с ребром 1,5 мм. Известно, что в статических условиях были получены колонии кристаллов- вискеров [9]. Установлено, что в статических условиях из природного газа и водных растворов сульфонола могут образовываться достаточно крупные монокристаллические морфологические структурные формы гидратов. Установлено, что газонасыщенность, образцов полученных из жидких фаз выходит на плато по истечении 6-ти суток. Удельное газосодержание гидрата природного газа, синтезированного из водного раствора сульфонола составило 106 $см^3/г$, что в 10 раз превышает газосодержание образцов, полученных из дистиллированной воды.

Известно, что гидратообразование зависит от интенсивности перемешивания и общей площади контакта [1]. Поэтому было показано, что целесообразно получать гидраты из ледяной пыли с размерами частиц 0,2-0,4 мм и газа [9, 10- 13]. По аналогии с этими работами нами исследовалась возможность получения гидратов природного газа из твердых фаз различного состава с частицами более крупных размеров от 2-х до 4-х см. Установлено, что время перехода в гидрат мелкомолотого и крупногокристаллического льда, получаемых из дистиллированной воды, составляет 4 суток, что ~на 30% меньше длительности процесса синтеза гидратов природного газа их жидких фаз различного состава. Видно, что структура льда меняется по мере образования гидрата- наблюдается разрыхление его кристаллической структуры (рис. 7, 8). Образовавшиеся нити кристаллогидратов белого цвета вытянулись от поверхности помола льда (рис.7- ряд 1). Также наблюдалось формирование гидратов с относительным сохранением формы исходных кусков льда. На дне реактора имеются гидраты в виде мелкодисперсного порошка.

Рис. 7 – Синтетические гидраты природного газа, полученные из: ряд 1- помола льда; ряд 2- полусферических заготовок льда (твердая фаза получена из ДВ)

Видно, что полусферические ледяные заготовки частично сохраняют свою первоначальную форму, однако большая часть полученных из них гидратов природного газа представляет собой видоизмененный лед с рыхлой снегоподобной структурой (рис. 7- ряд 2).

Установлено, что структура гидратов, полученных из твердой фазы на основе водного раствора сульфонола идентична структуре гидратов природного газа, полученных их льда на основе ДВ (рис. 8- ряд 1 и 2). Тем не менее, очевидно, что полученные кристаллогидраты природного газа, как из помола так и из сферических заготовок представляют из себя мелкие частицы порошка белого цвета, подобный по структуре тому, что получают в установках проточного типа [1]. Кроме того, особеностью синтеза гидратов на основе замороженных растворов, содержащих сульфонол, является отсутствие роста на поверхносятх контакта твердой и газовой фаз нитевидных вискеров.

Рис. 8 – Синтетические гидраты природного газа, полученные из: ряд 1 – помола льда; ряд 2 – полусферических заготовок льда (твердая фаза получена из водного раствора сульфонола)

При принудительном механическом разрушении образцов, полученных из сферических заготовок было обнаружено, что внутренняя их часть наполовину состоит из льда кристаллической структуры.

Кинетика образования гидратов из льда изучалась в работах [10,11]. Было установлено, что скорость роста кристаллов- линейная функция при перемешивании, без перемешивания- параболическая. Параболический характер роста объясняется тем, что по мере роста слоя гидрата затрудняется доступ газа к поверхности льда, что и ограничивает реакцию. Так как полученные образцы состоят из слоев: белой, плотной, шероховатой корки гидрата природного газа и льда, что свидетельствует о том, что образование зародышей и рост кристаллогидратов ограничен доступом газа- гидратообразователя к поверхности твердой фазы, поэтому полученные значения удельного газосодержания образцов газовых гидратов, синтезированных из замороженной ДВ и водных растворов сульфонола составляют всего 60 – 90 $см^3$/г.

Таким образом, показано, что гидраты природного газа образуются в статических условиях в установках замкнутого типа из крупных монокристаллов льда (более 2 см). Причем, образующие морфологические формы являются удобными для транспортировки и хранения, что в дальнейшем может иметь практическое значение.

Заключение

Газовые гидраты – нестабильные соединения, с чем связаны большие трудности при определении их нативной морфологии, структуры, и практического газосодержания. Таким образом, на базе установки замкнутого типа создана методика получения синтетических гидратов природного газа в статических условиях и определения их морфологии. Проведенные опытные исследований показали, что методика подходит для искусственного получения различных структурно- морфологических типов и исследований образцов гидратов природного газа, полученных из жидких фаз различного состава, мелкомолотых и монолитных крупных кусков льда, размерами > 2 см.

Литература

1. Гройсман А.Г. Теплофизические свойства газовых гидратов. -Новосибирск: Наука, 1985. - 93с.
2. Макогон Ю.Ф. Газогидраты: результаты и проблемы//Газовая промышленность.-2012.-Спецвыпуск.- С.82-88.
3. Истомин В.А. Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. - М.: Недра, 1992. - 236 с.
4. Нестеров А.Н. Кинетика и механизм гидратообразования в присутствиии поверхностно- активных веществ: дис. докт. хим. наук, -Тюмень,2006. -280с.
5. Поверхностно-активные вещества: справочник под ред. Абрамзона А.А. и Гаевой Г.М.-Л.: Химия,1979. - 380 с.
6. E. Dendy Sloan, Jr. Clathrate hydrates of natural gases// Third Edition. – Marcel Dekker- 1998, 730 p.
7. Якушев В.С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне. – М.: ВНИИГАЗ, 2009. – 192 с.
8. Stackelberg M. Feste gashydrate.// Naturwissenschaften.- 1949, № 11. 327-333 p.
9. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. М.: Недра, -1974, -208 с.
10. Babber R.M., Ruzicka D.I. Non- stoicheiometric clatrate compaunds of water, Part 2. Formation and properties of hydrates.//Trans. Faraday Soc.-1962.-v.58.- P. 2239-2252.
11. Barrer R.M., Edge A.V. Gas hydrates containing argon, krypton and xenon: kinetics and energetics of formation and equilibria //Proc. Roy. Soc. -1967. - v.A300.- №141.- P. 1-24.
12. Falabella B.J., Vanpee M. J. Experimental determination of gas hydrates equibrium below ice point// Ind.Eng. Chem. Fandamentals. -1974.- v.13.- № 3.- P. 228-230.
13. Ступин Д.Ю. Диэлектрические свойства $CCI_2F_2 \cdot 17\ H_2O$ и $CCI_2F_2 \cdot 17\ D_2O$// Изв. Вузов. Химия и химическая технология.-1979.- т.22.- №2.- С.170-173.

References

1. Groisman A.G. Thermophysical properties of gas hydrates. – Novosibirsk: Nauka, 1985. – 93 p.
2. Yuri F. Makogon. Hydrates of hydrocarbons. – PennWell Books, Tulsa, USA, 1997. – 482 p.
3. Istomin V.A., Yakushev V.S. Gas hydrates under natural conditions. - Moskow: Nedra, 1992. - 236 p.
4. Nesterov A.N. Kinetics and mechanism of hydrate formation in the presence of surfactants: dissertation of doctor of chemical sciences, -Tyumen, 2006. -280 p.
5. Surfactants: Handbook. Ed. Abramzon A.A., Gaevoi G.M. Leningrad: Chemistry, 1979. – 380 p.
6. E. Dendy Sloan, Jr. Clathrate hydrates of natural gases// Third Edition. – Marcel Dekker- 1998, 730 p.
7. *Dallimore S., Chuvilin E., Yakushev V. N*atural gas in permafrost of northern canada and russia: Genesis and forms of existence // Proceedings of the 2nd Conference of Russian Geocryologists. — Vol. 4. — MSU, Moskow, 2001. — P. 289–294.
8. StackelbergM. Festegashydrate.// Naturwissenschaften.- 1949, № 11. 327-333 p.
9. Makogon Yuri F. Hydrates of natural gas. Moskow: Nedra, 1974. – 208 p.
10. Babber R.M., Ruzicka D.I. Non- stoicheiometricclatratecompaunds of water, Part 2. Formation and properties of hydrates.//Trans. Faraday Soc.-1962.-v.58.- P. 2239-2252.
11. Barrer R.M., Edge A.V. Gas hydrates containing argon, krypton and xenon: kinetics and energetics of formation and equilibria //Proc. Roy. Soc. -1967. - v.A300.- №141.- P. 1-24.
12. Falabella B.J., Vanpee M. J. Experimental determination of gas hydrates equibrium below ice point// Ind.Eng. Chem. Fandamentals. -1974.- v.13.- № 3.-P. 228-230.
13. D. Yu. Stupin. Dielectric properties of CClF3 hydrate and deuterate//Theoretical and Experimental Chemistry, 1979, Vol. 15, Issue 6, pp 596-598.

Соколов Л.И.
Ректор, доктор технических наук, профессор
Вологодский государственный университет

ИЗМЕРЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЛАМОВ И ИХ СУСПЕНЗИЙ

Аннотация

Анализируются модели полных и неполных кривых течения аномальных жидкостей авторов Ньютона, Бингама, Оствальда, Балкли – Гершеля. Приведены результаты вискозиметрических исследований шламов и их суспензий на ротационных вискозиметрах Куэтта и Воларовича. Установлено, что прочность, предел текучести, вязкость, стабильность шламов определяются дисперсностью, энергией связи между твердыми частицами комплексов и взаимодействием дисперсной фазы шлама с его дисперсионной средой.

Ключевые слова: неньютоновские жидкости, шламы, реологические свойства, реологические константы

Sokolov L.I.
Principal, PhD in Engineering, professor
Vologda State University

MEASURMENTOF RHEOLOGICAL SLUDGE AND SLUDGE SUSPENSIONS

Abstract

Wet dispersed wastes are classified in terms of rheological properties and textural features. Rheological models of non-Newtonian liquids by Newton, Bingham, Ostwald, Herschel-Bulkley are presented. On example of suspensions of grinding sludge using viscometric studies complete rheological curves have been obtained, rheological properties of sludges have been studied, and rheological constants have been determined: yield point, flow index and consistency index. It has been established that strength, yield point, viscosity, stability of sludges are determined by dispersity, bonding energy between solid particles and interaction of disperse phase of sludge with its disperse medium.

Keywords: non-Newtonian fluids, muds, residues, rheological properties, pipeline transport of abnormal liguids.

Изучение реологических свойств и измерение реологических параметров шламов производится с целью оценки возможности их транспортирования по трубопроводам к месту переработки.

Образование структур шламов, обусловленное физико-химическими, биохимическими, коллоидно-химическими или чисто физическими процессами, непосредственно связано с изменением их реологических свойств[1,2,3,4].

Реологические свойства шламов проявляются после превышения предела их текучести[5,6].Шламы и их суспензии относятся к неньютоновским жидкостям.

Например, при простом сдвиге неньютоновской жидкости с напряжением τ возникает деформация с определенной скоростью $\dot{\gamma}$. Отношение напряжения сдвига к скорости деформации $\tau / \dot{\gamma}$ является реологической константой жидкости и называется ньютоновской вязкостью η:

$$\eta = \tau / \dot{\gamma} . \quad (1)$$

Реологическое уравнение состояния ньютоновской жидкости имеет вид

$$\tau = \eta^* \dot{\gamma} . \quad (2)$$

Основным свойством жидкостей является вязкость. Величина вязкости характеризует способность дискретной среды уплотняться. Разрушение структуры жидкости в процессе движения, с одновременным уплотнением её молекулярной структуры характеризует реологическое поведение ньютоновской жидкости. Для неньютоновских жидкостей вязкость [7,8,9] – функция скорости сдвига, поэтому ее называют «кажущейся», или эффективной, вязкостью $\eta_{эф}$ (Па*с). Она достаточно полно характеризует поведение текучего материала

Инструментальное определение эффективной вязкости предусматривает измерение пар значений $[\tau; \dot{\gamma}]$.

Для характеристики шламов используем кривые их течения, представляющие собой зависимость напряжения сдвига от скорости сдвиговой деформации в условиях простого сдвига.

В данной работе рассматривается поведение шлама и его суспензий в процессе движения и сопоставляется с известными реологическими моделями.

Реограмма ньютоновских жидкостей представляет собой прямую линию 1 (рис. 1.), проходящую через начало координат. Все кривые течения (2 – 5), которые отклоняются от прямой линии, соответствуют неньютоновским жидкостям. При этом кривая 2 показывает дилатантное течение, характерное в основном для концентрированных дисперсных систем(суспензии крахмала, силиката калия, различные клеи с большим содержанием твёрдой фазы по отношению к жидкой, причём жидкая фаза содержится в таком количестве, чтобы она могла заполнить пустоты между частицами твёрдой фазы), при котором при увеличении скорости деформации наступает затруднение сдвига - предел текучести. Кривая 3 показывает псевдопластичное течение структурно-вязкой жидкости(растворы полимеров, целлюлозы, суспензии, влажные шламы, в частности шлифовальный, с ассиметричной структурой частиц, вытянутые молекулы которых перепутываются между собой и при малых напряжениях сдвига тормозят течение), что характерно для «сдвигового размягчения» вследствие разрушения структуры с увеличением скорости деформации. Кривая 4 показывает нелинейное пластичное течение, характерное для большинства пластичных тел . Линейный участок кривой 5 характерен для бингамовских жидкостей и соответствует идеальному пластичному течению (обезвоженные осадки и шламы).

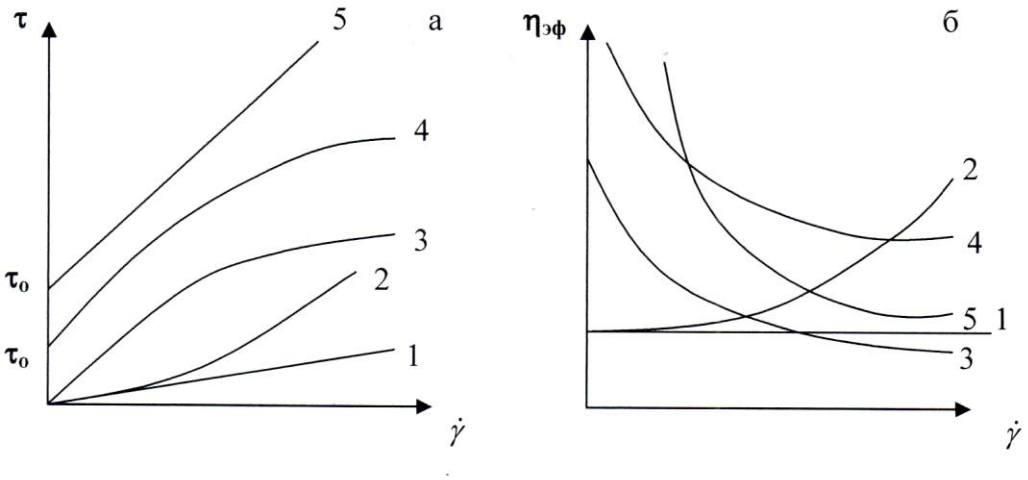


Рис. 1 – Кривые течения (а) и функции вязкости (б): 1 – ньютоновской жидкости; 2 – дилатантной жидкости; 3 – структурно-вязкой жидкости; 4 – нелинейного пластичного тела; 5 – линейного пластичного тела

Математическое описание поведения жидкости является предпосылкой для инженерного расчета процесса течения. Для ньютоновских жидкостей применяются модели, которые достаточно точно описывают их поведение в интересующей области напряжения (табл.1). Модели неньютоновских жидкостей содержат, по крайней мере, две реологические характеристики материала. Если неньютоновские жидкости исследуют в широком диапазоне скоростей сдвига, начиная с $\dot{\gamma} \approx 0$, то получают полные кривые течения (рис. 2, а). При малых скоростях сдвига такая жидкость имеет постоянную начальную вязкость η_0. С повышением скорости сдвига происходит постепенное разрушение структуры и достигается постоянная конечная вязкость η_∞. Модели полных кривых течения приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Реологические модели неполных кривых течения*

Автор модели	Уравнение состояния	Скорость сдвига	Функция вязкости
Ньютон	$\tau = \eta * \dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \tau/\eta$	$\eta = \tau/\dot{\gamma}$
Ферри	$\tau = \frac{\eta_i}{1+\tilde{n}\tau}\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau(1+\tilde{n})}{\eta_i}$	$\eta_{ýô} = \frac{\eta_i}{1+\tilde{n}\tau}$
Штейнер	$\tau = \frac{1}{\tilde{n}+\grave{A}\tau^2}\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \tau(\tilde{n}+\grave{A}\tau^2)$	$\eta_{ýô} = \frac{1}{\tilde{n}+\grave{A}\tau^2}$
Хавен	$\tau = \frac{\eta_i}{1+\tilde{n}\tau^n}\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau(1+c\tau^n)}{\tau_o}$	$\eta_{ýô} = \frac{\eta_i}{1+\tilde{n}\tau^n}$
Оствальд	$\tau = \hat{E} * \dot{\gamma}^n$	$\dot{\gamma} = (\tau/\hat{E})^{1/n}$	$\eta_{ýô} = \hat{E} * \dot{\gamma}^{n-1}$
Эллис	$\tau = (\eta_o + \hat{E}\dot{\gamma}^{n-1})\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\eta_o + \hat{E}\dot{\gamma}^{n-1}}$	$\eta_{ýô} = \eta_o + \hat{E}\dot{\gamma}^{n-1}$
Сиско	$\tau = \eta_\infty\dot{\gamma} + b\dot{\gamma}^n$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\eta_\infty + b\dot{\gamma}^{n-1}}$	$\eta_{ýô} = \eta_\infty + b\dot{\gamma}^{n-1}$
Бингам	$\tau = \tau_o + \eta_{ïë}\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau - \tau_{\hat{i}}}{\eta_{ïë}}$	$\eta_{ýô} = \eta_{ïë} + \frac{\tau_{\hat{i}}}{\dot{\gamma}}$
Кэссон	$\tau^{1/2} = \tau_{\hat{E}}^{1/2} + (\eta_{\hat{E}}\dot{\gamma})^{1/2}$	$\dot{\gamma} = \frac{(\tau^{1/2} - \tau_{\hat{E}}^{1/2})^2}{\eta_{\hat{E}}}$	$\eta_{ýô} = \eta_{\hat{E}} + \frac{\tau_{\hat{E}}}{\dot{\gamma}} + 2\left(\frac{\tau_{\hat{E}}\eta_{\hat{E}}}{\dot{\gamma}}\right)^{1/2}$
Хейнц	$\tau^{2/3} = \tau_{\tilde{O}}^{2/3} + (\eta_{\tilde{O}}\dot{\gamma})^{2/3}$	$\dot{\gamma} = \frac{(\tau^{2/3} - \tau_{\tilde{O}}^{2/3})^{3/2}}{\eta_{\tilde{O}}}$	$\eta_{ýô} = \tau/\dot{\gamma}$
Кэссон (обобщенная модель)	$\tau^{1/n} = \tau_{\hat{i}}^{1/n} + (\eta_n\dot{\gamma})^{1/n}$	$\dot{\gamma} = \frac{(\tau^{1/2} - \tau_o^{1/2})^n}{\eta_n}$	$\eta_{ýô} = \tau/\dot{\gamma}$

Продолжение табл. 1 – Реологические модели неполных кривых течения*

Гершель-Балкли	$\tau = \tau_o + (\eta_{ïë}\dot{\gamma})^{n_1}$	$\dot{\gamma} = \frac{(\tau - \tau_o)^{1/n_1}}{\eta_{ïë}}$	$\eta_{ýô} = \tau/\dot{\gamma}$
Вильямс	$\tau = \frac{\grave{A}\dot{\gamma}}{\hat{A} + \dot{\gamma}} + \eta_\infty\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\grave{A}/(\hat{A} + \dot{\gamma}) + \eta_\infty}$	$\eta_{ýô} = \tau/\dot{\gamma}$

*Обозначения входящих в формулы величин: τ – напряжение сдвига; τ_o – предельное напряжение сдвига; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига; η – ньютоновская вязкость; $\eta_{эф}$ – эффективная вязкость; η_o – начальная вязкость неразрушенной структуры; η_∞ – вязкость предельно разрушенной структуры; $\eta_{пл}$ – пластичная (бингамовская) вязкость; τ_K, η_K – предельное напряжение сдвига и вязкость по Кэссону; τ_X, η_X – то же, по Хейнцу; n – индекс течения; n_1 – то же, по Гершелю-Балкли; К – коэффициент консистенции; A, b, c, m – эмпирические коэффициенты.

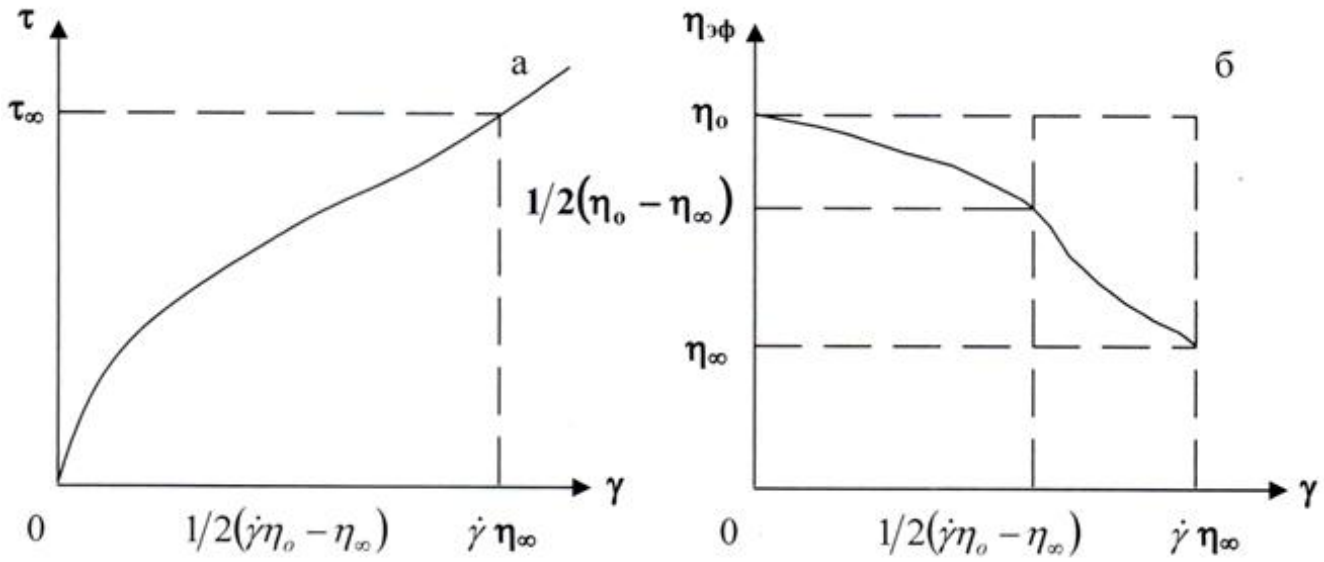


Рис.2 – Полная кривая течения структурно-вязкой жидкости с постоянной начальной вязкостью η_o и постоянной конечной вязкостью η_∞ (а) и функция вязкости полной кривой течения (б)

Таким образом, эффективная вязкость неньютоновских жидкостей состоит из двух компонентов:

1 – ньютоновской вязкости η_∞, которая основана на внутреннем трении жидкости и представляет физическую константу материала (шлама, осадка);

2 – структурного сопротивления $\eta_{эф}(\gamma) - \eta_\infty$, которое зависит от структурного состояния дисперсных систем и является функцией скорости сдвига $\dot{\gamma}$.

Степень разрушения структуры α может быть описана уравнением:

$$\alpha = \frac{\eta_{\hat{i}} - \eta_{ýô}(\dot{\gamma})}{\eta_{\hat{i}} - \eta_\infty} \quad . \qquad (3)$$

Следовательно, эффективная вязкость является реологической характеристикой, которая учитывает внутреннее трение и структурно-динамическую равновесную компоненту. В диапазоне $\eta_o \geq \eta_{эф} \geq \eta_\infty$ разрушение и восстановление структуры при определенной скорости сдвига $\dot{\gamma}$ находятся в равновесном состоянии. При изменении скорости сдвига система без промедления переходит в новое структурное состояние и поэтому называется стабильной.

Самая простая и физически обоснованная модель была получена Бингамом для идеального линейного пластичного материала (табл. 1), у которого τ_o и $\eta_{пл}$ – константы.

Идеально пластичный материал в практике встречается редко, и предел текучести τ_oстановится только параметром сравнения, если его, как это часто случается, получают с помощью экстраполяции. Экспериментально предел текучести измеряют с помощью особых методов[28].

Для нелинейного пластичного материала часто применяют обобщенный степенной закон Гершеля-Балкли или Кэссона (табл. 1).

Таблица 2 – Реологические модели полной кривой течения*

Автор модели	Уравнение состояния	Скорость сдвига
Метер	$\tau = \eta_i \left[\frac{1+(\tau/\tau_m)^{A-1}(\eta_\infty/\eta_o)}{1+(\tau/\tau_m)^{A-1}} \right] \dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau\left[1+(\tau/\tau_m)^{A-1}\right]}{\eta_o\left[1+(\tau/\tau_m)^{A-1}(\eta_\infty/\eta_o)\right]}$
Рейнер	$\tau = \frac{\eta_\infty * \dot{\gamma}}{1-\frac{(\eta_o-\eta_\infty)}{\eta_o}\exp\left(-\frac{\tau^2}{x}\right)}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\eta_\infty}\left[1-\frac{\eta_o-\eta_\infty}{\eta_o}\exp\left(-\frac{\tau^2}{x}\right)\right]$
Прандтль-Эйринг	$\tau = \frac{\eta_o \arcsin(B*\dot{\gamma})}{B}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau * B * \dot{\gamma}}{\eta_o \arcsin(B*\dot{\gamma})}$
Повелл-Эйринг	$\tau = \eta_\infty * \dot{\gamma} + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{B}\arcsin(B*\dot{\gamma})$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau * B - (\eta_o-\eta_\infty)\arcsin(B*\dot{\gamma})}{B-\eta_\infty}$
Рейнер-Филиппов (модифицировано Реером)	$\tau = \tau_o + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{1+(\tau/\tau_m)^n} + \eta_\infty * \dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau-\tau_o}{\eta_\infty + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{1+(\tau/\tau_m)^n}}$
Михайлова-Лихтхайм	$\tau = \frac{\tau/\tau_o(\eta_o-\eta_\infty)}{\sin(\tau/\tau_o)}\gamma + \eta_\infty * \dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau-\tau_o}{\eta_\infty} - \frac{\eta_o/\eta_\infty - 1}{1+(\tau/\tau_m)^n}$
Эллис	$\tau = \frac{\eta_o}{1+(\tau/\tau_{1/2})^{A-1}}\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau\left[1+(\tau/\tau_{1/2})^{A-1}\right]}{\eta_o}$
Пеек-Мак-Леан-Вильямсон	$\tau = \left(\eta_\infty + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{1+\tau/\tau_m}\right)\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\eta_\infty + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{1+\tau/\tau_m}}$
Рейнер-Филиппов	$\tau = \left[\eta_\infty + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{1+(\tau/\tau_m)^2}\right]\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\eta_\infty + \frac{\eta_o-\eta_\infty}{1+(\tau/\tau_m)^2}}$

*Обозначения входящих в формулы величин: τ – напряжение сдвига; τ_m – среднее напряжение сдвига при $\eta_{эф} = 1/2(\eta_o + \eta_\infty)$; $\tau_{1/2}$ – то же, при $\eta_\infty << \eta_o$; $\eta_{эф}$ – эффективная вязкость; η_o – начальная вязкость неразрушенной структуры; η_∞ – вязкость предельно разрушенной структуры; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига; **x** – коэффициент структурной вязкости, определяемый по формуле $(\varphi - \varphi_o)/(d\varphi/d\tau^2)$, где φ – текучесть; φ_o – начальная текучесть; **A, B, n, m** – эмпирические коэффициенты

Изучение свойств шламовых суспензий, аналитическое описание их движения, в том числе по трубопроводам, обычно осуществляют с позиции классической механики сплошных сред. Однако, используемый подход не предусматривает учёта дискретности неньютоновской жидкости (шлама) в состоянии суспензии, а также не учитывает действующие внутри межчастичные силы (дисперсионные, электростатические, химические). Всё это затрудняет решение технологических вопросов перемещения шламов по трубопроводам. Шламовая суспензия дискретна как дисперсная среда, состоящая из дисперсионной и дисперсной фаз. Дискретна также и дисперсионная среда, включающая водную фазу с содержанием масел и нефтепродуктов. Всё это накладывает отпечаток на поведение шламов и их суспензий при движении. Поэтому для управления реологическими свойствами шламовых суспензий необходимо знать их структуру, свойства, состав.

Структуры дисперсных щламов в состоянии термодинамического равновесия можно разделить на две системы .

1) Системы сольватного (гидратного) типа, имеющие конденсационно-кристализационную структуру, образуются при сцеплении однотипных элементов на границе фаз в тех случаях, когда концентрация твердой фазы выше критической. В таких сравнительно крупнозернистых системах силы тяжести превышают силы молекулярного сцепления между твердыми частицами и образование структурных связей возможно лишь за счет жидких оболочек вокруг твердых частиц. После разрушения они не восстанавливаются. Это в основном влажно-твердые отходы, образующиеся при обработке металлов, строительных изделий из стекла и бетона.

2) Системы сетчатого (коагуляционного) типа образуются в шламах и суспензиях, содержащих коллоидные твердые частицы, т.е. частицы размером менее 1 мкм. Эти сверхмелкие частицы в процессе броуновского движения прорывают сольватные (гидратные) оболочки вокруг частиц в наиболее уязвимых местах (углы, ребра частиц) или уменьшают оболочки до толщины мономолекулярного слоя. В результате образуются структурные сетки, которые существуют за счет молекулярных связей между твердыми частицами. В сетчатых структурах шламов и осадков взаимодействие между частицами происходит через тонкий слой дисперсионной среды и обусловлено силами Ван-дер-Ваальса (силы сцепления).

Таким образом, сетчатые (коагуляционные) структуры образуются в мелкодисперсных осадках, шламах путем взаимодействия между частицами и молекулами через прослойки дисперсионной среды(непрерывная водная фаза). Толщина прослоек зависит в определенной мере от содержания дисперсионной среды. При увеличении ее содержания значения сдвиговых свойств обычно уменьшаются, а система из твердообразной переходит в жидкообразную.

Исследованию был подвергнут шлифовальный шлам, образующийся в процессе межоперационной очистки смазочно-охлаждающих жидкостей на металлообрабатывающих и машиностроительных предприятиях. По свойствам шлифовальный шлам можно отнести к пластическим материалам. Основная дисперсионная среда шлама состоит из двух фаз – воды и нефтепродуктов, а дисперсная – из окисленных фракций металла, абразива и его связки. В свободной влаге шлифовального шлама присутствуют водорастворимые соли натрия. В состав шлифовального шлама входят нефтепродукты, используемые для приготовления современных СОЖ и нефтепродукты, входящие в состав индустриальных смазочных масел: сульфированное дизельное топливо, хлорпарафины, изопропилсалицилат натрия, моно-, ди-, триэтаноламины, карбонильные соединения, органические спирты, смолы. Кроме того, в шламах в небольшом количестве всегда содержатся компоненты, которые образуются в результате деструкции органических веществ в зоне обработки металла или специально вводятся при корректировке эксплуатационных свойств СОЖ. Шлифовальные шламы представляют собой структурированные системы. Вокруг отдельных металлических частиц, абразива размером 3 – 150 мкм образуются жидкие сольватные оболочки, которые соприкасаются между собой, образуя структуру более крупных ассоциированных комплексов (роев), обладающую упругими свойствами. В сольватных оболочках образуются и более крупные частицы твердых включений шлама с размером до 0,15 мм. При этом силы тяжести превышают силы молекулярного сцепления между твердыми частицами, и структурные связи возникают только за счет жидких оболочек. Свойства шламов зависят и определяются особенностями сольватной системы, в оболочках которой удерживается в зависимости от категории шлама от 11 – 64 % дисперсионной среды. Устойчивость такой структурированной системы зависит от прочности жидкой оболочки, сил взаимодействия между отдельными частицами и на границе раздела фаз, а также от числа контактов твердых включений шлама с дисперсионной средой в единице объема. На особенности строения сольватной системы и на другие факторы, определяющие устойчивость ассоциированных комплексов, влияют физико-химические свойства шламовых твердых включений, химическая природа жидкой фазы и энергия связей в этой системе. Основную массу шлама составляет масляная фаза, загущенная железными (**Fe**), абразивными включениями, а также высокомолекулярными углеводородами и неорганическими веществами (Na^+, K^+, CO_3^{2-}, HCO_3^-, NO_2^-, PO_4^{3-}, SiO_3^{2-}, Cl^-). В шлифовальном шламе оксид кремния представлен мелкодисперсными частицами. Исследование частичек кремния, входящих в шлам, проведенное при помощи микроскопа, позволило установить их размеры. Размеры колеблются в пределах 1,8 – 80 мкм. Эффективный радиус пор находится в пределах 1,0 – 60 нм. Общая удельная поверхность пор не превышает 350 * 10^3 $м^2$/ кг. Ряд наблюдений за структурированными шлифовально-шламовыми системами, содержащими твердые включения в разных концентрациях и с различной степенью дисперсности, показал, что загущающий эффект дисперсной фазы пропорционален ее молекулярной массе, концентрации в системе и дисперсности. С повышением дисперсности твердой фазы увеличивается поверхность соприкосновения с дисперсионной средой. При этом создаются благоприятные условия для развития различного рода энергетических связей в системе, что и приводит к образованию прочных структур. Поэтому при малых скоростях сдвига вязкость такой сильно загущенной системы значительно возрастает. При больших скоростях сдвига эта структура постепенно нарушается – теряется прочность связи сольватных оболочек с поверхностью твердых частиц. Затем следует отрыв верхних слоев сольватных оболочек, и часть связанной дисперсионной среды при этом высвобождается. Это проявляется в уменьшении вязкости с увеличением градиента скорости сдвига ($\dot{\gamma}$ **).**

Как известно, на реологические свойства может оказать существенное влияние и анизометричность твердых включений шлама (отношение их длины к поперечному размеру). Однако, оценка анизометричности твердых составляющих шлама, выполненная под микроскопом, показала, что отношение длины к диаметру или ширине последних близко к 1 в 98,8 – 99 случаях из 100. Поэтому анизометричностью в данном случае следует пренебречь.

Таким образом, прочность, предел текучести, вязкость, стабильность шлифовальных шламов определяются дисперсностью, энергией связи между твердыми частицами комплексов и взаимодействием дисперсной фазы шлама с его дисперсионной средой.

В связи с выше изложенным шлифовальные шламы уже можно отнести к аномальным, вязкопластичным системам, способным давать большие деформации без потери сплошности, т.е. течь, подобно жидкостям. Однако,это предположение необходимо было подтвердить экспериментально. Для этого важно знать закон их течения – получить полные реологические кривые. С помощью вискозиметрических исследований (использовался ротационный вискозиметр Куэтта с коаксиальными цилиндрами фирмы FannInstrumentCompany, модель35) автором были получены полные реологические кривые течения шламовых суспензий с концентрацией твёрдой фазы до 3%.В коаксиальном цилиндрическом вискозиметре испытуемые шламовые суспензии находились в кольцевом пространстве (сдвиговом промежутке между цилиндрами). Вращение внешнего цилиндра реометра задавалось с определенной скоростью через устройство прецизионного регулирования частоты вращения электродвигателя. Вязкостное сопротивление суспензии создавало момент на внутреннем цилиндре.Этот момент передавался на прецизионную пружину, отклонение которой измерялось, фиксировалось и корректировалось с учетом условий испытания и констант прибора. Такая система позволяла выполнять фактическую имитацию наиболее существенных условий технологических процессов транспортирования по трубопроводам шламовых суспензий, встречающихся в условиях производства. Кроме того, для сравнения в лабораторных исследованиях был применен вискозиметр РВ-8 системы проф. Воларовича М.П. Отношение радиусов наружного (Rн) и внутреннего (Rв) цилиндров вискозиметра не превышало 1,2. Относительная погрешность результатов измерений не превышала $\pm 4\%$. Исследования проводились в диапазоне изменения

скоростей сдвигов от 0,01 до 60*10 $с^{-1}$ в интервале температур от 20 до 60°С(на модели 35), от 20 до 100°С(на модели РВ-8), при изменении концентраций твердой фазы от 1% до 3%(модель 35) и до 20%(модель РВ-8), нефтепродуктов - от 0% до 80%, влажности шламовых суспензий- от 10% до 99%. Размер пробы для реологических измерений составлял 30 $см^3$. Изучению подвергались шламы, выделенные из СОЖ «Синтал-2» и отобранные с очистителей (гидроциклонов и магнитных сепараторов). Варьирование концентраций твердой фазы, влаги и нефтепродуктов проводилось созданием искусственных смесей. Они готовились из производственных образцов шлама. Для получения смесей использовались фильтрованные СОЖ, нефтепродукты, твердые вещества, выделенные из шлама по методу Дина и Старка. Наработка в необходимом количестве образцов была выполнена во время изучения физико-химического состава и структуры шлама. Это позволило исключить влияние случайных производственных погрешностей, от которых зависят сроки эксплуатации СОЖ, а, следовательно, физико-химические свойства шлама.для построения реологических кривых использовались не менее пяти точек.

Кривые течения исследованных суспензий представлены на рисунках 3–5.

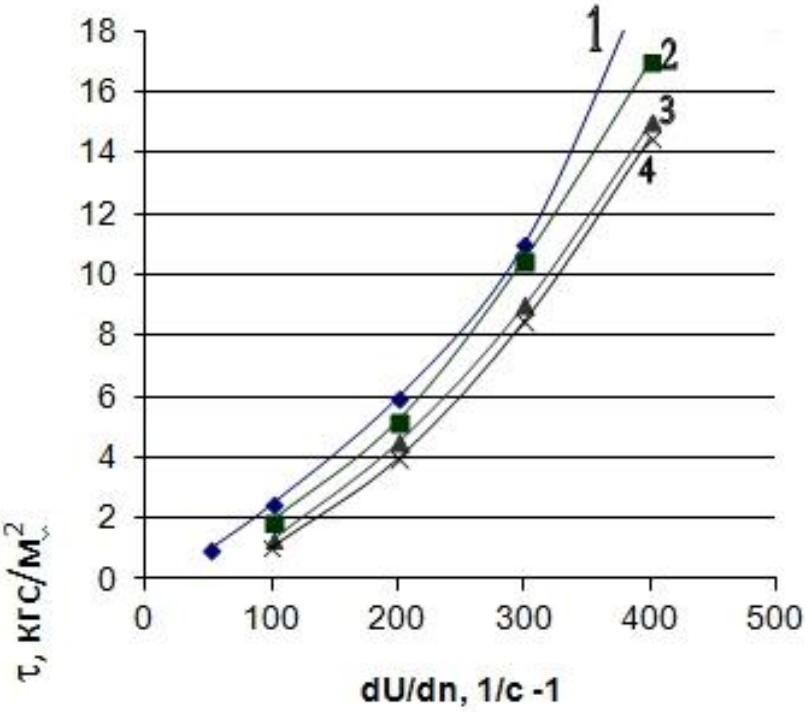


Рис. 3 – Кривые течения суспензии шлифовального шлама, содержащей 1% твердой фазы и 50% нефтепродуктов, при различных температурах: 1 – 20°С, 2 – 40°С, 3 – 60°С, 4 – 80°С, 5 –100°С

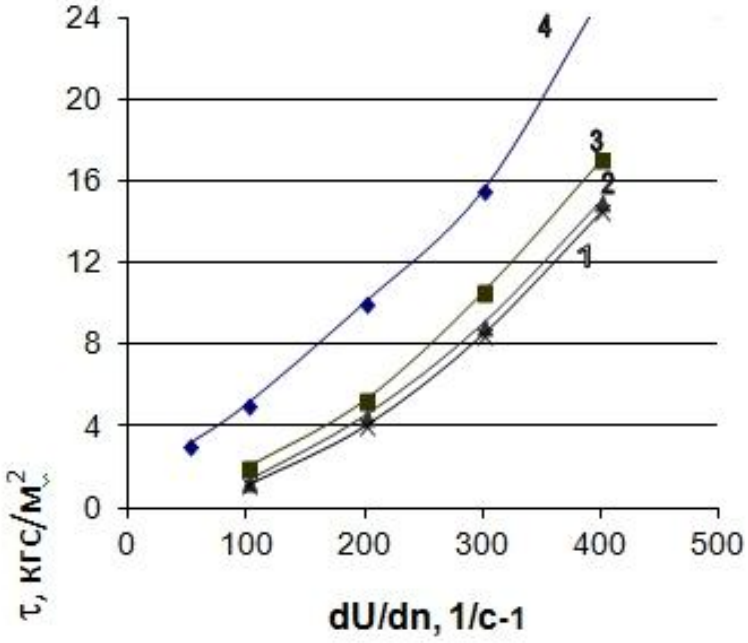


Рис. 4 – Кривые течения суспензии шлифовального шлама, содержащей 20% твердой фазы, при комнатной температуре и различном содержании нефтепродуктов: 1 – 0%, 2 – 10%, 3 – 50%, 4 – 80%

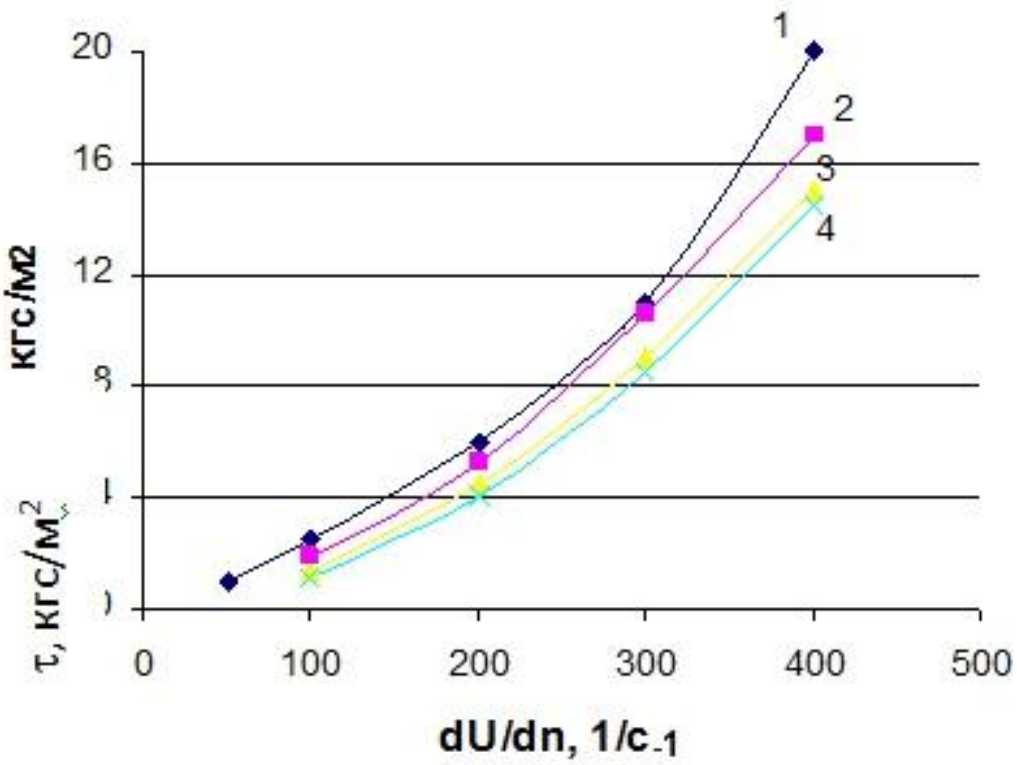


Рис. 5 – Кривые течения суспензии шлифовального шлама,содержащей 20% твердой фазы и 50% нефтепродуктов, при различных температурах: 1 – 40°С, 2 – 60°С, 3 – 80°С, 4 – 100°С

Для этих жидкостей касательное напряжение по Оствальду определяется уравнением, представленным в табл.1.Коэффициент К зависит от консистенции шламовой суспензии и увеличивается с ростом вязкости. Результаты исследования представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Параметры консистентных кривых течения суспензий шлифовального шлама при комнатной температуре

Вид шламовой суспензии	**Концентрация твердой фазы, % (мас)**	**Нефтепродукты % (мас)**	**K кгс·с/м^2**	**n**
Суспензия шлама с содержанием железа менее 30% в твёрдой фазе	**3,00**	**56,00**	**$5 \cdot 10^{-3}$**	**1,540**
Суспензия шлама без нефтепродуктов	**17,00**	**0,00**	**$2 \cdot 10^{-3}$**	**2,145**
Суспензия шлама с содержанием железа менее 30% в твёрдой фазе	**17,00**	**9,70**	**$2 \cdot 10^{-3}$**	**1,600**
Суспензия шлама с содержанием железа более 30% в твёрдой фазе ,включающая отработанный эмульсол «Синтал-2» в количестве 10% (мас.)	**3,00**	**80,00**	**$6{,}3 \cdot 10^{-3}$**	**1,480**
Суспензия на основе эмульсола "Синтал-2"	**0,00**	**85,30**	**$6{,}9 \cdot 10^{-3}$**	**1,31**

Значение коэффициентов, приведенных в таблице 3, соответствует течению суспензий при комнатной температуре. При нагревании до 55˚С текучесть суспензий снижалась. Как следует из таблицы суспензия шлама с отработанным эмульсолом «Синтал–2» с концентрацией по нефтепродуктам 80% представляет собой сильно вязкую систему ($k = 6{,}3 \cdot 10^{-3}$). Логарифмические кривые течения этого вида суспензии, снятые при нагревании, свидетельствуют, что при t˚=45˚С вязкость суспензии снижается, и значения коэффициентов k и m соответственно становятся равными: $5{,}2 \cdot 10^{-3}$ и 1,23. При увеличении в суспензиях фазы нефтепродуктов и незначительном снижении крупности твердых включений величина коэффициента m снижалась и приближалась к единице при концентрации твердого (по массе) 1% и менее. С уменьшением до нуля количества нефтепродуктов в суспензиях шлифовального шлама значение коэффициента m возрастает и превышает значение 2 при нулевой концентрации.

Таблица 4 – Реологические константы

Содержание в суспензиишлифованного шлама,%		Температура, град.С	Интервал изменения вязкости,$\eta_{эф}$П$_3$	Предел текучести, кгс/м^2	к, кгсс^m/м^2	m, безразмерный
Твердой фазы	нефтепро-дуктов					
1	2	3	4	5	6	7
1	10	18	0,85-5,43	0,495	$1,15x10^{-5}$	2,02
1	10	40	0,19-5,91	0.330	$3,5x10^{-5}$	2,22
1	10	60	0,19-5,21	0,165	$7,8x10^{-5}$	2,25
1	10	80	0,18-4,9	0,124	$1,15x10^{-6}$	2,33
1	10	100	0,31-4,65	0,12	$1,22x10^{-6}$	2,36
3	10	18	0,16-6,11	0,632	$2,5x10^{-5}$	2,19
1	50	20	0,94-5,49	0,576	$7x10^{-5}$	2,10
1	50	40	0,82-5,37	0,57	$1x10^{-6}$	2,34
1	50	60	0,21-4,96	0,536	$1,79x10^{-6}$	2,48
1	50	80	0,39-4,83	0,495	$1,77x10^{-7}$	2,58
1	50	100	0,98-4,53	0,492	$2x10^{-7}$	2,72
1	60	20	0,58-5,39	0,579	$7x10^{-4}$	1,88
1	80	40	0,43-4,72	0,565	$1,22x10^{-5}$	2,01
1	60	60	0,91-4 ,6	0,541	$1,35x10^{-5}$	2,11
1	60	80	0,62-4,54	0,496	$1,22x10^{-6}$	2,34
1	80	100	0,73-4,41	0,49	$2x10^{-6}$	2,48
3	0	20	0,92-5,35	0,625	$3,65x10^{-5}$	2,27
3	0	40	0,73-5,37	0,59	$1,27x10^{-6}$	2,36
3	0	60	0,69-4,90	0,53	$2,05x10^{-6}$	2,48
3	0	80	0,66-4,59	0.502	$3,4x10^{-6}$	2,51
3	0	100	0,79-4,30	0,496	$3,9x10^{-6}$	2,55
3	50	20	1.53-5,90	0,689	$3,81x10^{-4}$	1,91
3	50	40	0,46-5,41	0,635	$2,1x10^{-5}$	2,13
3	50	60	0,95-5,09	0,608	$4x10^{-5}$	2,24
3	50	80	0,94-5,09	0,604	$2,4x10^{-6}$	2,50
3	50	100	0,71-4,22	0,601	$1,22x10^{-7}$	2,71
7	0	20	0,67-6	0,764	$7x10^{-4}$	1,95
10	0	20	1,02-5,53	0,806	$4x10^{-4}$	1,87
10	10	20	0,77-5,15	0,746	$2,1x10^{-4}$	1,78
17	0	20	1,10-4,45	0,825	$3,7x10^{-4}$	1,80
17	50	20	1,44-4,77	0,99	$2,2x10^{-4}$	1,66
17	80	20	1,93-4,57	1,319	$6x10^{-3}$	1,48
20	0	20	0,69-4,65	0,85	$1,25x10^{-4}$	1,96
20	10	20	0,53-4,48	0,925	$2,51x10^{-4}$	1,94
20	50	20	2,39-4,36	1,09	$1,15x10^{-3}$	1,35
20	80	20	5,2-5,68	1,484	$2,3x10^{-2}$	1,03
20	0	40	0,86-4,53	0,83	$8x10^{-4}$	1,99
20	0	60	0,94-3,98	0,802	$1,04x10^{-5}$	2,01
20	0	80	0,77-4,42	0,761	$6,5x10^{-5}$	2,15
20	0	100	1,01-4,19	0,749	$1,22x10^{-7}$	2,63
20	10	40	0,91-4,82	0,911	$5x10^{-5}$	2,18
20	10	60	0,52-4,95	0,89	$2x10^{-7}$	2,76
20	10	80	0,61-4,77	0,856	$6,9x10^{-7}$	2,90
20	10	100	0,59-4,54	0,848	$1,56x10^{-8}$	2,94
20	50	40	2,37-4,36	0,99	$2,5x10^{-3}$	1,44
20	50	60	0,61-5,08	0,981	$3,2x10^{-4}$	1,66
20	50	80	0,54-4,77	0,97	$4,7x10^{-5}$	1,88
20	50	100	0,6-5,2	0,969	$5x10^{-5}$	2,10
20	80	40	2,9-5,81	1,201	$3,49x10^{-2}$	1,08
20	80	60	1,33-5,35	1,15	$3,38x10^{-4}$	1,83
20	80	80	1,33-5,11	1,01	$1,22x10^{-5}$	2,01
20	80	100	1,23-4,83	0,99	$8x10^{-5}$	2,05

$\eta_{эф}$–вязкость в табл. представлена в пуазах

Таким образом, исследование реологических свойств шлифовальных шламов и ихсуспензий позволило:

1) подтвердить их принадлежность к неньютоновским жидкостям;

2) получить полные реологические кривые их течения;

3) определить значения предела текучести, реологических коэффициентов и их зависимость от концентраций составляющих суспензий компонентов и от температуры, что необходимо знать при выборе режима их транспортирования по трубопроводам. Полученные результаты исследований могут быть положены в основу инженерных расчётов шламопроводов промышленных диаметров, будут использоваться при подборе насосного оборудования, при оценке гидравлических сопротивлений транспортирования шламов к месту их переработки.

Литература

1. Уилкинсон, У.Л. Неньютоновские жидкости. Гидромеханика, перемешивание и теплообмен. Пер. с англ./ У.Л. Уилкинсон. – М.: Мир, 1964.- 216 с.

2. Рейнер, М. Реология / М. Рейнер. – М.: Наука, 1965.– 220 с.

3. BirdR.B., StewartW.E., LightfootE.N. // Transportphenomena. N.Y.-L., GohnWiley, 1962 , p.28, 188, 204.

4. Escher F , Albisser-Rotach S. Zur Bestimmung des FlieBverhaltens vor halbflussigenZebensmitteln. ZFL Zeitschrift für Zebensmittel//Technologie und Verfahrenstechnik. 34(4), 1983 – S.283.

5. 1.Романков, П.Г. Гидромеханические процессы химической технологии /П.Г. Романков, М.И.Курочкина.–Л.: Химия, 1982.– 288 с.

6. RoelsJ.A.,van den Berg J., Voncken R.M., The Reology of Mycelial Broth, Biotech.Bioeg, 16,181, 1974.

7. Соколов,Л.И. Течение неньютоновских жидкостей: Монография / Л.И. Соколов.- Вологда: ВоГТУ, 2007.- 99 с.

8. Dean vortex membrane microfiltration non-Newtonian viscosity effects. *Schutyser MaartenBelfort Georges.*Ind. and Eng. Chem. Res. 2002.41, № 3, с. 494-504.

9. R.P.Chhabra, J.F.Richarson. Non-Newtonian Flow and Applied Rheology:Engineering Applications. Butterworth-Heinemann, 2011.-536s.

References

1. Uilkinson, U.L. Nen'jutonovskie zhidkosti. Gidromehanika, peremeshivanie i teploobmen. Per. s angl./ U.L. Uilkinson. – M.: Mir, 1964.- 216 s.

2. Rejner, M. Reologija / M. Rejner. – M.: Nauka, 1965.– 220 s.

3. BirdR.B., StewartW.E., LightfootE.N. // Transportphenomena. N.Y.-L., GohnWiley, 1962 , r.28, 188, 204.

4. Escher F , Albisser-Rotach S. Zur Bestimmung des FlieBverhaltens vor halbflussigenZebensmitteln. ZFL Zeitschrift für Zebensmittel//Technologie und Verfahrenstechnik. 34(4), 1983 – S.283.

5. 1.Romankov, P.G. Gidromehanicheskie processy himicheskoj tehnologii /P.G. Romankov, M.I.Kurochkina.–L.: Himija, 1982.– 288 s.

6. RoelsJ.A.,van den Berg J., Voncken R.M., The Reology of Mycelial Broth, Biotech.Bioeg, 16,181, 1974.

7. Sokolov,L.I. Techenie nen'jutonovskih zhidkostej: Monografija / L.I. Sokolov.- Vologda: VoGTU, 2007.- 99 s.

8. Dean vortex membrane microfiltration non-Newtonian viscosity effects. Schutyser MaartenBelfort Georges.Ind. and Eng. Chem. Res. 2002.41, № 3, s. 494-504.

9. R.P.Chhabra, J.F.Richarson. Non-Newtonian Flow and Applied Rheology:Engineering Applications. Butterworth-Heinemann, 2011.-536s.

Сташинов Ю.П.
Кандидат технических наук, Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ В СРЕДЕ MATHCAD

Аннотация

Приведена математическая модель электропривода постоянного тока с переменной структурой в виде структурной схемы и системы дифференциальных уравнений в нормальной векторной форме $\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B$, *где матрица A и вектор B дискретно изменяются при достижении одной из переменных состояния (током якорной цепи) уровня отсечки. Предложен программный модуль в MathCAD для численного решения указанной системы уравнений, с применением которого выполнено моделирование процесса пуска электропривода.*

Ключевые слова: моделирование, электропривод, переменная структура, маткад

Stashinov Yu.P.
PhD in Engineering, Shakhty Institute (Branch) of South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute) by M.I. Platov

SIMULATION OF DC ELECTRIC DRIVEWITH A VARIABLE STRUCTURE IN MATHCAD

Abstract

The mathematical model of the dc electric drive with a variable structure is represented by the structural diagram and the system of differential equations of the normal vector form $\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B$, *where matrix and vector B are discretely changing, when one of the state variables (the armature current) reaches the cut-off level. The program module in MathCAD for numeric solution of the mentioned system of equations was suggested and used for simulation of the process of drive start up.*

Keywords: simulation, electric drive, variable structure, MathCAD

В ряде электроприводов постоянного тока получила применение система управления с ПИ-регулятором скорости и жёсткой отрицательной обратной связью по току с отсечкой. Система обеспечивает получение жёсткой механической характеристики электропривода в зоне рабочих нагрузок с защитой от перегрузок, в том числе в режиме стопорения. На рис. 1 приведена структурная схема такой системы с записью переменных состояния в относительных единицах [1]. За базовые величины для тока *i*, угловой скорости ω и напряжения *u* приняты, соответственно, номинальный ток электродвигателя $I_н$, заданное значение угловой скорости Ω_0 и величина ЭДС вращения якоря электродвигателя $E_a = C_e \cdot \Omega_0$ при угловой скорости Ω_0.

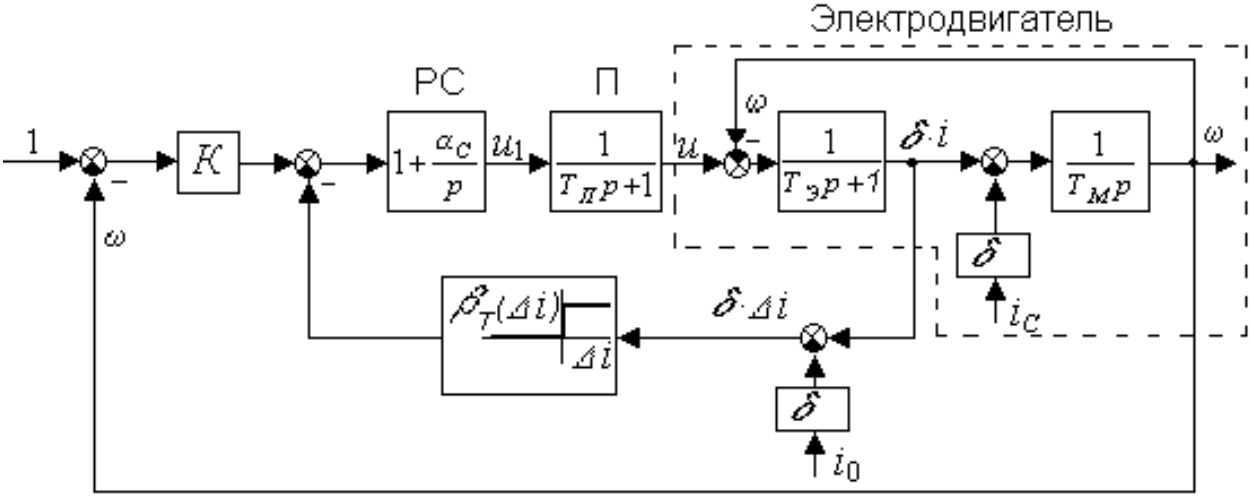


Рис. 1 – Структурная схема системы управления электропривода постоянного тока с токовой отсечкой

На схеме приняты следующие обозначения:

K, β_T – коэффициенты усиления контуров угловой скорости и тока;

α_c – коэффициент интегральной составляющей регулятора угловой скорости (РС);

$T_П$, $T_Э$ – электромагнитные постоянные времени преобразователя П (управляемого выпрямителя) и якорной цепи электродвигателя;

T_M – электромеханическая постоянная времени привода;

$\delta = I_н \cdot R_a / C_e \cdot \Omega_0$ – статизм разомкнутой системы управления, равный относительному (в долях заданного значения Ω_0) снижению угловой скорости Ω при увеличении тока якоря от нулевого значения до номинального $I_н$, где R_a – сопротивление якорной цепи электродвигателя;

i_C – статическая величина тока якорной цепи двигателя;

i_0 – величина тока отсечки; $\Delta i = i - i_0$.

Принципиальной особенностью рассматриваемой системы является то, что её структура изменяется при переходе одной из переменных состояния (тока якорной цепи i) через пороговое значение, равное величине тока отсечки i_0. Отрицательная обратная связь по току вступает в действие при пуске электропривода, а также при набросе нагрузки только при выполнении условия: $i > i_0$.

Приведенной на рис.1 структурной схеме соответствует следующая система интегро-дифференциальных уравнений в операторной форме записи:

$$u_1 = [K(1-\omega) - \delta \cdot \beta_T(\Delta i) \cdot \Delta i] \cdot (1 + \frac{\alpha_c}{p}) \quad (1)$$

$$u = u_1 \cdot \frac{1}{T_П p + 1} \quad (2)$$

$$\delta \cdot i = \frac{1}{T_Э p + 1}(u - \omega); \quad (3)$$

$$\omega = \frac{1}{T_M p}(\delta \cdot i - \delta \cdot i_C), \omega \geq 0 \quad (4)$$

$$\beta_T(\Delta i) = \begin{cases} 0 & при \quad \Delta i < 0 \\ \beta_T & при \quad \Delta i \geq 0 \end{cases}. \quad (5)$$

Дифференцируя (1) с учётом соотношений (3, 4), запишем систему уравнений (1–5) в нормальной форме Коши:

$$\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B, \quad (6)$$

где Y – вектор переменных состояния ($Y_0 = u_1$, $Y_1 = u$, $Y_2 = i$, $Y_3 = \omega$);

A – матрица размером 4x4;

B – вектор воздействий.

$$A = A_0 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & -\frac{K}{T_M} \cdot \delta & -K \cdot \alpha_C \\ \frac{1}{T_П} & -\frac{1}{T_П} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{T_Э \cdot \delta} & -\frac{1}{T_Э} & -\frac{1}{T_Э \cdot \delta} \\ 0 & 0 & \frac{\delta}{T_M} & 0 \end{vmatrix} \quad при\ i<i_0$$

$$A = A_1 = \begin{vmatrix} 0 & -\frac{\beta_T}{T_M} & (\frac{\beta}{T_Э} - \frac{K}{T_M} - \alpha \cdot \beta_T) \cdot \delta & \frac{\beta_T}{T_Э} - K \cdot \alpha_C \\ \frac{1}{T_П} & -\frac{1}{T_П} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{T_Э \cdot \delta} & -\frac{1}{T_Э} & -\frac{1}{T_Э \cdot \delta} \\ 0 & 0 & \frac{\delta}{T_M} & 0 \end{vmatrix} \quad при\ i \geq i_0,$$

$$B = B_0 = \begin{vmatrix} K(\alpha_c + \frac{\delta}{T_M} \cdot i_c) \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{\delta}{T_M} \cdot i_c \end{vmatrix}$$

при $i<i_0$,

$$B = B_1 = \begin{vmatrix} K(\alpha_c + \frac{\delta}{T_M} \cdot i_c) + \alpha_c \cdot \delta \cdot i_0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{\delta}{T_M} \cdot i_c \end{vmatrix} \text{ при } i \geq i_0.$$

Введём также вектор начальных условий $W = (K \quad 0 \quad 0 \quad 0)^T$.

Встроенные средства *MathCAD* не предусмотрены для решения систем дифференциальных уравнений, описывающих поведение динамических систем, структура или параметры которых дискретно изменяются при достижении переменными состояния некоторых пороговых уровней. В связи с этим предлагается программный модуль (рис. 2) для исследования поведения рассматриваемой системы, реализующий алгоритм Рунге-Кутты 4-го порядка. Модуль позволяет на каждом шаге численного интегрирования системы дифференциальных уравнений отслеживать текущие значения переменных состояния и по результатам сравнения их с пороговыми значениями принимать соответствующие выражения для матрицы A и вектора воздействий B. В частности в исследуемой системе отслеживаются величины тока якорной цепи Y_2 и угловой скорости Y_3.

$t := 0 \quad Y := W \quad h := 0.0001$

$Z := \text{for } j \in 1..20000$

$A \leftarrow A0 \text{ if } Y_2 < i0$

$A \leftarrow A1 \text{ otherwise}$

$B \leftarrow B0 \text{ if } Y_2 < i0$

$B \leftarrow B1 \text{ otherwise}$

$F \leftarrow A \cdot Y + B$

$V \leftarrow F \cdot h$

$L \leftarrow V$

$Y \leftarrow W + \frac{V}{2}$

$t \leftarrow t + \frac{h}{2}$

$F \leftarrow A \cdot Y + B$

$V \leftarrow F \cdot h$

$L \leftarrow L + 2 \cdot V$

$Y \leftarrow W + \frac{V}{2}$

$F \leftarrow A \cdot Y + B$

$V \leftarrow F \cdot h$

$L \leftarrow L + 2 \cdot V$

$Y \leftarrow W + V$

$t \leftarrow t + \frac{h}{2}$

$F \leftarrow A \cdot Y + B$

$Y \leftarrow W + \frac{(L + h \cdot F)}{6}$

$Y_3 \leftarrow 0 \text{ if } Y_3 < 0$

$W \leftarrow Y$

$Z_j \leftarrow Y$

$j := 1..10000 \quad t(j) := h \cdot j$

$i(j) := (Z_j)_2 \quad \omega(j) := (Z_j)_3$

Рис. 2 – Программный модуль решения системы уравнений

С использованием программного модуля на рис. 3 в качестве примера приведены результаты моделирования процесса пуска электропривода при номинальной нагрузке (i_c = 1) и следующих численных значениях параметров: $T_П$ = 0,01с; $T_Э$ = 0,05с; T_M = 0,1с; δ = 0,3;

K = 0,25; α_c = 20; β_T = 50; i_0 = 2.

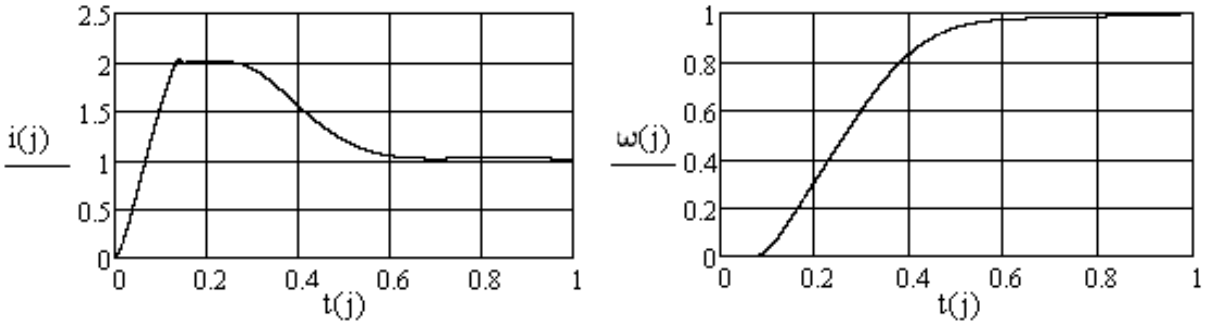


Рис. 3 – Зависимости тока якорной цепи и угловой скорости от времени при пуске электропривода

Рассматриваемый в данной работе подход и предложенный программный модуль с необходимой корректировкой можно использовать для исследования поведения широкого класса динамических систем с переменными структурой или параметрами, поведение которых во времени описывается системой дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши относительно переменных состояния.

Литература

1. Сташинов Ю.П. Курс лекций по системам управления электроприводов [Электронный ресурс] URL: http://twirpx.com/file/858316/ (дата обращения 15.03.2015).

References

1. Stashinov Ju.P. Kurs lekcij po sistemam upravlenija jelektroprivodov. [Jelektronnyj resurs] URL: http://twirpx.com/file/85816/ (data obrashhenija 15.03.2015).

Столяров А.А.[1] , Беляев Д.Н.[2] , Мирошниченко Д.А.[3]
[1]Доктор технических наук, [2]аспирант, [3]инженер,
Ивановский государственный политехнический университет

МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация

В статье рассматривается вопрос оснащения технологического оборудования прядильного производства системами автоматики для оперативного контроля технологических параметров и нормирования качественных показателей пряжи и нитей.

Ключевые слова: прядильная машина, автоматические системы контроля, качество пряжи, структура пряжи, свойства пряжи.

Stolyarov A.A.[1], Belyaev D.N.[2], Miroshnichenko D.A.[3]
[1]PhD in Engineering, [2]postgraduate student, [3]engineer,
Ivanovo State Politechnical University

METHOD FOR CONTINUOUS MONITORING OF PROPERTIES TEXTILE PRODUCTS

Abstract

The article discusses the issue of equipping of technological equipment of spinning production automation systems for operational control of technological parameters and regulation of quality indicators yarn and threads.

Keywords: spinning machine, automatic control systems, quality yarn, yarn structure, properties yarn.

В настоящее время на отечественном рынке товаров лёгкой промышленности, к сожалению, преобладают изделия импортного производства. Для повышения конкурентоспособности текстильной продукции, выпускаемой российскими производителями, необходимо решать самые разнообразные задачи, в том числе необходимо проанализировать и выявить слабые звенья в цикле производства. Составляющие этого цикла могут составить достаточно ёмкий перечень, охватывая всю многогранность производственной системы. Приоритетными направлениями нашего исследования является совершенствование кольцевой прядильной машины и разработка технических средств контроля вырабатываемой пряжи.

Задача оснащения отечественного прядильного оборудования системами автоматики для оперативного контроля технологических параметров и нормирования качественных показателей пряжи и нитей является наиболее значимой в настоящее время. Мониторинг состояния оборудования в режиме реального времени способствует повышению эффективности производства, а применение современных микропроцессорных узлов, интегрированных с ЭВМ и оснащенных современными средствами коммутации, как проводными (USB), так и беспроводными (Bluetooth, Wireless USB, Wi-Fi), делает устройство актуальным в современном мире информационных технологий.

Прежде чем анонсировать нашу разработку можно смело заявить, что оно обладает всеми достоинствами образца, способного занять свое место на рынке метрологических систем и приборов. Устройство позволяет определять

основные параметры вырабатываемого продукта, а так же техническое состояние узлов прядильной машины, принимающих непосредственное участие в процессе формирования пряжи.

Прибор скомпонован на базе электронных компонентов широко распространенных на российском рынке. Минимизация размеров современных деталей позволяет выполнить прибор в компактном исполнении, не теряя при этом в функциональности. Схемотехническое решение составлено таким образом, что при функциональном расширении, изменении требований или условий работы, делает устройство максимально универсальным – доработка коснется лишь программной части, тем самым открываются большие перспективы для изобретателей и разработчиков промышленных лабораторий.

В дополнении к указанным функциям устройство способно производить вычисление составляющих и расчетных величин [5], благодаря которым можно контролировать технологический процесс кольцевой прядильной машины в зоне формирования продукта. Собранные данные образуют массив, выявляя закономерность их изменения, а так же причины и элементы зависимости, влияющие на качество пряжи. Применение средств обратной связи дают возможность коррекции и управления технологическим процессом.

В качестве функционального ядра выбран современный высокопроизводительный микроконтроллер (МК) компании Silicon Laboratories, поддерживающий возможность передачи данных на ЭВМ по шине USB. Программирование микроконтроллера производилось с учётом теории и технологии изготовления пряжи кольцевого способа прядения. Основой для программирования устройства являются математические выражения определения крутки пряжи, которую та приобретает в процессе формирования. Компоненты математического выражения описывают рабочие характеристики основных узлов машины (частота вращения веретён, бегунка, скорость вращения выпускного цилиндра и пр.).

Известно, что за один оборот бегунка по бортику кольца пряжа получает одно кручение, следовательно, задача стоит в определении числа оборотов на отрезке продукта, подаваемого в зону кручения [5]. Регистрация периодов вращения происходит путем преобразования механического движения в электрический сигнал различного рода датчиками. При попадании бегунка в высокочастотное электромагнитное поле индуктивного датчика на его выводах возникает сигнал, который служит стартовой отметкой для запуска вычислительных операций на МК. Обладая релейной (бинарной) характеристикой, выходной сигнал чувствительного элемента, кратковременным изменением уровня напряжения сообщает о появлении объекта в его активной зоне.

Для регистрации показателей вращения выпускного цилиндра используется оптический датчик с диффузионным отражением от объекта или, так называемый датчик черной метки. На поверхность цилиндра наносятся маркерная метка, либо полоска самоклеющейся пленки. Коэффициент контрастности метки и поверхности цилиндра подбирается таким образом, чтобы на выводе датчика возбуждался импульс, схожий с тем, который получен на выходе индуктивного преобразователя. Далее сигнал пропускаются через Триггер Шмитта. Триггер необходим для приведения неправильной формы сигнала, пришедшего с датчика, к виду прямоугольного импульса, а так же для устранения явления «дребезга». После чего импульс усиливаются до требуемого значения и, удовлетворяющий всем условиям, поступает на цифровой вход МК для дальнейшей обработки. В настоящее время в структуре современных датчиков присутствуют все необходимые узлы, которые обеспечивают на выводах сигнал требуемой формы. Применение таких образцов позволяет избежать усложнения схемы прибора, упростить процесс изготовления и отладки.

Прибор оснащен аналоговым входом для подключения источников аналогового сигнала. Известно устройство динамометрического веретена [6], устройство для измерения натяжения нити между бегунком и паковкой [7] и схемы измерения натяжения пряжи в точке наматывания [3-4]. В качестве аналого-цифрового звена устройства используется 16-разрядный преобразователь фирмы Analog Devices. Режим коррекции в отключенном состоянии тензорезистивного датчика [3] присваивает показанию на выводах значение начальной точки отсчета, приняв его за ноль. В момент прихода импульса с бегунка на контроллере срабатывает прерывание. МК дает команду, и преобразователь приступает к обработке значения пришедшего с выхода усилителя, характеризующего мгновенное натяжение нити в точке наматывания. Как только данные оцифрованы, МК их считывает, и помещает в соответствующий регистр.

ЭВМ при помощи прикладной программы отслеживает, и выполняет все необходимые расчеты и манипуляции, а разработанное устройство осуществляет процесс измерения, приводит результаты к соответствующему виду и посылает их на верхний уровень. Объективное распределение задач системы «Устройство – ЭВМ» позволяет увеличить точность измерений, повышает быстродействие, переместив основную нагрузку на ЭВМ, а так же способствует снижению энергопотребления и значительно упрощает процесс разработки.

В МК запущен таймер в 32-разрядном режиме, который реализован средствами двух 16-разрядных. Это позволит избежать ошибок, возникших вследствие переполнения таймера. Модуль захват/сравнение настроен на работу в режиме захвата, управляемый фронтом импульса. В этом режиме активный фронт на внешнем выводе приведет к захвату значения таймера/счетчика ПМС и загрузке его в 16-разрядный регистр захвата/сравнения соответствующего модуля. Показания таймера $T_{пред}$ и $T_{тек}$ являются основными данными, участвующими в алгоритме. Значения $|\Delta T| = T_{пред} - T_{тек}$ достаточно для расчета частоты вращения. Из известных значений диаметров находятся соответствующие длины окружностей (S_K и $S_{В.Ц.}$) и, следовательно, скорости вращения. В качестве примера для пояснений используются технические характеристики узлов кольцевой прядильной машины П-66-5М4: диаметр выпускного цилиндра – 25мм, диаметр кольца – 42 мм, частота вращения веретена – 13000 мин$^{-1}$. Значения вводятся в окно программы, т.к. являются исходными данными для расчетов. В данном случае процесс точных измерений производится, примерно, 270 раз в секунду, причем скорость вычислительных операций изменяется в зависимости от рабочей частоты вращения. Предельный диапазон работы измерительного устройства для частот вращения веретена достаточно широкий и принят от 10 000 до 40 000 об/мин. Это позволит использовать прибор на кольцепрядильных машинах различного класса.

Момент прихода значений таймера на ЭВМ несет в себе информацию о совершении бегунком или выпускным цилиндром одного полного оборота. Прикладная программа сохраняет их в массив и увеличивает значение счетчика ($Сч_1$ и $Сч_2$) на 1. Значение счетчика служит множителем для последующего определения длин исходного и готового продукта. На основании анализа теории кручения волокнистого материала [1-2], а именно, методики определения коэффициента укрутки – как отношение длины полученного продукта к длине мычки с каждым оборотом веретена бегунок или метка на поверхности выпускного цилиндра проходит одинаковое расстояние. При условии известного диаметра кольца и цилиндра не составляет труда определить это расстояние, а, следовательно, узнать количество волокнистого материала, которое потребовалось затратить на изготовление известной длины готовой пряжи или нити.

Согласно данным, приведенным в [5], показания укрутки пряжи на отрезке, длиной в 1 м, варьируется в пределах 2-6%. Исходя из нашей методики, максимальная погрешность в измерении этого параметра при тех же условиях возрастает до 8% и более. Причиной такой большой ошибки являются относительно большие значения диаметров выпускного цилиндра и кольца, т.к. в метровом отрезке продукта укладывается только 7 полных значений S_K, что соответствует отметке 0,92м. Взяв во внимание высокую скорость и инерционность вращающихся органов, измерения будут производиться каждые 10м. Аналогично, максимальная погрешность в измерении периодов вращения выпускного цилиндра составит около 6%. Значения отклонений, полученные аналитическим методом, выходят за допустимые пределы, делая устройство непригодным для применения в данной области. Решение проблемы сводится к следующему: в начале программы создается условие, определяющее номер импульса, фронт которого будет максимально ближе к этой отметке (N_{10}), тем самым формируя условие ($Сч_1 - Сч_2 > N_{10}$), при котором периодично, через каждые 10 метров продукта, будут рассчитываться текущее значения крутки и других параметров; после чего десятикратное значение будет приводиться к нормальному виду, и помещаться в массив. Такой ход повысит точность измерения, снизив погрешность на порядок.

Основным достоинством разработки является то, что процесс контроля осуществляется в процессе формирования пряжи, то есть в режиме реального времени, чего нельзя сказать о лабораторном оборудовании. Мониторинг технического состояния узлов кольцевой прядильной машины позволяет выявить возможные неполадки, а так же установить закономерность и причины, влияющие на качество получаемой продукции. Доступна возможность сохранять результаты измерений в памяти ЭВМ в течении длительного времени. На основании результатов измерения формируется задающее воздействие в средствах обратной связи.

В целом применение разработанного метода и измерительного устройства позволяет значительно сократить время на определение параметров вырабатываемой продукции, уменьшает вероятность брака и, как следствие, повышает производительность оборудования и улучшает качество выпускаемой продукции.

Литература

1. Корицкий, К.И. Вопросы структуры и проектирования хлопчатобумажной пряжи [Текст]: К.И. Корицкий. – М.-Л. Государственное издательство лёгкой промышленности, 1940.

2. Соколов, Г.В. Вопросы теории кручения волокнистых материалов [Текст]: монография / Г.В.Соколов. – М.: Государственное научно-техническое издательство лёгкой промышленности СССР, 1957.

3. Столяров А.А. Способ определения натяжения нити на кольцевой прядильной машине в зоне бегунок-паковка [Текст] / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003.- №5. – С.28-31.

4. Столяров А.А. Построение и анализ диаграммы натяжения нити на кольцевой прядильной машине [Текст] / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009.- №2. – С.28-31.

5. Павлов Ю.В. и др. Теория процессов, технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон: Учебник / Ю.В. Павлов, А.Б. Шапошников, А.Ф. Плеханов, А.А. Минофьев, К.Ю. Павлов; Под ред. Ю.В. Павлова. Иваново: ИГТА, - 2000. - 392 с.

6. Патент на изобретение № 2202662 Российской Федерации, МПК7 D 01 H 13/26. Веретено динамометрическое [Текст] / Бархоткин Ю.К., Столяров А.А. Опубл. 20.04.2003, Бюл. № 11.

7. Патент на изобретение № 2485226 Российской Федерации, МПК7 D 01 H 13/26. Устройство для измерения натяжения нити между бегунком и паковкой кольцевой прядильной машины [Текст] / Столяров А.А. Опубл. 20.06.2013, Бюл.№17.

References

1. Koritskii, K.I. The structure and design of cotton yarn [Text]: K.I. Koritskii. - Moscow-Leningrad State Publishing House of Light Industry, 1940.

2. Sokolov, G.V. Problems in the theory of torsion fibrous materials [Text]: monograph / G.V.Sokolov. - M .: State Science and Technology Publishing House of Light Industry of the USSR, 1957.

3. A.A. Stolyarov The method for determining the thread tension on the ring spinning machine in the area of the runner-packing [Text] / Math. universities. The technology of the textile industry. - 2003.- №5. - S.28-31.

4. A.A. Stolyarov Design and analysis of charts thread tension on the ring spinning machine [Text] / Math. universities. The technology of the textile industry. - 2009.- №2. - S.28-31.

5. Y.V. Pavlov and others. The theory of processes, technology and equipment for spinning cotton and chemical fibers: the Textbook / Y.V. Pavlov, A.B. Shaposhnikov, A.F. Plekhanov, A.A. Minofev, K.Y. Pavlov; Ed. Y.V. Pavlova. Ivanovo: ISTA - 2000. - 392 p.

6. The patent for invention number 2,202,662 of the Russian Federation, MPK7 D 01 H 13/26. Spindle dynamometer [Text] / Barkhotkin Y.K., Stolyarov A.A. Publ. 20.04.2003, Bull. Number 11.

7. Invention patent number 2,485,226 of the Russian Federation, MPK7 D 01 H 13/26. The device for measuring the yarn tension between the thumb and the ring spinning machine to investment [Text] / A.A. Stolyarov Publ. 20.06.2013, Byul.№17.

Терещенко В.Г.
Доцент, кандидат технических наук, Северо-Кавказский федеральный университет

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕЛИЧИН МЕХАНИКИ, ЛИШЁННОЙ ОДНОИМЁННЫХ ВЕЛИЧИН (ЧАСТЬ III)

Аннотация

Проведены исследования в области теоретической метрологии, механики и геометрии. Цель – усовершенствование системы величин механики, достижение взаимного однозначного соответствия между размерностью и родом величины. Величина «угол» получила свою размерность. Найдёт применение в метрологии, образовании, компьютерных вычислениях.

Ключевые слова: метрология, система величин, размерность, механика, геометрия.

Tereshchenko V.G.
Associate professor, PhD in Engineering, North-Caucasus Federal University

ABOUT POSSIBILITY OF CREATION OF SYSTEM OF QUANTITIES OF THE MECHANICS DEPRIVED OF THE QUANTITIES OF THE SAME NAME (PART III)

Abstract

Researches in the field of theoretical metrology, mechanics and geometry are conducted. Goal – improvement of the system of mechanics quantities, the achievement of mutual-one correspondence between a dimension and a kind of quantity. The quantity of the "angle" got its own dimension. Will applications in metrology, education, computer calculations.

Keywords: metrology, system of quantities, dimension, mechanics, geometry.

Эта статья является продолжением статей [1] и [2]. В них излагается разработка новой системы величин механики, отличающейся наличием величины и размерности направления D, объединяемой в производную величину с величиной размерностного модуля $L^{\alpha}M^{\beta}T^{\gamma}$ при помощи величины нормированного модуля L^{0} и действия объединения «◦». В новой системе размерность вектора отличается от размерности скаляра, различные размерности имеют истинные векторы и псевдовекторы, скаляры первого и второго рода. Разные производные величины могут быть получены путём скалярного или векторного произведения векторов. Таким образом, многие величины механики, чьи размерности совпадают между собой в нынешней системе величин, соответствующей Международной системе единиц (СИ), получили в новой системе свои уникальные размерности. В [1] была поставлена цель – выявить возможность и пути создания такой системы величин механики, в которой одинаковой размерностью обладали бы только однородные величины. Можно ли говорить о том, что в [1] и [2] описание системы завершено, и поставленная в [1] цель достигнута полностью? Нет, в этих статьях не изложен способ представления размерности угла. Игнорирование величины «угол», которую считают безразмерностной, приводит к совпадению размерностей ряда самостоятельных величин механики. Поэтому в **данной статье рассмотрим** актуальную задачу, – разработать способ представления размерности угла. Следует также прояснить особенности образования размерностей при делении на направленную величину и формирования размерности суммы.

Рассмотрим представление величины «угол» в предлагаемой системе величин. Величина угла между двумя заданными направлениями, во-первых, показывает, насколько отличается одно направление от другого, во-вторых, показывает отношение длины дуги с центром в точке пересечения направлений, ограниченной этими направлениями, к её радиусу. В любом случае мы будем **рассматривать угол как функцию двух заданных направлений**. В предыдущих статьях [1, 2] были рассмотрены размерности величин, получаемых действиями с направлениями. Это размерности косинуса и синуса угла и величин, образованных с их помощью. Умножение длины заданного отрезка на косинус или синус угла возвращает величину проекции отрезка на заданное направление. Умножение же длины заданного отрезка на величину угла возвращает величину проекции отрезка на дугу, радиус которой равен проецируемому отрезку. Угол, как скалярная величина, играет роль коэффициента искажения при проецировании радиуса на дугу. Подобно умножению на синус угла между направлениями, при умножении на угол получаем новое направление, а не теряем одно измерение, как при умножении на косинус. Поэтому дуга получает направление. Приходим к необходимости ввести в рассмотрение величину «*дуговой вектор*». В отличие от криволинейной координаты дуговой вектор наделяем постоянным радиусом и собственным направлением в пространстве. Дуговому вектору соответствует единственный «*прямой*» вектор, соединяющий начало и конец дугового вектора. При таких условиях дуговые векторы можно складывать с прямыми векторами и между собой с получением единственного результата, выраженного суммарным прямым вектором. Дуговой вектор можно переносить параллельно самому себе в любую точку пространства, получая бесконечное множество равных дуговых векторов. Одинаковыми по своему действию оказываются и все дуговые векторы, соединяющие начало и конец одного прямого вектора. Для дугового вектора выбираем обозначение из набора имеющихся значков – дужка вниз. $\breve{A}$ – дуговой вектор А. Искомую математическую функцию двух направлений назовём «дуговым произведением».

Теперь **рассмотрим размерности величин, полученных при помощи действия «дуговое произведение».** Величины будем представлять по общей схеме [2], которая в общем случае содержит данные о направлении, нормированном модуле и размерностном модуле. В частных случаях некоторые позиции могут отсутствовать.

Для действия «дуговое произведение» выбираем значок $\breve{}$ из таблицы символов или $\breve{\cup}$ из оператора формул. Действие «дуговое произведение» над направлениями $\overset{D}{B}$ и $\overset{D}{E}$ возвращает направление $\overset{D}{B}\breve{\cup}\overset{D}{E}$ от $\overset{D}{B}$ в сторону $\overset{D}{E}$ по дуге на плоскости, параллельной направлениям $\overset{D}{B}$ и $\overset{D}{E}$. Конкретизация по радиусу или длине дуги отсутствует. Но

начальное направление дуги известно – направление касательной к дуге в начальной точке перпендикулярно направлению $\overset{D}{B}$.

$$\dim \overset{D}{B} \cup \overset{D}{E} = \mathrm{D} \cup \mathrm{D}, \quad (1)$$

где D∪D – размерность дугового направления. Т.е. размерность направления по дуге на плоскости, параллельной двум заданным направлениям, при заданном начальном направлении. На рисунке 1 показана дуга нормированного (единичного) радиуса.

Действие «дуговое произведение» над направлением $\overset{D}{B}$ и единичным нормированным прямым вектором $\hat{E} = \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E}$ возвращает единичную дугу $\overset{D}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E}$, имеющую единичный радиус и единичную длину, направленную от направления $\overset{D}{B}$ в сторону единичного прямого вектора $\hat{E}$.

$$\dim \overset{D}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E} = \mathrm{D} \cup \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0, \quad (2)$$

где D∪D◦L^0 – размерность единичной дуги, имеющей единичный радиус и единичную длину, направленной от заданного направления в сторону заданного единичного прямого вектора.

Действие «дуговое произведение» над единичными прямыми векторами $\overset{D}{B} \circ \overset{N}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E} = \overset{D}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{B} \cup \overset{N}{E}$ возвращает дугу, соединяющую концы единичных векторов $\hat{B} = \overset{D}{B} \circ \overset{N}{B}$ и $\hat{E} = \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E}$ в заданной последовательности.

$$\dim \overset{D}{B} \circ \overset{N}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E} = \dim \overset{D}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{B} \cup \overset{N}{E} = \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \cup \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 = \mathrm{D} \cup \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \cup \mathrm{L}^0, \quad (3)$$

где D◦L^0∪D◦L^0=D∪D◦L^0∪L^0 – размерность направленной дуги единичного радиуса, соединяющей концы двух единичных векторов. Т.е. размерность нормированного дугового вектора.

Если взять модуль от предыдущей величины с размерностью (3), получим $\left| \overset{D}{B} \circ \overset{N}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{E} \right| = \left| \overset{D}{B} \cup \overset{D}{E} \circ \overset{N}{B} \cup \overset{N}{E} \right| = \overset{N}{B} \cup \overset{N}{E}$ скалярную величину угла между направлениями.

$$\dim \overset{N}{B} \cup \overset{N}{E} = \left| \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \cup \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \right| = \left| \mathrm{D} \cup \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \cup \mathrm{L}^0 \right| = \mathrm{L}^0 \cup \mathrm{L}^0, \quad (4)$$

где L^0∪L^0 – размерность угла. Угол – это нормированный модуль дугового вектора.

На рисунке 1 показаны нормированные геометрические величины и подписаны их размерности. В том числе показаны величины, полученные скалярным и двойным векторным произведением, рассмотренные в [1, 2].

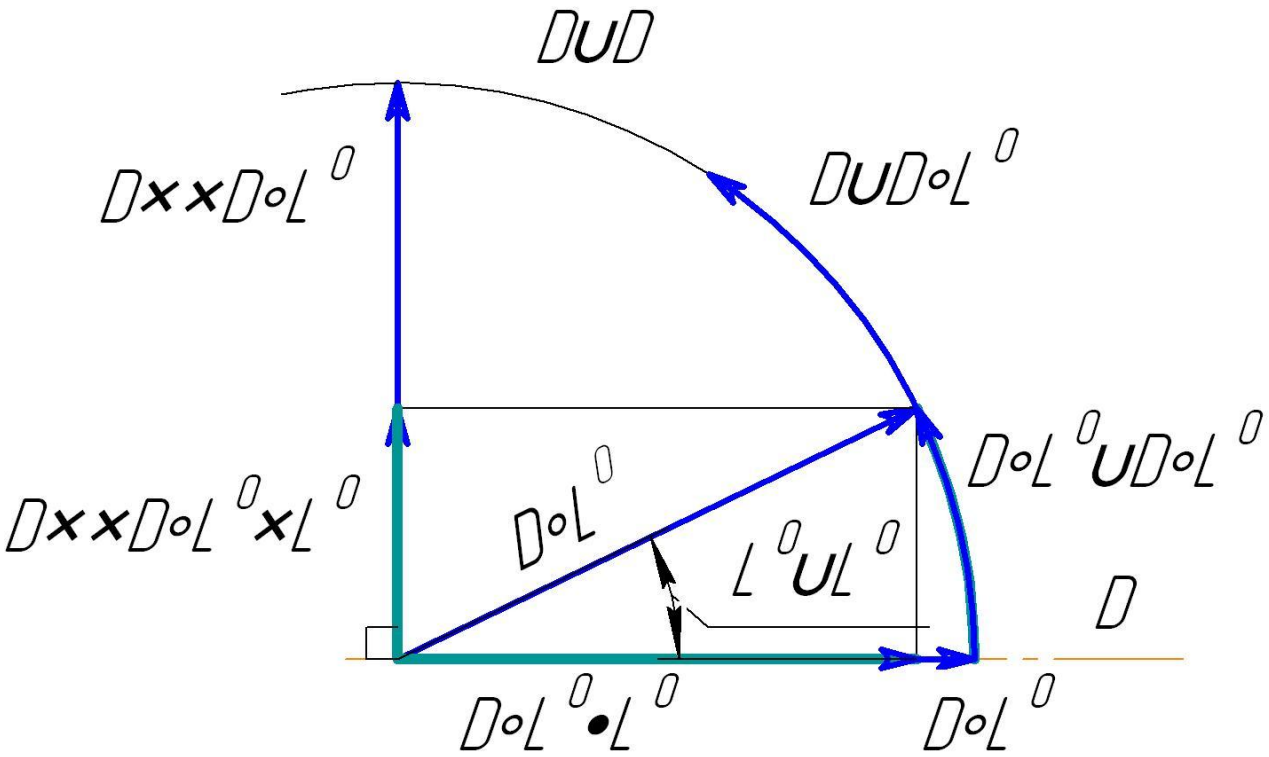


Рис. 1 – Действия с единичным геометрическим вектором D◦L^0 на плоскости и размерности полученных величин

Такие величины и их размерности до сих пор не рассматривались в системах величин. Умножая полученные выше нормированные величины на какой-либо размерностный модуль, получим группу величин, которые в системе

величин, соответствующей Международной системе размерностей, являются одноимёнными. Например, умножим каждую из этих величин на длину L и получим неединичные геометрические величины и их размерности, изображённые на рисунке 2. Все изображённые геометрические величины находятся в плоскости заданного направления с размерностью D и геометрического вектора с размерностью $D{\circ}L^0L$.

$D{\cup}D{\circ}L^0L$ – размерность дугового вектора с длиной, равной радиусу.

$D{\circ}L^0{\cup}D{\circ}\ L^0L$ – размерность дугового вектора с заданным радиусом между двумя заданными направлениями. Модуль этой величины

$|D{\circ}L^0{\cup}D{\circ}\ L^0L| = L^0{\cup}L^0L$ – размерность скалярной длины дуги.

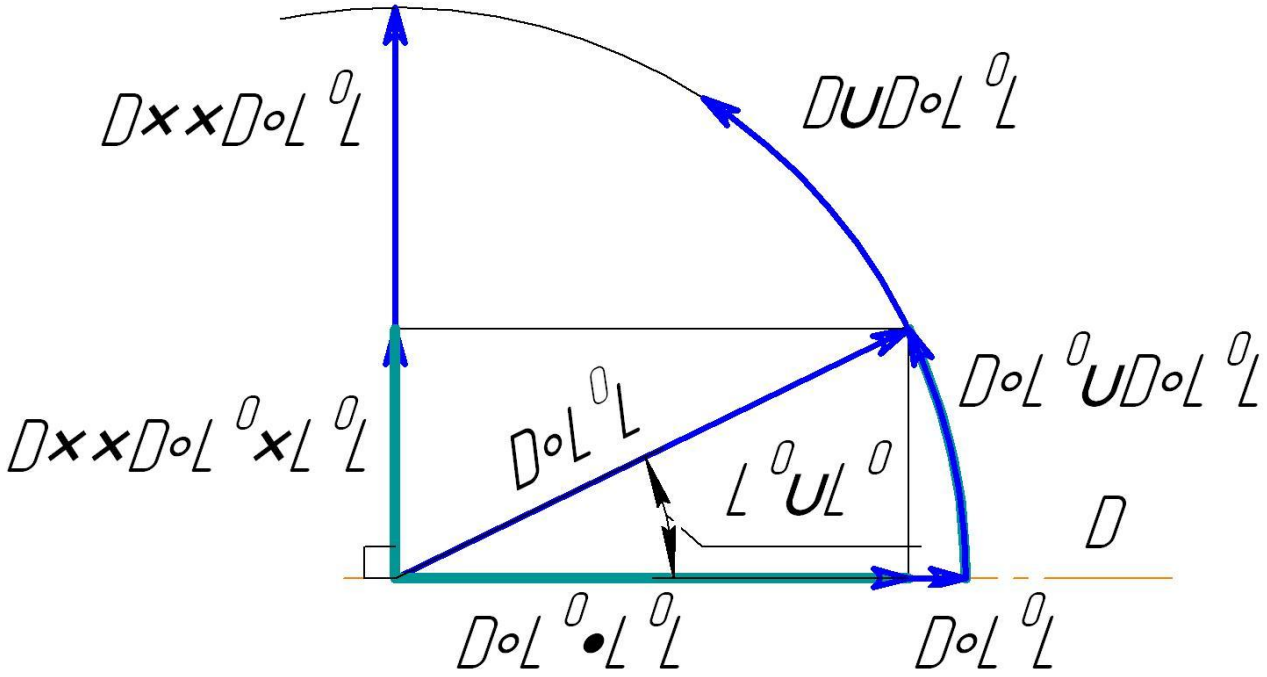


Рис. 2 – Действия с геометрическим вектором на плоскости

Все величины на рисунке 2 – геометрические, это значит, что размерностный модуль представлен размерностью длины L или отсутствует. На рисунке 2 показаны также геометрические величины, полученные скалярным умножением и двойным векторным умножением. Обозначены их размерности, полученные в предыдущих частях статьи [1, 2].

Приведём один пример величины с размерностным модулем L^2.

$D{\circ}L^0L{\cup}D{\circ}L^0L = D{\cup}D{\circ}L^0{\cup}L^0L^2$ – размерность дугового вектора между двумя заданными направлениями, полный модуль которого с размерностью $L^0{\cup}L^0L^2$ можно рассматривать как удвоенную площадь сектора или его проекции.

В общем случае размерность дугового вектора, как результата дугового произведения двух истинных прямых векторов

$$\dim \breve{A} = \dim \overset{D}{A}{\circ}\overset{N}{A}A = \dim \vec{B} \cup \breve{E} = \mathrm{D} \cup \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \cup \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{\alpha}\mathrm{M}^{\beta}\mathrm{T}^{\gamma}, \quad (5)$$

где показатели степени $\alpha=\alpha_B+\alpha_E$, $\beta=\beta_B+\beta_E$, $\gamma=\gamma_B+\gamma_E$ получены сложением показателей степени при одинаковых основных величинах в размерностях сомножителей *B* и *E*.

Перейдём к пространственным величинам. Выполним дуговое произведение направлений перпендикуляров к плоскостям. Перпендикуляры получены путём векторного произведения направлений, принадлежащих плоскостям.

$(D{\times}D){\cup}(D{\times}D)$ – размерность дугового направления поворота плоскости.

$(D{\times}D{\circ}L^0){\cup}(D{\times}D{\circ}L^0)$ – размерность дуги поворота с единичным радиусом от перпендикуляра к одной паре направлений до перпендикуляра к другой паре направлений. Поворот в плоскости, параллельной обоим перпендикулярам. Иными словами – размерность нормированной дуги поворота плоскости. Модуль этой величины $L^0{\cup}L^0$ можно рассматривать как угол поворота плоскости.

Рассмотрим особенности образования размерностей при делении на направленную величину. В известных системах величин производные величины получают не только путём перемножения основных и (или) производных величин, но и путём деления величин друг на друга. Т.е. показатель степени при основной величине в формуле размерности может быть положительным, равным нулю или отрицательным. В предлагаемой нами системе величин добавлены величина направления и действия скалярного и векторного произведения. Как известно, действие деления на вектор не предусмотрено, поэтому в уравнениях связи оно отсутствует. И в формулах размерности деление производится только на модуль величины. Возникает вопрос, нельзя ли точнее формализовать физический смысл величин, учитывая, что делитель может характеризоваться направлением в пространстве?

В предлагаемой нами системе величин вектор может иметь размерностный модуль с отрицательными значениями показателей степени основных размерностей. Т.е. деление на модуль может производиться независимо от действий с направлениями и нормированными модулями.

К тому же результату можно прийти, используя в уравнениях связи единичные векторы и отображая их размерности в формулах размерности.

Приведём **пример определения размерностей полного, нормального и касательного механических напряжений**. Пусть вектор силы $\vec{R}$ представляет сумму распределённых по площади A элементарных сил. Полное среднее напряжение $\vec{p}$ является вектором, а его размерность

$$\dim \vec{p} = \dim \frac{\vec{R}}{A} = \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{LMT}^{-2}\mathrm{L}^{-2} = \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}. \quad (6)$$

Проекция полного напряжения на нормаль к плоскости сечения имеет размерность

$$\dim \sigma = \dim \vec{p} \bullet \hat{n} = \dim \vec{R} \bullet \left(\frac{\vec{1}}{A}\right) = \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{LMT}^{-2} \bullet \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-2} = \mathrm{L}^0 \bullet \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}. \quad (7)$$

Вектор нормального напряжения имеет размерность

$$\dim \vec{\sigma} = \dim\left(\vec{p} \bullet \hat{n}\right)\hat{n} = \dim \vec{R} \bullet \left(\frac{\vec{1}}{A}\right)\left(\frac{\hat{1}}{A}\right) = \left(\mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{LMT}^{-2} \bullet \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-2}\right)\mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 =$$

$$= \left(\mathrm{L}^0 \bullet \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}\right)\mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 = \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \bullet \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}. \quad (8)$$

Вектор касательного напряжения имеет размерность

$$\dim \vec{\tau} = \dim \hat{n} \times \left(\vec{p} \times \hat{n}\right) = \dim\left(\frac{\hat{1}}{A}\right) \times \left(\vec{R} \times \left(\frac{\vec{1}}{A}\right)\right) = \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \times \left(\mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{LMT}^{-2} \times \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-2}\right) =$$

$$= \mathrm{D} \times \times \mathrm{D} \circ \mathrm{L}^0 \times \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}. \quad (9)$$

Модуль касательного напряжения имеет размерность

$$\dim \tau = \mathrm{L}^0 \times \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2} \quad (10)$$

Скобки можно опустить. Здесь произведены сокращения, обусловленные повторным умножением на то же самое направление [2].

Как видим, все рассмотренные величины (6) – (10) имеют свои оригинальные размерности, т.к. у каждой из них есть свой оригинальный геометрический смысл. Базисом для всех геометрических построений служат направление нормали к плоскости сечения и вектор силы.

В новой системе величин свои особенности имеет **соотношение размерностей слагаемых и суммы**. Величины, в размерность которых входит размерность направления D, а размерностные модули совпадают, складываются и вычитаются между собой геометрически, а результат является вектором. Геометрически складываемые величины могут отличаться действиями $(\times,\cdot,\cup)$ между направлениями или нормированными модулями. См. рисунок 2 и формулы (6) – (10).

Отбросив в размерностях нормированные векторы, получим скаляры первого рода, выраженные только размерностными модулями. Скаляры первого рода можно складывать алгебраически, если их размерности совпадают. Результатом будет такой же скаляр первого рода. В частности, сложение величин с размерностью L даёт периметр геометрической фигуры или суммарную длину линий.

Отбросив в размерностях только направления с любыми действиями между ними, при наличии нормированных модулей у величин получаем полные модули истинных векторов, псевдовекторов и скаляры второго или третьего рода. Размерности слагаемых и суммы для них подчиняются теоремам геометрии, в частности, теореме Пифагора. Размерности σ, τ и p из примера связаны выражением

$$\dim p^2 = \dim \sigma^2 + \dim \tau^2, \quad (11)$$

$$\left(\mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}\right)^2 = \left(\mathrm{L}^0 \bullet \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}\right)^2 + \left(\mathrm{L}^0 \times \mathrm{L}^0\mathrm{L}^{-1}\mathrm{MT}^{-2}\right)^2, \quad (12)$$

т.к. при действиях с одним и тем же углом между направлениями

$$\left(\mathrm{L}^0\right)^2 = \left(\mathrm{L}^0 \bullet \mathrm{L}^0\right)^2 + \left(\mathrm{L}^0 \times \mathrm{L}^0\right)^2. \quad (13)$$

Векторные величины не складываются со скалярными.

Выводы.

Разработаны основные положения новой системы величин механики. В ней в полной мере учтены геометрические свойства величин. Добавлена размерность направления и нормированного единичного модуля, которые связаны между собой действием объединения. Для образования производных величин привлечены действия скалярного, векторного умножения и дуговое произведение, специально разработанное для создания размерности угла. Введена в рассмотрение величина «дуговой вектор», которая логически и математически связана с величинами угла и прямого вектора. Благодаря учёту геометрических свойств каждая механическая величина получает свою размерность, исчезают одноимённые величины, появляются размерности у величин, которые были безразмерностными или нераспознанными как самостоятельные величины.

Предлагаем обозначение для новой системы величин механики D◦LMT. Возможен сокращённый вариант обозначения DLMT. Поскольку механика является основой физики, система величин механики должна быть

распространена на всю систему физических величин. Для доработки и признания или непризнания системы необходимы попытки практического применения системы многими специалистами. Поэтому мы предлагаем всем попрактиковаться в применении этой системы.

Литература

1. Терещенко В.Г. О возможности создания системы величин механики, лишённой одноимённых величин (Часть I) // http://research-journal.org/: Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. URL: http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-2-36.pdf (дата обращения 16.06.2015).

2. Терещенко В.Г. О возможности создания системы величин механики, лишённой одноимённых величин (Часть II) // http://research-journal.org/: Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. URL: http://research-journal.org/wp-content/uploads/2015/07/6-1-37.pdf (дата обращения 28.07.2015).

References

1. Tereshchenko V.G. O vozmozhnosti sozdanija sistemy velichin mehaniki, lishjonnoj odnoimjonnyh velichin (Chast' I) // http://research-journal.org/: Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. — 2015. URL: http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-2-36.pdf (data obrashhenija 16.06.2015).

2. Tereshchenko V.G. O vozmozhnosti sozdanija sistemy velichin mehaniki, lishjonnoj odnoimjonnyh velichin (Chast' II) // http://research-journal.org/: Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. — 2015. URL: http://research-journal.org/wp-content/uploads/2015/07/6-1-37.pdf (data obrashhenija 28.07.2015).

Уваров В.А.[1], Староверов С.В.[2], Феоктистов А.Ю.[3], Юдин А.И.[4]

[1]Доктор технических наук, [2]кандидат технических наук, [3]кандидат технических наук, [4]аспирант,

Государственный технический университет им. В. Г. Шухова

ЗАБОР ТЕПЛА ОТ УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация

В статье рассмотрено – способ и принципиальная технологическая схема отбора тепла от печи и подача на теплицу для отопления

Ключевые слова: теплоэнергетика, энергосбережение, промышленность.

Uvarov V.A.[1] , Staroverov S.V.[2] , Pheoktistov A.Y[3]., Yudin A.I. [4]

[1]PhD in Engineering, [2]PhD in Engineering, [3]PhD in Engineering, [4]Postgraduate student,

Shukhov State Technical University

HEAT REMOVAL FROM OUTGOING FLUE GASES OF CALCARS FOR HEATING OF A GREENHOUSE COMPLEX

Abstract

The article considers a method and a basic technological scheme of heat removal from calcar and supply of it inside the greenhouse for heating.

Keywords: heat-and-power engineering, energy saving, industry.

На данный момент активными темпами осуществляется политика по импорт замещению. Широкое развитие получает сельскохозяйственный сектор, в частности строительство тепличных комплексов.

Зачастую тепличные комплексы располагаются вблизи производств с свободным тепловым потенциалом, находящимся в уходящих дымовых газах. Так как выработка тепловой энергии является затратной статьёй расходов для выращивания продукции, актуальным становится снижение себестоимости за счёт использования тепла уходящих дымовых газов.

Основной технической задачей является создание технологической схемы, позволяющей не нарушить режим работы объекта, являющегося поставщиком тепла и потребителя – тепличного комплекса.

Рассмотрим схему работы системы отопления тепличного комплекса.

Как правило, вода подогревается в котле до температуры 80-85 ^{0}С и далее подаётся в теплоаккумулирующую ёмкость. После этого с помощью транспортной группы насосов горячая вода из теплоаккумулирующей ёмкости подаётся на раздаточную гребёнку и далее в теплицу. После теплоноситель с температурой до 35 0С возвращается через обратную гребёнку в аккумулирующую ёмкость и далее на нагрев в котёл.

Ниже представлена принципиальная схема отбора тепла от печи.

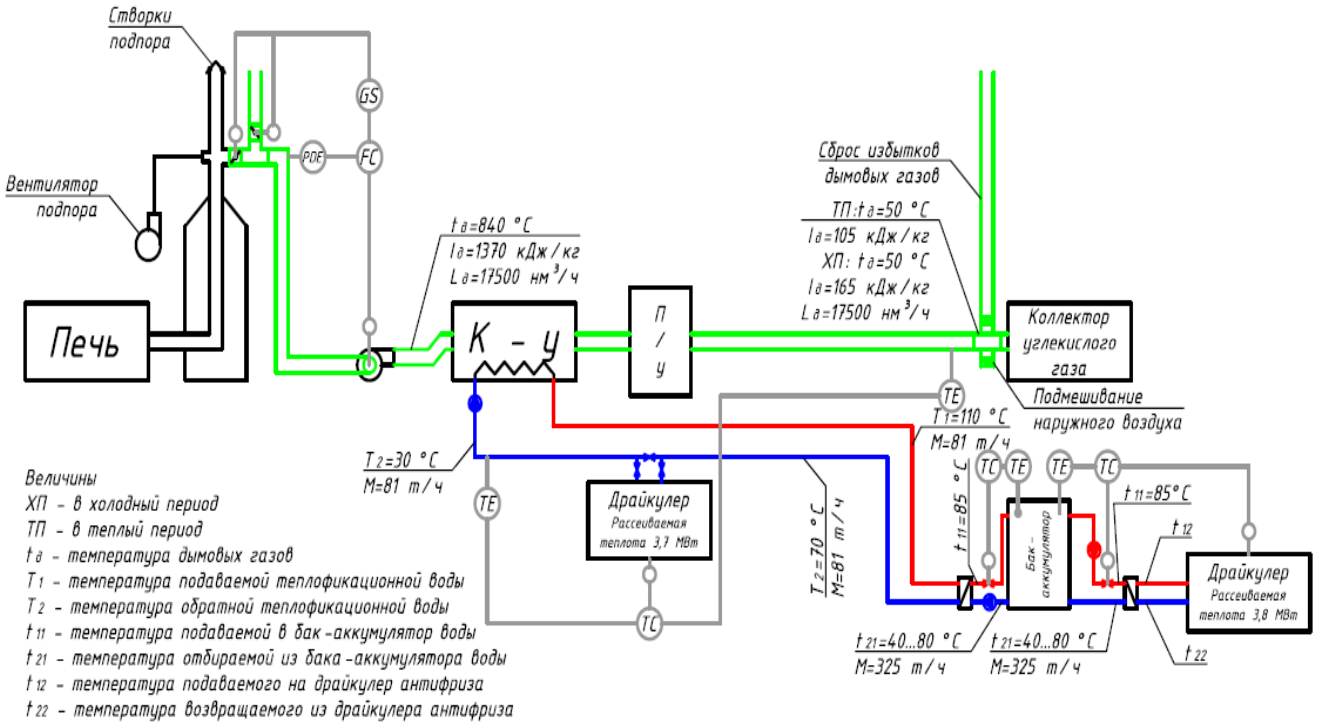


Рис. 1 – Принципиальная схема отбора тепла от печи и подачи на систему отопления теплицы

Уходящие дымовые газы после рекуператора с температурой 750-850 градусов с помощью дымососа подаются через отвод в трубопровод на котёл-утилизатор, где остывают до температуры 50 градусов и далее подаются в систему очистки от дисперсной пыли и азотистых соединений. После очистки, уходящие дымовые газы подаются в существующий коллектор CO2, находящийся в котельной сервисного блока тепличного комплекса и далее в тепличный блок.

Тепло, отбираемое от уходящих дымовых газов в котле-утилизаторе, нагревает воду в теплообменных поверхностях до температуры 110 градусов, которая по магистральным трубопроводам нагревает воду в аккумулирующей ёмкости «ИЗОВОЛ-Агро».

В летний период для устранения перегревов и утилизации избыточного тепла на магистральном трубопроводе и параллельно аккумулирующей ёмкости предусматриваются драйкулеры (охладители) мощностью 3,7 МВт и 3,8 МВт.

Для поддержания исходного аэродинамического режима работы печи устанавливается частотный преобразователь и вентилятор в качестве, поддерживающего установленное технологией процесса производства минеральной ваты разряжение в дымовой трубе. Дополнительно для поддержания исходного аэродинамического режима работы печи устанавливается регулирующая заслонка, которая так же является одной из ступеней защиты.

Для безопасной и стабильной работы печи устанавливается дополнительная дымовая труба, которая будет использоваться для сброса уходящих дымовых газов в период остановки оборудования.

Расчёт количества тепла от уходящих дымовых газов.

1. **Расход материала при загрузке в печь:**

Порфирит:

Расход материала: $L_{мат} = 4373$ кг/ч;

Влажность: $\varphi = 1,69$ %;

Выход влаги: $L_{H_2O} = 73,90$ кг/ч;

Соответственно выход водяных паров равен:

$$L_{d_1} = \frac{L_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{73,90}{0,897} = 91,92 \text{ м}^3/\text{ч};$$

где ρ_{H_2O} - плотность при нормальных условиях водяных паров, кг/м^3;

Доломит:

Расход материала: $L_{мат} = 1458$ кг/ч;

Влажность: $\varphi = 6,8$ %;

Выход влаги: $L_{H_2O} = 99,14$ кг/ч;

Определяем выход водяных паров:

$$L_{d_2} = \frac{L_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{99,14}{0,897} = 123,31 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где ρ_{H_2O} - плотность при нормальных условиях водяных паров, кг/м^3;

Расчёт тепловой мощности при режиме работы «ЗИМА».

1. Количество продуктов горения составляет:

$L_{CO_2} = 1484,7 \text{ м}^3/\text{ч};\ L_{H_2O} = 2957,5 \text{ м}^3/\text{ч};\ L_{N_2} = 12234,9 \text{ м}^3/\text{ч};\ L_{O_2} = 295,23 \text{ м}^3/\text{ч};$

2. Дополнительно при обжиге материалов за счёт содержания влаги в исходных материалах выделяется следующее количество водяных паров:

$$L_{H_2O'} = L_{d_1} + L_{d_2} = 91,92 + 123,31 = 215,23 \text{ м}^3/\text{ч};$$

3. Итого общий расход газов после печи составит:

$$L_{общ} = L_{CO_2} + L_{H_2O} + L_{O_2} + L_{N_2} + L_{H_2O'} = 1484,7 + 2957,5 + 12234,9 + 295,23 + 215,23 = 17187,57 \text{ м}^3/\text{ч};$$

4. Объёмная доля:

$$V_{CO_2} = 8,64\%;\ V_{H_2O} = 18,46\%;\ V_{N_2} = 71,18\%;\ V_{O_2} = 1,72\%;\ V_{общ} = 8,64 + 18,46 + 71,18 + 1,72 = 100\%;$$

5. Влагосодержание уходящих дымовых газов составляет:

$$d_{ух.газ.} = \frac{((L_{H_2O} + L_{H_2O'}) \cdot \rho_{H_2O})}{(L_{общ} \cdot \rho_в) \cdot 1000} = \frac{((2957,5 + 215,23) \cdot 0,804)}{(17187,57 \cdot 1,410) \cdot 1000} = 105,19 \text{ г/кг};$$

6. Плотность дымовых газов равна:

$$\rho_{д.г.} = \frac{((V_{CO_2} \cdot \rho_{CO_2}) + (V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}) + (V_{N_2} \cdot \rho_{N_2}) + (V_{O_2} \cdot \rho_{O_2}))}{100\%} =$$

$$\frac{((8,64 \cdot 1,98) + (18,64 \cdot 0,804) + (71,18 \cdot 1,25) + (1,72 \cdot 1,43))}{100\%} = 1,23 \text{ кг/м}^3,$$

где $\rho_{CO_2} = 1,98$ кг/м^3; $\rho_{H_2O} = 0,804$ кг/м^3; $\rho_{N_2} = 1,25$ кг/м^3; $\rho_{O_2} = 1,43$ кг/м^3 , согласно справочным данным [1];

7. Расход дымовых газов составляет:

$$L_{д.г.} = 17187,57 м^3 \ / ч = 4,77 м^3 \ / с;$$

8. Массовый расход уходящих газов составит:

$$M_Д = L_{д.г.} \cdot \rho_{д.г.} = 4,77 \cdot 1,23 = 5,89 \text{ кг/с};$$

9. Согласно полученным исходным данным температура дымовых газов составляет:

Перед котлом-утилизатором $t_1 = 820\ ^0$C;

После котла-утилизатора $t_2 = 40\ ^0$C;

10. С помощью *i-d* диаграммы найдём энтальпии уходящих дымовых газов:

Перед котлом-утилизатором $I_1 = 1345$ кДж/кг;

После котла-утилизатора $I_2 = 190$ кДж/кг;

11. Соответственно тепловая мощность составляет:

$$Q = (I_1 - I_2) \cdot M_Д = (1345 - 190) \cdot 5,89 = 6803,7 \text{ кВт}=6,8\text{МВт}.$$

Расчёт тепловой мощности при режиме работы «ЛЕТО»

12. Количество продуктов горения составляет:

$L_{CO_2} = 1484,7 \text{ м}^3/\text{ч};\ L_{H_2O} = 3242,59 \text{ м}^3/\text{ч};\ L_{N_2} = 12234,9 \text{ м}^3/\text{ч};\ L_{O_2} = 295,23 \text{ м}^3/\text{ч};$

13. Дополнительно при обжиге материалов за счёт содержания влаги в исходных материалах выделяется следующее количество водяных паров:

$L_{H_2O'} = L_{d_1} + L_{d_2} = 91,92 + 123,31 = 215,23$ м^3/ч;

14. Итого общий расход газов после печи составит:

$L_{общ} = L_{CO_2} + L_{H_2O} + L_{O_2} + L_{N_2} + L_{H_2O'} = 1484,7 + 3242,59 + 12234,9 + 295,23 + 215,23 = 17472,66$ м^3/ч;

15. Объёмная доля:

$V_{CO_2} = 8,64\%$; $V_{H_2O} = 20,12\%$; $V_{N_2} = 71,18\%$; $V_{O_2} = 1,72\%$;

$V_{общ} = 8,64 + 20,12 + 71,18 + 1,72 = 101,66\%$;

16. Влагосодержание уходящих дымовых газов составляет:

$$d_{ух.газ.} = \frac{((L_{H_2O} + L_{H_2O'}) \cdot \rho_{H_2O})}{(L_{общ} \cdot \rho_в) \cdot 1000} = \frac{((3242,59 + 215,23) \cdot 0,804)}{(17472,66 \cdot 1,174) \cdot 1000} = 112,78 \text{ г/кг};$$

17. Плотность дымовых газов равна:

$$\rho_{д.г.} = \frac{((V_{CO_2} \cdot \rho_{CO_2}) + (V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}) + (V_{N_2} \cdot \rho_{N_2}) + (V_{O_2} \cdot \rho_{O_2}))}{100\%} =$$

$$\frac{((8,64 \cdot 1,98) + (20,12 \cdot 0,804) + (71,18 \cdot 1,25) + (1,72 \cdot 1,43))}{100\%} = 1,25 \text{ кг/м}^3,$$

где $\rho_{CO_2} = 1,98$ кг/м^3; $\rho_{H_2O} = 0,804$ кг/м^3; $\rho_{N_2} = 1,25$ кг/м^3; $\rho_{O_2} = 1,43$ кг/м^3, согласно справочным данным;

18. Расход дымовых газов составляет:

$L_{д.г.} = 17472,66 м^3 / ч = 4,85 м^3 / с$;

19. Массовый расход уходящих газов составит:

$M_Д = L_{д.г.} \cdot \rho_{д.г.} = 4,85 \cdot 1,25 = 6,05$ кг/с;

20. Согласно полученным исходным данным температура дымовых газов составляет:

Перед котлом-утилизатором $t_1 = 820\ ^0$C;

После котла-утилизатора $t_2 = 40\ ^0$C;

21. С помощью *i-d* диаграммы найдём энтальпии уходящих дымовых газов:

Перед котлом-утилизатором $I_1 = 1370$ кДж/кг;

После котла-утилизатора $I_2 = 185$ кДж/кг;

22. Соответственно тепловая мощность составляет:

$Q = (I_1 - I_2) \cdot M_Д = (1370 - 185) \cdot 6,05 = 7172,92$ кВт=7,12МВт.

Таблица 1 – Режимное количество тепловой мощности и CO_2

Количество CO_2 Режим работы «ЛЕТО»	Количество CO_2 Режим работы «ЗИМА»	Количество тепла Режим работы «ЛЕТО»	Количество тепла Режим работы «ЗИМА»
1484,7 м^3/ч	**1484,7 м3/ч**	**6803 кВт**	**7172 кВт**
2672,4 кг/ч	**2672,4 кг/ч**	**6,8 МВт**	**7,17 МВт**

Данное техническое решение позволит снизить себестоимость продукции в переходные и зимний период года за счёт экономии газа.

Литература

1. Табл. П-6 Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М.: Энергия, 1977. - 344 с.

References

1. Tabl. P-6 Mykheev M. A., Mukheeva I. M. Osnovy teploperedachy. Izd. 2-e, stereotyp. M.:Energya, 1977. –S. 344.

Устюгов В.А. [1], Устюгова К.С.[2], Блинов З.Н [3]
[1]Кандидат физико-математических наук, [2,3]магистрант,
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ С ПОДДЕРЖКОЙ ПРАВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос о необходимости применения операционных систем реального времени для построения комплексных программ управления микроконтроллерами. Описана структура разрабатываемой ОС, а также отдельные детали реализации конкретных модулей. Определена концепция прав пользователей в контексте программ для микроконтроллеров.

Ключевые слова: микроконтроллеры, операционная система, права пользователя.

Ustyugov V.A. [1], Ustyugova K.S.[2], Blinov Z.N.[3]
[1]PhD in Physics and mathematics, [2,3]Candidate for a master's degree,
Syktyvkar State University

OPERATING SYSTEM FOR MICROCONTROLLER WITH USER PERMISSION SUPPORT

Abstract

This paper observes the question about necessary usage of real time operating systems for designing of integrated programs manipulating microcontrollers. The developing OS structure and actual modules realization details are described. Concept of user permissions in context of microcontroller programs is defined.

Keywords: microcontrollers, operation system, user permissions.

Микроконтроллеры на сегодняшний день имеют беспрецедентную широту применения в качестве основных вычислительных и управляющих элементов бытовой и промышленной автоматики. На их основе строятся встраиваемые системы, системы типа "умный дом", "интернет вещей" и т.д. В связи с этим актуальной является задача эффективного и безопасного программирования микроконтроллеров. Для простых радиолюбительских устройств эта задача может быть решена примитивными методами запуска подзадач по прерыванию от системного таймера или путем обработки группы значений-флагов (подпроцесс устанавливает флаг в единицу - "поднимает" его - когда требуется обработка неких полученных данных. В случае разработки программ для промышленных целей указанные выше способы не приводят к удовлетворительному результату, т.к. программы, написанные в соответствии с ними, являются достаточно громоздкими, малоэффективными, небезопасными и не дают гарантии на реакцию системы в течение конечного времени.

Эти проблемы могут быть решены путем применения специальных систем управления задачами для микроконтроллеров - операционных систем реального времени. ОС требуют от микроконтроллера существенно больших вычислительных возможностей, но позволяют строить управляющие программы с высокой степенью структурированности, предсказуемости, эффективности [1].

ОС для микроконтроллеров принципиально отличается от традиционных операционных систем в силу существенного различия архитектуры процессорного модуля, системы ввода-вывода, жесткой ограниченности в ресурсах. Вообще говоря, операционные системы для микроконтроллеров не являются операционными системами в общепринятом понимании, а представляют собой программные платформы для запуска независимых или взаимодействующих задач, выполняющихся квазипараллельно на микроконтроллере.

В данной работе описывается операционная система реального времени, разрабатываемая авторами.

Схема строения операционной системы показана на рис. 1. Можно видеть, что ОС имеет три слоя (уровня):

- уровень пользователя, в пределах которого выполняются пользовательские процессы;
- уровень системы, на котором функционируют основные модули управления ресурсами микроконтроллера (памятью, процессорным временем), а также модули для управления запуском и приостановкой процессов и их взаимодействия;
- аппаратно-зависимый уровень – компактный слой, содержащий низкоуровневые процедуры, обрабатывающие прерывания таймеров, непосредственно совершающие переключение контекстов.

Каждый слой при такой организации может взаимодействовать только с соседними слоями. Подобное строение позволяет снизить риск негативных последствий ошибок программиста, а также ввести систему абстракций, упрощающих программирование за счет сокрытия особенностей архитектуры конкретных контроллеров.

Для обеспечения синхронности работы модулей ОС необходим таймер, позволяющий как просто отсчитывать такты работы системы, так и с помощью системы прерываний отмерять временные интервалы заданной величины. С целью повышения переносимости системы реализован программный таймер с указанными возможностями. Платформозависимый код вынесен в отдельный компактный модуль нижнего уровня системы, который может быть легко изменен при переносе ОС на иное семейство микроконтроллеров.

По прерыванию от таймера происходит выполнение процедуры планировщика. При этом в оперативной памяти сохраняется текущее значение счетчика команд и содержимое используемых регистров общего назначения. Общее количество работающих процессов в системе ограничено, максимальное число составляет 64. Это связано с ограниченностью ресурса оперативной памяти для хранения состояния приостановленных процессов.

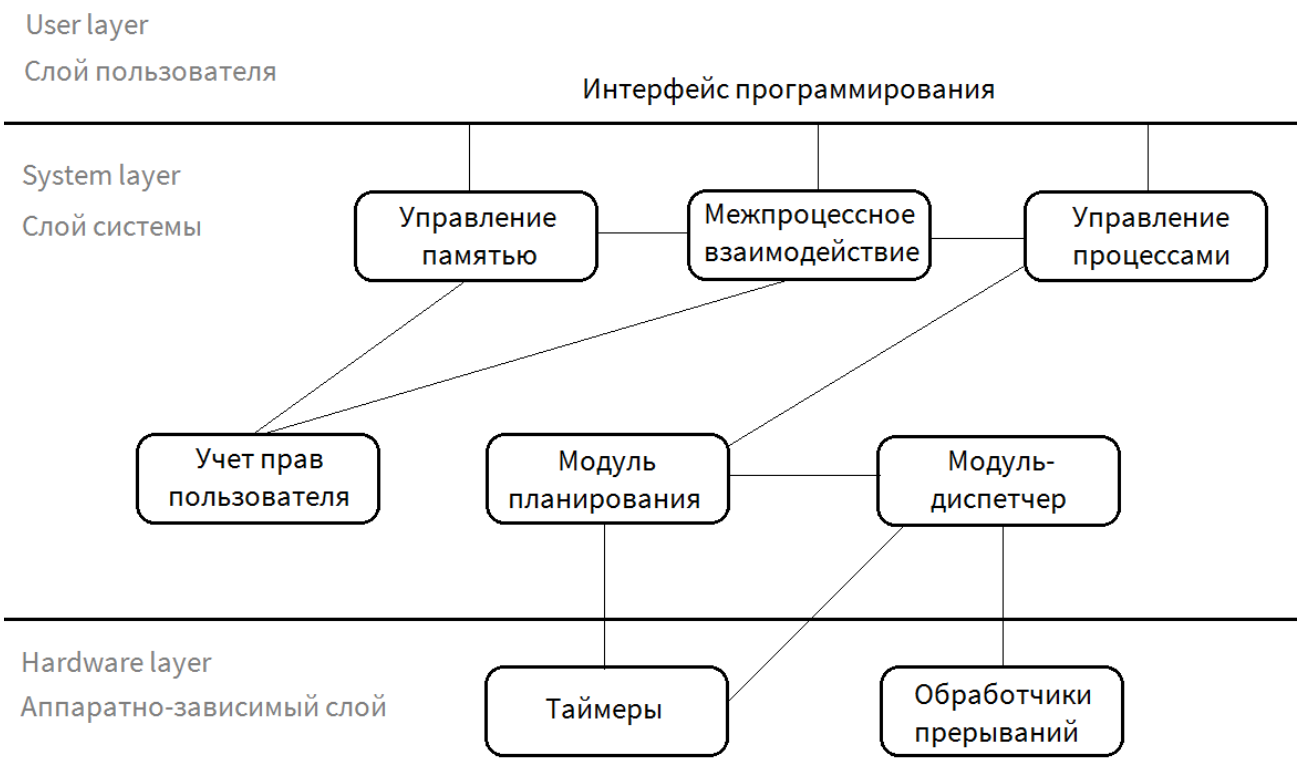


Рис. 1 – Строение операционной системы для микроконтроллеров

Процессы в системе пользователь оформляет как отдельные функции. С помощью функций, входящих в интерфейс прикладного программирования ОС (API) процессу назначается базовый приоритет, выделяется при необходимости область оперативной памяти, создаются примитивы синхронизации.

Модуль диспетчеризации и планирования позволяет с учетом заданных пользователем приоритетов и прав авторизованного в системе пользователя осуществлять динамическое планирование, анализируя текущую загруженность микроконтроллера, историю потоков в системе, резервируя также часть ресурсов для обеспечения реактивности системы. В дальнейшем будет предусмотрена также организация дополнительного статического планирования на стадии компиляции путем измерения параметров процедур потоков программой-профилировщиком.

Для расширения возможностей планировщика была введена концепция очков (points), начисляемых процессу при простое, по прерываниям от таймеров. Количество начисляемых очков зависит от приоритета процесса, приоритета пользователя в системе, количества системных тактов, прошедших с момента приостановления процесса. Таким образом реализуется состязательный доступ за право занять процессор: очередным активным процессом выбирается процесс, обладающий наибольшим количеством очков. Текущее значение очков хранится в оперативной памяти в таблице процессов. Также исходя из количества очков выбирается количество системных тактов, выдаваемых процессу для исполнения. Когда процесс переходит в активное состояние, счетчик очков процесса обнуляется.

Для обеспечения контроля прав пользователя реализованы следующие модули:

- модуль авторизации пользователя. Для авторизации пользователю требуется тем или иным способом передать идентификатор и ключ по протоколу UART, после чего производится проверка соответствия введенных данных, и начинает выполняться основная часть программы с учетом пользовательских привилегий.
- модуль хранения и проверки идентификаторов и ключей пользователей. Идентификаторы и ключи могут храниться как на энергонезависимой памяти EEPROM, так и на flash-памяти контроллера.

Для учета пользователей ОС использует таблицу пользователей, размещенную в памяти программ (flash). В таблице указаны идентификатор пользователя, ключ доступа, приоритет, а также метод, с помощью которого производится авторизация (передача ключа с помощью клавиатуры, интерфейса UART или иного средства). После проведения процедуры авторизации использованные выводы микроконтроллера могут быть переведены в режим общего пользования. Процедура авторизации может быть проведена многократно как в начале работы управляющей программы, так в ходе ее работы.

Непосредственно для авторизации используются предназначенные для этого функции API. После проведения процедуры авторизации планировщик начисляет процессам, владельцем которых является авторизованный пользователь, количество очков, пропорциональное приоритету пользователя в системе.

Таким образом, разрабатываемая ОС позволяет эффективно решать задачи, связанные с обеспечением безопасности выполняемых на микроконтроллерах программ, обеспечивая удобный для программиста интерфейс вызовов.

Литература

1. Jonathan W. Valvano. Embedded microcontroller systems. Real time interfacing. – Cengage Learning. – 2010. – 822 p.

References

1. Jonathan W. Valvano. Embedded microcontroller systems. Real time interfacing. – Cengage Learning. – 2010. – 822 p.

Фам Зуй Тхай
Аспирант, кафедра МОСИТ, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ ДЛЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Аннотация

Проведен анализ характеристик отпечатков пальцев и их преимущества при использовании в биометрических системах идентификации личности. На основе классификации отпечатков пальцев рассмотрены процессы распознавания и методов сравнения отпечатков пальцев.

Ключевые слова*:* биометрия, отпечаток пальцев, система идентификации, сравнение отпечатков пальцев.

Pham Duy Thai
PhD student, Department of MOSIT, Moscow State University of Information Technologies, Radio Engineering and Electronics

SOME QUESTIONS OF METHODS COMPARISON OF FINGERPRINTS FOR BIOMETRIC IDENTIFICATION SYSTEMS

Abstract

The analysis of fingerprints and their benefits when used in biometric identification systems. On the basis of the classification of the processes of fingerprint recognition methods and comparison of fingerprints.

Keywords: Biometrics, fingerprint, identification system, the comparison of fingerprints.

Биометрические системы, базирующиеся на физиологических параметрах, значительно надежнее систем, основывающихся на характерных чертах поведения — благодаря тому, что физиологические характеристики человека уникальные постоянны, в то время как черты поведения уникальны, но непостоянны во времени. Развитие биометрических технологий, простота и удобство их использования, снижение стоимости и увеличение надёжности, позволяют с успехом применять проверку подлинности отпечатков пальцев для аутентификации пользователей. [2]

В данной статье обсуждается основные элементы биометрической системы идентификации личности по отпечаткам пальцев и алгоритмы, использующиеся для сравнения отпечатков пальцев в биометрических системах идентификации личности человека.

Биометрические системы контроля доступа по отпечаткам пальцев основаны на уникальности и постоянстве (у взрослого человека) рисунка папиллярных линий пальцев рук. Если принять эти цифры, то в случае аутентификации вероятность того, что у двух людей будут одинаковые отпечатки пальцев, составит: $2*10^{-12}$

Для сравнения: PIN-код банковской карты состоит всего из четырёх цифр, поэтому среди десяти тысяч карт обязательно найдутся две с одинаковыми PIN-кодами.

К биометрическим характеристикам надёжной и стабильной биометрической системы предъявляют следующие требования:

- уникальность — биометрические характеристики должны быть уникальны у каждого человека;
- перманентность — биометрические характеристики должны оставаться неизменными в течение длительного срока.

Биометрическое распознавание — это процесс определения личности пользователя, состоящий из одного шага. В режиме распознавания система определяет личность пользователя, осуществляя сравнение контрольного шаблона со многими эталонными шаблонами (1:N — сравнение одного со многими). В случае нахождения совпадения одновременно определяется и удостоверяется личность пользователя. Данная биометрическая идентификация широко распространена и нашла применение в судебной медицине и в правоохранительных органах.

В биометрических системах, работающих только в режиме аутентификации, возможно использование негативной идентификации в процессе регистрации пользователя в биометрической системе, при которой один контрольный шаблон сравнивается со многими для того, чтобы проверить, что данное лицо не зарегистрировано в базе данных, и таким образом предотвратить двойную регистрацию в системе. Этот режим часто используется в крупных программах по предоставлению социальных пособий, в которых пользователи пытаются регистрироваться несколько раз для получения пособий под разными именами. Существует нечто среднее между аутентификацией и распознаванием — сравнение одного с несколькими , предполагающее идентификацию пользователя по очень маленькой базе зарегистрированных пользователей. Чёткого количественного разграничения между системами 1:N и 1:few нет, но любую систему, в которой поиск осуществляется среди более чем 500 записей, следует относить к типу 1:N.

Уникальность отпечатков пальцев обеспечивается на множествах пользователей, число которых статистически меньше одного миллиона. Перманентность отпечатков пальцев обеспечивается среди взрослых пользователей, у которых, в отличие от детей, отпечатки пальцев неизменны.

Вероятность ошибочной идентификации у современных сканеров и цифровых технологий составляет 0,000000001%, а время, необходимое для сканирования отпечатка, не превышает доли секунды.

Новейшие сканеры успешно противостоят различным муляжам. По сравнению с другими распространёнными биометрическими системами, биометрия по отпечаткам пальцев имеет ряд преимуществ:

- проверка отпечатка пальца гораздо удобнее для пользователя, чем сканирование формы кисти руки;
- технология проверки отпечатка пальца проста по сравнению с технологией сканирования формы лица;
- проверка отпечатка пальца надёжнее некоторых других технологий, например, сканирования рисунка вен на руках;

- технология проверки отпечатка пальца доступна по сравнению с новыми сложными системами, такими как проверка ДНК пользователя.

Несмотря на то, что аутентификация по отпечаткам пальцев предлагает удобство и комфорт для конечного пользователя, существует предубеждение, что любое сканирование отпечатков связанно с работой правоохранительных структур по поиску и опознанию преступников. В действительности технологии информационной безопасности существенно отличаются от методов традиционной дактилоскопии. При биометрической аутентификации сравниваются цифровые шаблоны (цифровые преобразования) отпечатка, которые несут информацию только о ключевых признаках отпечатка, достаточных для идентификации с приемлемой вероятностью. Восстановить отпечаток из такого шаблона невозможно.

Основные элементы биометрической системы идентификации личности по отпечаткам пальцев

Любая биометрическая система идентификации личности по отпечаткам пальцев имеет следующие компоненты:

- подсистема для первичной регистрации и подготовки эталонного шаблона нового пользователя;
- хранилище эталонных шаблонов;
- подсистема контрольного сканирования и создания контрольного цифрового шаблона отпечатка пальцев;
- вычислительный модуль сравнения эталонного и контрольных шаблонов;
- аналитический модуль принятия решения о совпадении шаблонов;
- интерфейс сопряжения с внешней инфраструктурой.

Классификация отпечатков пальцев

У каждого отпечатка пальцев есть два типа признаков – глобальные и локальные. Глобальные признаки отпечатков пальцев – область образа, ядро, пункт дельта, папиллярный узор.[3]

- Область образа это фрагмент отпечатка пальца, в котором расположены все глобальные признаки [4].
- Ядро является точкой, находятся близко с центром отпечатка пальца.
- Пункт Дельта – это начальная точка, где происходит разделение или соединение бороздок папиллярных линий.
- Папиллярные линии на поверхности пальцев рук образуют различные узоры, называемые папиллярными узорами. Папиллярный узоры имеет три вид: Дуги, петли и завитки.

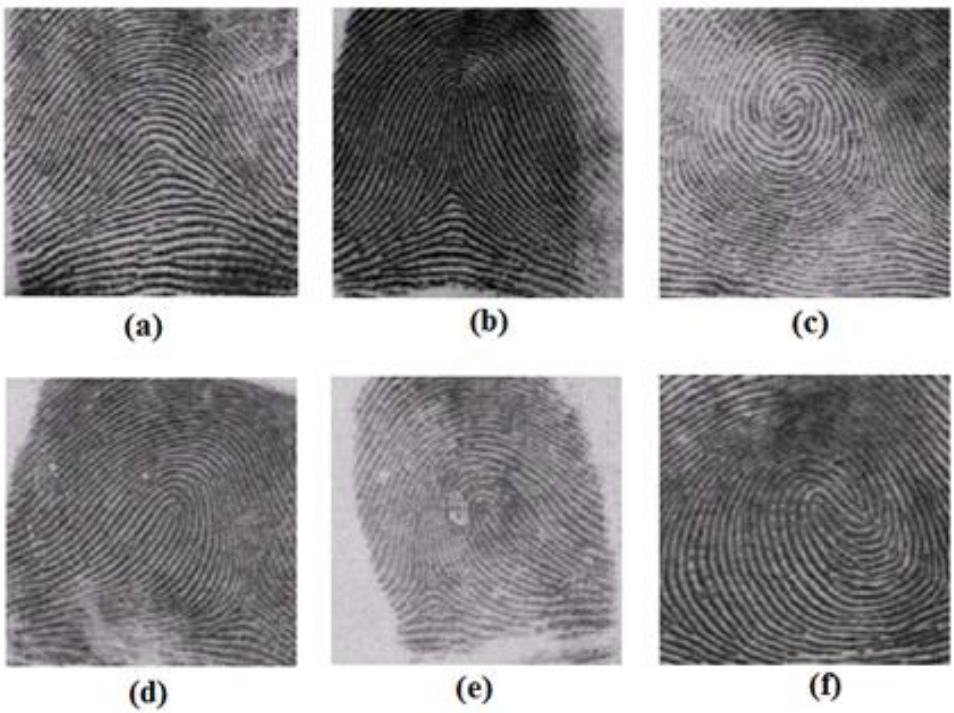


Рис. 1 – (a) – дуга (b) – треугольная дуга; (c) – завиток; (d) – правая петля;(e) – левая петля; (f) – двойная петля;

Классификации отпечатков пальцев по-прежнему остается очень сложной проблемой для обоих человеческих экспертов и автоматизированных систем. С одной стороны, только ограниченное число основных категорий отпечатков пальцев были идентифицированы и распределение отпечатков пальцев в этих категорий не является равномерным. С другой стороны, как уже упоминалось выше, существует большой изменения в конфигурациях отпечатков пальцев. Определение каждой категории отпечатков пальцев является сложной и неопределённой. Рисунок 1 показывает некоторые примеры возможных определяемых классов.

Процесс распознавания отпечатка пальца зависит от сравнения локальных характеристик хребта и их отношений, чтобы определить уникальность отпечатков пальцев. На изображении поверхности пальца можно определить достаточно большое количество мелких деталей (минуций), по которым можно их классифицировать. Два наиболее известных характеристики типа деталей узора, называемые особыми точками, являются.

- конечные точки папиллярных линий;
- точки ветвления –точки, в которых папиллярные линии раздваиваются.

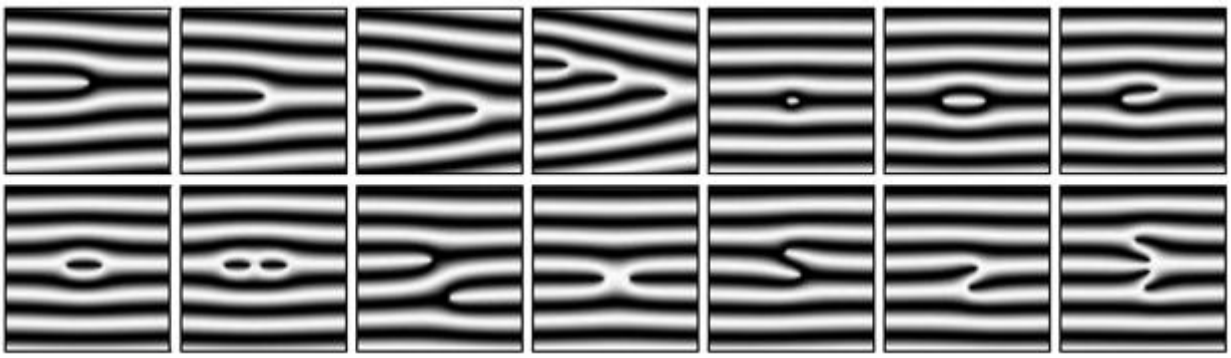


Рис. 2 – Примеры минуции

Минуции отпечатками пальцев стабильны и устойчивы они могут быть легко идентифицированы. Примеры минуции показаны на рисунке 2 [5]. Для данного отпечатка пальца, минуции можно охарактеризовать по его типу, его координаты x и y, и его направление.

Процесс распознавания отпечатков пальцев можно разделить на 5 основных шагов:

1. Приобретениеотпечатков пальцев. Качествополучаемогоотпечаткаявляется важным дляраспознавания отпечатков пальцев
2. Улучшение отпечатков пальцев. Этот шаг долженповыситьструктурыпапиллярныхлиний вповрежденныхизображений.
3. Классификация отпечатков пальцев. Это относится к назначению любого пальца к соответствующему классу [3].
4. Выделение минуций — На этом этапе структуры папиллярных линий рассмотрены и обнаружены и извлечены как черты.
5. Сравнение отпечатков пальцев. Процесс основан на сравнении между контрольным и сохраненным шаблоном отпечатков пальцев.

Классы алгоритмов сравнения отпечатков пальца

В настоящее время выделяют три класса алгоритмов сравнения отпечатков пальцев:

Корреляционное сравнение.

Два изображения отпечатка пальца накладываются друг на друга, и подсчитывается корреляция между соответствующими пикселями, вычисленная для различных выравниваний изображений друг относительно друга. Преимущества метода — низкие требования к качеству изображения отпечатка пальца.

Недостатки метод — большой объем памяти системы для сохранения изображений каждого отпечатка, и время процесса сравнения не быстро из-за больших множеств итераций и длительностей процедуры сравнения включать в себя, поэтому метод редко используется в биометрических системах идентификации личности человека.

Сравнение по особым точкам

На основе изображений отпечатков пальцев, полученные со сканера функции обработки электронного шаблона, представляющего собой двухмерную поверхность, на которой выделены конечные точки и точки ветвления.

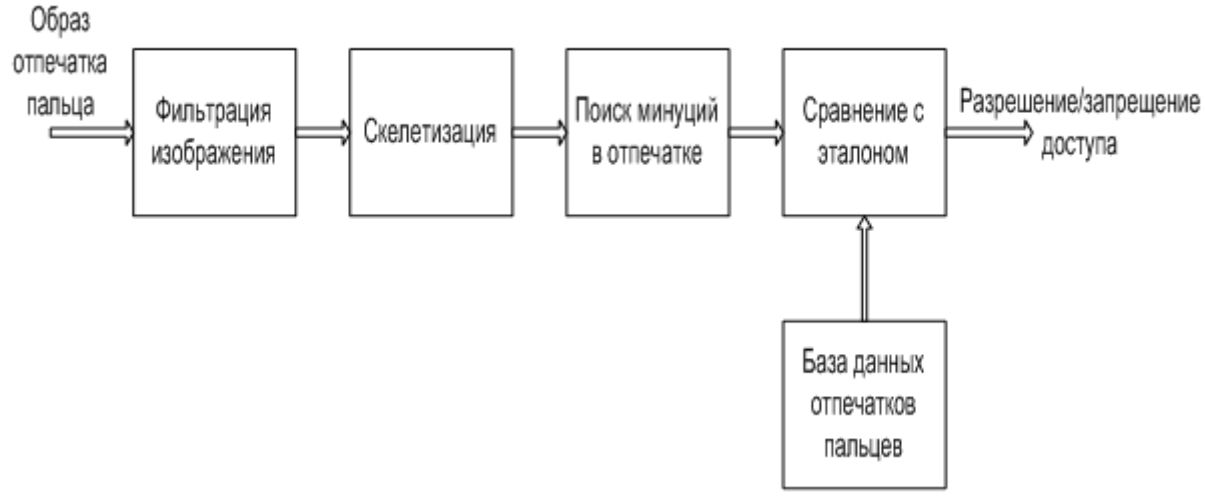


Рис. 3 – Блок-схема алгоритма сравнения отпечатков пальцев с использование особых точек.

При идентификации изображение отпечатков пальцев выделяются конечные точки и точки ветвления, полученных точек сравниваются. По числам совпадений точек принимается решение процесса идентификации. Схема метода представлена на рисунке 3. Этап аутентификации по отпечатку пальца является сравнением исходных шаблонов с эталоном из базы данных по особым точкам. На основе результатов сравнений мы получим решение пропуска или отказа доступа.

Преимущества метода — быстрота работы и простота реализации метода. Недостатки данного — это высокие требования к качеству изображения отпечатков пальцев. Для их удовлетворения разрешения не меньше 300 dpi, а лучше – около 500 dpi.

Сравнение по узору.

Изображение отпечатка пальца разбивается на множество мелких ячеек. Расположение линий в каждой ячейке описывается параметрами некоторой синусоидальной волны. Данные волн (длина волны, направление волны) используются для идентификации. [6-7]

Преимущества метода — низкие требования к качеству изображения и высокая скорость работы. Но из-за сложно реализации и высоких требований к солидной математической базе метод сравнения по узору не широкого используется.

Заключение

В статье рассмотрены преимущества и недостатки методов сравнения отпечатков пальцев для электронной идентификации. Чистые методы сравнения шаблонов и алгоритмы, полагающиеся только на сравнения ключевых точек, не могут удовлетворить всем требованиям, а чистый метод сравнения шаблонов не может работать со стандартизированными ключевыми точками. Проблем объедини преимущества методов обеспечивает высокофункциональное и гибкое решение среди разнообразия требований к точности и надёжности при идентификации личности человека.

Литература

1. Технология биометрической аутентификации Precise BioMatch. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: www.morepc.ru.
2. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. СПб.: Политехника. – 2001. – 240 с.
3. Задорожный В., «Идентификация по отпечаткам пальцев», Часть 1, 2004;
4. Hong, L.: Automatic Personal Identification Using Fingerprints, Michigan State University, Department of Computer Science, 1998.
5. Griffin P. Topics for multi-biometric research // MMUA. – 2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mmuaxs.ucsb.edu/, свободный(дата обращения: 20.01.2012).
6. Дуда З., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. – М.: Мир, 1976.
7. Патрик Э. Основы теории распознавания образов. – М.: Советское радио, 1980.

References

1. Tehnologija biometricheskoj autentifikacii Precise BioMatch. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa k resursu: www.morepc.ru.
2. Kuharev G.A. Biometricheskie sistemy: Metody i sredstva identifikacii lichnosti cheloveka. SPb.: Politehnika. – 2001. – 240 s.
3. Zadorozhnyj V., «Identifikacija po otpechatkam pal’cev», Chast’ 1, 2004;
4. Hong, L.: Automatic Personal Identification Using Fingerprints, Michigan State University, Department of Computer Science, 1998.
5. Griffin P. Topics for multi-biometric research // MMUA. – 2003 [Jelektronnyj recurs]. – Rezhim dostupa: http://mmuaxs.ucsb.edu/, svobodnyj(data obrashhenija: 20.01.2012).
6. Duda Z., Hart P. Raspoznavanie obrazov i analiz scen. – M.: Mir, 1976.
7. Patrik Je. Osnovy teorii raspoznavanija obrazov. – M.: Sovetskoe radio, 1980.

Хоконова М.Б.
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НЕСОЛОЖЕНОЙ ЧАСТИ ЗАТОРА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАТИРАНИИ

Аннотация

Использование несоложеных зернопродуктов в пивоваренном производстве повышает pH затора и понижает его буферность. Целью работы являлось выяснение оптимального значения pH несоложеного затора при его термической обработке повышенными температурами на биохимические процессы при затирании после соединения несоложеной части затора с солодовой. Определено, что снижение pH несоложеного затора перед термической обработкой и термическая обработка при повышенной температуре ведет к изменению в процессе затирания pH общего затора в кислую сторону. С увеличением доли несоложеного ячменя в заторе pH общего затора снижается в большей степени, так как буферные системы несоложеного сырья беднее солодовых. Установлены следующие основные технологические параметры предварительной термической обработки несоложеного ячменя перед затиранием: создание в несоложеном заторе активной кислотности среды 5,4; термическая обработка его при температуре 138°С, продолжительность обработки 30-45 минут.

Ключевые слова: пивное сусло, кислотность среды, затирание, несоложеный ячмень, температураная обработка.

Hokonova M.B.
PhD in Agriculture, professor, Kabardino-Balkarian state agrarian university named by V.M. Kokov

INFLUENCE ACIDIC ENVIRONMENT UNMALTED PART OF THE MASH ON THE BIOCHEMICAL PROCESSES FOR MASHING

Abstract

Using unmalted grain products in the brewing production raises and lowers the pH of the mash its buffer. The aim of the NE-lyalos clarify the optimal pH unmalted jam when heat treatment temperature increase of biochemical processes in the pro-mashing unmalted after connection of the malt mash. It defined that reduction of the pH unmalted ter¬micheskoy mash before treatment and heat treatment at elevated temperature leads to a change in pH during the mashing the mash general the acid side. With increasing unmalted barley mash mash pH of general reduced to a greater degree as buffers unmalted raw malt poorer. The following main technological parameters of thermal pretreatment unmalted barley before the mashing: creation of unmalted mash active acidity of 5.4; heat treating it at a temperature of 138 ° C, residence time of 30-45 minutes.

Keywords: wort, acidity, mashing, unmalted barley, temperaturanaya processing.

Обычное при затирании значение pH 5,9 – 6,0 не является оптимальным для действия большинства ферментов. Использование несоложеных зернопродуктов в известной степени повышает pH затора и понижает его буферность. В результате в заторе не накапливается достаточное количество сбраживаемых углеводов и не достигается максимальное извлечение экстрактивных веществ зернового сырья.

Для выяснения оптимального значения pH несоложеного затора при его термической обработке повышенными температурами на биохимические процессы при затирании после соединения несоложеной части затора с солодовой в опытах pH несоложеной части затора перед его термической обработкой доводили до значений от 6,0 до 4,7 путем подкисления молочной кислотой.

Условия термической обработки несоложеного затора – температура 138°С в течение 30-45 минут.

Средние данные из повторных определений влияния pH несоложеного затора при его термической обработке на гидролитические процессы при затирании представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние pH несоложеной части затора при его термической обработке на биохимические процессы при затирании

Содержание несоложеного ячменя в заторе, %	pH		Продолжительность осахаривания затора, мин.	Продолжительность фильтрации затора, мин.	Выход экстракта на сухое вещество, %
	несоложеной части затора	общего затора			
20	6,00	5,78	13	70	79,00
	5,70	5,66	12	68	79,10
	5,40	5,58	12	65	79,25
	5,00	5,53	11	65	79,30
	4,70	5,50	10	63	79,34
30	6,00	5,80	15	75	78,85
	5,70	5,62	15	73	78,90
	5,40	5,60	15	71	79,00
	5,00	5,52	14	70	79,10
	4,70	5,50	13	70	79,25
40	6,00	5,85	22	90	78,05
	5,70	5,68	22	88	78,72
	5,40	5,55	20	85	78,89
	5,00	5,50	20	85	79,00
	4,70	5,45	19	80	79,17

Продолжение табл. 1 – Влияние рн несоложеной части затора при его термической обработке на биохимические процессы при затирании

50	6,00	5,85	26	97	78,21
	5,70	5,60	25	95	78,47
	5,40	5,50	23	93	78,65
	5,00	5,45	23	90	78,70
	4,70	5,40	22	90	78,74

Как видно, снижение pH несоложеного затора перед термической обработкой и термическая обработка при повышенной температуре ведет к изменению в процессе затирания pH общего затора в кислую сторону. С увеличением доли несоложеного ячменя в заторе pH общего затора снижается в большей степени, так как буферные системы несоложеного сырья беднее солодовых.

Создание pH в несоложеном заторе перед его термической обработкой в пределах 6,0 – 4,7 и обработка при температуре 138°С в течение 30-45 минут обеспечивает снижение pH общего затора на 0,3-0,45 и создает более благоприятные условия для действия ферментов солода. В результате биохимические процессы при затирании протекают более глубоко – снижается продолжительность осахаривания заторов, повышается выход экстракта.

Анализ образцов сусла, полученных при различных значениях pH несоложеного затора показывает (табл. 2), что снижение pH несоложеного затора обеспечивает накопление в сусле большего количества редуцирующих веществ. Однако анализ конечной степени сбраживания сусла дает основание считать, что при снижении pH несоложеного затора до 5,4 увеличение содержания редуцирующих веществ в сусле происходит за счет сбраживаемых углеводов – конечная степень сбраживания сусла возрастает. При дальнейшем снижении значения pH несоложеного затора до 4,7 конечная степень сбраживания сусла не изменяется. Это связано с тем, что при величине pH несоложеного затора 5,0 и 4,7 с последующей термической обработкой при повышенной температуре усиливается гидролиз некрахмалистых полисахаридов ячменя – пентозанов до конечных продуктов гидролиза – пентоз.

Таблица 2 – Изменение показателей пивного сусла в зависимости от величины pH несоложеной части затора и доли несоложеного ячменя в заторе

Доля несоложеного ячменя в заторе, %	pH		Показатели сусла					
	Несоложеной части затора	Общего затора	Редуцирующие вещества, % мальтозы	Конечная степень сбраживания, %	Цветность, $см^3$ р-ра йода/100 $см^3$ воды	Кислотность, $см^3$ р-ра NaOH/ 100 $см^3$ сусла	Общий азот, мг/100 $см^3$	Аминный азот, мг/100 $см^3$
20	6,00	5,78	5,32	73,00	0,29	0,99	79,1	18,0
	5,70	5,66	5,35	73,40	0,25	1,10	79,9	18,3
	5,40	5,58	5,37	73,80	0,24	1,18	80,7	18,7
	5,00	5,55	5,38	73,80	0,22	1,25	81,0	19,0
	4,70	5,50	5,40	73,75	0,20	1,30	81,5	19,5
30	6,00	5,80	5,26	72,80	0,30	0,99	77,7	16,9
	5,70	5,62	5,28	73,00	0,27	1,12	78,1	17,2
	5,40	5,60	5,30	73,50	0,24	1,16	78,9	17,5
	5,00	5,52	5,31	73,45	0,24	1,27	79,5	17,8
	4,70	5,50	5,32	73,45	0,22	1,31	80,5	18,7
40	6,00	5,85	4,65	73,10	0,35	1,00	65,1	15,2
	5,70	5,68	4,67	73,80	0,30	1,10	66,0	15,6
	5,40	5,55	4,69	74,00	0,25	1,25	66,5	16,0
	5,00	5,50	4,72	74,00	0,22	1,30	67,3	16,5
	4,70	5,45	4,74	73,80	0,22	1,36	68,0	16,7
50	6,00	5,85	4,34	73,00	0,40	1,10	61,6	13,1
	5,70	5,60	4,37	73,80	0,35	1,28	62,0	13,5
	5,40	5,50	4,39	73,50	0,32	1,36	63,7	13,7
	5,00	5,45	4,42	73,50	0,30	1,38	64,0	14,2
	4,70	5,40	4,45	73,50	0,25	1,40	64,3	14,6

В результате в сусле накапливаются также обладающие редуцирующей способностью несбраживаемые вещества.

Изучение азотистого состава сусла показало, что снижение pH несоложеного затора с 6,0 до 4,7 с последующей термической обработкой ведет к увеличению в сусле содержания общего и аминного азота. Так, содержание общего азота в сусле с 20 % несоложеного ячменя увеличивается с 79,1 до 81,5 мг на 100 $см^3$, содержание аминного азота – с

18,0 до 19,5 мг. При использовании 50 % несоложеного ячменя содержание общего азота в сусле возрастает с 61,6 до 64,3 мг, аминного – с 13,1 до 14,6 мг на 100 $см^3$. Это объясняется тем, что при соединении несоложеного затора с солодовым в общем заторе создается pH 5,50-5,58, наиболее благоприятная для действия протеолитических ферментов солода. Одновременно можно сделать вывод, что в случае использования несоложеного ячменя свыше 40 %, термическая обработка несоложеного затора не обеспечивает (при данном солоде) накопления в сусле необходимых форм и количества азотистых веществ.

Изменение цветности сусла в сторону ее снижения (с 0,29 до 0,20 см 0,1 моль/$дм^3$ раствора йода на 100 $см^3$ воды при использовании 20% несоложеного ячменя; с 0,3 до 2,2 – при 30 %; с 0,35 до 0,22 – при 40% и с 0,40 до 0,25 $см^3$ 0,1 моль/$дм^3$ раствора йода на 100 $см^3$ воды – при использовании 50% несоложеного ячменя) свидетельствует, что в более кислой среде несоложеного затора при его термической обработке повышенными температурами происходит меньшее выщелачивание дубильных и красящих веществ оболочки ячменя.

Поскольку снижение pH несоложеного затора с 5,4 до 4,7 перед термической обработкой и последующая термическая обработка при повышенной температуре ведет к увеличению в сусле несбраживаемых углеводов, необходимо снижать pH несоложеного затора перед его термической обработкой до значения 5,4. Это обеспечивает создание в общем заторе величины pH 5,50-5,58, благоприятной для действия ферментов солода, что в конечном итоге позволяет достичь повышения выхода экстракта на 1,0 -1,3 % при использовании 40 % несоложеного ячменя в заторе.

Таким образом, установлены следующие основные технологические параметры предварительной термической обработки несоложеного ячменя перед затиранием: создание в несоложеном заторе активной кислотности среды 5,4, термическая обработка его при температуре 138°С, продолжительность обработки 30-45 минут.

Литература

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб.: Профессия, 2009. – 1064 с.
2. Хоконова, М.Б. Азотистый состав сусла в зависимости от режима обработки несоложеного ячменя / М.Б. Хоконова // Пиво и напитки. - 2012. - № 5. - С.24-26.

References

1. Kunce, V. Tehnologija soloda i piva / V. Kunce. – SPb.: Professija, 2009. – 1064 s.
2. Hokonova, M.B. Azotistyj sostav susla v zavisimosti ot rezhima obrabotki nesolozhenogo jachmenja / M.B. Hokonova // Pivo i napitki. - 2012. - № 5. - S.24-26

Чуфырев А.Е.[1], Устюгов В.А.[2]
[1]Студент направления «Радиофизика», [2]кандидат физико-математических наук, старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина»

РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

Аннотация

В статье описывается разработка автономного дальномера ультразвукового типа на микроконтроллере Texas Instruments LM4F120H5QR (архитектура ARM Cortex-M4F) с индикацией измеренного значения на дисплее и передачей его на компьютер.

Ключевые слова: дальномер, ультразвук, микроконтроллер, ARM.

Chufyrev A.E.[1], Ustyugov V.A.[2]
[1]Student, [2]PhD in Physics and mathematics, Syktyvkar State University

DESIGNING OF ULTRASONIC DISTANCE METER BASED ON MICROCONTROLLER

Abstract

This paper describes development of autonomous ultrasonic distance meter based on Texas Instruments microcontroller LM4F120H5QR (ARM Cortex-M4F architecture) with indexing of measured value onto display and transferring to the computer.

Keywords: distance meter, ultrasound, ARM microcontrollers.

Введение

В настоящее время широко распространены портативные радиолюбительские устройства на микроконтроллерах. Наиболее популярными до недавнего времени были архитектуры фирм ST Electronics (STM8), Atmel (AVR8) и Microchip (PIC). Однако в последние годы набирают популярность микроконтроллеры с ядрами класса ARM Cortex [1] Кроме того, отдельные производители выпускают указанные микросхемы в корпусах DIP, что делает их пригодными для использования в домашнем радиотехническом творчестве.

В настоящей статье рассказано о применении микроконтроллера LM4F120H5QR для построения ультразвукового дальномера.

Описание устройства

Дальномер состоит из следующих блоков:

- Процессорный модуль (микроконтроллер несъемным образом расположен на отладочной плате Texas Instruments Stellaris LaunchPad EK-LM4F120XL);
- Ультразвуковой цифровой приемо-передатчик US-020;
- Дисплей из светодиодных индикаторов.

Все блоки смонтированы в пластмассовом корпусе, в котором также располагаются элементы питания. На задней стенке размещены выключатель, кнопка перезапуска контроллера и разъем подзарядки. Ультразвуковой приемо-передатчик съемный. Во время работы он выступает из корпуса для исключения нежелательных переотражений

ультразвуковых импульсов. На лицевой панели выведены светодиодные индикаторы, на которых отображается текущее расстояние. Таким образом, прибор полностью автономен и не требует дополнительных компонентов для работы.

После включения и вывода в рабочий режим прибор автоматически начинает измерения дальности каждые 0,5 секунды. После каждого измерения на светодиодное табло выводится текущая измеренная дистанция в сантиметрах. Если расстояние превышает 9,99 м, табло ничего не показывает.

Для измерения расстояния до объекта необходимо так расположить устройство в пространстве, чтобы ультразвуковой приемо-передатчик был точно направлен лицевой стороной на данный объект. В силу особенностей ультразвукового способа измерения дальности и конструкции УЗ-датчика на точность измерений сильно влияют посторонние объекты, находящиеся вблизи прямой, соединяющей сенсор с предметом измерений.

Модуль управления устройства

В роли главного управляющего устройства применен 32-битный микропроцессор компании Texas Instruments LM4F120H5QR архитектуры ARM Cortex-M4F. Семейство архитектур Cortex-M («M» – microcontroller) используется для микроконтроллеров и недорогих встраиваемых устройств, где не требуются высокие вычислительные мощности, но выдвигаются серьезные требования к энергопотреблению, времени реакции на прерывания и простоте использования. Данный процессор компания позиционирует как недорогое решение, подходящее, как любителям, так и профессионалам. Среди целей его создания была поставлена задача иметь собственный микроконтроллер и экосистему, способную конкурировать с популярным Arduino. Из особенностей микропроцессора стоит выделить:

- Тактовая частота: 80 МГц;
- 6×8 пользовательских I/O (GPIO);
- Аппаратный модуль UART;
- Шесть 16/32-битных и шесть 32/64-битных таймеров;
- Модуль для работы с числами с плавающей запятой;

УЗ датчик US-020 является популярным и очень недорогим решением OEM-производства. Несмотря на отсутствие фирменной упаковки, прямых контактов с производителем, официальной документации и инструкции, он обеспечивает приемлемое выполнение поставленных задач.

Датчик представляет собой небольшую плату, на которой размещены все компоненты. На передней стороне расположены только излучатель (T) и приемник (R). Их внешний вид абсолютно идентичен, на каждом установлен рупорный кожух и защитная сетка.

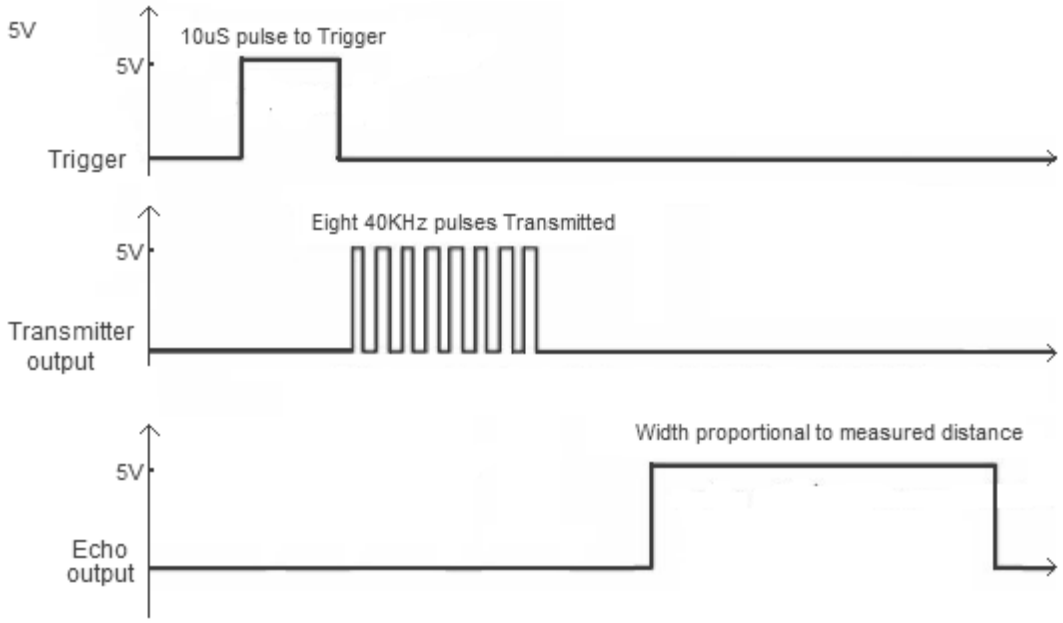
Работа устройство происходит следующим образом (Рис.1). После подачи на контакт Trig высокого уровня в течение не менее 10 мкс передатчик-излучатель посылает 8 УЗ импульсов. Когда приемник принял отраженный сигнал, на вывод Echo подается высокий уровень длительностью, пропорциональной расстоянию до объекта. Следующее измерение рекомендуется выполнять не ранее, чем через 50 мс.

Определим, как именно должно работать устройство: после включения прибор каждые полсекунды производит автоматические измерения дальности и выводит показания на дисплей (и по интерфейсу UART).

Рис.1 – Временная диаграмма работы ультразвукового датчика

Таким образом, алгоритм программы следующий:

- Таймер-1 отмеряет 0,5 секунд и генерирует Прерывание-1;
- В ходе Прерывания-1 посылается импульс на УЗ сенсор (вывод Trig);



- При обнаружении высокого уровня на входе (вывод Echo) запускается Таймер-2;
- Как только высокий уровень обрывается, порт Echo генерирует Прерывание-2;
- Прерывание-2 по значению счетного регистра Таймера-2 вычисляет дистанцию и выводит на дисплей и последовательный порт значение расстояния.

Создание и отладка прошивки велись в фирменной интегрированной среде разработки Code Composer Studio (CCS) 6.0, работающей под операционной системой Windows 8.1 на языке Си. Данная IDE - собственная разработка Texas Instruments, основанная на Eclipse IDE. Среда свободно распространяется после регистрации на официальном сайте ti.com.

В результате проделанной работы удалось выполнить поставленную задачу и сконструировать автономный ультразвуковой дальномер. Путем сравнения показаний с эталонным лазерным дальномером Leica была определена погрешность прибора – 1% от получаемого значения.

Литература

1. Yiu Joseph The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex-M4 Processors [Book]. - The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK; 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA : Elsevier Inc., 2014. - Third Edition.