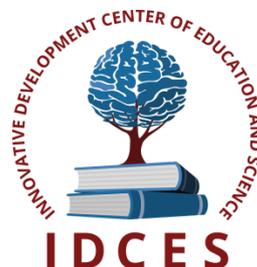


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Развитие технических наук в современном мире

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(8 декабря 2015г.)**

**г. Воронеж
2015 г.**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Развитие технических наук в современном мире, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. г.Воронеж, 2015. 214 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Эдик Койрунович (г.Москва), доктор физико-математических наук, профессор Будагян Ирина Фадеевна (г.Москва), доктор технических наук, доцент Бунаков Павел Юрьевич (г.Коломна), кандидат технических наук Валеев Анвар Рашитович (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Лев Ильич (г.Саратов), доктор технических наук, старший научный сотрудник Галкин Александр Фёдорович (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г.Пенза), кандидат педагогических наук, доцент Давлеткиреева Лилия Зайнитдиновна (г.Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев Мирали Нуралиевич (г.Москва), доктор технических наук, профессор Денисов Валерий Николаевич (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г.Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов Максуд Жаббиевич (г.Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Рэм Петрович (г.Волгоград), кандидат технических наук Иванов Валерий Игоревич (г.Москва), кандидат технических наук Клюева Инна Викторовна (г.Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г.Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г.Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Юлия Анатольевна (г.Москва), кандидат технических наук Мостовой Антон Станиславович (г.Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Николай Иванович (г.Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин Владимир Валерьевич (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко Ольга Владимировна (г.Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Герман Васильевич (г.Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г.Волгоград), кандидат технических наук Решетняк Сергей Николаевич (г.Москва), инженер, аспирант Рычков Евгений Николаевич (г.Пуатье), кандидат химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г.Новочеркасск)

В сборнике научных трудов по итогам II Международной научно-практической конференции **«Развитие технических наук в современном мире»**, (г.Воронеж) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

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

Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

© ИЦРОН, 2015г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	8
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	8
PERSONAL ASSISTANT WITH COMPONENTS OF ARTIFICIAL INTELLECT	
Biktimirov M., Shcherbakov A.	8
ВЫБОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ	
Бессарабов Н.А.	13
ИНТЕГРИРОВАННЫЙ РЕСУРС КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Филимонова Н.А.	15
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	
Кузичкин А.А.	18
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ОДНОРОДНЫХ СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ	
Паршин А.В., Сысоева В.И., Абдрахманов А.Б.	20
ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ КАНТОВАТЕЛЯ СЛЯБОВ	
Копанев М.В., Кучера Л.Я.	24
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....	27
НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	
Фролов В.А.	27
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	31
РАЗРАБОТКА, СОЗДАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГАЗОВОЙ ШТАМПОВКИ С ПРОТИВОДАВЛЕНИЕМ	
Малсугенов Р.С.	31
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	35
ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	
Романова В.В., Хромов С.В.	35
ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ Г.УФЫ	
Салихов А.А., Бакиров Ф.Г.	38
УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ	
Домрачев Г.Р.	41
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	43
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ	
Никитин К.В., Артамошкин В.Н., Стеблин И.А.	43
ВЛИЯНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО НАДЕЖНОСТИ	
Никитин К.В., Артамошкин В.Н., Стеблин И.А.	46
ДИАГНОСТИКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Никитин К.В., Артамошкин В.Н., Стеблин И.А.	49
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ МАШИНИСТА ЭКСКАВАТОРА НА КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ	
Никитин К.В., Артамошкин В.Н., Стеблин И.А.	52
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СООРУЖЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ ПОДРАБОТКИ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ	
Хмырова Е.Н., Имранова Н.А., Олейникова Е.А.	57

СЕКЦИЯ №7.**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ**

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	60
АЛГОРИТМ РАСЧЁТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕМЕНТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА ЦИНКА Алкацева В.М.	60
ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЦЕМЕНТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА ЦИНКА Алкацева В.М.	64
РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ТОНКИХ ЛИСТОВ В НЕПРЕРЫВНОЙ ГРУППЕ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫХ АГРЕГАТОВ Платов С.И., Некит В.А., Огарков Н.Н., Шалашова М.В., Галиуллина Е.С., Бигева С.В.	69

СЕКЦИЯ №8.**ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**..... **72**

INTELLECTUAL LOGISTICS COORDINATION CENTRES OF COMPATIES – TRANSPORTERS Sukhov A.A., Pankratov I.N.	72
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА МИКРОТУРБИНЫ НА УГОЛ ВЫХОДА ПОТОКА РАБОЧЕГО ТЕЛА Кузнецов Д.А., Кудряченко И.Н., Подгорный К.С.	74
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА МАХА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОЧИХ КОЛЕС МИКРОТУРБИН Билим С.В., Станкеев В.А., Майков В.В.	75
АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МИКРОТУРБИН Камаев Н.А., Черепанов Д.Р., Ерофеев Е.В.	77
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УГЛА АТАКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОЧИХ КОЛЕС МИКРОТУРБИН Тихонова Л.С.	78
ВЛИЯНИЕ НА СТЕПЕНЬ РЕАКТИВНОСТИ МИКРОТУРБИН УГЛА ВЫХОДА И СТЕПЕНИ РАСШИРЕНИЯ СОПЕЛ Беседа С.С.	80
ВЛИЯНИЕ РАЗВЕСОВКИ АВТОМОБИЛЯ НА ПРЕОДОЛЕНИЕ ИМ ПОРОГОВОГО ПРЕПЯТСТВИЯ ТИПА ЭСКАРПА Песков Д.В.	81
ВЛИЯНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОБСТВЕННОГО ВЕСА КОЛЁСНОГО ТРАКТОРА НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВЕДУЩИЙ МОСТ Кузнецов Е.Е., Кузнецов К.Е., Поликутина Е.С.	83
ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ТУРБИНЫ НА СТЕПЕНЬ РЕАКТИВНОСТИ Сазонов Т.В., Юртаев А.А., Юртаев А.А.	86
ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПУТИ Шатманов О.Т., Расил К.О., Жанбирев Ж.Г.	88
НЕОБХОДИМОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕАКТИВНОСТИ ТУРБИНОЙ СТУПЕНИ Юртаев А.А., Юртаев А.А., Сазонов Т.В.	98
ОЦЕНКА УГЛА ВЫХОДА ПОТОКА ИЗ РАБОЧЕГО КОЛЕСА СВЕРХЗВУКОВЫХ МИКРОТУРБИН Семенихин А.А., Юртаев А.А., Сазонов Т.В.	99
ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ Шатманов О.Т., Расил К.О., Жанбирев Ж.Г.	101
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ РЕАКТИВНОСТИ СТУПЕНИ МИКРОТУРБИНЫ Ибрагимов Д.И., Ильинский Ю.Ю.	109
РОЛЬ И МЕСТО ТУРБИН В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ Юртаев А.А.	110

СЕКЦИЯ №9.**АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**..... **112**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ Кузин Е.В.	112
---	-----

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	113
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕСЪЕМНЫХ ОПАЛУБОК ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
Прокопьева А.Ю., Рязанова Г.Н.	113
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ НА ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ ТЦ «ЕВРОПА» В Г.ВОРОНЕЖ	
Мизилина Е.Г.	116
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	
Кондакова И.Ю.	119
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ, ОБОРУДОВАННОЙ МАЯТНИКОВОЙ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЕЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛИННОПЕРИОДНОЙ АКСЕЛЕРОГРАММЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ	
Денисов И.В., Харланов В.Л.	121
ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	
Алексеева А.С., Тышкевич А.В.	124
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С АНАЛИЗОМ ОПТИМАЛЬНЫХ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ	
Никонова И.О., Рязанова Г.Н.	126
ЛАНДШАФТНОЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО – КОМПОНЕТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ	
Базилевич А.М.	129
МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ НАСЫЩЕНИЯ ПОРИСТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕМЕНТНЫМ КЛЕЕМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КРУПНОПОРИСТОГО КЕРАМЗИТОБЕТОНА В НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ	
Рязанова Г.Н.	132
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
Могушков Р.Т., Бойков И.В., Скориков Р.Е.	135
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ КОВРОВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ НАРУЖНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ЗДАНИЙ	
Нагрузова Л.П., Савекин Е.С., Кабанова Е.Г., Сазнов К.В.	138
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Аношкин В.С.	141

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	143
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АНИОНА НА КИНЕТИКУ ФОРМИРОВАНИЯ СПЛАВА СИСТЕМЫ CaCu	
Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н.	143

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	145
ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛЮКОЗО-ФРУКТОЗНЫХ СИРОПОВ ИЗ СЛАДКОЙ ВИНОГРАДНОЙ ВЫЖИМКИ	
Розправкова О.В., Жирова В.В., Бабаева М.В.	145
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОЦИАНИДОЛОВ ИЗ ВИНОГРАДНЫХ СЕМЯН	
Розправкова О.В., Жирова В.В., Бабаева М.В.	147
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СОЛОДORAЩЕНИЯ	
Белокурова Е.С., Афонина А.З.	151
ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БИСКВИТНЫХ ТОРТОВ	
Быстрова А.А., Курочкина Т.И.	155
ПЕКТИН КАК КОМПОНЕНТ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ	
Латыпова С.Ш., Рябова В.Ф.	157
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ШОКОЛАДА ДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ	
Никитин И.А., Богатырёв В.А., Миронченко Я.А., Серова О.В., Сетдикова И.Р., Фадеева Я.С., Коровина Е.С.	160

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	162
---	------------

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	162
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ	
Бельский А.М.	162
ИНТЕРНЕТ-БРАУЗЕР, КАК СРЕДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛАТФОРМОНЕЗАВИСИМЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ	
Шестаков В.С., Сагидуллин А.С.	164
НЕСМЕЩЕННАЯ ОЦЕНКА РАСХОЖДЕНИЯ ШКАЛ ВРЕМЕНИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАЗНЕСЕННЫХ ЭТАЛОНОВ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ ПО СИГНАЛАМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ	
Рощин Д.А.	166
ПРИМЕНЕНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Сагидуллин А.С., Носов С.О.	170

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....	174
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	
Низамов Р.А.	174
АППРОКСИМАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА УЧАСТКЕ РАЗГОНА	
Зайцев В.А., Зайцева О.А.	175
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ	
Кабанов О.В., Панфилов С.А., Барычев В.И.	178
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ	
Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М.	180
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ МАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ	
Доронин М.В.	183
РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ПУСКА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ	
Савин А.Г.	186
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛНЕНИЯ	
Сафонов А.С.	190

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	192
ВЫБОР ПРИБОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	
Коротков М.А., Осипов В.А., Данилов Д.В., Шаталов Н.И., Шаталов И.Н., Морозов А.Н.	192
СНИЖЕНИЕ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА К ВЫСАДКЕ	
Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Трунова И.Г.	196

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	199
ТЕНДЕНЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИЙ В НАУЧНОМ СООБЩЕСТВЕ	
Давлеткиреева Л.З., Скокова И.К.	199

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	203
---	------------

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	203
--	------------

СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	204
ОПИСАНИЕ МЕТОДА КРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ В ИНТЕРЕСАХ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИС	
Кириленко Д.А., Кириленко А.М.	204
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	
Барашков В.М., Задорина Н.А.	206
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	208
ПОРЯДОК, ХАОС, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРИРОДНЫХ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	
Светлосанов В.А.	208
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД	212

**СЕКЦИЯ №1.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)**

**СЕКЦИЯ №2.
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

PERSONAL ASSISTANT WITH COMPONENTS OF ARTIFICIAL INTELLECT

Biktimirov M., Shcherbakov A.

Federal research centre «Informatics and management» RAS

Abstract

The article is concerned to the area of information science, to say more specifically – it is concerned to personal assistant with components of artificial intelligence and to the way of its application.

This project can find its application by creation and exploitation of computer, managing and production systems of different purpose where the user is in need of intelligent dialogue with a computer system and knowledge accumulation.

In comparison with other ways of communication with computer systems complexity of making retrieval requests reduces. As far as questions are formulated on natural language and adequate choice of search results takes place, teaching and knowledge accumulation, taking experience and user's references into account are possible. Active dialogue of system and the user is carried on, including messages on system's initiative. The article was written as part of a grant from the Russian Foundation for basic research № 14-07-00783.

1. General introduction to the problem

All known historical person and humanity as a whole is trying to create a helper to facilitate labour – first physical, and then intellectual.

At the same time success in facilitating labour processes primarily related to increases in power and acceleration of production, and the success of collective intelligence – with the growth of information capacity.

However, the growth of information capacity does not mean growth and ability to comprehend and process information. We see this in the example of the modern Internet – enormous amounts of information do not allow to navigate it in a reasonable time, to make sense of it and correct use, we also often can't ensure the authenticity of information.

Existing search engines are only partially solve this problem, offering us to act on the principle of Robert Sheckley [1]: To properly ask a question, you have to know more than half the answer!

We begin to stagnate and, figuratively speaking, everyday to "reinvent the wheel" - to repeat already done the research and work, unable to find them in a huge array of diverse information.

It is quite obvious that the idea is to simulate the human brain has exhausted itself, so unproductive to attempt to build a modern means of transport based on the modeling work of the legs, when the technique confidently uses the wheel.

Remembering that "in the Beginning was the Word", it is wise to pay attention to semantic algorithms, simulating the processing texts consisting of words, so similar to the main structural processes of thinking and mental effort.

While it is unwise to rely on probabilistic algorithms, e.g., neural networks, as a result of their work is often unclear and unpredictable.

We set and solve the problem of creating artificial intelligence first step – artificial intelligence assistant.

And the basic principles of its work – the clarity, predictability, learning, personality and reliance on existing information resources.

Adding to any modern search engine and thus using already accumulated knowledge, deterministic methods of analysis of the text we will achieve full clarity and predictability of the decisions of our intelligence assistant by entering individual preferences of the owner – will have the personality and trainability, typing evaluate the usefulness of the work of the assistant, we will close the feedback learning and individualization of our "second I" that can help us.

2. Introduction and Discussion

This development can be used by creation and exploitation of computer, operating and producing systems of different purpose where a user requires intelligent dialogue with the computer system and accumulation of knowledge.

Current level of acknowledgement of this problem is realized in every searching system.

But, up-to-date searching systems have following fundamental imperfections:

- Complexity of retrieval requests compilation and search data choice
- Impossibility of teaching and accumulation of knowledge, accounting of experience and the user's preferences
- Absence of dialogue of the system and the user.

Modern intelligence projects-helpers

Google Now [4], the search engine without requests - the system analyzes the user action and its location and generates an "information card" - advice, recommendations and assistance to the user

Siri – voice organizer and maintaining dialogues with the user – reminds about business, gives advice and answers questions [3].

The shortcomings of these projects are the following:

• "Black box" - the user does not know how the system works, he is looking for and what information about it takes into account,

- The need for continuous communication channel with the Internet,
- The secrecy and pressuremost project
- The lack of feedback and assessments utility

Basic solutions (what we need and what we offer)

- "White box" the user knows or has a clue how the system works and what information about it takes into account,
- Learning and feedback to the user,
- Local or corporate use,
- Openness and complementarity of the project

In personal assistant with components of artificial intelligence and method of its application tasks of project are solved and fundamental imperfections of prototype in up-to-date searching systems are removed.

3. The main ideas of the project

Personal assistant with components of artificial intelligence is intended for dialoguing with the user by means of questions and answers exchange, representing by itself texts on native language and forming pieces of advice for the user in a form of texts on native language. It consists of operation executing components implemented on unconditioned computational resources. Moreover, operation executing components include at least the following: a component for text recognition, inputted by the user; a component for searching in data array; a component for answer forming for the user; a component for feedback, estimating the answers formed for the user; a component for settings which manages forming of answers; a component for connection with other personal assistants; a component for connection with searching systems, and data array, including, but not limiting the following: data array of the user's questions; data array of answers to the user; data array of settings, containing information about user's preferences and mode of operation for personal assistant; data array of events, describing the information about past or coming events.

The method of application of personal assistant with components of artificial intelligence, described above, consists in the following:

a) The user forms questions which enter the text recognition component inputted by the user, which in its turn transmits them into the component for searching in data array. Whereupon, the component for searching in data array compares them with data array of answers to the user and if identical or resembling answer is available it is directed to the component for answer forming for the user.

b) In that case, if the question of the user forms an event, information about the event is data array, describing information about past and coming events.

c) In that case, if identical or resembling answer in data array of answers is not found, the text recognition component applies to the component for connection with other personal assistants, which transmits a question to another personal assistant and waits for an answer from it, another personal assistant functions by analogy.

d) In that case, if answer from another assistant is not received or appeal to other assistants is impossible or prohibited by the component for settings, the component for text recognition inputted by the user distinguishes content of a question in the form of text. Whereupon, this text is transmitted to the component for connection with searching systems, answer from which come in the component for answer forming for a user, where the answer is compared with data array of settings and with account taken of this comparison is transferred to the user.

e) Not obligatory that the user estimates an answer when receives it. The answer of the user is transferred to the component for feedback and the answer is placed into data array of answers with the user's estimation or into data array.

f) The component of answer forming for the user independently from user's questions forms recommendations for the user in that case, when from other personal assistants a question (the question itself or answer on which is indicated in data array of settings as interesting for the user) comes in and also in that case, when questions asked before require an answer in present time, or the event has come, which there is in data array.

Thus, complexity of making retrieval requests reduces. Teaching and knowledge accumulation, user's experience and preferences accounting is possible as far as questions are formulated on native language and adequate choice of searching results takes place. Active dialogue of the system and the user carry on, including messages on the system's initiative.

Here given some technological explanations of usage and schematic description, with references on Figure1. It depicts block diagram of personal assistant with components of artificial intellect – personal ARtiFicial Intellect Assistant (ARFIA) in diagram form.

Text comparison is the basic function used by personal intellect assistant. It consists in that texts are compared between each other in set-theoretic sense. General part (intersection) is detected: words which concern only to the first or only to the second text. Comparison of texts allows to single out the sense of questions asked by the user and to realize users' preferences by means of comparison of preferences with found answers.

Measure of texts similarity is computed in following way – similarity S

$$S = 2P/(t1+t2) \text{ where}$$

P – the size of texts intersection, t1 – number of words in the first text, t2 – number of words in the second text. For example, the user asked ARFIA the question:

Where is pharmacy №51 situated?

Then ARFIA compares text of the question with text-patterns of questions to single out the sense:

Where is situated

Where to buy

Who is

What is name of

When will be

For the first question (two words are coincide) $S=2 \times 2 / (4+2)=2/3$, for the second $S=1 \times 2 / (4+2)=1/3$, for the rest coincidence is equal to 0.

Thus, ARFIA identifies that the question on location (the first pattern) was put and single out what exactly is to be found (pharmacy №51) – words containing only in the first text. Suppose there is no result in data array of answers to the user and search in the searching system was executed.

Search results:

1. Pharmacy №51 of drug chain A5

Address: Moscow, Dmitrovskoe highway, 45/2

Tel.: 8-495-916-86-47

Time of work: 9.00-21.00

Metro station: Petrovsko-Razumovskaya

2. Address

125430, Moscow, St. Mitinskaya, 40 Business Center "Mitino", 1 floor

Tel.: 8-495-759-37-29

Time of work: 8.00-23.00

3. Address

Lipezk, St. Belana, building 26, Business center "Real"

Tel.: +7 (4742) 45-1668, +7 (4742) 45-3607 Time of work: Every day 9.00-21.30

If the user has Moscow as the city of location in preferences, then comparison picks out only first two search results and transmits them to the user.

Further there is illustration of ARFIA work with data array of events describing information about past and future events.

Suppose that today is the 7th of March

ARFIA prepares the notice to the user:

Tomorrow is the 8th of March. It's time to congratulate women!

Let the user asked qualifying question:

What did I give as a present last year?

ARFIA will actualize searching in data array of events of one year remoteness and will find the following data:

Last year presents:

Women co-workers received boxes of sweets "Vechernyi Zvon";

Mother received money;

Girlfriend received a bracelet;

For the next question of the user

Where is it better to buy presents on the 8th of March?

According to analogous scheme, the retrieval request (presents on the 8th of March) will be marked out and the search will be carried out:

Its results, for example, will be the name of site:

http://www.dostavka-podarkov.ru/holidays/03_08/

Presents for women on the 8th of March.

This year our internet-shop has prepared for women new presents and souvenirs for the 8th of March. We hope that among varied stock of presents for the 8th of March you could find and order an appropriate present. Attention! Make orders of the 8th of March presents in advance, not in the last day.

Also, we would like to remind that we are ready to work with wholesale and corporate customers of the 8th of March presents and souvenirs. Delivery of retail and wholesale customs realizes on the whole territory of Russia.

In our internet-shop wide range of gifts for women is always represented.

Afterwards, ARFIA will ask a question in some time intended for its self-learning:

What did you choose as presents this time?

It saves data entry in memory to give it to the user in case of need.

4. Algorithm description

Thus, personal assistant with components of artificial intelligence intended for dialoging with a user (1) by means of questions and answers exchange which represents with themselves texts on natural language and forms pieces of advance for the user on natural language consists of executing operations components realized on unconditioned computational resources. At that, executing operations components include at least the following: a component for text recognition, inputted by the user (2), a component for searching in data array (3), a component for answer forming for the user (11), a component for feedback, estimating the answers formed for the user (12), a component for settings which manages forming of answers (9), a component for connection with other personal assistants (8), a component for connection with searching systems (10), and data array, including, but not limiting the following: data array of the user's questions (4), data array of answers to the user (5), data array of settings (6), containing information about user's preferences and mode of operation for personal assistant, data array of events, describing the information about past or coming events (7).

- The user forms questions which get into the component for text recognition inputted by the user. This component in its turn transmits them into the component for searching in data array, following which the component for searching in data array compares them with data array of answers to the user and in the presence of identical or resembling answer it is directed to the component for answers forming for the user.

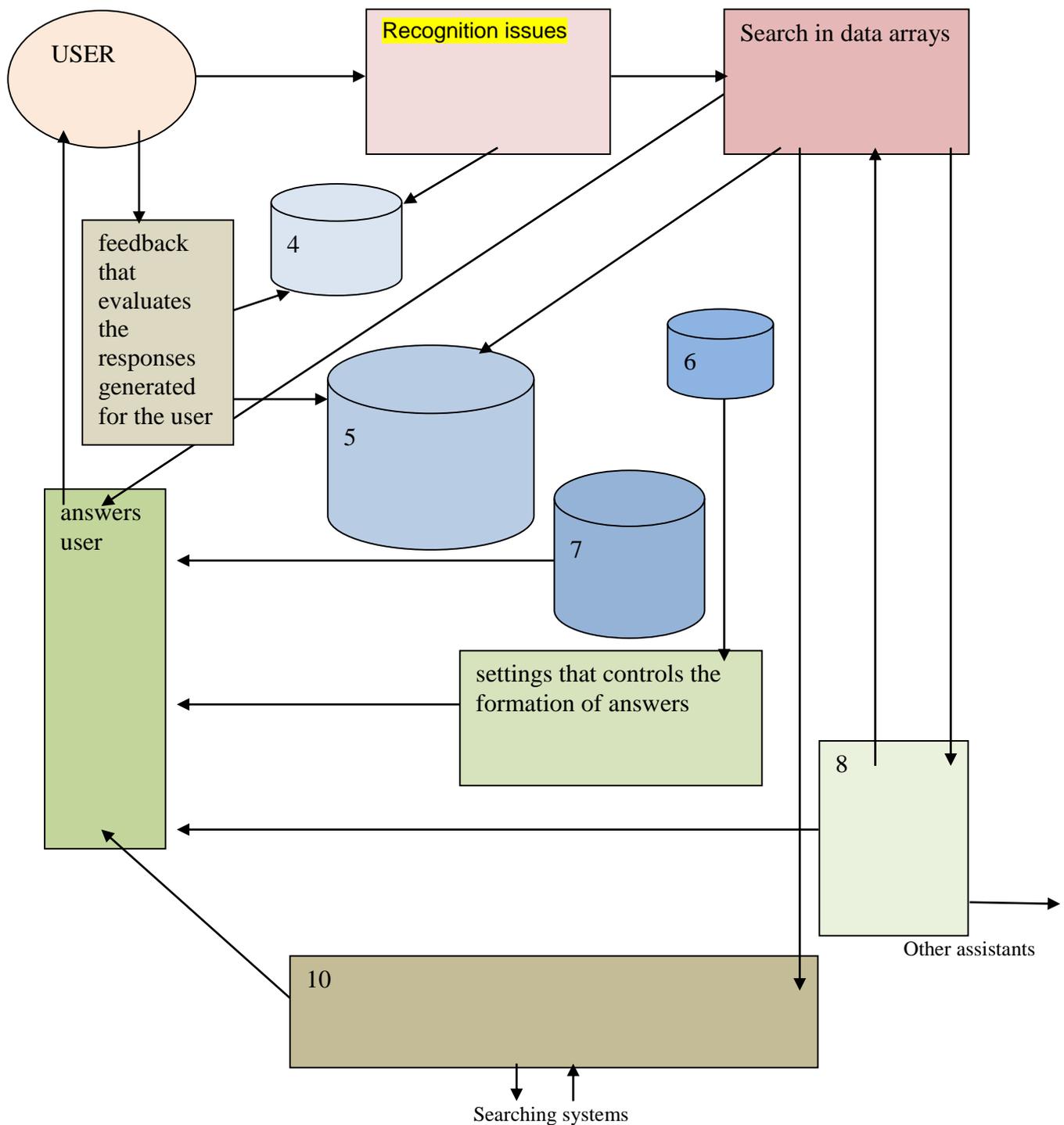
- In that case if the user's question forms an event, information about the event is data array of events, describing the information about past or coming events.

- In that case, if identical or resembling answer in data array of answers is not found, the text recognition component applies to the component for connection with other personal assistants, which transmits a question to another personal assistant and waits for an answer from it, another personal assistant functions by analogy.

- In that case, if answer from another assistant is not received or appeal to other assistants is impossible or prohibited by the component for settings, the component for text recognition inputted by the user distinguishes content of a question in the form of text. Whereupon, this text is transmitted to the component for connection with searching systems, answer from which come in the component for answer forming for a user, where the answer is compared with data array of settings and with account taken of this comparison is transferred to the user.

- Not obligatory that the user estimates an answer when receives it. The answer of the user is transferred to the component for feedback and the answer is placed into data array of answers with the user's estimation or into data array.

- The component of answer forming for the user independently from user's questions forms recommendations for the user in that case, when from other personal assistants a question (the question itself or answer on which is indicated in data array of settings as interesting for the user) comes in and also in that case, when questions asked before require an answer in present time, or the event has come, which there is in data array.



Additional examples can illustrate the work of ARFIA. In 1950 Alan Matison Turing published an article under the title “Can the machine think?”[2]. Turing considered two fundamental definitions in the article as “machine” and “think”. But as long as scientist’s thoughts on the first problem were mainly actual for his contemporaries, developed by Turing criterion of sapience of computing systems is used nowadays.

For detection of electronic intellect he proposed so called “game of simulation”. Initially three people participate in it: a man, a woman and a judge. The last is separated from two others by room’s walls, everyone communicate by means of telegraph connection (to except cognition by the voice, in modern case it will be communication by means of inputting texts on keyboard). The aim of a person who asks questions is to find out of the rest participants who the woman is and who the man is. The aim of game for the woman is to help to the judge and for the man to put him off his stride. The next step was to make the machine answer instead of the man. Will the person who asks questions make mistakes as often as it was in game where the only participants are people? Alan Turing predicted that in the course of five minute test a computer with memory about 120 megabyte could deceive a human in 30% of cases. Current semantic technologies allow lifting Turing’s plank up to 70 or more percent cases.

Artificial Intellect Assistant (ARFIA) is technically realized as an application which is teachable pseudo-reasonable system connected in the internet-space with other intellect assistants. ARFIA has scalable modular architecture that includes the nucleus and additional modules which are connected to ARFIA by standard interface and process data in standard or document format.

Besides that, indexing of created by the user documents, messages and dialogues in social networks is carried out for their fast-access retrieval, correction of preferences and renewal of everyday dictionary. Description or image annotation can also be offered to the user (overlooked, created and selected by him). At that images or references on them are placed into the collection of local results.

5. Conclusion

Taking into account realization of knowledge accumulation and teaching during 2-3 months ARFIA turns into inalienable alter ego of the user and it allows to minimize technical problems of search and selection of information, and also successfully automatically introduces the user in groups of communication and social networks by means of module of text generation. Besides, the local collection of the most needed informational resources, independent of long-haul networks accessibility, is automatically organized to the user.

In comparison with other ways of communication with computer systems complexity of making retrieval requests reduces. As far as questions are formulated on natural language and adequate choice of search results takes place, teaching and knowledge accumulation, taking experience and user's references into account are possible. Active dialogue of system and the user is carried on, including messages on system's initiative.

List of references

1. Robert Sheckley Ask A Foolish Question, <http://www.readbookonline.net/readOnline/63673/>
2. The Alan Turing Internet Scrapbook The Turing Test, 1950 <http://www.turing.org.uk/scrapbook/test.html>
3. Speech Interpretation and Recognition Interface <https://ru.wikipedia.org/wiki/Siri>
4. Google Now https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Now

ВЫБОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Бессарабов Н.А.

МФТИ, РФ, г.Москва

Задача выбора математической модели представляет собой выбор одной из ряда конкурирующих для объяснения полученных статистических данных. IRT (Item Response Theory) [3], называемая в русскоязычной литературе теорией моделирования и параметризации тестов, представляет собой семейство математических моделей, которые описывают вероятность правильного ответа испытуемым на очередной вопрос теста. Критерий выбора подходящей модели для той или иной задачи тестирования знаний определяется тремя составляющими: наилучшим соответствием математической модели полученным данным, принципом экономии, т.е. предпочтение в пользу более простой модели с наименьшим числом параметров, а также, наилучшей экстраполяционной способностью модели.

Модель Раша [2] описывает вероятность ответа "1" испытуемым на очередной вопрос теста:

$$p(x_j = 1 | \theta, \delta_j) = \frac{1}{1 + \exp[-(\theta - \delta_j)]}, \text{ где } \theta - \text{латентный параметр испытуемого, } \delta_j - \text{латентный параметр } j\text{-го задания,}$$

$x_j = 1$ – результат обработки ответа испытуемого. В рамках тестирования знаний $x_j = 1$ обозначает верный ответ на j -ое задание, в то время как $x_j = 0$ – неверный ответ. Модель Раша является дихотомической, т.е. ответ тестируемого может быть либо верным (1), либо неверным (0).

В рамках тестирования знаний латентный параметр тестируемого называется его подготовленностью в определенной области знаний, а параметр задания – трудностью. Подготовленности и трудности определены на одной и той же шкале, измеряются в логитах и могут принимать значения от $-\infty$ до $+\infty$, однако на практике латентные параметры принимают значения из диапазона $[-3; 3]$.

Для модели Раша количество правильных ответов на j -ое задание среди всех тестируемых и количество верных ответов конкретного испытуемого являются достаточными статистиками. Кроме того, все тестируемые,

ответившие правильно на одинаковое количество вопросов, получают одну и ту же оценку подготовленности, и все вопросы, на которые получено одинаковое число правильных ответов получают одну и ту же оценку трудности.

Существует так же двухпараметрическая модель Бирнбаума (2PL) [2]. В отличие от модели Раша, в этой модели дискриминационный параметр может принимать различные значения для каждого задания:

$$p(x_j = 1 | \theta, \alpha_j, \delta_j) = \frac{1}{1 + \exp[-\alpha_j(\theta - \delta_j)]}. \text{ Хотя } \alpha_j \text{ может принимать любые значения от } -\infty \text{ до } +\infty, \text{ на практике}$$

чаще всего дискриминационный параметр принимает значения из интервала [0.8; 2.5].

Модель 2PL имеет достаточные статистики. Для оценки подготовленности достаточной статистика является взвешенное количество правильных ответов: $\sum_j \alpha_j x_{ij}$. Взвешенная сумма дает больше информации, чем

достаточная статистика в модели Раша, поэтому тестируемые, которые дали одинаковое число верных ответов, но на разные вопросы, получают разные оценки подготовленности. Стоит отметить, что в этом случае достаточная статистика зависит от неизвестного параметра – α_j .

В описанных выше моделях, тестируемый с очень низким уровнем подготовленности с большой долей вероятности даст неверный ответ на задание. Однако, при использовании вопросов с выбором варианта ответа, тестируемый может угадать верный ответ. Для оценки подобных ситуаций предложена трехпараметрическая

$$\text{модель (3PL) [2]: } p(x_j = 1 | \theta, \alpha_j, \delta_j, \chi_j) = \chi_j + (1 - \chi_j) \frac{1}{1 + \exp[-\alpha_j(\theta - \delta_j)]}. \text{ Параметр угадывания } \chi_j$$

принимает значения из интервала [0; 1]. Этот параметр является нижней асимптотой вероятности правильного ответа тестируемым с достаточно низким уровнем подготовленности для определенного вопроса. Стоит отметить, что для модели 3PL отсутствуют достаточные статистики для оценивания параметров.

Тестируемый с высоким уровнем подготовленности с большой вероятностью ответ на вопрос верно. Однако такой тестируемый может допустить, например, опisku и дать неверный ответ. Для такого случая предложена 4-

$$\text{параметрическая модель (4PL) [2]: } p(x_j = 1 | \theta, \alpha_j, \delta_j, \chi_j, \varepsilon_j) = \chi_j + (\varepsilon_j - \chi_j) \frac{1}{1 + \exp[-\alpha_j(\theta - \delta_j)]}. \text{ В}$$

этой модели параметр ε_j является верхней асимптотой вероятности правильного ответа. Таким образом, в предыдущих моделях при $\theta \rightarrow \infty$ вероятность правильно ответа стремилась к 1, а в случае модели 4PL – стремилась к ε_j .

Для описания информационных критериев используются следующие обозначения: n – объем выборки, k – количество заданий в тесте, p – количество оцениваемых параметров в модели.

Для вложенных моделей обычно применяется критерий отношения правдоподобия (LR-test) [1] с применением статистики хи-квадрат. Однако для не вложенных моделей эта статистика не подходит вследствие монотонной зависимости оценки дисперсии от количества параметров, которая определяет величину функции правдоподобия. Кроме того, функция правдоподобия по абсолютной величине увеличивается с ростом объема выборки. Поэтому в случае не вложенных моделей применяют информационные критерии, учитывающие информацию, предоставляемую моделью, и информацию, имеющуюся в данных. Основная идея информационных критериев состоит в том, что “качество модели” достигается посредством баланса качества приближения к реальным данным и статистической сложностью модели, связанной со слишком большим числом параметров. Информационные критерии состоят из добавленного к максимуму логарифмической функции правдоподобия штрафа за используемое количество оцениваемых параметров. Информационные критерии используют лишь для сравнения моделей между собой, так как абсолютное значение критерия не имеет содержательной интерпретации. Наиболее распространенными информационными критериями из нескольких десятков, описанных в литературе, являются AIC, BIC, и HQC [1].

Критерий AIC, названный по имени автора (Akaike), имеет вид $AIC = -2 \ln L + 2p$, где L – максимум функции правдоподобия, p – число параметров модели. Для сравнения моделей на малом объеме выборки

применяют модифицированный критерий $AIC_c = -2 \ln L + 2p \frac{n}{n - p - 1}$, где n – размер выборки.

Байесовский информационный критерий имеет вид: $BIC = -2 \ln L + p \ln n$, а его модификация для малого объема выборки: $SABIC = -2 \ln L + p \ln\left(\frac{n+2}{2n}\right)$.

Критерий HQC (Hannan-Quinn) имеет вид: $HQC = -2 \ln L + p \ln \ln(n)$.

Для всех рассмотренных критериев точность выбора правильной модели растет с ростом объема выборки n . Точность выбора правильной модели падает при увеличении сложности модели, а именно, числа оцениваемых параметров p .

При малом объеме выборки n и малом числе заданий k практически по всем критериям выбирается однопараметрическая модель Раша. При малом объеме выборки n и большом числе заданий k чаще выбирается двухпараметрическая модель 2PL, иногда уступая в частоте выбора однопараметрической модели Раша. При большом объеме выборки n и малом числе заданий k существует некоторое минимальное значение k , меньше которого точность выбора модели низка, а при увеличении числа заданий более которого точность выбора модели выходит на некоторый стабильный уровень по всем критериям.

Наивысшая точность выбора модели по всем критериям имеет место при совпадении распределений подготовленности и трудности. То есть, правильный выбор модели с соответствующей наилучшей точностью оценивания подготовленности имеет место при адекватном выборе трудности заданий, соответствующем распределению подготовленности.

Список литературы

1. Claeskens G., Hjort N.L. Model Selection and Model Averaging, – Cambridge University Press, 2008, 332 p.
2. de Ayala R.J. The Theory and Practice of Item Response Theory, – New York: Guilford Press, 2009. 448 p.
3. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – М.: Прометей, 2000. 168 с.

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ РЕСУРС КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Филимонова Н.А.

ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», г.Сыктывкар

Электронное правительство (ЭП) не просто новомодное веяние времени, а качественно новый способ организации взаимодействия ключевых субъектов экономики любой страны, таких как государство (а точнее государственный аппарат управления), бизнесы и граждан. Соответственно в концепции ЭП выделяются составные части, основанные на взаимодействии вышеуказанных субъектов: G2G, также включающая в себя G2E (Государство-Служащему), G2B, G2C, содержащая G2N (Государство-Общественной организации) [6].

Для выполнения оптимизации процессов кооперации субъектов – ЭП должно выполнять целый ряд задач:

- предоставление государством информации различных уровней;
- оказание ряда государственных услуг в электронном виде;
- ориентированность на участие граждан и бизнеса в жизни государства;
- повышение эффективности взаимодействия между различными государственными органами вне зависимости от их уровня и принадлежности к одной из ветвей власти;
- повышение качества планирования, а также оперативности и результативности управления;
- возможность работы с ЭП других государств.

ЭП предполагает перенесение взаимодействия Государства и остальных субъектов в виртуальную среду. Вместо прямого, но ресурсозатратного и разрозненного сообщения предлагается добавить виртуальную площадку, которая одновременно являлась бы и самостоятельным объектом и способом сообщения. Главные преимущества такого изменения заключаются в значительном уменьшении затраченных ресурсов, таких как финансы, время, усилия, а также искоренении бюрократизма и коррупции.

Создание ЭП в Российской Федерации (РФ) проходит в соответствии с федеральной целевой программой «Электронная Россия» (2002-2010 гг.), и долгосрочной целевой программой «Информационное общество», рассчитанной до 2020 года. По результатам анализа в 2008, выяснилось, что мероприятия, проводимые в рамках программы «Электронная Россия», оказались направлены на решение, в основном, узкоспециализированных

технологических задач [5]. Значительными итогами программы можно считать создание единого портала государственных услуг и порталов государственных органов, системы межведомственного взаимодействия, государственной автоматизированной системы управления и поддерживающей их инфраструктуры. Принятая в октябре 2010 года программа «Информационное общество» в рамках подпрограммы «Информационное государство» должна была решить оставшиеся задачи и минимизировать отставание по внедрению ЭП. Несмотря на улучшение бюджетирования по сравнению с «Электронной Россией» и успехи реализации в первые годы, на настоящий момент не наблюдается устойчивой положительной динамики в области развития ЭП. В рейтинге стран мира по развитости ЭП РФ не изменила своего положения и продолжает занимать 27 место, а по показателям госпрограммы на 2016 год РФ планировалось войти в первую десятку [2, 7].

Со стороны пользователя-гражданина замечен целый ряд проблем, существенно затрудняющий использование имеющихся ресурсов.

1. Недоступность информации. Поиск необходимой информации осложнен тем, что система порталов государственных органов представляет собой в большей степени разрозненную совокупность. Особенно это неудобно для тех, кто плохо ориентируется в структуре органов власти и не имеют четкого представления о сферах их деятельности. Более того, достаточно часто информация, размещенная на порталах, не является актуальной, т.е. не соответствует действительности. Изменения в действующем законодательстве столь сложно отследить, что организации предпочитают приобретать справочно-правовые системы, чтобы иметь актуальную правовую информацию.

2. Часть услуг не существует в электронном виде. Услуги на портале государственных услуг предоставляет только исполнительная ветвь власти, для обращения к другим ветвям необходимо переходить на сторонние ресурсы.

3. Отсутствие участия в жизни государства. Единственным инструментом электронного волеизъявления является портал «Российская общественная инициатива», относительно правдивости подсчета голосов на котором ранее уже возникали сомнения [4]. Также стоит отметить, что за весь период существования портала было принято всего 19 решений в пользу исполнения инициатив, но дальнейшее их исполнение не отслеживается [3].

Для решения описанных проблем могло бы быть целесообразным создание интегрированного ресурса, интегрирующего уже имеющиеся элементы ЭП (например, опираясь на опыт Великобритании) [1]. Упрощенная схема такого возможного ресурса представлена на Рисунке 1.

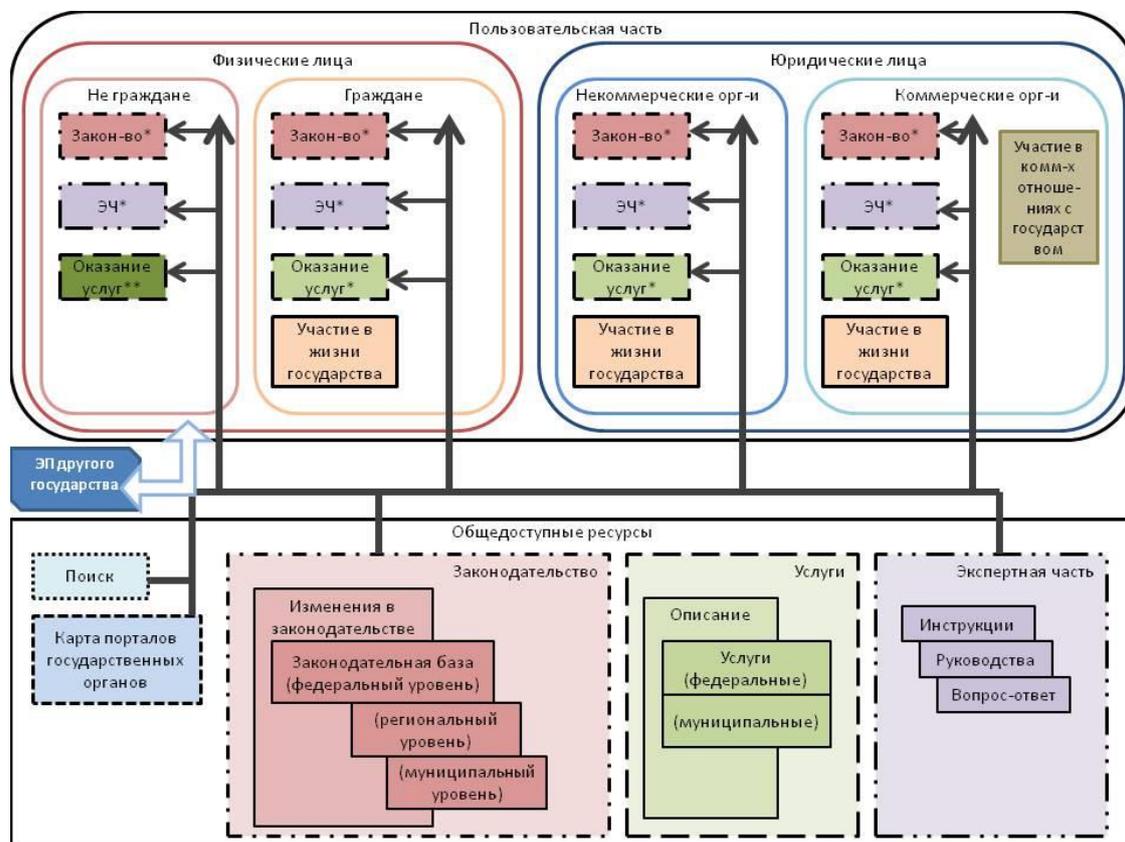


Рис. 1. Предлагаемая схема интегрированного портала

В основе предлагаемого ресурса лежит принцип «одного окна», когда пользователю нет необходимости переходить на сторонние ресурсы, все его потребности удовлетворяются в рамках одного портала. Такой портал можно условно поделить на две большие части – общедоступные ресурсы, открытые для неавторизованных «гостей» и пользовательская часть, возможности которой становятся доступны после регистрации и авторизации на портале.

В состав общедоступных ресурсов входят:

- Поиск по всем разделам и интегрированным порталам.
- Карта порталов государственных органов.
- Раздел «Законодательство», состоящий из законодательных баз различных уровней и подраздела отслеживающего их изменения.
- Раздел «Услуги», являющийся собранием полных описаний всех предоставляемых услуг.
- Раздел «Экспертная часть», представляющий собой набор инструкций и руководств по различным жизненным ситуациям и рубрику «Вопрос-ответ», позволяющую получить бесплатную консультацию эксперта.

Принадлежность к одной из пользовательских групп определяется его статусом как субъекта права. Пользовательская часть адаптирует общедоступные ресурсы под нужды пользователей.

К специализированным сервисам относятся:

- Подраздел «Оказание услуг», отделенный от общедоступного раздела «Услуги», с возможностью взаимодействия со всеми ветвями власти.
- Раздел «Участие в жизни государства», предполагающий участие в опросах, предложение и голосование за инициативы, прямое общение с государственными деятелями.
- Раздел «Участие в коммерческих отношениях с государством», позволяющий коммерческим организациям участвовать в торгах.

При дальнейшем развитии ЭП в РФ возможна реализация возможности взаимодействия пользователей с ЭП других государств.

Предложенный ресурс является одним из возможных видов решения вышеуказанных проблем. Путем повышения уровня удобства использования государственных ресурсов, расположенных в сети Интернет, он призван увеличить процент населения, использующего механизм получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме, максимально уменьшить затрачиваемые усилия для поиска необходимой информации и предоставить реальную возможность участвовать в жизни государства.

Список литературы

1. Данилин А.В. Среда электронного взаимодействия для электронного правительства // Информационное общество, 2003, вып. 1, С. 41-52.
2. Приложение 1 к государственной программе Российской Федерации "Информационное общество (2011 - 2020 годы)" сведения о показателях (индикаторах) государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011 - 2020 годы)».
3. Решение принято: 19 инициатив // Российская общественная инициатива [Электронный ресурс] URL: <https://www.roi.ru/complete/> (дата обращения: 20.11.2015).
4. Сайт по сбору общественных инициатив обвинили в накрутках // Lenta.ru Интернет и СМИ [Электронный ресурс]: URL: <http://lenta.ru/news/2013/05/28/roi/> (дата обращения: 20.11.2015).
5. Федеральная целевая программа "Электронная Россия (2002 - 2010 годы)". Редакция от 09.06.2010.
6. Ravi Kiran M.A Ramco white paper. Transformation of governance through information technology [Электронный ресурс] URL: <http://www.ramco.com/downloads/WPR-GRP.pdf> (дата обращения: 20.11.2015).
7. 2014 Global E-Government Survey. E-Government for the Future We Want // United Nations Public Administration Network [Электронный ресурс] URL: http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov_Complete_Survey-2014.pdf (дата обращения: 20.11.2015).

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Кузичкин А.А.

СамГТУ, РФ, г.Самара

Одно из перспективных направлений применения искусственных нейронных сетей (ИНС) – промышленное производство. В этой области ощутима тенденция перехода к производственным модулям с высоким уровнем автоматизации, что требует увеличения количества интеллектуальных саморегулирующихся и самонастраивающихся машин. Однако, производственным процессам свойственно большое разнообразие динамически взаимодействующих параметров, что усложняет создание адекватных аналитических моделей. Современное производство постоянно усложняется. Это замедляет внедрение новых технологических решений. Кроме того, в ряде случаев удачные аналитические математические модели показывают несостоятельность из-за недостатка вычислительных мощностей [14]. В связи с этим возрастает интерес к альтернативным подходам моделирования производственных процессов с использованием ИНС, предоставляющим возможности создавать модели, работающие в реальном времени с малыми погрешностями, способные дообучаться в процессе использования. Преимущества нейросетей делают их использование привлекательным для решения задач, таких как:

- прогнозирование;
- планирование;
- проектирование АСУ;
- управление качеством;
- управление манипуляторами и робототехникой;
- обеспечение безопасности производства: обнаружение неисправностей и предупреждение аварийных ситуаций;
- управление процессами: оптимизация режимов производственных процессов; мониторинг и визуализация диспетчерской информации.

Сегодня прогнозирование на основе ИНС наиболее полно реализовано в сфере финансов и в экономике. В промышленном производстве, нейросети могут быть полезными, например, при создании модели управления рисками предприятия [20], планировании производственного цикла [19]. Моделирование и оптимизация производства характеризуется высокой сложностью, большим количеством переменных и констант, определенных не для всех возможных систем. Традиционные аналитические модели часто можно построить только при значительном упрощении, и они носят в основном оценочный характер. В то время как ИНС обучается на основе данных реального или численного эксперимента [21].

Классические методы построения АСУ технологическими процессами строятся на формализованных знаниях человека об объекте управления. Вариант построения АСУ на основе нейросети реализует свойственные человеку когнитивные приемы. В качестве примеров успешного применения ИНС в данной сфере можно назвать управление сложными процессами и объектами в условиях информационной неопределенности [17], процессами механообработки, робототехническими системами [18, 10] и др.

Большой опыт накоплен в области использования ИНС при управлении качеством в промышленности. Например, нейронная сеть, примененная на предприятиях Intel, для идентификации брака при производстве микросхем способна забраковать неисправный чип с точностью 99,5%. Путем подачи звуковых волн и приема отраженного сигнала, а затем обработкой ИНС, специалисты из National Institute of Standards and Technology (NIST) проверяют качество бетона при толщине материала до полуметра [1, 16].

В области обнаружения неисправностей использование ИНС позволяет в режиме реального времени следить за состоянием оборудования [6], выявлять отклонения и предупреждать наступление аварийных ситуаций. Большие перспективы открывает использование нейросетей в области мониторинга загрязнения окружающей среды, что также снижает риск техногенных аварий [21, 25].

2. Нейронные сети в информационных технологиях

В связи с увеличением сложности и разнородности современных информационно-коммуникационных систем, все чаще оказываются несостоятельными традиционные меры обеспечения их функционирования. Одним из перспективных направлений решения практических задач в сфере информационных технологий является исследование возможностей применения ИНС.

Анализ соответствующей специальной литературы показал, что в информационной среде нейросети зарекомендовали себя в следующих направлениях:

- управление сетями и их оптимизация;
- обеспечение информационной безопасности сетей связи;
- распознавание вводимой информации;
- обработка и поиск информации.

С помощью ИНС успешно решается важная задача в области телекоммуникаций – нахождение оптимального пути трафика между узлами. Учитываются две особенности: во-первых, решение должно быть адаптивным, т. е. учитывать текущее состояние сети связи и наличие сбойных участков, а во-вторых, оптимальное решение необходимо находить в реальном времени. Кроме управления маршрутизацией потоков, нейронные сети используются для получения эффективных решений при проектировании телекоммуникационных сетей [12; 18, 21].

В области обеспечения информационной безопасности нейросети также успешно решают задачи, недоступные традиционным подсистемам, ориентированным на заранее заданные классы угроз в условиях возрастающей сложности и динамики разнородного программного обеспечения. Так, хорошо исследованы возможности применения технологий на базе НС для идентификации и аутентификации [8], антивирусной защиты [26], обнаружения и предупреждения вторжений [12; 13], управления рисками информационной безопасности, выявления уязвимостей [26] и др.

Кроме указанных примеров теоретических изысканий, в открытых источниках можно встретить упоминание практических реализаций. Например, разработанная лабораторией GoogleX система распознавания Vicarious, решающая задачу прохождения CAPTCHA-теста. Исследователям удалось достичь 90% точности распознавания CAPTCHA от Google, Yahoo, PayPal, Captcha.com и других проектов. Это исследование показывает, что современные CAPTCHA уже не эффективны в качестве теста Тьюринга. В рамках другого проекта Google X была создана экспериментальная компьютерная НС, способная самостоятельно распознавать в видеопотоке морфологические объекты, например, кошек. Еще одним примером работающего проекта является работы ряда фирм, ориентированные на борьбу с мошенничеством в банковской сфере.

Распознавание речи – одна из наиболее популярных областей применений НС [18]. Демонстрационная система для дикторонезависимого речевого управления встроенным калькулятором Windows (разработчик – российская компания Нейропроект) способна распознавать 36 команд, сказанных в стандартный микрофон независимо от особенностей голоса и произношения [12, 21]. Использование нейросетевых технологий в криптографии также представлено интересными разработками [16, 21]. Чаще всего применение НС связано с криптосистемами с открытым ключом Меркла-Хэллмана.

Компанией Fein-Marquart Associates Inc разработана программа распознавания почтовых индексов с автоматической дальнейшей сортировкой. Система распознает как типографские, так и написанные от руки цифры. Точность распознавания оценивается значением 98% [2, 16]. Компания AT&T Bell Laboratories добилась показателей в 0,14% ошибок НС в процессе распознавания символов при предъявлении обучающей пары из набора представительских выборок, использованной при обучении, и 5,0% – при распознавании «новых» символов [18, 21].

В информационном обществе перспективным направлением является применение ИНС для кодирования и декодирования информации. В качестве первоочередной тут выступает задача обработки речевой информации и изображений. Широко известным стал метод сжатия информации, предложенный в 1987 г. [11]. Большое внимание уделяется построению нейросетевых приемников множественного доступа.

Список литературы

1. Аксенов С.В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев; под общ. ред. В.Б. Новосельцева. – Томск : Изд-во НТЛ, 2006. – 128 с.
2. Александрова Ю.Н. Анализ профессиональной пригодности кандидата на основе нейронных сетей. / Ю.Н. Александрова. // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – №1 (20). – 10 с.
3. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. / А.Б. Барский. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
4. Бестенс Д.-Э. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. / Д.-Э. Бестенс, В.-М. Ван Ден Берг, Д. Вуд. – М.: ТВП, 1997. – 236 с.
5. Бехтерев В. Основы учения о функциях мозга. Вып. 1. / В. Бехтерев. – СПб.: Брокгауз и Ефрон, 1903. – 253 с.
6. Боровиков П.В. Нейронные сети. Statistica Neural Networks.: Методология и технологии современного анализа данных. Изд. 2-е. / П.В. Боровиков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 392 с.
7. Бэн Александр. Душа и тело: Пер. с 6-го англ. изд. / А. Бэн – Киев: Ф.А. Иогансон, 1887. – 215 с.

8. Волчихин В.И. Естественное использование искусственных нейронных сетей в биометрии. / В.И. Волчихин, А.И. Иванов. // Системы безопасности. – 2002. – №3 (45). – С.46-47.
9. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое регулирование непрерывных линейных систем. / А.А. Воронов. – М.: Энергия, 1980. – 312 с.
10. Галушкин А.И. О путях интеграции управляющих функций современных робототехнических систем. / А.И. Галушкин, В.А. Лопота, Д.В. Пантюхин, Е.Н. Юревич. // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2006. – №3. – С. 69-74.
11. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. / А.Н. Горбань. – М.: СП ПараГраф, 1990. 160 с.
12. Гришин А.В. Нейросетевые технологии в задачах обнаружения компьютерных атак. / А.В. Гришин. // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2011. – №1. – С. 53-64.
13. Емельянова Ю.Г. Нейросетевая технология обнаружения сетевых атак на информационные ресурсы. / Ю.Г. Емельянова, А.А. Талалаев, И.П. Тищенко, В.П. Фраленко. // Программные системы: теория и приложения: электронный научный журнал. – 2011. – № 3(7). – С. 3-15.
14. Залого В.А. Выбор оптимальной структуры нейронной сети для решения задач теории резания. / В.А. Залого, Д.В. Криворучко, А.А. Мишенин. // Резание и инструмент в технологических системах: Межд. научн. техн. сб. – Харьков: НТУ ХПИ, 2002. – Вып. 63. – С. 65-71.
15. Каргапольцев С.К. Система поддержки принятия решений для обеспечения автоматизации управления вузом. / С.К. Каргапольцев, Н.В. Лашук. // Информационные технологии. – 2009. – №6. – С. 82-84.
16. Касторнова В.А. Искусственные нейронные сети как современные средства информатизации. / В.А. Касторнова, М.Г. Можаяева. // Информационная среда образования и науки. – 2012. – №7. – С. 1-17.
17. Клепиков В.Б. Применение методов нейронных сетей и генетических алгоритмов в решении задач управления электроприводами. / В.Б. Клепиков, С.А. Сергеев, К.В. Махотило, И.В. Обруч. // Электротехника. – 1999. – №5. – С. 2-6.
18. Комашинский В.И. Нейронные сети и их применения в системах управления и связи. / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 94 с.
19. Комиссарчик В.Ф. Применение нейронных сетей для краткосрочного прогнозирования электропотребления. / В.Ф. Комиссарчик, В.Н. Зуев, А.Н. Киселев. // Программные продукты и системы. – 2009. – №1. – С. 147-149.
20. Корнеев Д.С. Использование аппарата нейронных сетей для создания модели оценки и управления рисками предприятия. / Д.С. Корнеев. // Управление большими системами. – 2007. – №17. – С. 81-102.
21. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры. / П.Г. Круг. – М: Изд-во МЭИ., 2002. – 177 с.
22. Круглов В.В. Применение аппарата нейронных сетей для анализа социологических данных. / В.В. Круглов, М.И. Дли. // Социологические исследования. – 2001. – № 9. – С. 112-114.
23. Кузин А. Ю. Детерминированный нейросетевой алгоритм обработки данных психодиагностики. / А.Ю. Кузин, Е.В. Славутская, Л.А. Славутский. // Вестник ЧГУ. – 2011. – №3. – С.137-141.
24. Мак-Каллок У.С. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности. / У.С. Мак-Каллок, В. Питтс. // Автоматы. – М.: Иностран. лит., 1956. – С. 363-384.
25. Марков А.С. Организационно-технические проблемы защиты от целевых вредоносных программ типа Stuxnet. / А.С. Марков, А. А. Фадин. // Вопросы кибербезопасности. – 2013. – №1(1). – С. 28-36.
26. Марков Г.А. Оценка и планирование испытаний программ с открытым исходным текстом с помощью нейросетевых технологий. / Г.А. Марков. // Сб. Трудов IV всерос. конф. – М.: НИИ РИЛТ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 90-93.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ОДНОРОДНЫХ СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ

Паршин А.В., Сысоева В.И., Абдрахманов А.Б.

ВУНЦ ВВС «ВВА», РФ, г.Воронеж

Значительная часть военно-прикладных задач, в том числе – задачи радиоэлектронного подавления (РЭП), опирается на математический аппарат. При этом военно-технические науки уделяют большое внимание применению математических методов оптимизации [1], [2]. Поскольку в большинстве случаев на практике

результат решения задачи должен быть представлен целыми числами, особого внимания заслуживают методы дискретного программирования. Рассмотрим реализацию одного из них на примере решения следующей задачи.

Производится подавление S линий связи противника комплексом РЭП, располагающим равноэффективными одноканальными станциями помех. По значимости (важности) линии связи характеризуются набором весовых коэффициентов A_i ($i = 1, 2, \dots, S$). Вероятность подавления i -й линии связи любой из станций помех комплекса равна ω_i ($i = 1, 2, \dots, S$). Необходимо определить минимальное количество станций помех и их распределение по объектам подавления, обеспечивающее заданный уровень F_ζ эффективности подавления, измеряемой математическим ожиданием числа подавленных радиолиний противника с учетом их тактической значимости.

Построим математическую модель задачи. Пусть x_i – число станций помех, назначаемых для подавления i -й линии связи ($i = 1, 2, \dots, S$), $\varepsilon_i = 1 - \omega_i$, тогда

$\varepsilon_i^{x_i}$ – вероятность неподавления i -й линии связи (ни одной из x_i станций помех);

$1 - \varepsilon_i^{x_i}$ – вероятность подавления i -й линии связи (ни одной из x_i станций помех);

$\sum_{i=1}^S [1 - \varepsilon_i^{x_i}]$ – математическое ожидание числа подавленных радиолиний.

Учитывая коэффициенты A_i ($i = 1, 2, \dots, S$) тактической значимости радиолиний, окончательно приходим к следующей математической модели.

Найти вектор $X = \{x_1, x_2, \dots, x_S\}$, удовлетворяющий требованиям:

$$\sum_{i=1}^S x_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$F(X) = \sum_{i=1}^S A_i (1 - \varepsilon_i^{x_i}) \geq F_\zeta, \quad (2)$$

$$x_i \in \{0, 1, 2, \dots\}, \quad i = 1, 2, \dots, S. \quad (3)$$

Задача (1)-(3) является задачей целочисленного нелинейного программирования и может быть решена, например, методом максимального элемента [1], который является дискретным аналогом градиентных методов.

Приведем алгоритм решения задачи (1)-(3) методом максимального элемента.

1. Вычислить компоненты вектора $\{\Delta_l^+\}_S$ по формуле

$$\Delta_l^+ = A_l \omega_l, \quad l = 1, \dots, S.$$

2. Назначить единичное средство на $i = l_t$ -й объект согласно условию

$$\Delta_{l_t}^+ = \max_{1 \leq l \leq S} \Delta_l^+.$$

Если таких объектов несколько, то из них берется любой.

3. Вычислить текущие значения компонент вектора $X^{(t)}$:

$$x_l = \begin{cases} x_l^{(t-1)}, & \text{если } l \neq l_t, \quad (x_l^{(0)} = 0) \quad l = 1, \dots, S, \\ x_l^{(t-1)} + 1, & \text{если } l = l_t. \end{cases}$$

4. Вычислить текущее значение целевой функции:

$$F_t^+ = F_{t-1}^+ + \Delta_{l_t}^+, \quad F_0^+ = 0, \quad t := t + 1.$$

5. Проверить условие $F_t^+(X) < F_\zeta$: да – перейти к п. 6, нет – перейти к п. 7.

6. Пересчитать компоненты текущего вектора $\{\Delta_l^+\}_S^{(t)}$ согласно оператору:

$$\Delta_l^{+t} = \begin{cases} \Delta_l^+, & \text{если } l \neq l_{tl}, \\ \Delta_l^+ \varepsilon_l, & \text{если } l = l_t. \end{cases}$$

Перейти к п. 2.

7. Отпечатать результаты $(F(X_0) = F_N^+, \{x_i^0\} = \{x_i^{(N)}\})$, прекратить вычисления.

Здесь через $x_i^0, i = 1, 2, \dots, S$ обозначены компоненты вектора X^0 оптимального распределения средств подавления.

Приведем листинг процедуры, разработанной в среде Delphi 7, реализующей приведенный выше алгоритм.

Листинг процедуры:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
```

```
Var
```

```
  i,s,k,n:integer;
```

```
  Fsum,f0,max:real;
```

```
  f,A,w:array of real;
```

```
  x:array of integer;
```

```
procedure Infile; //Процедура чтения входного файла
```

```
Var
```

```
  f1:TextFile;
```

```
  i:Integer;
```

```
begin
```

```
  AssignFile(f1,'input.txt');Reset(f1);
```

```
  Memo1.Lines.LoadFromFile('input.txt');
```

```
  for i:=0 to s-1 do read(f1,a[i]);
```

```
  for i:=0 to s-1 do read(f1,w[i]);
```

```
  closefile(f1);
```

```
end;
```

```
procedure Outfile; //Процедура вывода вектора
```

```
Var
```

```
  f2:TextFile;
```

```
  i:Integer;
```

```
begin
```

```
  AssignFile(f2,'output.txt');Rewrite(f2);
```

```
  edit3.Text:=inttostr(n);
```

```
  write(f2,'номер точки':21);
```

```
  for i:=0 to s-1 do
```

```
    write(f2,i:2);
```

```
  writeln(f2);
```

```
  write(f2,'распределение средств');
```

```
  for i:=0 to s-1 do
```

```
    write(f2,x[i]:2);
```

```
  closefile(f2);
```

```
  Memo2.Lines.LoadFromFile('output.txt');
```

```
end;
```

```
Begin //Основной алгоритм
```

```
  s:=strtoint(edit1.Text);
```

```
  setlength(f,s);setlength(A,s);
```

```
  setlength(w,s);setlength(x,s);
```

```
  n:=0;Fsum:=0;f0:=strtofloat(edit2.text);
```

```
  Infile;
```

```
  for i:=0 to s-1 do x[i]:=0;
```

```

for i:=0 to s-1 do f[i]:=A[i]*w[i];
repeat
  max:=f[0];k:=0;
  for i:=1 to s-1 do
    if f[i]>max then begin
      max:=f[i];k:=i;
    end;
  Fsum:=Fsum+f[k];
  f[k]:=f[k]*(1-w[k]);
  x[k]:=x[k]+1;
  n:=n+1;
until f0<Fsum;
Outfile;
end;
end.

```

Для корректной работы программы необходим текстовый файл (*.txt) входных данных, размещаемый в одной директории с программой. Он заполняется следующим образом: в первой строке через пробел следует записать весовые коэффициенты A_i ($i = 1, 2, \dots, S$) подавляемых целей; во второй строке через пробел – записать вероятности ω_i подавления i -ой цели одним средством. Необходимый уровень эффективности подавления указывается в поле «Вероятность».

Результаты вычислений для конкретных значений $A_i, \omega_i, S = 10, F_{\zeta} = 60$, приведен в Табл.1.

Таблица 1

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_i	12	6	6	5	4	20	12	7	8	15
ω_i	0,63	0,15	0,20	0,99	0,86	0,39	0,56	0,71	0,24	0,41
x_i^0	1	0	0	1	1	3	2	1	0	2

Таким образом, оптимальное распределение станций помех по радиолиниям задается вектором:

$$X^0 = \{1, 0, 0, 1, 1, 3, 2, 1, 0, 2\}$$

и, следовательно, чтобы эффективность подавления была не ниже $F_{\zeta} = 60$, следует выделить 11 станций помех, причем одну из них назначить для подавлений первой радиолинии, одну – для подавления четвертой радиолинии и так далее в соответствии с вектором X^0 . Соответствующее значение эффективности подавления равно $F(X_0) = 60,14$.

В заключение отметим, что с помощью рассмотренного метода решается и обратная к (1)-(3) задача: отыскание такого распределения наперед заданного числа N равноэффективных средств РЭП по S радиолиниям связи, которое максимизировало бы математическое ожидание числа подавленных целей с учетом их значимости. Алгоритм решения остается тем же, но процесс прекращается в момент $t = N$. Таким образом, следует изменить лишь содержание пункта 5 алгоритма на проверку выполнения условия $t < N$.

Список литературы

1. Берзин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. – М., 1974. 247 с.
2. Владимиров В.И. Принципы и аппарат системных исследований радиоэлектронного конфликта. – Воронеж: ВВВИУРЭ, 1992. 108с.

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ КАНТОВАТЕЛЯ СЛЯБОВ

Копанев М.В., Кучера Л.Я.

ИрГУПС, РФ, г.Иркутск

Программно-технический комплекс управления частотным электроприводом кантователя слябов (ПТК-КС) представляет собой одноуровневую структуру. ПТК-КС включает в себя промышленный контроллер (ПК), шкафное и клеммное оборудование, датчики и преобразователи частотных электроприводов.

Функциональная схема частотных электроприводов и ПТК-КС представлена на Рисунке 1.

Поворот левых рычагов осуществляют асинхронные двигатели М1-М4, поворот правых рычагов – асинхронные двигатели М5-М6. Питание и управление электродвигателей М1-М4 обеспечивают преобразователи частоты с векторным управлением UZ1-UZ4, электродвигателей М5-М6 - UZ5-UZ6.

Управление преобразователями частотного электропривода левых кантующих рычагов осуществляется с учетом совместной работы электродвигателей на одну нагрузку. Для равномерного распределения нагрузки между электродвигателями обеспечена синхронизация работы питающих их преобразователей. Преобразователь UZ1 выбран ведущим, он получает задание скорости от ПК. Ведомые преобразователи UZ2-UZ4 получают задание скорости от энкодера BF1, связанного с валом двигателя М1. Поддержание скорости двигателей М2-М4 обеспечивает отрицательная обратная связь между соответствующим энкодером BF2-BF4 и преобразователем частоты UZ2-UZ4.

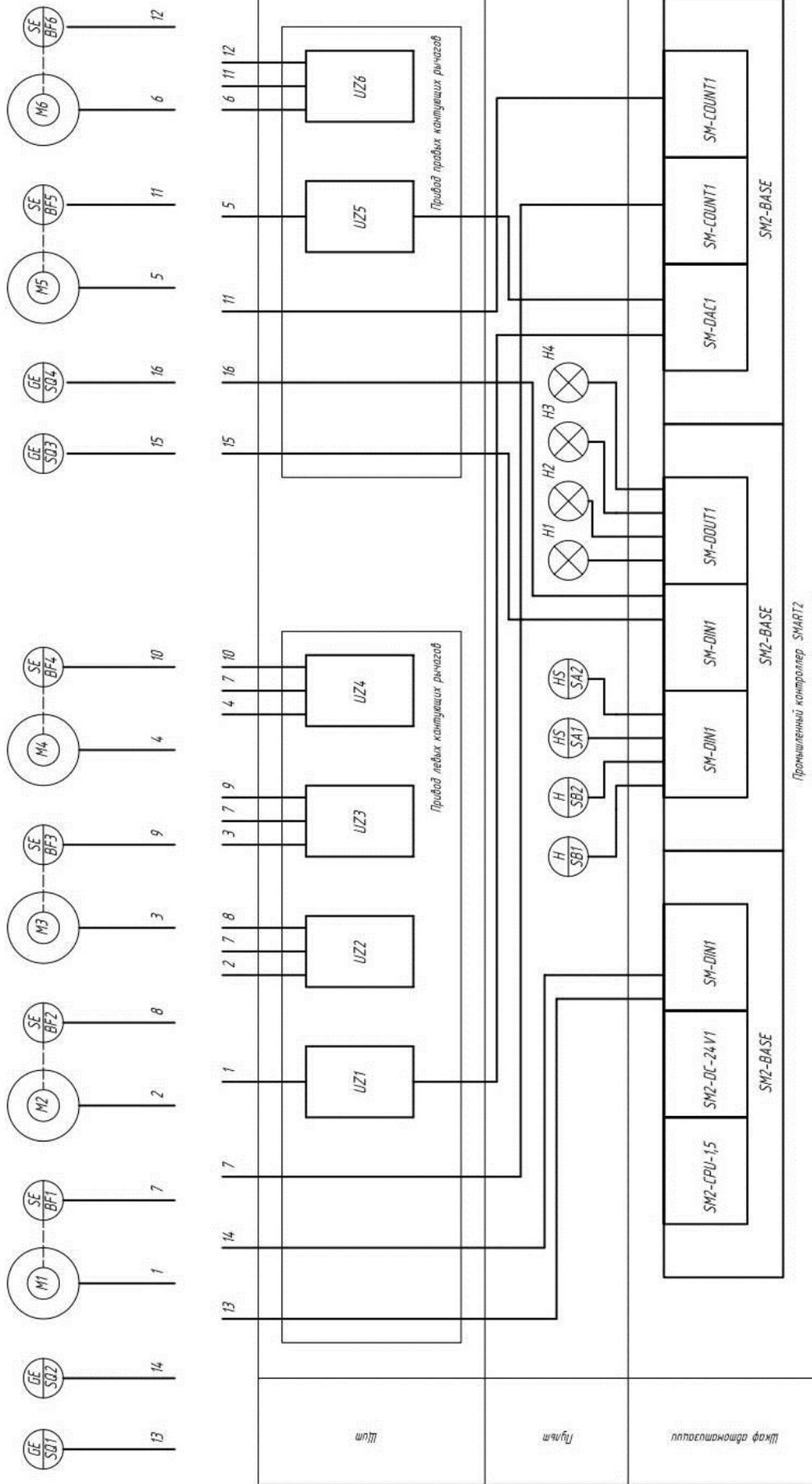


Рис.1.

Аналогично осуществляется управление преобразователями частотного привода правых кантующих рычагов. Для равномерного распределения нагрузки между электродвигателями обеспечена синхронизация работы питающих их преобразователей. Преобразователь UZ5 выбран ведущим и получает задание скорости от ПК. Ведомый преобразователь UZ6 получает задание скорости от энкодера BF5, связанного с валом двигателя M5. Поддержание скорости двигателей M6 обеспечивает отрицательная обратная связь между соответствующим энкодером BF6 и преобразователем частоты UZ6.

Управление совместной работой частотных приводов левых и правых кантующих рычагов осуществляет ПК. Для обеспечения синхронизации скорости правых и левых рычагов заданием на скорость для преобразователей UZ5-UZ6 будет сигнал энкодера BF1. При достижении правыми рычагами синхронной скорости обеспечивается зазор 5 мм между поверхностью сляба и поверхностью правых рычагов.

Управление кантователем слябов производится в полуавтоматическом режиме, который задается с пульта управления с помощью переключателя SA1. При получении с пульта управления от кнопки SB1 сигнала начала кантования ПК подает сигнал управления на вход преобразователя UZ5 для осуществления поворота правых кантующих рычагов в левом направлении. Сигнал управления формируется программно с учетом задания угла поворота (95-100 градусов) и сигнала энкодера BF5. Для избегания рывков и толчков преобразователь UZ5 создает трапецидальную форму кривой скорости со скругленными углами, что обеспечивает плавный разгон и плавное торможение электродвигателей M5 и M6. При достижении правыми кантующими рычагами угла 95-100 градусов ПК получает сигнал от конечного выключателя SQ4, и останавливает двигатели M5 и M6.

При достижении правыми кантующими рычагами угла 95-100 градусов ПК подает сигнал управления на вход преобразователя UZ1. Сигнал управления формируется программно с учетом задания угла поворота (95-100 градусов) и сигнала энкодера BF1, а также требуемой скорости подъема левых рычагов. Для избегания рывков и толчков преобразователь UZ1 также создает трапецидальную форму кривой скорости со скругленными углами, что обеспечивает плавный разгон и плавное торможение электродвигателей M1-M4 (при длине сляба 8-20 метров) или M1-M3 (при длине сляба 6-8 метров). Настройка на работу кантователя со слябом определенной длины осуществляется оператором с помощью переключателя SA2 на пульте управления.

В начале подъема ПК задает пониженную скорость, затем плавно переводит двигатели M1-M4 (или M1-M3) на рабочую скорость. При повороте левых рычагов на угол 75-80 градусов ПК переводит двигатели M1-M4 (или M1-M3) на пониженную скорость. При достижении левыми рычагами угла 75-80 градусов ПК подает сигнал на поворот правых рычагов в правом направлении. При достижении левыми кантующими рычагами угла 95-100 градусов ПК получает сигнал от конечного выключателя SQ2, и останавливает двигатели M1-M4 (или M1-M3).

При достижении правыми рычагами угла 70-75 градусов ПК переводит двигатели M5 и M6 на рабочую скорость. При достижении правыми рычагами угла 70-75 градусов ПК подает сигнал преобразователю UZ1 на возврат левых рычагов в исходное положение ниже поверхности опорного стола.

При повороте правых рычагов на угол 5-10 градусов ПК переводит двигатели M5 и M6 на пониженную скорость.

При достижении правыми кантующими рычагами угла исходного положения ниже поверхности опорного стола ПК получает сигнал от конечного выключателя SQ3, и останавливает двигатели M5 и M4 (или M1-M3).

При достижении левыми кантующими рычагами исходного положения ниже поверхности опорного стола ПК получает сигнал от конечного выключателя SQ1, и останавливает двигатели M1-M4 (или M1-M3).

Окончание работы кантователя происходит при нажатии кнопки SB2 пульта управления.

В качестве технического средства автоматизации в ПТК-КС использован контроллер Smart2 фирмы Kontron (PER Modular Computers), который выполнен по магистрально модульному принципу. Модули устанавливаются в базовые блоки, соединенные последовательной шиной SPI. В единую систему можно объединить до пяти базовых блоков.

Базовый блок SMART2-BASE является блоком-носителем для трех мезонинных модулей и может быть использован в качестве базового процессорного блока контроллера SMART2, при этом в первый слот устанавливается модуль процессора SM-CPU-1.5, а во второй слот модуль источника питания SM-DC24V1.

Модуль процессора SM-CPU-1.5 выполнен на базе микропроцессора MC68LC302. Архитектурно кристалл микропроцессора включает два отдельных процессора, взаимодействующих между собой через общую двухпортовую память: CPU 68HC000, 20МГц (основной вычислитель) и RISC CPU (коммуникационный процессор). Коммуникационный процессор поддерживает три независимых последовательных порта SCC: один порт SCP и два SMC. RISC-процессор обслуживает все последовательные каналы. Каждый из последовательных портов SCC сконфигурирован для реализации различных протоколов. Каждый порт SCC поддерживает модемные управляющие сигналы RTS, CTS, CD. В контроллере SMART2 последовательный порт SCC1 поддерживает дополнительный порт RS232 и управляющий сигнал RTS для порта RS485, порт SCC2 поддерживает терминальный

(полномодемный) порт RS232. Модуль SM2-CPU* имеет СМI-интерфейс (FPC connector) коммуникационных модулей, которые устанавливаются мезонинами непосредственно на SM2-CPU-1.5. Номенклатура коммуникационных модулей включает в себя модули поддержки сетей PROFIBUS-DP, CAN и Ethernet.

Контроллер Smart 2 поставляется с операционной системой реального времени OS-9. Система OS-9 фирмы Microware Systems Co. (США) – многозадачная, многопользовательская, модульная, UNIX-подобная операционная система реального времени (ОС РВ).

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Фролов В.А.

г.Екатеринбург

Общие положения. Энергетика является настолько емкой составляющей фундаментальных и прикладных направлений в развитии и эксплуатации производства, что она охватывает и номографию. Кроме того, номограммы, как знаки, символы являются элементом семиотики. Т.е. имеются обе стороны одной медали. Мансуров О.В., Солнцев Ю.К, Сорокин Ю.И. и др. [1, с 251, 1965] дают следующее определение номограммы (Н)¹.

«Номограмма- специальный чертеж, предназначенный для решения определенного типа задач вычислительного характера». Номограммы разделяются на три основных типа: Н из выравненных точек, Н сетчатые и Н транспортные».

Можно дополнить приведенное определение тем, что в данном случае чертеж выполнен на основании сложных аналитических расчетов или построен по результатам экспериментов и решение задачи производится графическим способом. Поясним, что первые два типа относятся к способам построения номограмм. Третий тип номограмм- транспортные - это по сути еще одна номограмма подвижная - в терминологии- Пентковского М.В.[3, с.260, 1949], дополнительная к неподвижной основной или несколькими другими неподвижными.

Невским Б.А. [4, 1951] подготовлен «Справочник по номографии», в котором приведены образцы составления номограмм. Особенностью данного справочника является:

1. Общими характеристиками приведенных номограмм являются самые разнообразные шкалы: линейные, степенные, логарифмические и другие всего более 10 шт.

2. Сочетание рисунка, поясняющего физическую сущность процесса, параметры процесса, расчетные формулы и конкретная номограмма-график изменения параметров

Приведем несколько примеров

Для оперативной работы энергетиков на мониторе с подвижной частью номограмм оставим понятие «движок» для подвижной номограммой.

Поярков К.М. [5. 1966] представляет номограмму расчетов технических потерь ЭЭ в силовых трансформаторах типа ТМ и ТМН [5 . с. 150].

Учтем опыт оперативного персонала аналогичного профиля- летчиков и диспетчеров-энергетиков. Котик М.А. и Емельянов А.М. в работе [6. С 54,1993] выполнили анализ ошибок – летчиков в части их работы с измерительными приборами. Между существующими много лет стрелочными приборами и, относительно новыми цифровыми приборами существует принципиальное различие. Пользователь (летчик, шофер или диспетчер-энергетик) контролирует не только значение одного числа, - его значение, скорость изменения но и допустимую «вилку» (термин определен в [8. с.55] –В.Ф) угол между фактического положения стрелки прибора- и ее возможным положением при указании предельно допустимое значение контролируемого параметра. Это значительно повышает качество управления. В цифровых приборах и экранах «вилка» отсутствует.

При работе с номограммами при измерениях также может существовать «вилка» измеряемого параметра, особенно при работе оперативного персонала.

Энергетика. Перспективы номограмм.

¹ Первым в России в этой области работал Н.М. Герсеванов (1906- 1908), затем, создавший советскую номографическую школу, Н.А. Глаголев. [2].

Необходимо отметить, что значительное количество номограмм до сих пор применены в различных действующих документах Минэнерго РФ. Хотя в последнее время энергетики вышли на высокий уровень применения вычислительной техники. Однако учтем, что в оперативной работе возможно наличие проблемных ситуаций управления электрическими сетями в режиме реального времени.

На работу энергетиков в самых различных направлениях влияет, например, климат:-1) - в части учета изменений температуры воздуха и скорости ветра – изменение допустимой нагрузки на провода ЛЭП; -2) - выработка тепловой и электрической энергии может изменяться для различных потребителей в несколько раз; -3)- сопротивление проводов ЛЭП сильно изменяется по величине фактических нагрузок, что требует их контроля с допустимыми нагрузками по документу -РД 34. 20.547 [7], дальнейшей оценке потерь напряжения в сети и загрузки генерирующих мощностей

В качестве обобщенной характеристикой климата может применяться понятие «жесткости»-«суровости», в котором производится учет одновременного действия температура воздуха скорости ветра. например, в системах теплоснабжения, по выражению приведенного Степановым А.В., Игнатьевым В.С.[8. с. 1302, 2012].

$$Жб=(1 - 0,04 T_n) (1+ 0,272V), \text{ где} \quad (1)$$

Жб- жесткость климата в баллах; T_n – температура воздуха а градусах Цельсия, °С и V- скорость ветра, м/сек.

В качестве исходных данных для расчета жесткости принимаем выписку из документа Минэнерго России [7. Прил.3. Табл.5], например, для провода А-25.

Прил 3.Табл.5 (выписка)

Токовая нагрузка, А, при скорости ветра, м/с																															
0					2					4					6					8											
Температура воздуха, °С																															
-20				0				20				40				-20				0				20				40			
210	185	160	130	230	210	190	160	270	250	215	185	300	275	240	200	320	290	255	210	320	290	255	210								

Представим указанные сведения - параметры климата в диапазоне температур воздуха и скорости ветра принятыми документе Минэнерго [7] в виде матрицы с 5 столбцами- по скорости ветра и 4 строками по температуре воздуха. На пересечении соответствующих строк и столбцов по приведенной выше формуле определены значения жесткости в баллах - Табл.1.

Таблица 1

Жесткость климата, баллы

Темп.возд. 0С	Скорость ветра м/сек.				
	0	2	4	6	8
-20	1,8	2,779	3,758	4,738	5,717
0	1	1,544	2,088	2,632	3,176
20	0,2	0,309	0,418	0,526	0,635
40	-0,6	-0,926	-1,253	-1,579	-1,91

Жесткость климата, по Табл.1 составляет – $1,91 < Ж < 5,17$ баллов. Единица жесткости -1 балл- соответствует температуре воздуха- 0 гр.Цельсия и скорости ветра- 0 м/сек. Расчетные значения жесткости климата- (ЖКб) и допускаяемой электрической нагрузки I доп, а, представлены в Табл.2

Таблица 2

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЖК, б	5,72	4,74	3,18	2,73	3,76	0,64	0,53	2,78	2,09	0,42
I доп, а	320	300	290	275	270	255	240	230	220	215
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ЖК, б	-1,91	1,80	1,54	-1,58	0,31	1,00	-1,25	-0,93	-0,92	-0,60
I доп, а	210	210	210	200	190	187	185	160	160	130

«Отрицательная жесткость» климата– это его «мягкость». «Жесткость» («суровость») рассчитывается по выражению (1) в теплоэнергетиками. Значения допустимых токов нагрузки на ЛЭП определены в том же диапазоне исходных данных электроэнергетиками своими методами Коэффициент корреляции между этими двумя рядами составляет 0,82. Таким образом, рассчитанные показатели жесткости могут быть применены для

дальнейших расчетов. На Рисунке 1 по оси X представлены порядковые значения жесткости, а по оси Y - значения жесткости

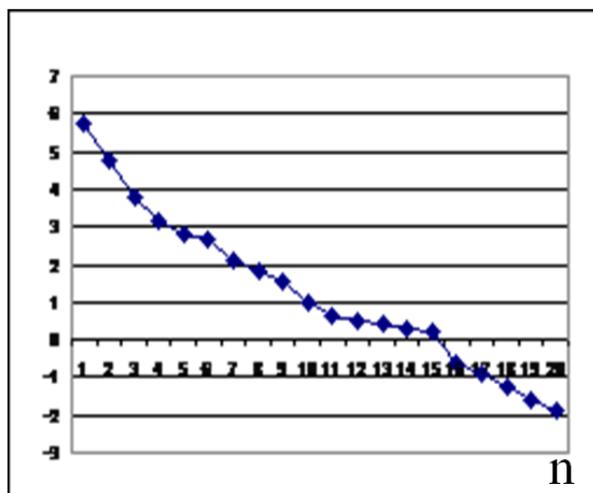


Рис.1. Значения показателей жесткости, рассчитанные в границах температуры воздуха, скорости для направления ветра вдоль проводов по РД 34. 20.547 [7].

Уравнение полученной зависимости можно представить в виде

$$Жб = A - bn, \text{ где} \quad (2)$$

где $A = 5,717$ и $b = 0,433$

Номограмму жесткости климата (НЖК). графически можно представить на Рисунке 2 в обозначениях скорости ветра по оси X, температуры воздуха оси Y и жесткость по оси Z

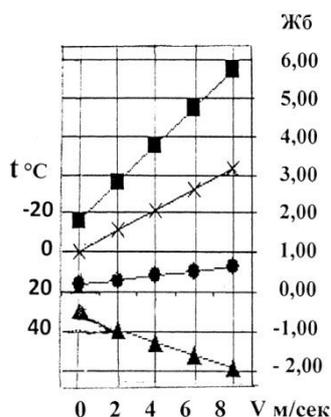


Рис.2. Номограмма жесткости климата

В оперативной работе энергетики сталкиваются с различными направлениями текущей работы. Номограммы расчетных величин на экране компьютера в реальном времени параметры режимов (нормальных, ремонтных и аварийных); 1 - оценка жесткости воздуха 2 - режимы выработки, перетоков электроэнергии и ее потребления соблюдение заданных значений уровня напряжения в контрольных точках схемы; 3- состояние ЛЭП в части допустимой пропускной способности проводов ЛЭП [7].

На Рисунке 4 Представлен вариант расположения номограмм на мониторе для оперативного управления в энергосистеме. В том числе: ЖК-1-номограмма исходных данных для определения жесткости климата; ЖК-2 – показатели жесткости для номограмм ведения режима источников энергии; ЖК-3 номограмма учета жесткости климата на линиях электропередач; ЖК-4-номограмма исходных данных для определении влияния климата по потребителей ЭЭ.

Номограмма жесткости климата может быть применена в качестве транспортантной - подвижной по экрану монитора с ее движением по любому из трех энергетических номограмм для реализации конкретной проблемы.

Для этого представлена штриховая линия для перемещения вдоль нее номограммы МК-1, на штриховой линии расположен движок- в виде круга и курсор, приводимые в движение электронной мышкой

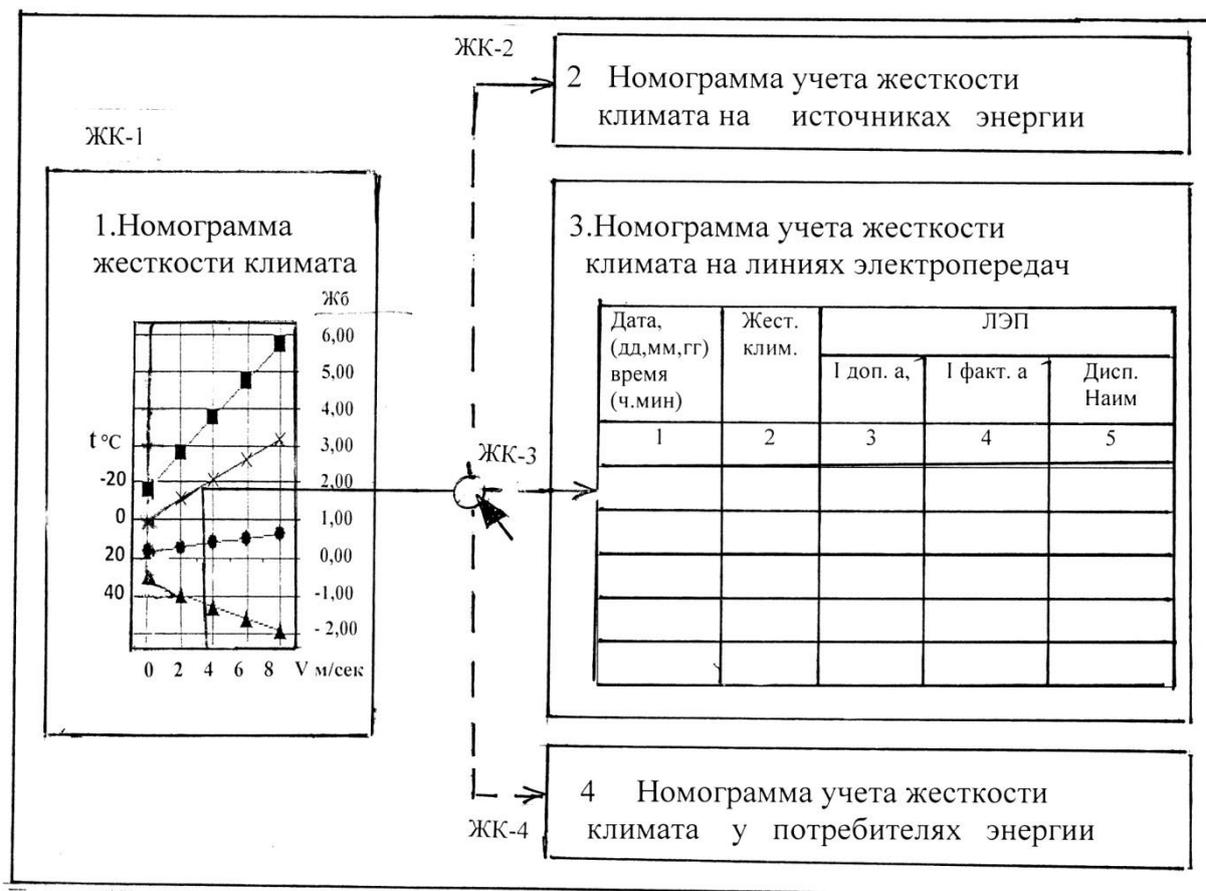


Рис.3. Вариант расположения номограмм жесткости климата на мониторе оперативного управления в энергосистеме

Выводы.

1. Номограммы в течении длительного времени заменяли трудоемкие расчеты и постоянно проявляются в технической литературе. В настоящее время номограммы могут играть значительную роль при оперативном контроле динамики процессов в энергетике с использованием персональных компьютеров. В качестве линейки выступают «движок» и штриховая линия на экране соответствующего монитора с управлением «мышкой».

2. В качестве частного случая- реального примера, определены значения шкалы жесткости климата с парным коэффициентом корреляции равным жесткости и допускаемых нагрузок $R=0.82$ и приведен расчета его значений и виде номограммы с исходными данными, для достоверности принятыми из методики Минэнерго РФ.

3. Подготовлено предложение по составу варианта - макета номограммы жесткости климата с управлением «мышкой» оперативным персоналом, что значительно расширяет область применения номограмм.

Список литературы

1. Мансуров О.В., Солнцев Ю.К., Сорокин Ю.И., Федин Н.Г. Толковый словарь математических терминов. – М.: Изд. «Просвещение», 1965. –639 с. С.251-252
2. Номограмма./https://ru.wikipedia.org/wiki/%].
3. Пентковский В.С. Номография.–М-Л: Гос. Изд. тех-теор. лит-ры. 1949.- с
4. Невский Б.А. Справочная книга по номографии. – М.: -Л.:Гос. Изд. Техник.-теоретич лит-ры. 1951. – 376 с.
5. Поярков. К.М. Регулирование напряжения в электрических сетях сельских районов./ Под ред. Н.А. Мельникова. –М.:Л: Энергия,1966. – с 255 (с.150)
6. Котик М.А., Емельянов А.М. Природа ошибок человека-оператора. (на примерах управления транспортными средствами.) –М.: Изд. «Транспорт», 1993. –252 с.

7. Методика расчета предельных токовых нагрузок по условиям нагрева проводов для действующих линий электропередач. РД 34. 20.547 (МТ 34-70-037-87) СПО Союзтехэнерго. – Москва, – 1987.
8. А.В. Степанов, В.С. Игнатъев. Жесткость климата и надежность систем теплоснабжения. Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, Якутск(Известия Самарского научного центра РАН, том 14, №4(5), 2012 с. 1302

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

РАЗРАБОТКА, СОЗДАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГАЗОВОЙ ШТАМПОВКИ С ПРОТИВОДАВЛЕНИЕМ

Малсугенов Р.С.

СевКавГГТА, РФ, г.Черкесск

Штамповку листовых деталей сложной формы и деталей, производимых из труднодеформируемых сплавов, целесообразно осуществлять с предварительным нагревом заготовки. Нагретая листовая заготовка из-за большой площади ее поверхности быстро остывает. Поэтому нагрев листовой заготовки необходимо производить непосредственно в полости матрицы. Нагрев заготовки можно осуществлять при помощи электрического тока [2], однако при этом существенно усложняется штамповая оснастка, что обуславливает повышение себестоимости производимых деталей. Нагрев листовой заготовки в полости матрицы производят также длительным воздействием потока нагретого инертного газа [3]. Этот способ нагрева также является дорогостоящим, поэтому он применяется в основном при штамповке особо ответственных деталей, в частности деталей авиационной техники. В этой связи разработка новых способов нагрева листовой заготовки и оборудования для их осуществления, обеспечивающих снижение себестоимости штампуемых деталей, является актуальной задачей. Для ее решения нами разработан метод газовой листовой штамповки с противодействием [1]. Схема устройства для осуществления этого метода представлена на Рисунке 1.

Устройство содержит матрицедержатель 1 и корпус 2 с камерой сгорания 5, стянутые между собой при помощи болтов 3 и гаек 4. Камера сгорания 5 снабжена впускным клапаном 6, свечей зажигания 7 и выпускным клапаном 8. К корпусу 2 при помощи винтов закреплен цилиндр 11 с поршнем 10. Полость 9 цилиндра 11 сообщена с камерой сгорания 5, а полость 12 трубопроводом 13 соединена с полостью 18 матрицы 17. Штампуемая заготовка 16 зажимается между матрицедержателем 1 и корпусом 2. В нижней части матрицедержателя установлены впускной клапан 21 и выпускной клапан 22. В нижней части корпуса 2 выполнена кольцевая полость 14, в которой установлен кольцевой поршень 15, служащий в качестве прижима.

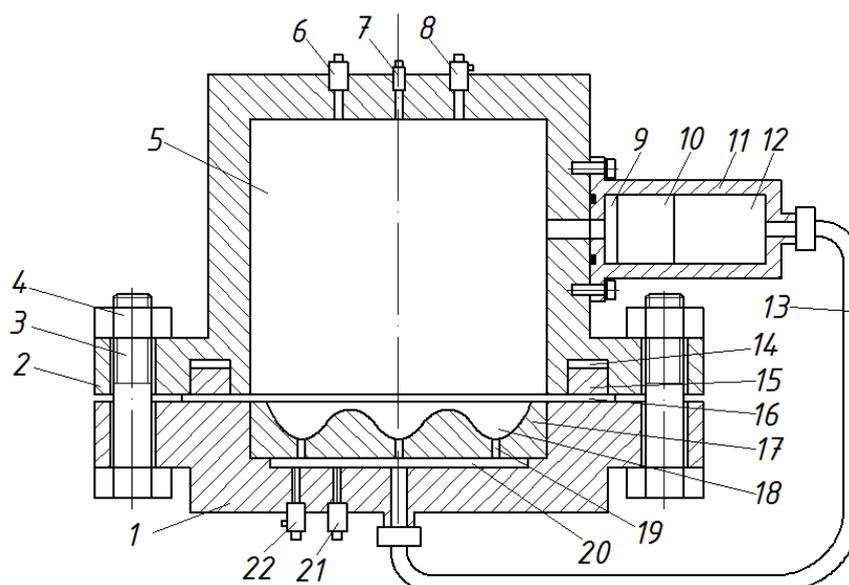


Рис. 1. Схема устройства для листовой газовой штамповки с противодавлением:

1 – матрицедержатель; 2 – корпус; 3 – болт; 4 – гайка; 5 – камера сгорания; 6,21 – впускные клапаны; 7 – свеча зажигания; 8,22 – выпускные клапаны; 9,12,20 – полости; 10 – поршень; 11 – цилиндр; 13 – трубопровод; 14 – кольцевая полость; 15 – кольцевой поршень; 16 – заготовка; 17 – матрица; 18 – полость матрицы; 19 – канал.

Работа устройства осуществляется следующим образом. В кольцевую полость 14 подается сжатый воздух либо жидкость. При этом кольцевой поршень 15 осуществляет прижим фланцевой части заготовки 16. Затем в полость 18 матрицы 17 через клапан 21 подается сжатый воздух, который через трубопровод 13 поступает и в полость 12 цилиндра 11. Одновременно через клапан 6 в камеру сгорания 5 подаются компоненты топливной смеси: горючий газ и сжатый воздух. Давление топливной смеси в камере сгорания 5 устанавливается равным давлению воздуха в полости 18 матрицы 17. Топливная смесь при помощи свечи 7 поджигается. В процессе горения топливной смеси давление в камере сгорания 5 повышается. Это давление передается и в полость 9 цилиндра 11. При этом под действием давления газа поршень 10 перемещается, вытесняя воздух из полости 12 в полость 18 матрицы 17. Благодаря этому в процессе горения топливной смеси в камере сгорания 5 обеспечивается увеличение давления и в полости 18 матрицы 17, что ограничивает деформацию заготовки 16 и предотвращает контакт её с поверхностью матрицы. После окончания процесса сгорания топливной смеси заготовка 16 еще некоторое время остается под воздействием продуктов сгорания и интенсивно нагревается. При достижении ее температуры заданного интервала температур открывается клапан 22, и воздух из полости 18 матрицы 17 выпускается. Давление в полости 18 матрицы 17 падает. При этом под действием давления продуктов сгорания заготовка 16 деформируется и заполняет полость 18 матрицы 17 – осуществляется процесс штамповки.

В целях обеспечения интенсивного нагрева заготовки необходимо исключить контакт заготовки с поверхностью матрицы. Для этого давление в полости 18 матрицы 17 должно изменяться соответственно изменению давления в камере сгорания, особенно в конечной стадии процесса сгорания топливной смеси. Исследование рабочего процесса устройства для газовой штамповки показало, что при правильном подборе его конструктивных параметров можно обеспечить синхронное изменение давления в камере сгорания и в полостях матрицы [1]. Для этого, в частности, объем цилиндра должен быть в 3...4 раза больше суммарного объема полости 18 матрицы и трубопровода 13. При этом достигается примерное равенство давлений с обеих сторон заготовки, что позволяет минимизировать деформацию заготовки в процессе ее нагрева и обеспечить интенсивный ее нагрев.

Следует также отметить, что при данной схеме максимально возможная температура воздуха в полости матрицы невелика, порядка 200...250° С, поэтому ресурс матрицы не ограничен тепловой нагрузкой на нее.

Для практической апробации метода штамповки с противодавлением и проверки работоспособности данной конструктивной схемы было разработано, изготовлено и смонтировано экспериментальное устройство для газовой штамповки с противодавлением. Фотография экспериментального устройства представлена на Рисунок 2. Устройство состоит из трех основных узлов: камеры сгорания с крышкой, матрицедержателя с матрицей и цилиндра. Камера сгорания снабжена устройствами для подачи и зажигания топливной смеси, и выпуска продуктов сгорания. Матрицедержатель снабжен впускным и выпускным клапанами для подачи сжатого воздуха в полость матрицы и его выпуска. Соединение камеры сгорания с матрицедержателем осуществляется при помощи четырех

стяжных болтов и гаек. Цилиндр, обеспечивающий создание противодействия в полости матрицы, расположен горизонтально и жестко соединен с камерой сгорания. Внутренняя полость цилиндра разделена поршнем на две полости, одна из которых сообщена с полостью камеры сгорания каналом диаметром 25 мм. Другая полость цилиндра при помощи резинового шланга высокого давления диаметром 20 мм соединена с полостью матрицы. При определении размеров цилиндра были учтены результаты исследований, проведенных в работе [1]. В частности внутренний диаметр цилиндра составляет 160 мм, а ее длина - 550 мм, длина поршня – 100 мм.



Рис.2. Экспериментальное устройство для газовой формовки.

После осуществления сборки и монтажа экспериментального устройства было проведено испытание его на герметичность. Для этого вместо впускных клапанов 6 и 21 (Рисунок 1) были установлены штуцеры, а на места остальных клапанов камеры сгорания и матрицедержателя были установлены заглушки. В кольцевую полость 14 подавали жидкость под давлением 5 МПа, что обеспечивало надежный зажим заготовки 16. После этого в камеру сгорания 5 подавали сжатый воздух давлением 0,8 МПа и проверяли отсутствие утечки воздуха из камеры сгорания 5 и цилиндра 11. Затем сжатый воздух из камеры сгорания выпускали и подавали в полость 20 матрицедержателя 1 сжатый воздух давлением 0,8 МПа. При этом проверяли отсутствие утечки воздуха из полости матрицедержателя и цилиндра 11. Проверка в целом показала надежную герметичность камеры сгорания, матрицедержателя и цилиндра.

Затем была проведена проверка плавности перемещения поршня 10 в цилиндре 11. Для этого гибкий трубопровод отсоединяли от цилиндра и в камеру сгорания подавали сжатый воздух давлением 0,025 МПа. При этом поршень перемещался в крайне правое положение. Затем сжатый воздух выпускали из камеры сгорания. После этого гибкий трубопровод вновь присоединяли к цилиндру 11 и в полость матрицедержателя 1 подавали сжатый воздух давлением 0,025 МПа. При этом поршень 10 возвращался в крайне левое положение. Устойчивое перемещение поршня в прямом и обратном направлениях под действием сравнительно небольшого давления (в 10 раз меньшего минимального значения рабочего давления) свидетельствовало о плавном перемещении поршня.

После этого была проведена проверка работы системы топливоподачи устройства для штамповки. Для этого сначала в ручном режиме поочередно производили наполнение камеры сгорания и полости матрицы сжатым воздухом давлением 0,5 МПа. После этого производили проверку работы системы в полуавтоматическом режиме, подавая последовательно сжатый воздух сначала из одного баллона, а затем из другого баллона, что имитировало последовательную подачу горючего газа и сжатого воздуха.

Проведенные испытания в целом подтвердили работоспособность и безопасность устройства для газовой штамповки. Это позволило использовать его для проведения экспериментальных исследований газовой штамповки с противодействием. В процессе экспериментальных исследований устройство работало безотказно, что подтверждает его надежность. При этом были получены детали хорошего качества. Фотография одной из отштампованных деталей показана на Рисунок 3.



Рис.3. Деталь с мелким рельефом.

Положительные результаты эксплуатации экспериментального устройства для газовой штамповки и хорошее качество полученных при этом деталей свидетельствуют о возможности использования данного типа устройств в промышленном производстве для штамповки и формовки тонкостенных деталей сложной конфигурации, особенно в условиях мелкосерийного и опытного производств.

Основные технические характеристики устройства

Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки, мм.....	450
Максимальная толщина заготовки из стали, мм.....	1
из цветных сплавов, мм.....	3
Максимальное давление топливной смеси, МПа.....	0,7
Габаритные размеры устройства, мм.....	950x500x1500
Установленная электрическая мощность, кВт.....	2

Список литературы

1. Боташев А.Ю. Разработка и исследование устройства для газовой штамповки с односторонним нагревом заготовки [Текст] / А.Ю. Боташев, Н.У. Бисилов, Р.С. Малсугенов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – № 7. – С. 28 - 34.
2. Зубцов М.Е. Листовая Штамповка / М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд., 1980. – 432с., ил.
3. Ковалевич М.В. Расчет режимов пневмотермической формовки деталей коробчатой формы в режиме сверхпластичности / М.В. Ковалевич // Кузнечно-штамповочное производство. – 2006. – №9. – С. 35-39.

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

**ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Романова В.В., Хромов С.В.

ЗабГУ, РФ, г.Чита

В электрических сетях напряжением 0,4 кВ могут иметь место несимметричные режимы, возникающие из-за наличия большого числа однофазных электроприёмников, неравномерно распределённых по фазам [2,3,6]. В наибольшей степени такие режимы проявляются в сетях, питающихся от районных обмоток тяговых трансформаторов железных дорог переменного тока. А так как большую часть промышленной нагрузки представляют собой асинхронные двигатели, поэтому целесообразно изучить влияние данных режимов на работу асинхронных двигателей.

Эффективным способом исследования режимов работы электрических машин является компьютерное моделирование.

Моделирование можно проводить с помощью различных программ, таких как «MathCad», «MatLab», «OrCad – САПР», «Mathematica», «Multisim», «Fazonord – Качество» и др., но в данном случае, одним из эффективных инструментов моделирования является среда Matlab с использованием пакета Simulink.

Для исследования режимов работы асинхронных двигателей предлагается рассмотреть схему электрической сети, состоящую из трёх однофазных источников электрической энергии, кабельной линии, выполненной на основе кабеля марки ВВГ 3*6 мм², асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором марки 4А132S4У3 с P_н =5,5 кВт, силового трансформатора марки ТМ 1000/10/0,4 (Рисунок 1). Параметры элементов сети приведены в Табл.1, 2, 3.

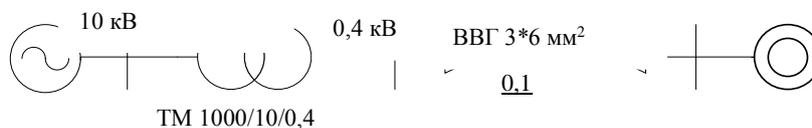


Рис.1. Исходная схема

Таблица 1

Параметры трансформатора марки ТМ 1000/10/0,4

Тип	S _{ном} , кВА	Напряжение обмоток трансформатора, кВ		Схема соединения обмоток трансформатора	Потери, кВт		Ук.з., %	Их.х., %
		ВН	НН		Рх.х.	Рк.з.		
ТМ 1000/10	1000	10	0,4	Y/Y0	1,6	10,8	5,5	1,7

Таблица 2

Параметры асинхронного двигателя 4А132S4У3

P, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	η	cosφ	Кмп	Кп
5,5	1500	0,855	0,85	2	7

Таблица 3

Параметры кабельной линии ВВГ 3*6 мм²

R _о , Ом	X _о , Ом	L, км
3,07	0,09	0,1

Моделирование схемы можно условно разделить на три основных этапа:

- 1) подбор необходимых блоков модели в библиотеке Simulink,
- 2) соединение подобранных частей модели, если необходимо через порты (при использовании различных библиотек),
- 3) расчёт параметров блоков модели, например, таких как трансформатор, асинхронный двигатель и т.д.

Схема моделирования, сформированная средствами имитационного моделирования в среде Matlab Simulink, представлена на Рисунке 2.

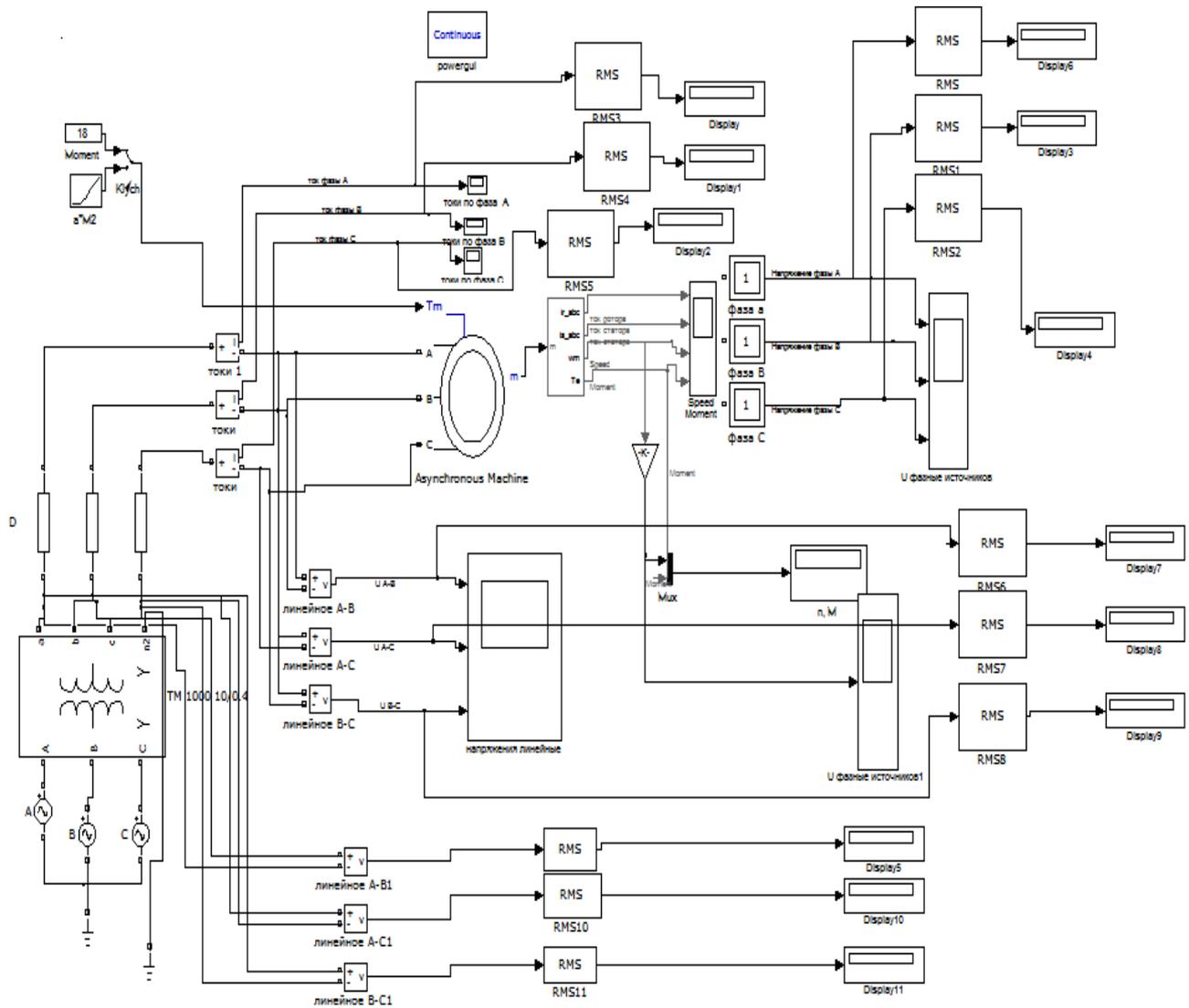


Рис.2. Схема моделирования, реализованная в среде Matlab Simulink.

В основу данной модели для исследования режимов работы асинхронного двигателя заложены основные элементы:

- 1) источник напряжения - трёхфазное напряжение задано тремя стандартными однофазными источниками – блоком AC Voltage Source.

Базовыми параметрами источника напряжения являются: амплитуда (В), частота (Гц), начальная фаза в градусах,

- 2) трёхфазный трансформатор – задан блоком Three- phase Transformer (Two windings).

Параметры схемы замещения трансформатора представлены в относительных единицах.

Базовыми значениями параметров трансформатора являются: расчётная полная мощность (ВА), частота (Гц), действующее номинальное напряжение (В) соответствующей обмотки, сопротивление и индуктивность обмоток.

- 3) ЛЭП с распределёнными параметрами – задан блоком Distributed Parameters Line.

- 4) асинхронный двигатель – задан блоком Asynchronous Machine.

Значения параметров асинхронного двигателя частично берутся из паспортных данных двигателя, а частично рассчитываются на основании этих данных.

По известным паспортным данным АД и параметрам Г-образной схемы замещения рассчитываются параметры Т-образной схемы замещения в режиме короткого замыкания.

5) измеритель тока - задан блоком Current Measurement.

6) измеритель напряжения - задан блоком Voltage Measurement.

Кроме этого модель содержит такие блоки, как:

1) блок Display для количественного представления измеренных величин,

2) блок Score для наблюдения токов ротора и статора, а также скорости и момента асинхронного двигателя,

3) блок Момент для задания механического момента на валу асинхронного двигателя,

4) блок RMS для перевода амплитудных величин в действующие.

Для расчёта параметров элементов схемы используем алгоритмы, приведенные в источниках [1,4,7].

В полученной виртуальной модели имеется возможность исследования переходных процессов в асинхронном двигателе, снятия рабочих и искусственных механических характеристик, напряжения и частоты питающей сети.

С использованием разработанной модели и алгоритма расчёта входных параметров, были исследованы следующие режимы работы асинхронного двигателя, при симметричном и несимметричном питающем напряжении:

1) режим х.х. двигателя,

2) режим 50% загрузки двигателя,

3) режим 100% загрузки двигателя.

В результате моделирования режимов работы асинхронного двигателя были получены данные коррелирующиеся с натурным объектом с достаточной для инженерных расчётов погрешностью.

Примером могут служить значения, полученные для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором марки 4A132S4Y3 с $P_n = 5,5$ кВт. Все результаты обобщены в Табл.4.

Таблица 4

Результаты измерений

Режим работы асинхронного двигателя	Параметры, измеренные с помощью математической модели		Параметры, измеренные с помощью физической модели	
Симметричное питающее напряжение				
Х.Х.	I, A	U, В	I, A	U, В
	I _A =6,02A	U _{AB} =380В	I _A =5,9A	U _{AB} =380В
	I _B =6,02A	U _{BC} =380В	I _B =5,9A	U _{BC} =380В
	I _C =6,02A	U _{AC} =380В	I _C =5,9A	U _{AC} =380В
50% загрузка двигателя	I _A =7,46A	U _{AB} =380В	I _A =7,6A	U _{AB} =380В
	I _B =7,46A	U _{BC} =380В	I _B =7,6A	U _{BC} =380В
	I _C =7,46A	U _{AC} =380В	I _C =7,6A	U _{AC} =380В
100% загрузка двигателя	I _A =11A	U _{AB} =380В	I _A =10,8A	U _{AB} =380В
	I _B =11A	U _{BC} =380В	I _B =10,8A	U _{BC} =380В
	I _C =11A	U _{AC} =380В	I _C =10,8A	U _{AC} =380В
Несимметричное питающее напряжение				
Х.Х.	I _A =5,7A	U _{AB} =384В	I _A =5,9A	U _{AB} =384В
	I _B =7A	U _{BC} =378В	I _B =7A	U _{BC} =378В
	I _C =5,5A	U _{AC} =378В	I _C =5,8A	U _{AC} =378В
50% загрузка двигателя	I _A =7,7A	U _{AB} =384В	I _A =8A	U _{AB} =384В
	I _B =8,2A	U _{BC} =378В	I _B =8,5A	U _{BC} =378В
	I _C =6,6A	U _{AC} =378В	I _C =7A	U _{AC} =378В
100% загрузка двигателя	I _A =11,7A	U _{AB} =384В	I _A =12A	U _{AB} =384В
	I _B =11,5A	U _{BC} =378В	I _B =11,7A	U _{BC} =378В
	I _C =10,2A	U _{AC} =378В	I _C =10,2A	U _{AC} =378В

На основе компьютерного моделирования выполнено исследование режимов работы асинхронного двигателя, при наличии в сети несимметрии междуфазных напряжений. Результаты моделирования показали, что

для повышения надежности и эффективности работы асинхронного двигателя существенную роль играют как экспериментальные исследования, выполненные на натурной модели, так и исследования основанные на компьютерном моделировании, которые в совокупности позволяют оценить степень влияния несимметрии междуфазных напряжений на режимы работы асинхронных двигателей, кроме того предусматривают возможность обосновать разработку методов, алгоритмов учёта влияния отклонений *ПКЭ* на режимы работы асинхронных двигателей в процессе эксплуатации, а также на этапе проектирования систем электроснабжения асинхронных двигателей.

Список литературы

1. Герман-Галкин, С.Г., Кардонов, Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК [Текст] / С.Г. Герман-Галкин, Г.А. Кардонов. - СПб.: Корона-принт, 2003. - 256 с.
2. Левин, М.С., Мурадян, А.Е., Сырых, Н.Н. Качество электроэнергии в сетях сельских районов [Текст] / М.С. Левин, А.Е. Мурадян, Н.Н. Сырых. - М.: Энергия, 1975. - 224 с.
3. Маркушевич, Н.С., Солдаткина, Л.А. Качество напряжения в городских электрических сетях [Текст] / Н.С. Маркушевич, Л.А. Солдаткина. - М.: Энергия, 1975. - 256 с.
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes. [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/> (дата обращения 10.11.2015г).
5. Романова, В.В., Хромов, С.В. Моделирование несимметричных режимов работы асинхронного двигателя [Текст] / В.В. Романова, С.В. Хромов // Сборник статей всероссийской конференции «Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление», 1-3 сентября 2015 г., Иркутск, Россия. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2015. – 591 с.
6. Тимофеев, Д.В. Режимы в электрических системах с тяговыми нагрузками [Текст] / Д.В. Тимофеев. - М.: Энергия, 1972. - 296 с.
7. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink [Текст] / И.В. Черных. – М.: ДМК Пресс: СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ Г.УФЫ

Салихов А.А., Бакиров Ф.Г.

ООО «Интер РАО-Инжиниринг»,
ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет

Одним из основных достижений советского периода можно смело назвать масштабное создание централизованного теплоснабжения, особенно в крупных городах. До сих пор в городах-миллионниках, практически все крупные микрорайоны “запитаны” от городских ТЭЦ с разветвлённой схемой тепловых сетей. Однако, с середины 80-х и особенно, в поздние 90-е с сохраняющейся по сей день тенденцией произошел скачок роста котельнизации страны ввиду массового ухода промышленного потребителя от ТЭЦ с паровой нагрузкой и созданием обманчивой экономической целесообразностью строительства котельных. Таким образом, в крупных городах уже можно наблюдать преобладание неэффективной выработки тепловой энергии от котельных, а не от ТЭЦ. Проанализируем на примере города Уфы потенциал развития комбинированной выработки, теперь уже в свете возможностей надстройки генерирующей мощностью действующих котельных, имеющих круглогодичную тепловую нагрузку.

Установка генерирующего оборудования в котельных помимо экономического эффекта, позволит сократить дефицит в Уфимском энергоузле и повысить надежность всей электрической сети г.Уфы за счет появления распределенной малой генерации и “закольцовки” между собой различных подстанций города. При качественно подготовленном бизнес-плане и грамотном техническом сопровождении, подобные проекты могут быть профинансированы из собственных средств компаний без привлечения кредитов.

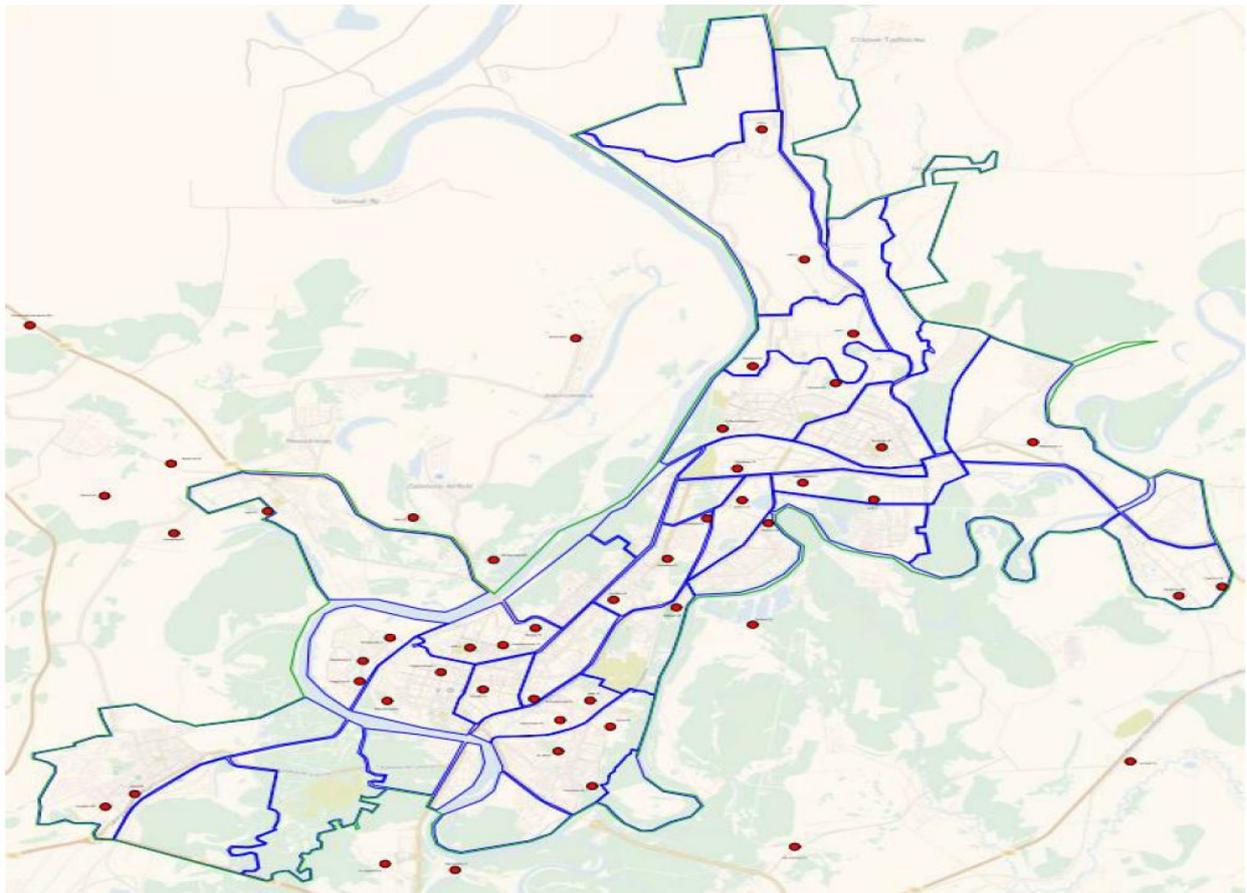


Рис.1. Расположение высоковольтных подстанций г.Уфы



Рис.2. Расположение основных теплоисточников г.Уфы

На Рисунке 1 представлена электрическая сеть г.Уфы с расположением высоковольтных подстанций, которые могут в перспективе служить схемой выдачи мощности для близрасположенных генерирующих источников (котельных).

На Рисунке 2 представлено расположение основных тепловых источников г.Уфы. Зоны концентрации расположения основных котельных и подстанций города в значительной степени совпадают друг с другом, что может свидетельствовать об основных точках потребления электрической и тепловой энергии.

Действующий на данный момент времени рынок тепла в г.Уфе разрознен. Многочисленные собственники котельных и тепловых сетей работают по отдельности и не учитывают взаимные интересы по развитию централизованного теплоснабжения.

При реализации мероприятий, направленных на максимальное использование когенерации в г.Уфе, необходимо разработать программу перевода котельных на режим совместной выработки электрической и тепловой энергии, без уменьшения комбинированной выработки электрической и тепловой энергии действующими ТЭЦ.

В качестве основных критериев данной программы предусматриваются две оценочные шкалы:

1. Техническая. Предусматривает техническую возможность реализации проектов, связанных с надстройкой действующих котельных.

1.1. Диапазон круглогодичного потребления тепловой энергии потребителем и потенциал выработки электрической энергии на имеющемся тепловом потреблении.

1.2. Объединение тепловых нагрузок неэффективных малых котельных и их перевод на наиболее экономичные и крупные – перспективные с точки зрения надстройки.

1.3. Объемы потребления электрической энергии потребителем в результате появления дополнительного источника генерации и возможности прилегающей к энергоисточнику электрической сети.

1.4. Мероприятия по расширению технологических площадок, на которых предполагается надстройка и перспектива подключения новых потребителей.

1.5. Выбор оптимальных схем надстройки с применением конкретного типа генерирующего оборудования.

2. Экономическая. Оценивает экономическую привлекательность реализации проектов по переводу котельных в режим когенерации.

2.1. Определение капитальных затрат надстройки котельных.

2.2. Окупаемость проектов надстройки и целесообразность последующего увеличения электрической и тепловой мощности в перспективе.

2.3. Снижение потребления топлива при использовании схемы надстройки по сравнению с отдельной схемой производства электрической и тепловой энергии.

В сложившейся городской инфраструктуре в части обеспечения теплом жителей и промышленных потребителей г.Уфы помимо основных крупных производителей тепловой энергии (ТЭЦ-2, КЦ-1 и т.д.) имеются десятки мелких и средних котельных, эффективность работы которых крайне сомнительна. С целью проработки возможности “укрупнения” точек поставщиков тепловой энергии, покажем потенциал перевода части тепловой энергии от одних котельных к другим. Особый интерес представляет возможный прирост тепловой нагрузки для летнего периода времени в режиме ГВС к более эффективным источникам теплоснабжения с точки зрения возможности увеличения единичной мощности “надстраиваемого” генерирующего оборудования.

В сводной Табл.1 представлена наиболее приемлемая увязка генерирующего источника с площадкой выдачи электрической мощности исходя из географического расположения объектов:

Таблица 1

N	Источник тепловой энергии	Выдача мощности
1	КЦ-1	Подстанция “Краснодонская”
2	Котельная №39	Подстанция “Набережная”
3	Котельная №90	Подстанция “Ижевская”
4	Котельная Дирекции ТУ Уфимского РУ РЖД	Подстанция “Нижегородка”
5	Котельная №27	Подстанция “Аврора”
6	Котельная №38	Подстанция на ул. Союзной
7	Котельная №1	Подстанция “Дема”

Надстройка действующих котельных возможно не потребует отдельного строительства открытых или закрытых распределительных устройств, так как по условиям территориального расположения действующие подстанции могут вполне служить схемой выдачи мощности надстроенных котельных.

Применение схемы комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на котельных позволит в значительной степени повысить надежность электроснабжения потребителей г.Уфы за счет создания многоточечных центров генерации, связанных между собой действующими подстанциями города. Одновременно, решается вопрос сокращения издержек сетевой компании ввиду отсутствия необходимости строительства резервных линий электропередач, связывающих между собой подстанции, так как по условиям надежности таким резервным источником будет являться надстроенная котельная.

Список литературы

1. Разработка Схемы теплоснабжения городского округа город Уфа на период до 2028г. Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения/ <http://mup-uis.ru/about/doc/>
2. Разработка Схемы теплоснабжения городского округа город Уфа на период до 2028г. Книга 7. Предложения по строительству источников тепловой энергии / <http://mup-uis.ru/about/doc/>

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

Домрачев Г.Р.

КГЭУ, РФ, г.Казань

Однофазные замыкания в рассматриваемых сетях представляют большую опасность для жизни оказавшихся поблизости людей, служат источником электротравмы обслуживающего персонала и нередко являются причиной несчастных случаев.

Для облегчения последствий, вызванных однофазными замыканиями на землю, необходимо иметь надежные и эффективные устройства защиты от них. При этом в ряде случаев, например, при падении на землю оборванного провода воздушной линии, рассматриваемая защита от 033 является практически единственным средством, уменьшающим вероятность случайного попадания человека под напряжение прикосновения или шага.

Однако по статистике на 80% российских подстанций такого класса напряжения вообще отсутствуют селективные устройства защиты от 033. Есть только сигнализация по признаку появления напряжения нулевой последовательности на сборных шинах и повреждённое присоединение приходится выявлять путём поочерёдного отключения потребителей.

Эффективность же тех защит, которые эксплуатируются на оставшихся 20% подстанций, очень низка, и, например, по оценкам некоторых специалистов не превышает трёх баллов по пятибалльной шкале.

Таким образом, в настоящее время задача совершенствования защит от однофазных замыканий на землю в рассматриваемых сетях является весьма актуальной.

Наличие в нейтрали сети заземляющего резистора приводит к снижению уровня перенапряжений, практически исключает возникновение феррорезонанса, а также даёт возможность построения селективной защиты от замыканий на землю, так как появляется устойчивый признак — активный ток, протекающий через повреждённое присоединение при 033.

Устройства защиты и сигнализации 033, основанные на использовании электрических величин переходного процесса, разрабатывались в России и других странах прежде всего для решения проблемы селективной сигнализации 033 в компенсированных сетях. По принципу действия устройства подобного типа могут быть использованы также в сетях с изолированной нейтралью или с высокоомным заземлением нейтрали через резистор.

К преимуществам использования переходного процесса для действия защиты от 033 относятся:

- возможность фиксации всех разновидностей 033;
- независимость действия от режима заземления нейтрали;
- большая чувствительность к замыканиям через переходное сопротивление (обусловленная тем, что в начальной стадии замыкания на землю переходное сопротивление определяется практически только сопротивлением электрической дуги);
- большие значения амплитуд переходных токов, упрощающие отстройку от токов небаланса ФТНП и обеспечение высокой помехоустойчивости и чувствительности защиты.

Исследования и опыт применения защит от 033, реагирующих на переходный процесс, показали, что наибольшую универсальность могут обеспечить устройства, в которых определение поврежденного присоединения осуществляется с использованием следующих двух способов:

- сравнения амплитуд переходных токов в присоединениях защищаемого объекта;
- определения знака мгновенной мощности НП в начальной стадии переходного процесса.

На основе первого из указанных способов выполняются централизованные токовые устройства относительного замера. По второму способу могут быть получены направленные централизованные и автономные (индивидуальные) устройства защиты от 033.

Наиболее важным фактором можно считать эквивалентное переходное сопротивление в месте повреждения. В случае металлического замыкания влияние других факторов тем более ослабляется. С величиной переходного сопротивления связано ограничение чувствительности алгоритмов РЗА, выражаемое в явлении не распознаваемости режимов короткого замыкания. В задаче ОМП переходное сопротивление снижает точность оценки места повреждения, а потому внимание к этому параметру является приоритетным в разработке алгоритмов ОМП.

Точность результата ОМП в реальных условиях определяется не только совершенством алгоритмической модели, но и способом выделения информационных составляющих аварийного процесса. Методы ОМП по параметрам аварийного режима используют компоненты аварийного и предаварийного (нормального) режимов. Измерение предаварийных величин, как правило, не встречает значительных затруднений. Нормальный режим чаще всего имеет однородный синусоидальный характер. Если имеет место опробование присоединения, то токи или напряжения до аварийного режима могут отсутствовать. В других случаях их величина может быть оценена с достаточной степенью точности. Фиксация значений предаварийного режима производится непосредственно перед срабатыванием чувствительных пусковых органов, как показано на Рисунке 1. В качестве пусковых органов целесообразно использование реле векторного приращения токов фаз или их симметричных составляющих. Тогда запаздывание момента срабатывания ИО по отношению к началу аварийного процесса составляет не более 10 мс, в среднем – 5 мс. В итоге оказывается возможным разделить аварийный процесс на нагрузочную составляющую и чисто аварийную составляющую, последняя непосредственно связана с коротким замыканием и его местоположением в электрической сети.

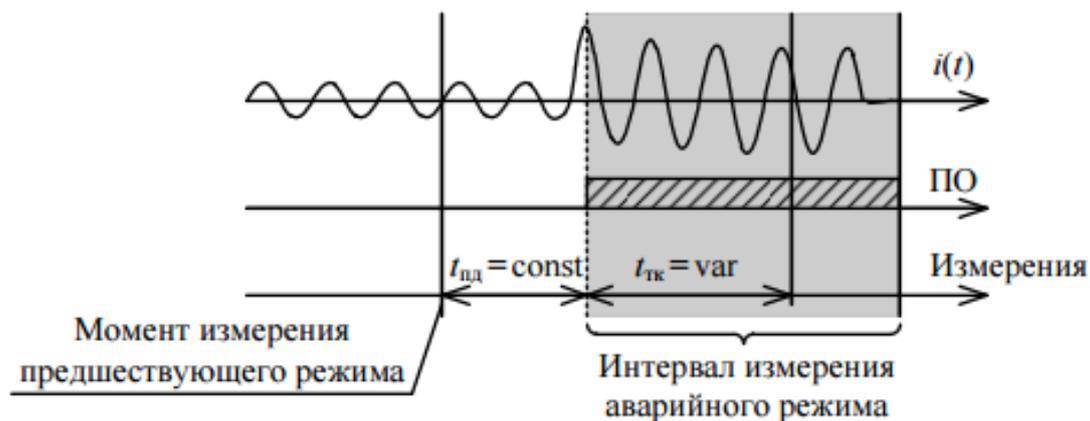


Рис.1.

Замер токов и напряжений аварийного процесса сразу после срабатывания пусковых органов может не обеспечить высокую точность ОМП, например, по причине искажения электрических величин за счет свободных составляющих электромагнитных переходных процессов в первичной сети или из-за погрешностей измерительных преобразователей. Требуется интеллектуальный выбор момента замера на интервале аварийного процесса.

Параметры аварийного режима фиксируются на разных этапах развития аварии. Далее применяется двухступенчатая схема отбора замеров по результатам ОМП. На первом этапе исключаются те интервалы, которым соответствуют повреждения вне наблюдаемой линии. Из оставшихся замеров выбирается интервал с наибольшим индексом надежности результата ОМП. Таким образом, алгоритм использует всю доступную информацию, содержащуюся в записи аварийного процесса.

В настоящей работе проведена оценка эквивалентного переходного сопротивления в месте короткого замыкания. Реализация всех перечисленных мер в одном устройстве позволяет значительно увеличить точность и надежность результата ОМП.

Список литературы

1. Подшивалин А.Н., Исмуков Г.Н., Жарков А.В. Опыт применения системы ОМП исследовательского центра «Бреслер» // Релейная защита и автоматика энергосистем: материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции. – М., 2012.
2. Лямец Ю.Я., Иванов С.В., Подшивалин А.Н. Абсолютная нераспознаваемость однофазного короткого замыкания // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции. – Чебоксары, 2002.
3. Шуин В.А., Гусенков А.В. Защита от замыканий на землю в электрических сетях 6-10 кВ. (Выпуск 11 (35), 2001 г.).

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

¹Никитин К.В., ²Артамошкин В.Н., ²Стеблин И.А.

¹ООО «Сибирь-Сервис», РФ, г.Кемерово

²ООО «ОМЗ-Сибирь-Сервис», РФ, г.Кемерово

Анализ внешних факторов, определяющих изменение показателей ремонтной технологичности большегрузных карьерных самосвалов, свидетельствует о том, что наиболее значимыми из них являются: грузоподъемность, горнотехнические и погодные-климатические условия эксплуатации, а также профессиональная подготовленность обслуживающего персонала [1, 2].

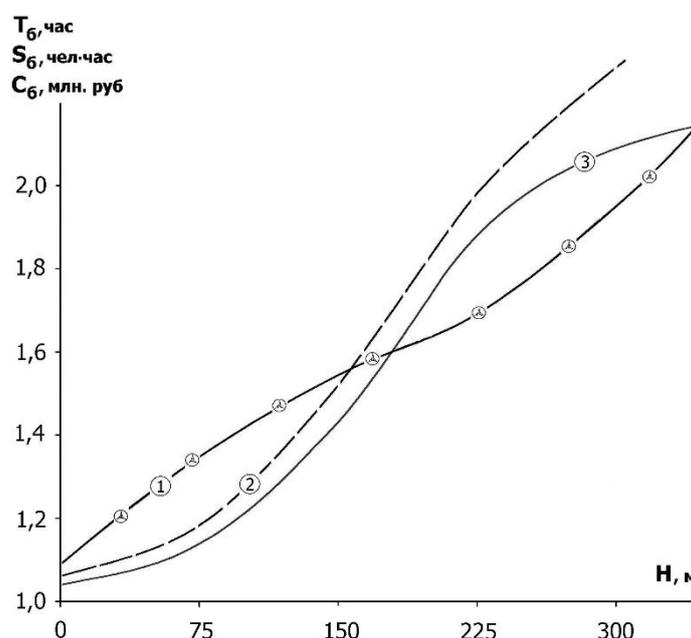


Рис.1. Изменение базовых значений продолжительности (T_b), трудоемкости (S_b) и стоимости ремонта (C_b) в зависимости от глубины разработки

Из анализа зависимостей основных показателей ремонтной технологичности карьерных автосамосвалов от горнотехнических условий эксплуатации установлено, что наиболее весомым фактором является глубина разработки, определяющая длину плеча транспортирования. Это объясняется тем, что с увеличением глубины

карьера увеличиваются нагрузки, интенсивность износа и как следствие, увеличивается объем ремонтных работ и количество ремонтов (Рисунок 1).

Следующим по значимости фактором, оказывающим существенное влияние на трудоемкость ремонтов, является грузоподъемность автосамосвалов G (Рисунок 2).

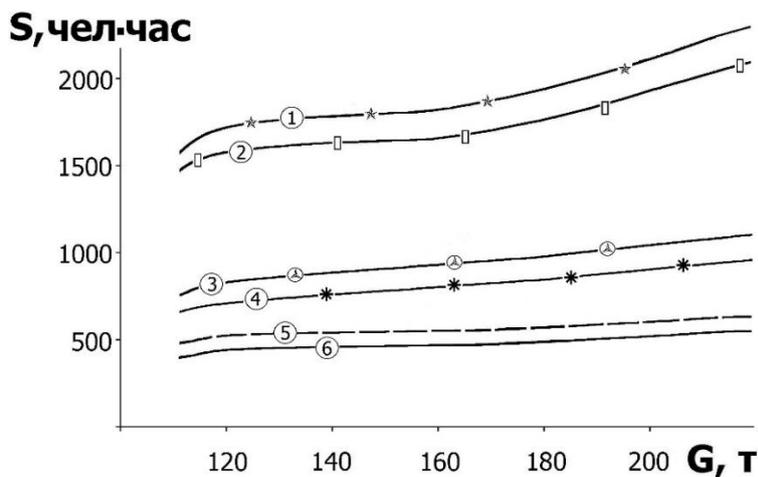


Рис.2. Зависимость трудоемкости ремонтов от грузоподъемности автосамосвала:

- 1 – К(t = -30оС);
- 2 – К(t = 0оС);
- 3 – ПР2(t = -30оС);
- 4 – ПР2(t = 0оС);
- 5 – ПР1(t = -30оС);
- 6 – ПР1(t = 0оС)

Здесь К – капитальный ремонт, ПР1 и ПР2 – плановые ремонты.

Трудоемкость операций ремонтных работ S, выполняемых в течение времени t исполнителями различной профессиональной подготовленности КП с учетом их технической подготовленности КТВ и климатических условий КР определяется по формуле

$$S = \sum_1^F K_{\text{П}} K_{\text{ТВ}} K_{\text{Р}} t,$$

здесь F – число учитываемых факторов.

В свою очередь, профессиональная подготовленность исполнителей характеризуется их квалификацией КК и натренированностью КН.

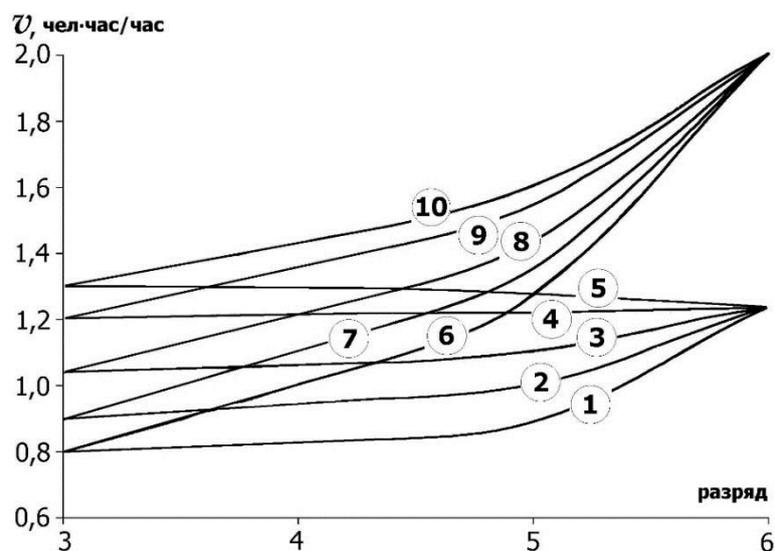


Рис.3. Зависимость интенсивности выполнения работ от квалификации КК, натренированности КН (1, 2, 3, 4, 5) и профессиональной подготовленности КП (6, 7, 8, 9, 10) обслуживающего персонала для различного числа повторений операций

Приведенные зависимости интенсивности выполнения ремонтных работ $v = f(\text{КК}, \text{КН})$ (Рисунок 3) показывают, что в результате повторного выполнения операций коэффициент натренированности увеличивается, стремясь к своему предельному значению $\text{КН} = 1$.

Из анализа полученных результатов видно, что у исполнителей высокой квалификации рост натренированности интенсивней, чем у исполнителей более низкой квалификации. Специализация ремонтных работ также приводит к интенсификации выполнения операций.

Влияние погодных-климатических условий на трудоемкость ремонтов, проиллюстрированное зависимостями на Рисунке 4, может быть учтено введением коэффициента повышения трудоемкости КП-К, зависящего от температуры воздуха (Табл.1).

Таблица 1

Температура, оС	+5 ÷ +20	+5 ÷ -5	-5 ÷ -15	-15 ÷ -25	-25 ÷ -40
Коэффициент КП-К	0,92	1,00	1,09	1,18	1,24

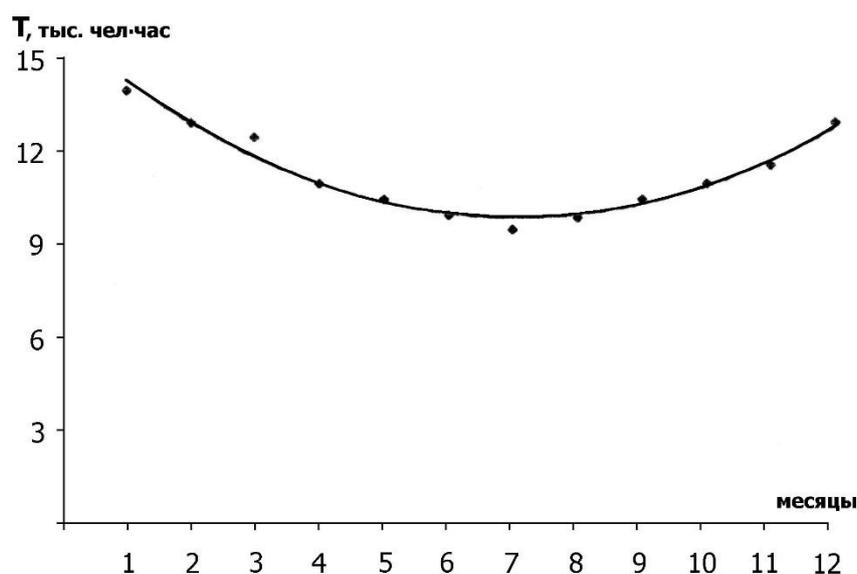


Рис.4. Влияние погодных-климатических условий на трудоемкость ремонтов

Влияние температуры воздуха на комплексный показатель ремонтной технологичности может быть описано уравнением экспоненциального типа (Рисунок 5), причем это влияние видимо начинает проявляться в диапазоне температур ниже -5°C .

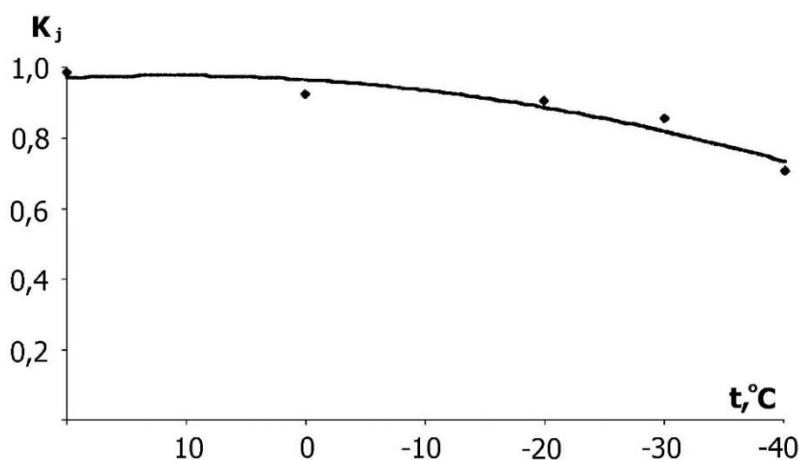


Рис.5. Зависимость комплексного показателя ремонтпригодности от температуры воздуха

Данные, полученные при хронометражных наблюдениях, показали, что значительное снижение коэффициента технического использования происходит не за счет снижения наработки между ремонтами, а за счет увеличения их продолжительности.

Список литературы

1. Автомобильный транспорт на карьерах: конструкция, эксплуатация, расчет./ В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, Ф.А. Чакевадзе [и др.]. – М.: Изд-во «Горная книга». – 2011. – 408 с. Квагинидзе В.С., Петров В.Ф..
2. Корецкий В.Б. Ремонтная технологичность большегрузных карьерных автосамосвалов на угольных разрезах Севера. – М.: Изд-во «Горная книга». – 203. – 298 с.

ВЛИЯНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО НАДЕЖНОСТИ

¹Никитин К.В., ²Артамошкин В.Н., ²Стеблин И.А.

¹ООО «Сибирь-Сервис», РФ, г. Кемерово

²ООО «ОМЗ-Сибирь-Сервис», РФ, г. Кемерово

С увеличением сроков службы горнотранспортного оборудования снижается его годовая производительность (Рисунок 1), что обусловлено снижением показателей надежности, возрастанием продолжительности аварийных простоев и, как следствие, ростом затрат времени на их ремонт и обслуживание, снижением коэффициента готовности [2, 11].

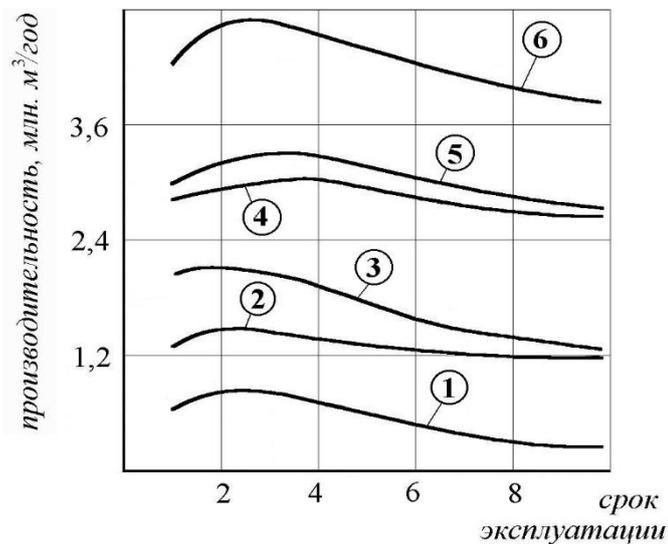


Рис.1. Зависимость среднегодовой производительности горного оборудования от срока службы машины:
 1 – ЭКГ-5; 2 – ЭКГ-8;
 3 – ЭКГ-15; 4 – ЭКГ-20;
 5 – М-201; 6 – М-301

Коэффициенты корреляции между «возрастом» машин и коэффициентом технического использования, с одной стороны, и удельными затратами времени на ремонт и техническое обслуживание, с другой стороны, составили, соответственно, 0,76 и 0,88. Значения коэффициентов корреляции подтверждают достаточно устойчивую связь между рассматриваемыми параметрами.

Полученные зависимости показывают, что по мере старения, т.е. увеличения срока службы горного оборудования, величина удельных затрат времени на ремонт, отнесенная к одному часу работы существенно возрастает, а коэффициент технического использования оборудования – уменьшается (Рисунок 2).

Выявленные закономерности позволяют прогнозировать работу горнотранспортного оборудования во времени с учетом длительности и последовательности выполнения ремонтных циклов, которые могут определяться оптимальной структурой ремонтного цикла и экономически оправданным сроком службы машин.

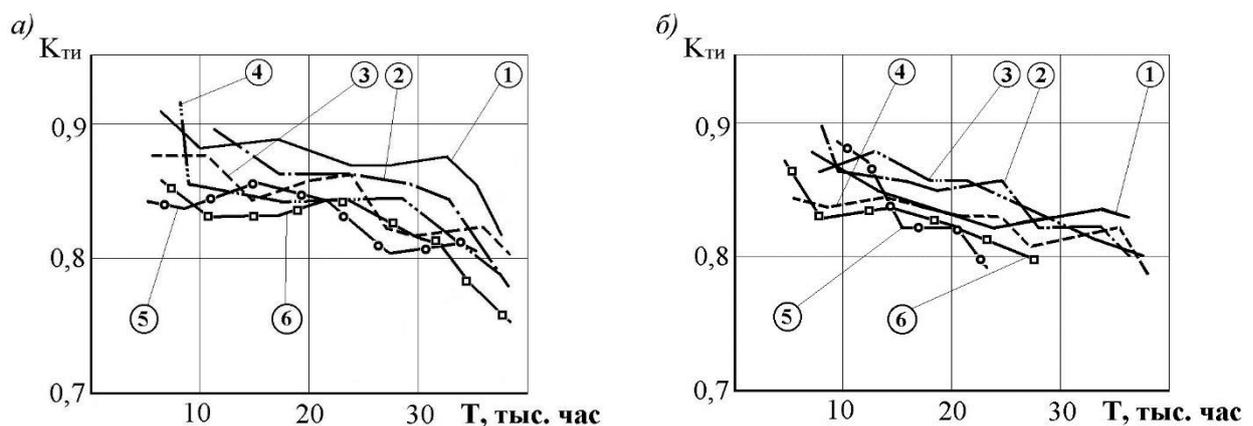


Рис.2. Графики изменения коэффициента технического использования горного оборудования в зависимости от ресурса машин в условиях Кузбасса: а - интервал первого ремонтного цикла; б - интервал второго ремонтного цикла

Наиболее приемлемым видом технического обслуживания карьерного горнотранспортного оборудования, как показали результаты системного анализа, является профилактическое, поскольку при этом удастся существенно (до 20%) сократить затраты трудовых и эксплуатационных ресурсов за счет использования методов функциональной диагностики работающего оборудования [5, 10].

В качестве базового метода технического диагностирования карьерного горнотранспортного оборудования должен быть использован метод вибродиагностики [4, 8], поскольку все работающее оборудование генерирует

случайные колебательные процессы, содержащие полный информационный базис о его техническом состоянии. Достоверность правильно поставленного диагноза может достигать 90% [7, 9].

В качестве диагностических признаков изменения технического состояния могут быть использованы, помимо общего уровня вибрации, опорные спектральные маски, ограничивающие уровни интенсивности вибрации в отдельных спектральных полосах на основе статистических оценок уровней «предупреждение» и «тревога» с 85%-й и 95%-й доверительными вероятностями [3]. Такое ограничение оказывается весьма продуктивным, поскольку различные дефекты проявляются в разных частотных диапазонах и, как правило, в различных комбинациях частотных составляющих. Рекомендации по выбору частотных полос для анализа вибрации основаны на том, чтобы были охвачены все значимые частотные составляющие спектра механических колебаний.

Предлагаемая система функциональной диагностики карьерного горнотранспортного оборудования позволит проводить техническое обслуживание по его фактическому техническому состоянию, что в значительной мере сокращает затраты финансовых и трудовых ресурсов. Введенные критерии предельного технического состояния механического оборудования карьерных экскаваторов позволяют с высокой степенью достоверности (до 95%-й доверительной вероятности) обнаруживать зарождающиеся дефекты и прогнозировать их развитие, что позволяет практически исключить их аварийные отказы [1, 8, 12].

Список литературы

1. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ. – 2004. – 156 с.
2. Герике П.Б., Герике Б.Л. Экспертиза промышленной безопасности шагающих экскаваторов на основе результатов вибродиагностического обследования. // Проблемы экспертизы промышленной безопасности в Сибирском федеральном округе: сборник трудов/ под ред. Смирнова А.Н. – Т. 2. – М.: Машиностроение, 2015. – С. 103-110.
3. Герике Б.Л., Герике П.Б. Методология построения спектральных масок для динамического оборудования горных машин. // Вестник КузГТУ. № 4, 2014. – С. 20 – 22.
4. ГОСТ Р ИСО 7919-1-99. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Общие требования.
5. Диагностика горных машин и оборудования. / Б.Л. Герике, П.Б. Герике, В.С. Квагинидзе [и др.]. – М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012. – 400 с.
6. Диагностирование технических устройств опасных производственных объектов. / А.Н. Смирнов, Б.Л. Герике, В.В. Муравьев// Новосибирск – Наука – 2003. – 320 с.
7. Краковский Ю.М. Математические и программные средства оценки технического состояния оборудования. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 246 с.
8. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 7: Кн.2: Вибродиагностика. / Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова [и др.]. – М.: Машиностроение, 2005. – 829с.
9. Сушко А.Е. Разработка математической модели оптимального технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования // Науч. сессия МИФИ-2007: Сб.науч.тр. В 17 т. М.: МИФИД007. Т.2. С.153-154.
10. Ширман А.Р., Соловьев А.Б. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. – М.: – 1996. – 212 с.
11. Экскаваторы на карьерах: конструкция, эксплуатация, расчет. / В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, Ф.А. Чакуетадзе [и др.]. – М.: Изд-во «Горная книга». – 2011. – 409 с.
12. Kovalev V., Gerike B, Khoreshok A., Gerike P. Preventive Maintenance of Mining Equipment Based on Identification of Its Actual Technical State. – Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. – October, 17-20 Qingdao, China. – Atlantis Press. Amsterdam, Paris, Beijing. 2014. P. 184-189.

ДИАГНОСТИКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

¹Никитин К.В., ²Артамошкин В.Н., ²Стеблин И.А.

¹ООО «Сибирь-Сервис», РФ, г. Кемерово

²ООО «ОМЗ-Сибирь-Сервис», РФ, г. Кемерово

Обогатительное оборудование, эксплуатирующееся в Кузбассе, в настоящее время на очень значительный процент выработало свой ресурс и по большей части находится в недопустимом техническом состоянии [1]. От технического состояния оборудования зависят не только экономические показатели, но и безопасность работы обслуживающего персонала [2]. Поэтому, в соответствии с федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-93, все технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте в процессе эксплуатации и выработавшие свой ресурс, в обязательном порядке подлежат процедуре экспертизы промышленной безопасности. Неотъемлемой составной частью проведения экспертизы является определение износа оборудования путем диагностирования его технического состояния [3].

Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта и последующий переход к обслуживанию по фактическому техническому состоянию станет залогом безопасной и эффективной работы предприятий по переработке угля [4, 5].

Дефекты обогатительного оборудования разнообразны. Некоторые из них закладываются еще на стадии изготовления, другие проявляются после неквалифицированного монтажа, третья группа дефектов – эксплуатационные, проявляющие себя уже в процессе работы оборудования. Среди наиболее часто встречающихся дефектов обогатительного оборудования необходимо выделить:

- дисбаланс ротора электродвигателя;
- дефекты элементов соединительных муфт;
- расцентровка валопровода;
- ослабление посадки подшипников;
- разнообразные дефекты подшипников, нарушение их смазки;
- дефекты зубчатых передач в редукторах;
- нарушение жесткости системы.

Примеры диагностируемых дефектов различного обогатительного оборудования приведены на Рисунке 1.

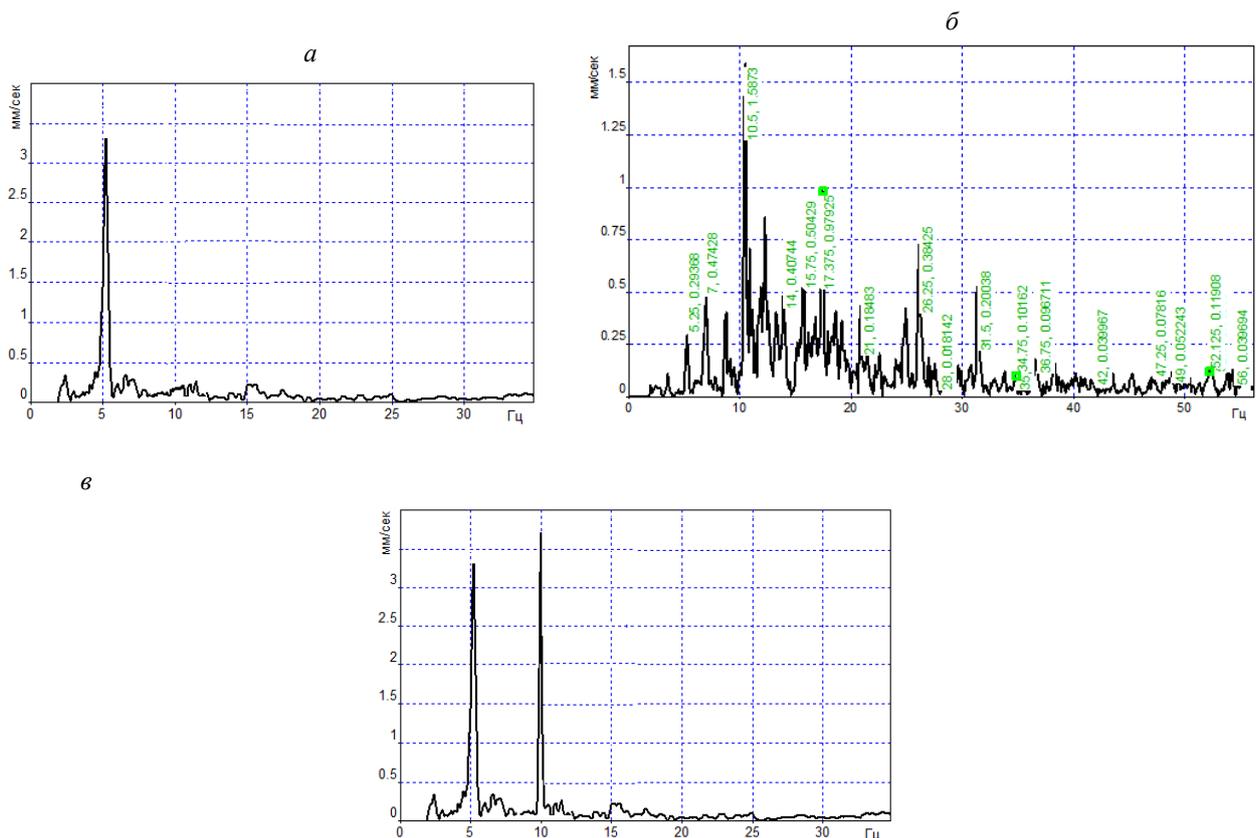


Рис.1. Примеры дефектов обогатительного оборудования:

а – дисбаланс ротора электродвигателя грохота ГИСЛ;

б – нарушение режима смазки подшипника электродвигателя щековой дробилки типа СМД;

в – расцентровка электродвигателя конвейера с редуктором

Оценка технического состояния главных приводов осуществляется на основе анализа среднеквадратических значений параметров виброскорости и виброускорения амплитудно-частотной характеристики виброакустического сигнала в диапазоне частот 2-7000 Гц [6].

Современный комплекс средств для проведения работ по вибродиагностике позволяет производить работы по оценке вибросигнала не только методами спектрального анализа, но и рядом других подходов – анализ огибающей, эксцесс и метод ударных импульсов являются весьма информативными и позволяют быстро получить достоверную информацию о состоянии подшипников качения [7].

Единого метода, который мог бы одинаково успешно использоваться в рамках экспресс-диагностики и при периодическом мониторинге не зависимо от вида оборудования, условий его эксплуатации и частоты вращения ротора, обладать достаточной помехозащищенностью и позволять идентифицировать вид дефекта, на сегодняшний день не существует.

Зачастую при проведении анализа полученных данных появляется необходимость использования дополнительных априорных данных (частота вращения, конструктивные характеристики и т.д.). Если частота вращения может быть примерно определена, то, например геометрические размеры подшипника, как правило, неизвестны. Поэтому при построении диагностических критериев использование априорной информации должно быть сведено к минимуму. Также существенно затрудняют диагностику низкая частота вращения, знакопеременные ударные нагрузки, источники случайной высокочастотной вибрации, в связи с этим многие методы имеют ограничения на область применения. Таким образом, большинство методов имеет существенные ограничения, и могут быть использованы лишь в незначительном количестве случаев (на определенной стадии развития дефекта или на конкретном оборудовании). Поэтому для эффективной оценки текущего состояния сложных механических систем необходимо использовать одновременно несколько различных методов, на основании которых впоследствии могут быть рассчитаны диагностические критерии.

Виброакустический сигнал значительно превосходит другие виды сигналов о состоянии машины по представительности информации и скорости ее получения (например, сигналы о температуре масла, потребляемой мощности и др.). Любые параметры вибрации или типы замеров, полученные на работающем

агрегате, содержат диагностическую информацию, характеризующую состояние одновременно нескольких узлов машины. Поэтому при решении задачи оценки состояния отдельных узлов по параметрам вибрации необходимо исключать из рассмотрения составляющие иной природы. На сегодняшний день алгоритмы подобной фильтрации отсутствуют, поэтому при анализе виброакустических сигналов необходимо оценивать возможное влияние на характер и величину механических колебаний сил различной природы от различных источников (ротора электродвигателя, зубчатой передачи, муфты и т.д.) [8-10].

Таким образом, для эффективного проведения диагностики сложных систем необходимо сформулировать некоторые основные требования.

1. Необходимо получить универсальную оценку технического состояния на основании комплексного использования различных параметров и критериев. При этом количество априорных данных должно быть сведено к минимуму, а влияние различных факторов, искажающих диагностическую информацию – устранено.

2. Необходимо разработать и применять для оценки состояния сложных систем математические модели диагностики в одномерном пространстве признаков. При этом в рамках перехода к линеаризованной величине (единому диагностическому критерию) особенно важно оценить «разделяемость» первоначально используемых диагностических критериев.

3. Создать, на основании полученных данных, адекватную модель, описывающую развитие дефекта, и математический аппарат, оценивающий с заданной точностью текущее состояние диагностируемого узла.

4. Оценивать, на основе прогностических моделей остаточный ресурс и планировать оптимальным образом ремонтные мероприятия с учетом требований современного производства для различных форм организации технического обслуживания и ремонта на предприятии.

При системном использовании современных диагностических методов удастся избежать серьезного повреждения машин и сократить эксплуатационные издержки на обслуживание вследствие того, что ремонтные работы проводятся только тогда, когда результаты измерений указывают на их необходимость. Такой подход называется профилактическим (предупреждающим) обслуживанием по фактическому состоянию объекта диагностики.

Для построения достоверных прогностических моделей потребуется значительный объем статистической информации. Применение прогностических моделей позволит оценить исследуемую неисправность, а также спрогнозировать остаточный ресурс узла или агрегата и осуществлять эффективное планирование ремонтных работ, предупреждение возникновения аварийных отказов. Откроется инновационный путь к повышению эффективности управления техническим обслуживанием, оптимизации логистических издержек предприятия, безопасной эксплуатации производственного оборудования.

Список литературы

1. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ. – 2004. – 156 с.
2. Герике, Б.Л., Герике П.Б. Вибродиагностика обогатительного оборудования./ Б.Л. Герике, П.Б. Герике.// Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня: Интеграция науки, профессионального образования и производства. – М. – изд-во «Горная книга». – 2011. - №ОБ 3. – С. 361 – 366.
3. Диагностирование технических устройств опасных производственных объектов. / А.Н. Смирнов, Б.Л. Герике, В.В. Муравьев. // Новосибирск – Наука – 2003. – 320 с.
4. Диагностика горных машин и оборудования. / Б.Л. Герике, П. Б. Герике, В.С. Квагинидзе [и др.]. – М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012. – 400 с.
5. Квагинидзе В.С., Зарипова С.Н. Методы ранжирования производственного травматизма. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Приложение «Якутия». Изд-во МГГУ. - №3. – 2006. - С. 271-277.
6. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 7: Кн.2: Вибродиагностика. / Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова [и др.]. – М.: Машиностроение, 2005. – 829с.
7. Попков, В.И. Виброакустическая диагностика в судостроении./ В.И. Попков, Э.Л. Мышинский, О.И. Попков. 2-е изд., перераб. и доп.// Л.: Судостроение, 1989. – 280 с.
8. Мартынов, В.И. Анализ вибрационных характеристик с использованием фазовых плоскостей./ Мартынов, В.И., Иванов, Д.Ю.// Сб. науч. докладов IV международной научно-технической конференции «Вибрационные машины и технологии»/ Курск. – 1999. – С. 189-191.
9. Сушко, А.Е. Разработка математической модели оптимального технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования // Науч. сессия МИФИ-2007: Сб. науч. тр. В 17 т. М.: МИФИД007. Т.2. С.153-154.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ МАШИНИСТА ЭКСКАВАТОРА НА КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ

¹Никитин К.В., ²Артамошкин В.Н., ²Стеблин И.А.

¹ООО «Сибирь-Сервис», РФ, г. Кемерово

²ООО «ОМЗ-Сибирь-Сервис», РФ, г. Кемерово

Режим управления экскаватором циклического действия характеризуется не только продолжительностью его включения, но и числом включений, чередованием промежутков рабочего и нерабочего периодов, качественной характеристикой спектра нагрузок. Из сказанного следует, что коэффициент качества управления K_y определяться с учетом продолжительности цикла экскавации и периода черпания, а также числа переключений командоконтролеров подъемного и напорного механизмов за цикл экскавации

$$K_y = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R K_{y,i}$$

где K_{y1} – коэффициент управления экскаватором по продолжительности цикла;

K_{y2} – коэффициент управления экскаватором по продолжительности черпания;

K_{y3} – коэффициент управления экскаватором по числу переключений командоконтролера подъемного механизма за цикл экскавации;

K_{y4} – коэффициент управления экскаватором по числу переключений командоконтролера напорного механизма за цикл экскавации;

K_{y5} – коэффициент управления экскаватором по числу переключений командоконтролера подъемного механизма за период черпания;

K_{y6} – коэффициент управления экскаватором по числу переключений командоконтролера напорного механизма за период черпания;

R – количество учитываемых параметров цикла экскавации.

Для анализа уровня качества управления (определения численных значений коэффициентов $K_{y1} - K_{y6}$) была проведена регистрация рабочих процессов (ток якоря двигателя напора; ток якоря двигателя подъема; ток задающей обмотки магнитного усилителя привода подъема; напряжение генератора напора; напряжение генератора подъема) на экскаваторах ЭКГ-8И. Исследования проводились при работе 8 машинистов различной квалификации при экскавации трех групп пород, различающихся по трудности экскавации. Всего в обработку было взято 185 рабочих циклов, для которых определялись продолжительность цикла экскавации, продолжительность периода черпания, число переключений командоконтролера подъемного механизма за цикл экскавации, число переключений командоконтролера напорного механизма за цикл экскавации, число переключений командоконтролера подъемного механизма за период черпания, число переключений командоконтролера напорного механизма за период черпания, частота и продолжительность пиковых нагрузок различной величины в приводе подъемного механизма, частота и продолжительность пиковых нагрузок различной величины в приводе напорного механизма [2].

Обработка экспериментальных данных позволила получить закономерность распределения параметров цикла экскавации, рассчитать их дифференциальные и интегральные (Рисунок 1) функции распределения. Анализ полученных результатов свидетельствует о значительном различии режимов управления у различных машинистов. По данным экспериментальных исследований определены средние статистические и минимально возможные значения параметров цикла экскавации, полученные при наблюдении за машинистами экскаваторов, имеющими различную квалификацию, при разработке горных пород, имеющих различную категорию трудности экскавации. Эти результаты позволили оценить не только влияние квалификации машиниста экскаватора (Табл.1), но и определить значения коэффициентов управления экскаватором (Табл.2).

С увеличением категории пород по трудности экскавации увеличивается и длительность типичных циклических нагрузок, что отрицательно сказывается на главных приводах экскаваторов.

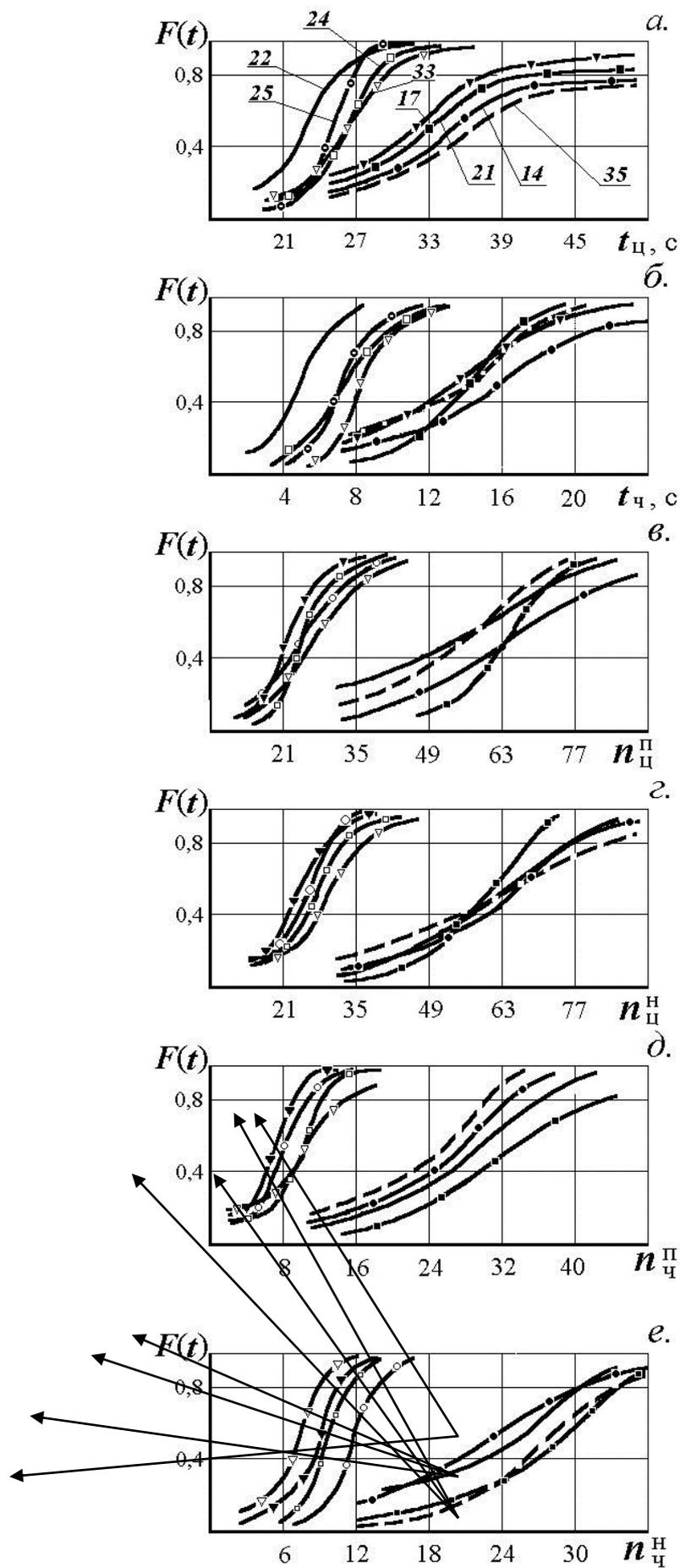


Рис.1. Интегральные кривые нормального распределения параметров цикла экскавации:

- а) продолжительность цикла экскавации;
 - б) продолжительность периода черпания;
 - в) число переключений командоконтролера подъемного механизма за цикл экскавации;
 - г) число переключений командоконтролера напорного механизма за цикл экскавации;
 - д) число переключений командоконтролера подъемного механизма за период черпания;
 - е) число переключений командоконтролера напорного механизма за период черпания;
- 14; 17; 21; 29; 24; 25; 33; 35 – номера экскаваторов;
 экскавация пород I и II категорий;
 экскавация пород III категории;
 экскавация пород IV и V категорий

Таблица 1

Среднее статистическое и минимально достигнутое значения параметров цикла экскавации машинистов экскаваторов

Параметры цикла экскавации и их значения	Категория пород							
	V, IV		III			II, I		
	номера экскаваторов							
	21	14	35	33	24	25	17	22
	разряды машинистов экскаваторов							
	VI	V	V	IV	IV	V	IV	V
Минимально достигнутое $T_{ц, min}$, с	25,4	23,7	24,1	21,1	20,4	22,5	24,2	20,3
Среднее статистическое значение $T_{ц}$, с	33,2	35,2	35,6	27,1	27,1	26,4	33,1	23,7
Минимально достигнутое $T_{ч, min}$, с	8,0	7,9	7,9	7,2	3,9	4,9	28,2	3,6
Среднее статистическое значение $T_{ч}$, с	15,1	16,8	15,1	7,5	7,1	7,4	16,5	4,9
Минимально достигнутое $N_{п,ц}$	47	33	32	15	14	18	33	14
Среднее статистическое значение $N_{п,ц}$	66	69	63	27	25	22	69	25
Минимально достигнутое $N_{п,ц}$	34	33	30	15	19	17	31	17
Среднее статистическое значение $N_{п,ц}$	63	67	64	28	27	26	70	27
Минимально достигнутое $N_{п,ч}$	9	12	10	3	3	3	10	3
Среднее статистическое значение $N_{п,ч}$	37	29	25	5	6	6	33	6
Минимально достигнутое $N_{п,ч}$	12	11	10	2	4	3	13	3
Среднее статистическое значение $N_{п,ч}$	32	30	30	7	7	11	29	8

Оценка влияния квалификации машиниста на безотказность экскаватора может быть произведена путем сравнения осциллограмм нагружения главных приводов, полученных при работе машинистов высокой (5 разряд) и низкой (3 разряд) квалификаций, работающих в одинаковых условиях. Из сравнения осциллограмм (Рисунок 2) установлено, что при высококвалифицированном управлении экскаватором изменение нагрузок во времени имеет сравнительно спокойный характер, в то время как при работе оператора с низкой квалификацией, нагружение главных приводов носит ярко выраженный, нестабильный колебательный характер и резко возрастает за весьма короткий промежуток времени, достигая значений, близких к стопорным, что пагубно сказывается на работе основных узлов экскаватора.

Значения коэффициентов управления

Коэффициент управления	Категория пород по трудности экскавации							
	V, IV			III			II, I	
	Номера экскаваторов							
	21	14	35	33	24	25	17	22
	Разряды машинистов экскаваторов							
	VI	V	V	IV	IV	V	IV	V
По продолжительности цикла экскавации	0,765	0,673	0,677	0,778	0,752	0,852	0,731	0,856
По продолжительности периода черпания	0,529	0,47	0,523	0,826	0,549	0,662	0,446	0,734
По числу переключений командоконтролера подъемного механизма за цикл экскавации	0,712	0,478	0,508	0,555	0,56	0,818	0,478	0,56
По числу переключений командоконтролера напорного механизма за цикл экскавации	0,539	0,492	0,468	0,535	0,703	0,654	0,443	0,629
По числу переключений командоконтролера подъемного механизма за период черпания	0,243	0,413	0,401	0,610	0,505	0,515	0,303	0,512
По числу переключений командоконтролера напорного механизма за период черпания	0,375	0,366	0,322	0,285	0,571	0,272	0,448	0,370
Среднее значение для машиниста	0,528	0,482	0,485	0,596	0,606	0,626	0,478	0,609
Среднее значение для группы горнотехнических условий	0,498			0,609			0,542	

а) работа машиниста высокой квалификации (6 разряд)

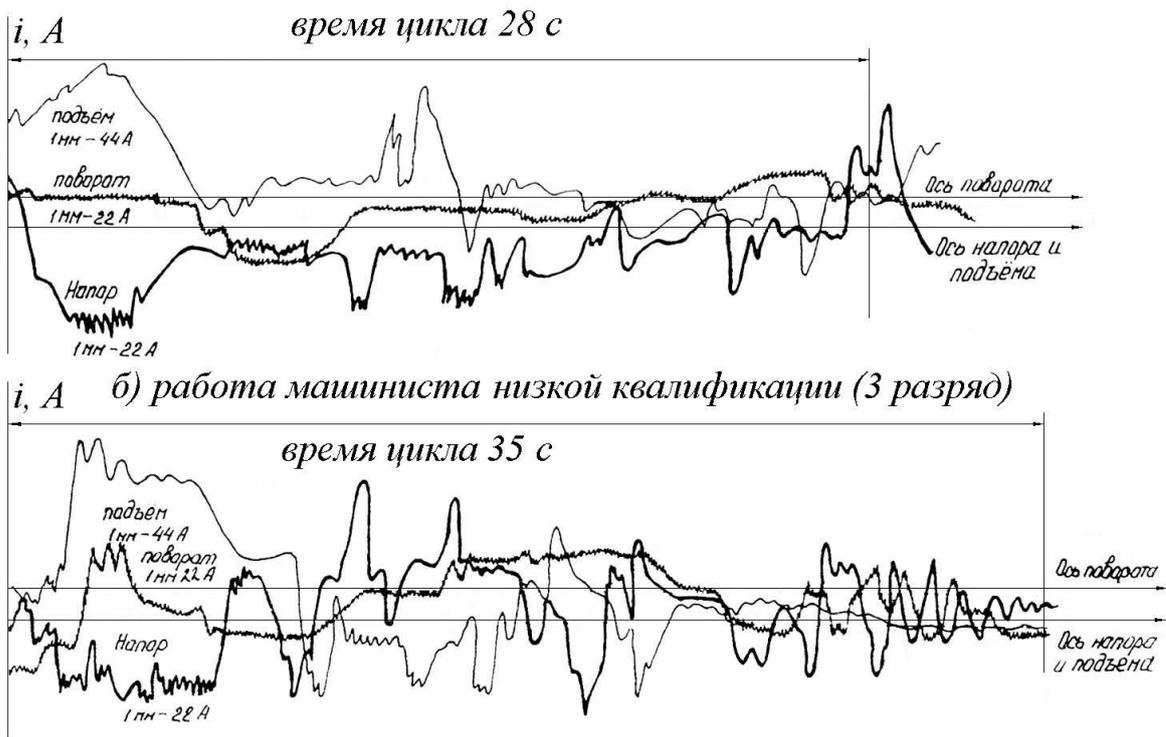


Рис.2. Характер нагружения главных приводов экскаватора

Рассматривая кривые соответствующих участков осциллограммы, как отдельные реализации случайной функции тока в приводе подъема во времени, можно общепринятыми методами построить нормированные корреляционные функции [1], позволяющие установить влияние квалификации машиниста на безотказность работы экскаватора (Рисунок 3).

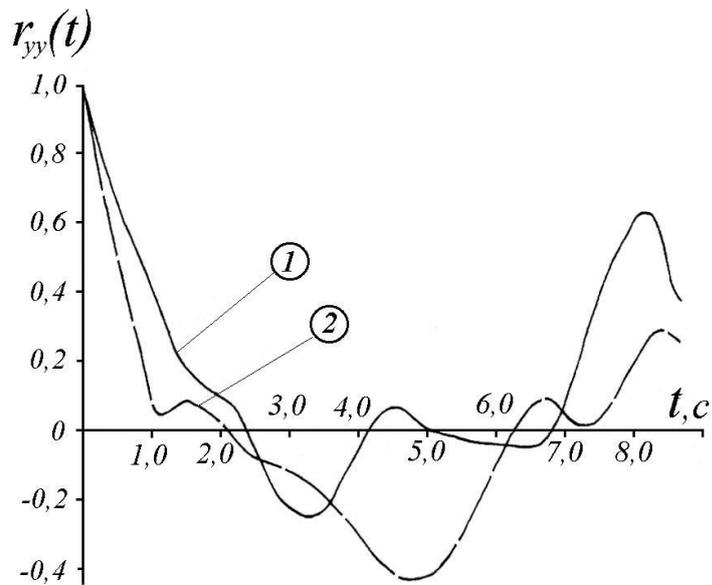


Рис.3. Совмещенные корреляционные функции привода подъема экскаватора ЭКГ-8И:

- 1 – при работе машиниста высокой квалификации;
- 2 – при работе машиниста низкой квалификации

В Табл.3 приведены усредненные оценки нормированных корреляционных функций вдоль главных диагоналей матриц, представленных на Рисунок 3.

Усредненные оценки корреляционных функций

T	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$r_y(t)_1$	1,00	0,45	0,06	0,09	0,02	-0,08	-0,24	-0,21	-0,02
$r_y(t)_2$	1,00	0,66	0,41	0,18	0,09	-0,07	-0,13	-0,19	-0,33
T	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
$r_y(t)_1$	0,07	0,00	-0,02	-0,04	-0,04	0,16	0,45	0,63	0,37
$r_y(t)_2$	-0,42	-0,41	-0,27	-0,05	0,09	0,02	0,06	0,26	0,26

Из сравнительного анализа графиков нормированных корреляционных функций видно, что функция $r_y(t)_2$ убывает значительно медленнее, чем $r_y(t)_1$, что является признаком менее жестких корреляционных связей между временем и током главной цепи привода подъема, что, в свою очередь, свидетельствует о больших величинах случайных компонентов нагрузки в приводе подъемного механизма при работе машиниста низкой квалификации. Такие периодически повторяющиеся от цикла к циклу перегрузки значительно сокращают срок службы и могут быть причиной преждевременного разрушения многих деталей и узлов (зубчатые передачи, валы и др.) карьерных механических лопат [3].

Список литературы

1. Диагностика горных машин и оборудования./ Б.Л. Герике, П.Б. Герике, В.С. Квагинидзе [и др.] – М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012. – 400 с.
2. Экскаваторы на карьерах: конструкция, эксплуатация, расчет./ В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, Ф.А. Чакветадзе [и др.]. – М.: Изд-во «Горная книга». – 2011. – 409 с.
3. Kovalev V., Gerike B, Khoreshok A., Gerike P. Preventive Maintenance of Mining Equipment Based on Identification of Its Actual Technical State. – Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. – October, 17-20 Qingdao, China. – Atlantis Press. Amsterdam, Paris, Beijing. 2014. P. 184-189.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СООРУЖЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ ПОДРАБОТКИ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ

Хмырова Е.Н., Имранова Н.А., Олейникова Е.А.

Карагандинский государственный технический университет, г.Караганда, Казахстан

В процессе ведения горных разработок многие здания и сооружения попадают в зоны так называемых значительных деформаций. В связи с этим вопрос сохранности зданий и сооружений, попадающие в зону влияния горных работ на сегодняшний день имеет актуальное значение. Вовремя принятые правильные меры по охране сооружения значительно сократят расходы на поддержание сооружения и исключат возможность аварийной ситуации.

При наблюдениях за объектами, непосредственно попадающими в зону влияния техногенных процессов, использовались программные комплексы такие как Geovia Minex, Micromine, RadExPro, ITASCA FLAC 3D, а также высокоточного электронного маркшейдерско-геодезического оборудования [1].

Программа мониторинга включало следующие виды работ:

- выявление причин деформаций, повлекших за собой негативный результат, отрицательно сказывающийся на эксплуатации объектов;
- изучение расчетных данных грунтов, определение фактических величин деформирования и сравнения их с допустимыми значениями;
- изучение метода расчета и определение предельно допустимых величин деформаций, в зависимости от типа здания, сооружения, коммуникаций;
- разработка мер и рекомендаций по устранению возникших деформаций;
- анализ эффективности используемых профилактических и защитных методов;

- детальная изученность геологических структур, при необходимости, и выявление обоснованности процесса сдвижения горных пород.

Программа предусматривает проведение мониторинга как за отдельными сооружениями промплощадки шахты, так и в целом за всеми инженерными сооружениями в пределах шахтного поля. Выбор места установки точек наблюдений и конструкций марок является ответственной задачей, при решении необходимо учитывались конструктивные особенности подрабатываемых инженерных сооружения, гидрогеологические условия залегания массива горных пород и грунтов основания, факторы, влияющие на устойчивость инженерных сооружений и т.п.. Количество деформационные марок должно быть достаточным для возможности определения всех видов деформаций (прогиб, крен, осадка).

Схемы расположения деформационных и осадочных марок сооружения представлена на Рисунках 1.

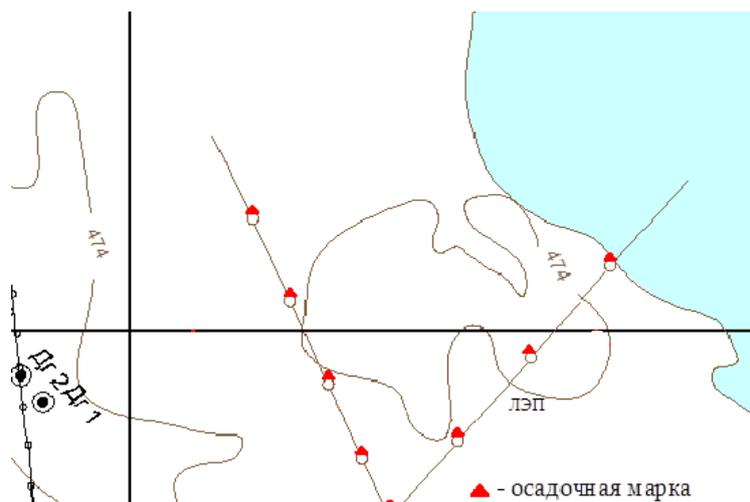


Рис.1. Расположение осадочных марок на ЛЭП территории промышленной площадки шахты «Шахтинская»

На поле шахты «Шахтинская» в зону подработки горных работ попадает часть теплотрассы. Первичная подработка опор теплотрассы была в 2009 году на глубине 420м лавой 292 Дб-с.з , далее они были подработаны в 2014 году на глубине 472м лавой 293 Дб-с.з и в середине 2016 года планируется подработка в связи с введением в эксплуатацию лавы 294 Дб-с.з на глубине 530м. Так же в зону влияния горных работ лавы 293 Дб-с.з попадают, ЛЭП, здание котельной, коммуникации (В), ж/д путь.

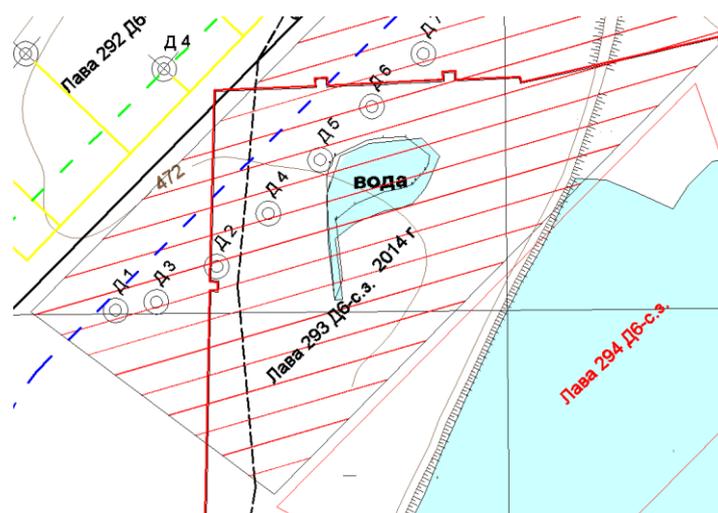


Рис.2. Подработка части трубопровода лавой 293 Дб-с.з

Ожидаемые осадки земной поверхности для всех объектов, попадающих в зону подработки лавой 293 Дб-с.з, рассчитаны в соответствии с нормативными документами и приведены в Табл.1. Расчёты выполнены с помощью программы ITASCA FLAC 3D.

Ожидаемые осадки земной поверхности по лаве 293 Дб-с.з

№	Сдвигение и деформация в точках сечений мульды, параллельных главным сечениям								
	Оседания, мм	наклоны 1×10^{-3}		кривизна 1×10^{-3} , 1/м		гориз. сдвигения, мм		гориз. деформации, 1×10^{-3} , мм	
		по прост.	вкрест протир	по прост.	вкрест протир	по прост.	вкрест протир	по прост.	вкрест протир
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трубопровод									
1	2	0,07	0,03	0,001	0,000	6	2	0,10	0,02
2	18	0,37	0,16	0,006	0,000	30	14	0,49	0,05
3	25	0,45	0,28	0,007	0,001	37	22	0,55	0,14
4	321	3,34	1,22	0,017	-0,016	273	153	1,36	-0,6
5	767	3,34	-4,11	-0,016	-0,046	296	-10	-1,28	-3,35
6	337	0,49	-5,28	-0,006	0,047	36	-177	-0,5	1
7	690	0,3	-7,04	-0,01	0,003	18	-176	-0,86	-1,63
8	1112	-0,97	-4,31	-0,019	-0,079	-87	64	-1,59	-4,98
9	1150	-1,86	-0,8	-0,024	-0,096	-158	247	-1,94	-4,99
10	619	-3,84	2,82	-0,007	-0,027	-317	317	-0,5	-0,9
11	607	-3,41	3,35	-0,009	-0,022	-281	345	-0,64	-0,47
12	221	-2,01	2,29	0,005	0,008	-165	187	0,49	0,99
13	14	-0,23	0,24	0,003	0,003	-19	18	0,23	0,24
14	3	-0,07	0,07	0,001	0,001	-5	5	0,09	0,08
ЛЭП1 (опоры 28-31, 37)									
28	0	0,00	-0,01	0,000	0,000	0	0	0,00	0,00
29	0	-0,01	-0,01	0,000	0,000	-1	0	0,02	0,00
30	7	-0,14	-0,14	0,002	0,002	-9	-7	0,14	0,1
31	5	-0,04	-0,00	0,000	0,003	-3	-7	0,00	0,15
37	0	0,00	-0,00	0,000	0,000	0	0	0,00	0,00

Согласно произведенному расчету ожидаемые деформации земной поверхности рассматриваемого участка для трубопровода, ЛЭП достигают величин, приведенных в Табл.1. Критерием допустимых условий подработки трубопровода, ЛЭП является безопасная глубина ведения горных работ:

$$H_6 = K_6 \times m = 20 \times 3,9 = 78 \text{ м}, \quad (1)$$

где K_6 – коэффициент безопасности ($=20$);

m – суммарная мощность вынимаемого и ранее вынутых пластов.

Суммарная мощность вынимаемых и ранее вынутых пластов:

$$m = m_{д1} + m_{д10} + m_{д6} = 3,9 \text{ м}, \quad (2)$$

Полученная величина выше глубины ведения горных работ, условие безопасной глубины разработки выдерживается.

Допустимые и предельные величины горизонтальных деформаций земной поверхности для зданий равны:

$$E_{\text{доп.}} = 10 \times 10^{-3}, E_{\text{пр.}} = 8 \times 10^{-3}, \quad (3)$$

По приведенным расчетам условие для подрабатываемых сооружений не нарушается. При этом следует учитывать, что выемка пласта может производиться при условии выполнения систематического осмотра состояния подрабатываемых объектов в течение всего периода опасных деформаций, своевременных ремонтных работ и других мероприятий, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объектов на подрабатываемом участке. В целях обеспечения безопасной эксплуатации подрабатываемых объектов маркшейдерской службе шахты необходимо вести визуальные и инструментальные наблюдения за стоянием подрабатываемых объектов.

Совместно с маркшейдерской службой шахты «Шахтинская» авторами была выполнена съемка трубопровода (теплотрассы) перед вводом в эксплуатацию лавы 293 Дб-с.з и после окончания ведения горных работ. Отстроен профиль трубопровода, с нанесением ожидаемых (рассчитанных) величин осадки, а также фактически полученных.

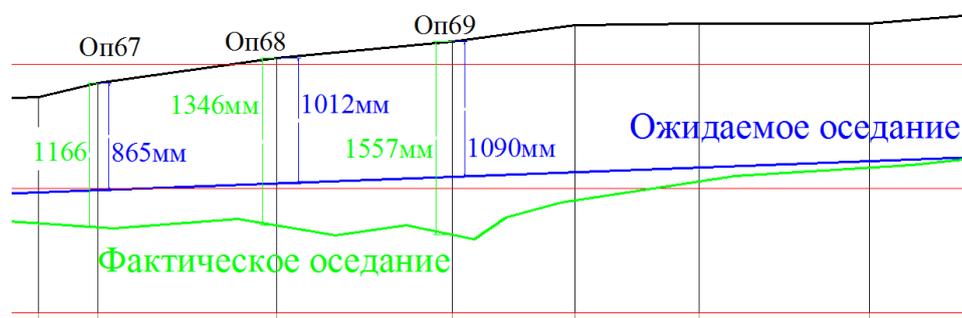


Рис.3. Профиль трубопровода

По полученным значениям ожидаемого и фактического оседания видно, что осадка опоры 67 ниже на 301мм, опора 68 на 334, опора 69 на 467мм. Это объясняется тем, что при расчете учитывались физико-механические характеристики пород, слагающие массив в данном участке, но не учитывались изменение в состоянии грунтов в основании опор трубопровода.

Проведенные исследования [2] на территории промышленной площадки шахты «Шахтинская» подтвердили влияние подземных горных разработок на устойчивость подрабатываемых зданий и сооружений, а также необходимость составления программы геомониторинга за подрабатываемыми объектами. Необходимо помнить, что вовремя выявленная деформация позволит исключить аварийную ситуацию.

Список литературы

1. Хмырова Е.Н., Бесимбаева О.Г., Жунусова Г.Е., Максимова М.В. Статья Мониторинг технического состояния уникальных сооружений в г. Астана с использованием современных геодезических приборов. Журнал известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка» МИИГАИК, Москва №3,2013,с.16-19
2. Хмырова Е.Н., Бесимбаева О.Г., Олейникова Е.А., Имранова Н.А. - Решение горно-геометрических задач с использованием программ 3D моделирования на месторождениях Казахстана - Международный конгресс Гео-Сибирь-2015, г.Новосибирск, СГУГиТ сборник, с.32-38.

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕМЕНТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА ЦИНКА

Алкацева В.М.

СКГМИ (ГТУ), РФ, г.Владикавказ

Разработан алгоритм расчёта оптимальных параметров комплексной цементационной очистки растворов сульфата цинка, блок-схема которого приводится на Рисунке 1. Исходными данными для компьютерного расчёта являются: содержание меди в верхнем сливе нейтральных сгустителей (ВСНС) (C_0 , $кг/м^3$), напряжение на электролизной ванне (U , В), температура раствора при цементационной очистке (T , °С), продолжительность цементации (H , мин) (Табл.1).

Таблица 1

Исходные данные для расчёта оптимальных параметров комплексной цементационной очистки

№ пп	Обозначение	Наименование параметра	Величина
1	C0		1,0
2	C		0,1
3	C1	Содержание меди в ВСНС (среднее), кг/м ³ Нижний предел содержания меди в растворе, поступающем на комплексную очистку, кг/м ³ Верхний предел содержания меди в растворе, поступающем на комплексную очистку, кг/м ³	0,5
4	U	Напряжение на электролизной ванне, В	3,454
5	DC1	Шаг для содержания меди в растворе, кг/м ³ Температура раствора при цементационной очистке, °С	0,005
6	T	Продолжительность цементации, мин	60
7	H		30

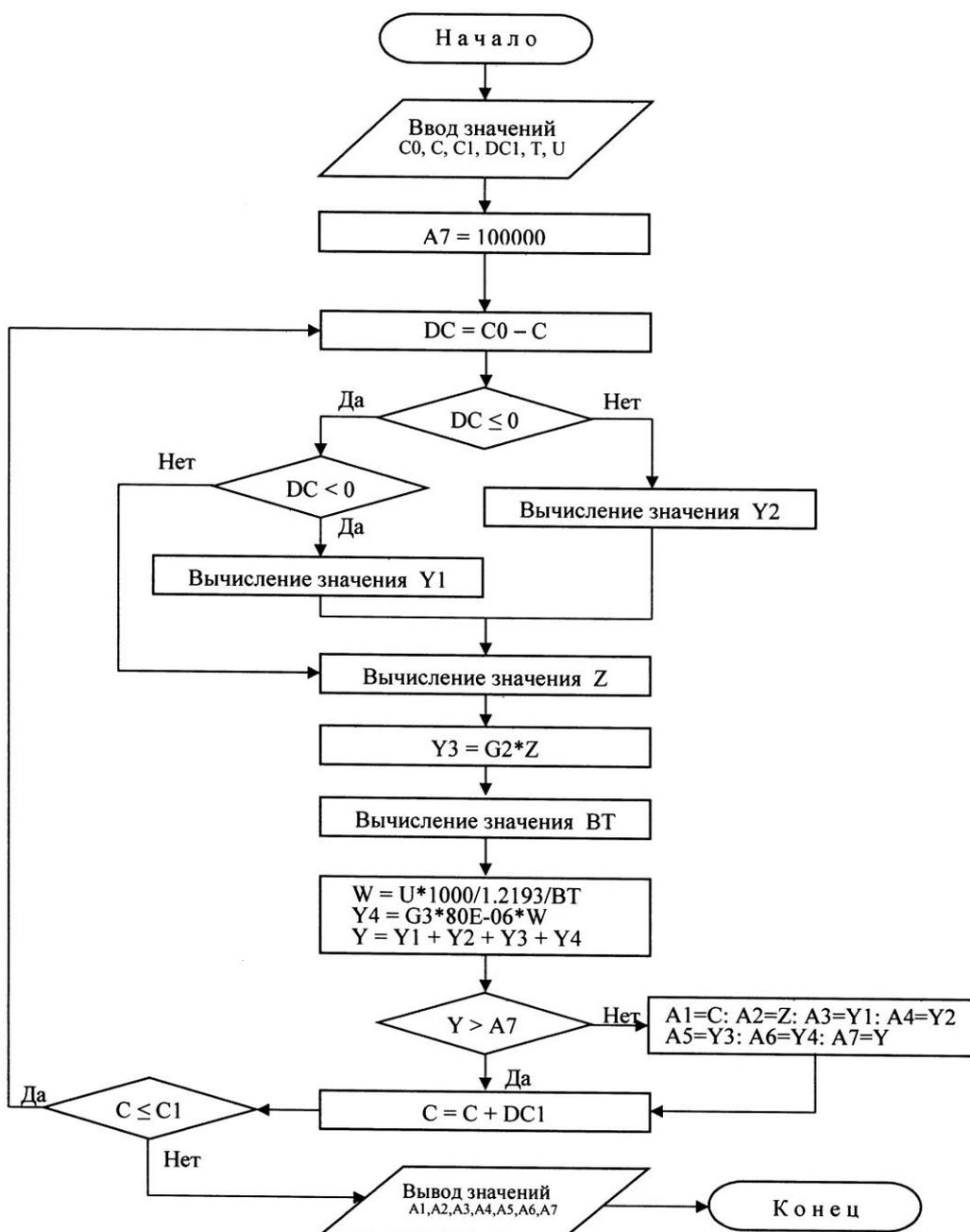


Рис.1. Блок-схема алгоритма расчёта оптимальных параметров процесса цементационной очистки

Расчёт выполняется на 1 м³ нейтрального раствора.

В ячейку суммы переменных статей затрат на цементационную очистку и электролиз (A7) предварительно заносится заведомо большая величина.

Содержание меди в растворе, поступающем на комплексную очистку (C), принято в первой итерации равным 0,1 кг/м³, а в каждой последующей итерации увеличивается на шаг DC1 = 0,005 кг/м³, пока не будет достигнут верхний предел (C1), равный 0,5 кг/м³.

Определяется разбаланс между содержанием меди в ВСНС и в растворе, поступающем на комплексную очистку:

$$DC = C0 - C.$$

Если $DC < 0$, то вычисляются затраты на введение в раствор недостающей меди в виде $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, руб.:

$$Y1 = G1 \cdot 249.61 / 63.55 \cdot ABS(DC),$$

где G1 – оптовая цена медного купороса, руб./кг.

Если $DC > 0$, то вычисляются затраты на предварительное удаление из раствора избыточной меди цементацией при стехиометрическом расходе цинковой пыли, руб.:

$$Y_2 = G_2 \cdot 65.37/63.55 \cdot DC,$$

где G_2 – оптовая цена беловской пыли, руб./кг.

Оптимальный расход цинковой пыли на комплексную очистку определяется из выражения, кг/м³:

$$Z = 0.9980 \cdot C + 8.4524 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1.5455 \cdot 10^{-2} \cdot H + 2.9623.$$

Затем вычисляются затраты на цинковую пыль, расходуемую при комплексной очистке, руб.:

$$Y_3 = G_2 \cdot Z.$$

Определяется выход по току цинка при электролизе очищенного раствора (для pH = 4), доли ед.:

$$\begin{aligned} BT = & 0.6028 + 0.5482 \cdot C - 0.01105 \cdot Z + 0.00440 \cdot T + 0.00634 \cdot H - \\ & - 0.4223 \cdot C^2 + 0.000868 \cdot Z^2 - 0.3317 \cdot 10^{-4} \cdot T^2 - 0.4935 \cdot 10^{-4} \cdot H^2 - \\ & - 0.01832 \cdot C \cdot Z - 0.00495 \cdot C \cdot H + 0.201 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot T - \\ & - 0.924 \cdot 10^{-4} \cdot Z \cdot H - 0.603 \cdot 10^{-5} \cdot T \cdot H, \end{aligned}$$

а затем удельный расход электроэнергии на электролиз, кВт·ч/т катодного цинка:

$$W = U \cdot 1000/1.2193/BT,$$

где U – среднее напряжение на электролизной ванне, В (3,454); 1,2193 – электрохимический эквивалент цинка, г/(А·ч).

Вычисляются затраты на электроэнергию при электролизе очищенного раствора, руб.:

$$Y_4 = G_3 \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot W,$$

где G_3 – цена 1000 кВт·ч электроэнергии, руб.; 80 – масса цинка, выделяемого из 1 м³ раствора электролизом, кг.

После этого определяется сумма переменных статей затрат на цементационную очистку раствора от примесей и электролиз, руб.:

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4.$$

Если $Y > A_7$, то организуется новый цикл по содержанию меди в растворе

$$C = C + DC_1,$$

и если при этом $C \leq 0.5$ (т.е. не превышает верхнего предела концентраций меди, кг/м³), то возвращаемся к вычислению разбаланса DC между содержанием меди в ВСНС и в растворе, поступающем на комплексную очистку. В противном случае переходим к выводу расчётных значений, т.е. оптимальных содержания меди в растворе, поступающем на комплексную очистку, и расхода цинковой пыли на цементационную очистку, а также переменных статей затрат.

В расчёте использованы полученные ранее [1] модели зависимости оптимального расхода цинковой пыли на комплексную очистку и выхода по току цинка при электролизе очищенного раствора от параметров процесса цементационной очистки.

По программе, составленной на основе приведённого алгоритма, определены оптимальные условия комплексной цементационной очистки для продолжительности очистки 30 мин и pH = 4 по ценам 2014 г. (оптовая цена медного купороса 120 руб./кг, оптовая цена беловской пыли 260 руб./кг, цена 1000 кВт·ч электроэнергии 1310 руб.): исходное содержание меди в растворе 0,405 кг/м³ и расход цинковой пыли 4,337 кг/м³. Расход цинковой пыли на предварительное удаление избытка меди из раствора, кг/м³:

$$(1,0 - 0,405) \times 65,37/63,55 = 0,612.$$

Суммарный расход цинковой пыли на цементационную очистку, кг/м³:

$$4,337 + 0,612 = 4,949.$$

Снижение расхода цинковой пыли в предлагаемом нами оптимальном режиме комплексной цементационной очистки по сравнению с горяче-холодной комплексной очисткой [2, с. 201] составит:

$$7,8/4,949 = 1,576 \text{ раза или на } 57,6 \text{ \%}.$$

Список литературы

1. Алкацева В.М., Алкацев М.И. Влияние pH и расхода цинковой пыли на показатели комплексной очистки цинковых растворов от примесей // Изв. вузов. Цветная металлургия. 1991. № 1. С. 50–55.
2. Зайцев В.Я., Маргулис Е.В. Металлургия свинца и цинка. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1985. 263 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЦЕМЕНТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА ЦИНКА

Алкацева В.М.

СКГМИ (ГТУ), РФ, г.Владикавказ

Ранее нами были получены математические модели зависимости остаточных содержаний в очищенном растворе кобальта, кадмия, качества медно-кадмиевых кеков (оцениваемого по отношению в них кадмия к металлическому цинку) и выхода по току цинка при электролизе очищенного раствора от основных параметров процесса очистки – исходного содержания меди в растворе ($Cu = 0,1 \div 0,5$ г/дм³), расхода цинковой пыли ($Zn_{п} = 2 \div 6$ г/дм³), температуры процесса ($t = 50 \div 90$ °С), продолжительности очистки ($\tau = 15 \div 45$ мин) и pH раствора ($pH = 3 \div 5$) [1]:

$$\begin{aligned} \lg Co = & 14,5587 + 1,9257 Cu - 0,69215 Zn_{п} - 0,062534 t - 5,777 pH + \\ & + 0,09652 Zn_{п}^2 + 4,0216 \cdot 10^{-4} t^2 - 1,529 \cdot 10^{-4} \tau^2 + 0,83184 (pH)^2 + \\ & + 0,10412 Cu \cdot Zn_{п} + 0,0258 Cu \cdot t + 0,01921 Cu \cdot \tau - 1,1426 Cu \cdot pH - \\ & - 3,5471 \cdot 10^{-3} Zn_{п} \cdot t + 9,009 \cdot 10^{-4} Zn_{п} \cdot \tau - 0,012647 Zn_{п} \cdot pH + \\ & + 6,016 \cdot 10^{-4} t \cdot \tau - 2,5275 \cdot 10^{-3} t \cdot pH - 0,010545 \tau \cdot pH, \end{aligned} \quad (1)$$

$$F^{расч} = 151,34; \quad F_{0,05;21;3} = 8,654;$$

$$\begin{aligned} \lg Cd = & 35,7494 + 4,060 Cu - 0,64135 Zn_{п} + 0,38581 t + 0,07799 \tau - \\ & - 26,8041 pH + 0,09418 Zn_{п}^2 - 2,8165 \cdot 10^{-3} t^2 + 3,28377 (pH)^2 - \\ & - 0,60681 Cu \cdot Zn_{п} + 0,11809 Cu \cdot \tau - 1,20053 Cu \cdot pH - \\ & - 3,4220 \cdot 10^{-3} Zn_{п} \cdot t - 3,2512 \cdot 10^{-3} Zn_{п} \cdot \tau + 0,053495 Zn_{п} \cdot pH + \\ & + 0,022637 t \cdot pH - 0,022071 \tau \cdot pH, \end{aligned} \quad (2)$$

$$F^{расч} = 43,58; \quad F_{0,05;21;5} = 4,549;$$

$$\begin{aligned} \lg(Cd/Zn) = & 0,9481 - 6,7087 Cu + 0,40242 Zn_{п} - 0,16451 t + \\ & + 0,01252 \tau + 2,78859 pH - 0,022979 Zn_{п}^2 + 1,2872 \cdot 10^{-3} t^2 - \\ & - 0,32983 (pH)^2 - 0,05440 Cu \cdot Zn_{п} + 0,016082 Cu \cdot t + 0,01346 Cu \cdot \tau + \\ & + 1,1361 Cu \cdot pH + 1,6369 \cdot 10^{-3} Zn_{п} \cdot t - 0,11712 Zn_{п} \cdot pH - \\ & - 1,6230 \cdot 10^{-4} t \cdot \tau - 6,4613 \cdot 10^{-3} t \cdot pH, \end{aligned} \quad (3)$$

$$F^{расч} = 272,17; \quad F_{0,05;21;5} = 4,549;$$

$$\begin{aligned} \eta = & 1,3324 + 0,3422 Cu - 0,00725 Zn_{п} + 0,00458 t + 0,00321 \tau - \\ & - 0,3404 pH - 0,4223 Cu^2 + 0,000868 Zn_{п}^2 - 0,3317 \cdot 10^{-4} t^2 - \\ & - 0,4935 \cdot 10^{-4} \tau^2 + 0,0395 (pH)^2 - 0,01832 Cu \cdot Zn_{п} - 0,00495 Cu \cdot \tau + \\ & + 0,0515 Cu \cdot pH + 0,201 \cdot 10^{-3} Zn_{п} \cdot t - 0,924 \cdot 10^{-4} Zn_{п} \cdot \tau - \\ & - 0,95 \cdot 10^{-3} Zn_{п} \cdot pH - 0,603 \cdot 10^{-5} t \cdot \tau - 0,454 \cdot 10^{-4} t \cdot pH + \\ & + 0,783 \cdot 10^{-3} \tau \cdot pH, \end{aligned} \quad (4)$$

$$F^{расч} = 53,13; \quad F_{0,05;21;2} = 19,448.$$

Логарифмирование функций предпринято с целью избежать получения отрицательных расчётных значений функций в области значений, близких к нулю, а полученные модели аппроксимируют экспериментальные данные лучше, чем аналогичные полиномиальные модели с непрологарифмированными функциями.

Как показал расчёт, условия, способствующие получению минимальных остаточных содержаний кобальта и кадмия в растворе, а также максимального отношения Cd/Zn в кеке, не совпадают.

С целью решения задачи оптимизации при наличии нескольких функций отклика, параметры экстремумов которых не совпадают, в качестве комплексного показателя качества использована функция желательности D , составленная на основе трёх откликов: остаточных содержаний кобальта и кадмия в растворе и отношения кадмия к цинку в медно-кадмиевом кеке. При этом остаточные содержания примесей предопределяют показатели электролитического осаждения цинка, и только один отклик из трёх характеризует качество кеков, вследствие чего усилено влияние качества очистки раствора на функцию желательности. Остаточным содержаниям кобальта и кадмия, равным 2,0 мг/дм³, поставлена в соответствие желательность 0,37, остаточным содержаниям 0,2 мг/дм³ – желательность 0,8, отношению Cd/Zn = 0,3 – желательность 0,37 и отношению Cd/Zn = 0,1 – желательность 0,20. По реперным точкам установлены связи желательностей (d_i) со значениями соответствующих функций отклика, далее по этим зависимостям пересчитаны значения функций отклика во всех опытах на желательности [3]:

$$D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3} \quad (5)$$

и получена зависимость функции желательности от параметров процесса цементационной очистки:

$$D = -4,0926 - 0,780 \text{ Cu} + 0,30689 \text{ Zn}_{\text{п}} - 0,06281 t + 3,2614 \cdot 10^{-4} \tau + 3,3477 \text{ pH} - 0,0518 \text{ Zn}_{\text{п}}^2 + 3,9644 \cdot 10^{-4} t^2 - 0,43578 (\text{pH})^2 + 0,10339 \text{ Cu} \cdot \text{Zn}_{\text{п}} - 0,02469 \text{ Cu} \cdot \tau + 0,22632 \text{ Cu} \cdot \text{pH} + 8,7567 \cdot 10^{-4} \text{ Zn}_{\text{п}} \cdot t + 1,6012 \cdot 10^{-3} \text{ Zn}_{\text{п}} \cdot \tau - 1,04825 \cdot 10^{-4} t \cdot \tau + 1,65524 \cdot 10^{-3} \tau \cdot \text{pH}, \quad (6)$$

$$F^{\text{расч}} = 36,73; \quad F_{0,05;21;6} = 3,865.$$

Оптимальные значения pH, при которых функция желательности принимает максимальные значения, связаны с другими независимыми переменными соотношением

$$\text{pH}_{\text{опт}} = 0,2597 \text{ Cu} + 1,8992 \cdot 10^{-3} \tau + 3,8411 \quad (7)$$

и находятся в пределах 3,896–4,056, поэтому значение pH ~ 4 можно рекомендовать как наиболее благоприятное для условий цементационной очистки.

По модели (6) для pH = 4,0 найдено максимальное значение функции желательности $D = 0,9260$, которое достигается в условиях: Cu = 0,1 г/дм³, Zn_п = 4,180 г/дм³, t = 50 °C, τ = 45 мин; этому соответствуют остаточные концентрации Co = 0,192 мг/дм³ и Cd = 0,0002 мг/дм³, а также отношение в кеке Cd/Zn = 1,949.

Оптимальные значения расхода цинковой пыли, при которых функция желательности принимает максимальные значения, связаны с остальными независимыми переменными соотношением

$$\text{Zn}_{\text{п(опт)}} = 0,9980 \text{ Cu} + 8,4524 \cdot 10^{-3} t + 1,5455 \cdot 10^{-2} \tau + 2,9623 \quad (8)$$

и находятся в пределах 3,717–4,917 г/дм³.

Проведена оптимизация комплексной цементационной очистки сульфатных цинковых растворов по модели для остаточной концентрации кобальта в растворе (1) с использованием программного продукта Mathcad. При этом ввели ограничения по содержанию кадмия в очищенном растворе ($\leq 0,2$ мг/дм³) и по качеству медно-кадмиевых кеков ($\text{Cd}/\text{Zn} \geq 0,3$) с одновременным контролем выхода по току цинка при электролизе очищенных растворов. Результаты оптимизации для разных значений верхнего предела расхода цинковой пыли Беловского завода приводятся в Табл.1, а для разных значений верхнего предела температуры – в Табл.2. В этих таблицах приводятся также значения остаточной концентрации кадмия по модели (2), отношения Cd/Zn в медно-кадмиевом кеке по модели (3), выхода по току цинка по модели (4) в найденных оптимальных условиях и значения функции желательности D по модели (6).

Таблица 1

Оптимизация комплексной цементационной очистки по модели (1) для разных значений верхнего предела расхода цинковой пыли

Верхний предел расхода цинковой пыли, г/дм ³	Значения независимых переменных в оптимальных условиях	Co _{ост} , мг/дм ³	Cd _{ост} , мг/дм ³	(Cd/Zn)	η, доли ед.	D
1	2	3	4	5	6	7
2,0	Cu = 0,1 г/дм ³ Zn _п = 2,0 г/дм ³ t = 62,04 °C τ = 45 мин pH = 3,936	0,652	0,046	1,034	0,9387	0,5572
2,5	Cu = 0,121 г/дм ³ Zn _п = 2,5 г/дм ³ t = 71,04 °C τ = 18,20 мин pH = 3,898	0,497	0,200	0,539	0,8935	0,5231
3,0	Cu = 0,373 г/дм ³ Zn _п = 3,0 г/дм ³ t = 78,13 °C τ = 15 мин pH = 3,944	0,260	0,200	0,300	0,9362	0,5761
3,315	Cu = 0,1 г/дм ³ Zn _п = 3,315 г/дм ³	0,200	0,200	0,538	0,8824	0,5896

	$t = 74,69 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 15 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,823$					
3,5	$\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 3,5 \text{ г/дм}^3$ $t = 75,50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 15 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,825$	0,170	0,200	0,527	0,8837	0,5982
4,0	$\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,0 \text{ г/дм}^3$ $t = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 15 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,803$	0,096	0,139	1,302	0,8828	0,6747
4,5	$\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,5 \text{ г/дм}^3$ $t = 73,21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 45 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,972$	0,113	0,088	0,356	0,9478	0,7131
5,0	$\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964 \text{ г/дм}^3$ $t = 75,28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 45 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6870
5,5	$\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964 \text{ г/дм}^3$ $t = 75,29 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 45 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6869
6,0	$\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964 \text{ г/дм}^3$ $t = 75,29 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 45 \text{ мин}$ $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6869

Из данных Табл.1 видно, что при расходе цинковой пыли Беловского завода менее $3,315 \text{ г/дм}^3$ остаточное содержание кобальта в очищенном растворе $0,2 \text{ мг/дм}^3$ не может быть получено при ограничении остаточного содержания кадмия в растворе значением $0,2 \text{ мг/дм}^3$ и отношения (Cd/Zn) в медно-кадмиевом кеке значением 0,3. Без наложения ограничений на остаточное содержание кадмия и качество медно-кадмиевого кека остаточная концентрация кобальта в очищенном растворе может достигать $0,2 \text{ мг/дм}^3$ при расходе цинковой пыли $3,088 \text{ г/дм}^3$ и следующих значениях других независимых переменных: $\text{Cu} = 0,1 \text{ г/дм}^3$, $t = 88,86 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 15 \text{ мин}$, $\text{pH} = 3,795$; этому соответствуют остаточные концентрации $\text{Co} = 0,2 \text{ мг/дм}^3$ и $\text{Cd} = 0,231 \text{ мг/дм}^3$, отношение в кеке $\text{Cd/Zn} = 1,335$, выход по току цинка $\eta = 0,8749$, функция желательности $D = 0,6153$.

Таблица 2

Оптимизация комплексной цементационной очистки по модели (1) для разных значений верхнего предела температур

Верхний предел температур, $^{\circ}\text{C}$	Значения независимых переменных в оптимальных условиях	$\text{Co}_{\text{ост}}$, мг/дм^3	$\text{Cd}_{\text{ост}}$, мг/дм^3	(Cd/Zn)	η , доли ед.	D
1	2	3	4	5	6	7
50,0	$\text{Cu} = 0,5 \text{ г/дм}^3$ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,300 \text{ г/дм}^3$ $t = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$	0,167	0,001	0,684	0,9314	0,8336

	$\tau = 45$ мин $\text{pH} = 4,210$					
55,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,591$ г/дм ³ $t = 55$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,945$	0,154	0,001	0,951	0,9337	0,9425
60,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,683$ г/дм ³ $t = 60$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,953$	0,132	0,007	0,570	0,9402	0,8494
65,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,775$ г/дм ³ $t = 65$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,961$	0,119	0,023	0,396	0,9452	0,7760
70,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,868$ г/дм ³ $t = 70$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,970$	0,111	0,058	0,319	0,9488	0,7222
75,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,958$ г/дм ³ $t = 75$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,977$	0,109	0,105	0,300	0,9510	0,6884
78,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964$ г/дм ³ $t = 75,29$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6869
80,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964$ г/дм ³ $t = 75,29$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6869
85,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964$ г/дм ³ $t = 75,29$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6869
90,0	$\text{Cu} = 0,1$ г/дм ³ $\text{Zn}_{\text{п}} = 4,964$ г/дм ³ $t = 75,29$ °С $\tau = 45$ мин $\text{pH} = 3,978$	0,109	0,108	0,300	0,9510	0,6869

Как видно, при температуре ≥ 78 °С условия, соответствующие минимуму остаточной концентрации кобальта при ограничениях по остаточному содержанию кадмия в растворе ($\leq 0,2$ мг/дм³) и по отношению Cd/Zn в медно-кадмиевом кеке ($\geq 0,3$), не изменяются, как и значения функций отклика.

В Табл.3 приводятся результаты оптимизации комплексной цементационной очистки сульфатных цинковых растворов по модели (6) для разных значений верхнего предела температур. При этом ввели ограничения по содержанию кадмия в очищенном растворе ($\leq 0,2$ мг/дм³) и по качеству медно-кадмиевых кеков ($\text{Cd}/\text{Zn} \geq 0,3$).

Таблица 3

Оптимизация комплексной цементационной очистки по модели (6) для разных значений температуры

Температура, °С	Значения независимых переменных в оптимальных условиях	$Co_{ост}$ мг/дм ³	$Cd_{ост}$ мг/дм ³	(Cd/Zn)	η , доли ед.	D
1	2	3	4	5	6	7
50,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,180$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,191	0,0002	2,068	0,9256	1,0607
55,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,222$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,158	0,001	1,096	0,9331	0,9496
58,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,248$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,145	0,004	0,804	0,9368	0,8925
60,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,265$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,137	0,007	0,674	0,9390	0,8585
65,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,307$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,125	0,023	0,482	0,9433	0,7874
70,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,349$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,118	0,059	0,400	0,9461	0,7363
75,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,392$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 4,097$	0,117	0,106	0,385	0,9488	0,6961
80,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,434$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 4,148$	0,127	0,196	0,300	0,9493	0,6775
85,0	$Cu = 0,1$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,476$ г/дм ³ $\tau = 45$ мин $pH = 3,952$	0,130	0,130	0,561	0,9450	0,7031
90,0	$Cu = 0,5$ г/дм ³ $Zn_{п} = 4,454$ г/дм ³ $\tau = 15$ мин $pH = 3,999$	0,121	0,038	0,413	0,9389	0,7517

Сравнение информации из Табл.2 и 3 показывает, что при одинаковых температурах при оптимизации цементационной очистки по кобальтовой модели (1) достигаются меньшие значения остаточной концентрации кобальта, чем при оптимизации по модели для функции желательности (6), но при более высоких расходах цинковой пыли (при 55°С расход $Zn_{п}$ выше на 8,74 %, при 75 °С – на 12,89 %, а затем с ростом температуры разница в расходе $Zn_{п}$ понижается, так как при 78–90 °С расход $Zn_{п}$ в Табл.2 не изменяется, и при 90 °С разница составляет

11,45 %). Поэтому целесообразно проводить оптимизацию цементационной очистки раствора по модели (6) для функции желательности с использованием ограничений по остаточному содержанию кадмия в растворе ($\leq 0,2$ мг/дм³) и по отношению Cd/Zn в медно-кадмиевом кеке ($\geq 0,3$). Получаемые при этом очищенные растворы содержат кобальта $< 0,2$ мг/дм³, кадмия $< 0,12$ мг/дм³, что соответствует по составу раствору после двухстадийной горяче-холодной комплексной очистки, но в нашем случае расход цинковой пыли в 1,74–1,87 раза ниже (4,180–4,476 г/дм³ против $\sim 7,8$ г/дм³ [2, с. 201]); в результате очистки при температурах 50–58 °С получается богатый медно-кадмиевый кек, а при более высоких температурах – кек среднего качества.

Список литературы

1. Алкацева В.М., Алкацев М.И. Влияние pH и расхода цинковой пыли на показатели комплексной очистки цинковых растворов от примесей // Изв. вузов. Цветная металлургия. 1991. № 1. С. 50–55.
2. Зайцев В.Я., Маргулис Е.В. Металлургия свинца и цинка. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1985. 263 с.
3. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. 304 с.

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ТОНКИХ ЛИСТОВ В НЕПРЕРЫВНОЙ ГРУППЕ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫХ АГРЕГАТОВ

Платов С.И., Некит В.А., Огарков Н.Н., Шалашова М.В., Галиуллина Е.С., Бигеева С.В.

ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», РФ, г.Магнитогорск

Аннотация: Выявлены предельные размеры сляба, которые позволяют получить на литейно-прокатных агрегатах тонкую полосу толщиной 1 мм и менее. Результаты получены путем расчета энергосиловых параметров прокатки.

Ключевые слова: литейно-прокатный агрегат, тонкий сляб, расчет режимов прокатки.

Литейно-прокатные агрегаты (ЛПА), осуществляют принцип непрерывного производства металлургической продукции от расплава стали до готового проката и включают тонкослябовые машины непрерывного литья заготовки [10,15,13].

Для прокатки литой заготовки применяют непрерывные группы клетей [12,14]. Существенной проблемой является определение толщины заготовки для горячей прокатки и количество клетей необходимых для получения готовой продукции [1-5].

В настоящее время принято в качестве заготовки использовать литой сляб толщиной 50-60 мм.

В настоящей работе обсуждается задача определения количества прокатных клетей и назначение режимов горячей прокатки [6,7,11]. Для этой цели требуется надежные методики для расчета параметров горячей прокатки слябов [8,9].

В теории горячей прокатки существует много методов расчета горячей прокатки.

Наиболее эффективной и широко применяемой является методика А.И. Целикова [16].

Если учесть что в нейтральном сечении, при $\Delta h = h_n$ нормальное давление в зоне опережения и отставания одинаково, то можно определить неизвестное значение h_n :

$$\frac{h_n}{h_0} = \left\{ \frac{1 + \sqrt{1 + (\delta^2 - 1) \left(\frac{h_0}{h}\right)^\delta}}{\delta - 1} \right\}^{\frac{1}{\delta}} \quad (1)$$

Формула для среднего контактного давления:

$$P_{cp} = \sigma_t \left(\frac{h_0}{h_n}\right) \frac{2h_1}{\Delta h(\delta - 1)} \left[\left(\frac{h_n}{h_1}\right)^\delta - 1 \right] \quad (2)$$

Большие контактные давления на поверхности валков приводят к возникновению местной упругой деформации валков – радиального сплющивания. В результате увеличивается длина очага деформации. Длину очага деформации с учетом упругого сплющивания можно приближенно определить по формуле:

$$l_c = \sqrt{R_0 * \Delta h * x^2} + x \quad (3)$$

Где $x = \frac{R_0 * P_{cp}}{m}$

$m=95000$ для стальных валков

$m=53000$ для чугунных валков

Расчет длины очага деформации следует вести итерационным методом, поскольку величина среднего контактного давления изначально неизвестна и зависит от длины очага деформации.

Для определения усилия прокатки P , момента прокати M , мощности прокатки N использовались зависимости (4-6).

$$P = p \cdot B \cdot l, \text{ где} \quad (4)$$

p – среднее давление на поверхности контакта,

B – длина полосы,

l – длина очага деформации.

$$M = P \cdot \psi, \text{ где} \quad (5)$$

ψ – плечо момента.

$$N = M \cdot \frac{v}{R}, \text{ где} \quad (6)$$

v – скорость прокатки,

R – радиус валка.

В работе для начального исследования был принят литой сляб толщиной 30 мм.

Трение учитывали подбором соответствующих коэффициентов по рекомендуемой справочной литературе.

Упругим сплющиванием в работе пренебрегли.

Результаты расчета технологических параметров полосы представлены в таблице и на графике.

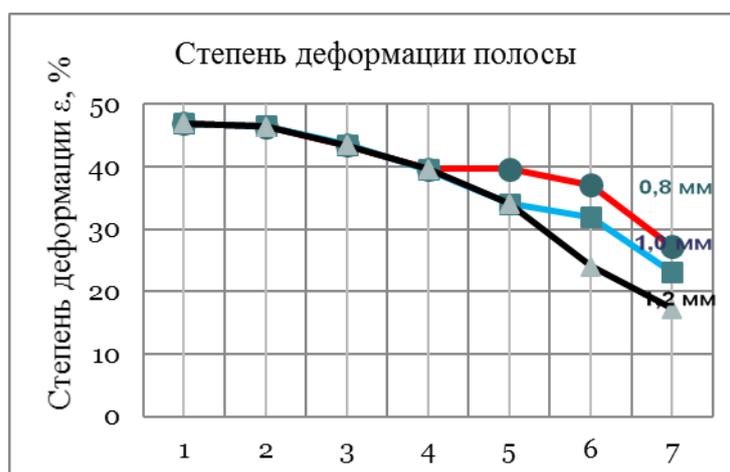


Рис.1. Степень деформации полосы

Таблица 1

Энергосиловые параметры полосы толщиной 1 мм.

Клеть	1	2	3	4	5	6	7
P , МН	18,71	16,527	15,763	14,759	13,068	12,984	9,305
M , КН·м	702,6	449,6	303,2	203,4	103	101,4	51
N , ГВт	2	3	3	4	3	4	3

Выявлены предельные размеры сляба, которые позволяют получить на литейно-прокатных агрегатах тонкую полосу толщиной 1 мм и менее. Результаты получены путем расчета энергосиловых параметров прокатки.

Список литературы

1. А.Р. Гареев, С.А. Муриков, В.Н. Урцев, А.В. Шмаков. Направление совершенствования технологии и оборудования ускоренного охлаждения на широкополосных станах горячей прокатки (статья) // Производство проката – 2015 г., №3. С.14-21.
2. В.А. Некит Механическая модель процесса прокатки-волочения тонких полос. //Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. сб науч. тр./ под редакцией В.М. Салганика Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова 2014. С. 114-118.
3. В.А. Некит О положении нейтрального сечения в очаге пластической деформации при прокатке полос. //Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. сб науч. тр./ под редакцией В.М. Салганика Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова 2012. С. 137-138.
4. В.А. Некит Условия трения и упругого сжатия валков при холодной прокатке листов и полос. //Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. сб науч. тр./ под редакцией В.М. Салганика Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова 2009. С. 101-104.
5. В.А. Некит Теоретическое обоснование условия захвата при установившемся процессе холодной листовой прокатки. //Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. Вып. 19 сб.науч.тр./ под редакцией В.М. Салганика Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова 2013 С.72-75.
6. В.А. Некит, С.И Платов С.И, И.А Курбаков, А.Д. Голев Экспериментальное исследование опережения и отставания при прокатке» Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015.№ 1. С. 52-54.
7. В.А. Некит, М.В. Шалашова, И.М. Хамитов Технологические основы прокатки сверхтонких полос на стане горячей прокатки. //Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Материалы 71-й научно-технической конференции./ Под редакцией В.М. Колокольцева Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова 2013 С.382-383.
8. В.А. Некит, Н.А. Губаев. Перспективные тенденции развития технологии и оборудования для производства горячекатаного листового металла (статья) // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. Сборник научных трудов вып. 19 / под редакцией В.М. Салганика. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. С. 146-148.
9. В.Н. Урцев, Д.М. Хабибулин, А.В. Капцан, С.И. Платов, С.Н. Воронков. Способ производства холоднокатаных полос из сверх низкоуглеродистой стали. Патент на изобретение RUS 2212457 04.06.2002.
10. Зиновьев А.В. Технология прокатки и смотки тонких полос на литейно-прокатном агрегате // Новости черной металлургии за рубежом, 2006, №2. – С. 49-52.
11. Н.А. Денисюк, Т.В. Токарева. Некоторые аспекты применения Компас-3D и Компас-график в обучающем процессе студентов направления «Строительство» в ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова».
12. Способ оптимизации технологии производства проката / Морозов С.А., Урцев В.Н., Хабибулин Д.М., Капцан А.В. – Патент № 2207204., Оpubл. в БИПМ. 2003 г. № 19.
13. С.И. Платов, Р.Р. Дема, А.В. Зотов. Модель формирования толщины плакированного слоя на деталях пар трения технологического оборудования. Вестник Магнитогорского технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 1(41). С. 69-72.
14. С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.М. Салганик, С.А. Муриков. Способ дрессировки горячекатаного стального листа. Патент на изобретение RUS 2183515 28.06.2001.
15. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос / Салганик В.М., Гун И.Г., Карандаев А.С. и др. – М.: Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2003. – 506 с.
16. Теория прокатки. Справочник / А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И. Зюзин и др. –М.: Металлургия, 1982. - 335 с.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

INTELLECTUAL LOGISTICS COORDINATION CENTRES OF COMPATIES – TRANSPORTERS

Sukhov A.A., Pankratov I.N.

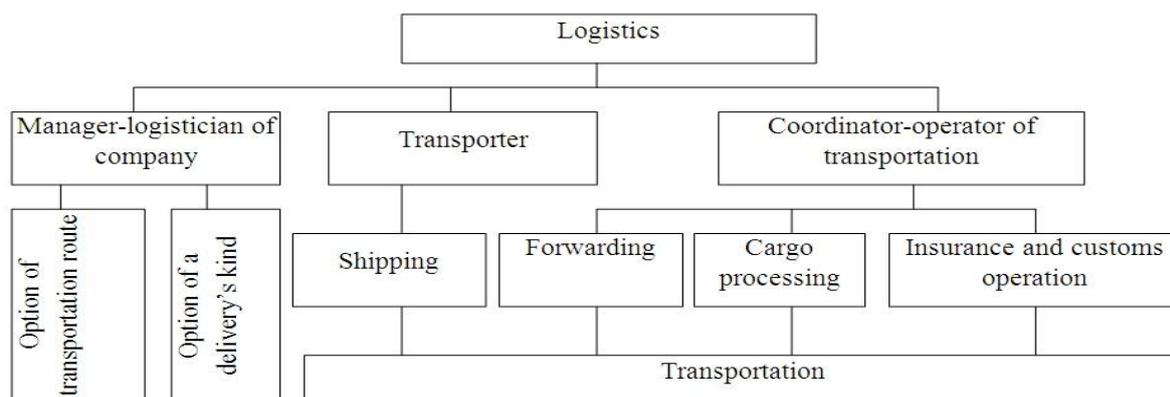
Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Russian Federation, Moscow

As it is known the main aim of logistics is to deliver “required goods of required quality and in a required quantity to a destination point in time appointed by a consumer and it must be completed with the least costs. In this case logistics is considered effective and company gets competitive advantages and reduction of spending.

According to different estimates cost of transportation in general is 20-70 of total price of logistics services. Main parts of this cost are railway rate, cost of transshipment and road transportation.

In the Strategy of development of transport in the Russian Federation for the period up to 2030 it is mentioned that the share of expenses is 15-20% against 7-8% in countries with developed market economy. This is connected with insufficient level of merchandising system as well as with factors like a large range of transportation and difficult weather conditions.

Generally functional structure of transport logistics has the form presented in picture 1.



Picture 1. Functional structure of transport logistics.

Prevalence of piggy-back, multimodal and intermodal transportation can be justified by the possibility of compensation of particular disadvantages of different types of transport, using primary routes and kinds of transport on distinct sites of a route, and as a result it gives an opportunity to reduce transportation costs, time of shipping and to improve quality of transport service. Participation of several kinds of transport in freight transportation leads to essential synergetic effect, including economy of power resources, decreasing harmful influence on the environment etc.

In particular, interaction of private transporters and joint-stock company RZD determines the following objectives:

- 1) Complete, timely, high-quality maintenance of needs in freight transportation.
- 2) Maintenance of optimal use of proper car's fleet, transportation process in general due to application of transportation routing, maximal loading of car fleet, acceleration of its turnover.
- 3) Attraction of additional freight volumes to transportation by railway transport.

Thus, organization of transportation process based on intellectual logistics, providing decreasing of costs on transportation, is possible only in cases when there are coordinators (operators) of transportation on key points between the following elements of the logistics chain:

- 1) Client – railway – client;
- 2) Client – railway – other kind of transport (intermodal and multimodal transportation);
- 3) Client – railway – sea transport – (railway) –client.

Wherein, in our opinion, coordinators can be represented by:

- 1) Territorial firm centre of transport service;
- 2) Logistics centers;
- 3) River harbors and structures, connected with them;

4) Newly created centers for coordination of intermodal transportation;

There is not any structure in the Russian Federation today, which would carry out an operational control of transportation in unified state transport system. Operative control of transport process is divided between control centers of different kinds of transport taking part in shipping. Therefore, in order to achieve the highest carrying capacity of railway transport and wide development of railway transportation, it is suggested to choose RZD as an initiator and founder of the system of intellectual logistics centers.

The main target of organizer and coordinator (it can be forwarding agent or logistics operator) of shipping process is to design transportation process in all details and to provide service synchronization of logistics chain participants. Implementation of this function is essential because it lets out freight owners from taking part in process, providing acceleration of transportation, costs decrease, reduction of losses by damage.

To generalize different interpreting this definition is given:

“Logistics centre – structure, uniting several companies and organizations (private, public, state), jointly using logistics infrastructure (transport, warehouse, and information systems) located on a certain territory under the control of head-company and by integrating, coordination of logistics activity, which provides added price for clients and participants.”

Experience of national and international transportation shows that full-value logistics service leads to large increase of costs, as a result of assets turnover's acceleration, reduction time wasted on unnecessary operations etc. It is necessary to create network of logistics centers of different levels for the provision for participants of transportation this kind of service. The main aim of these centers is synchronization of actions on multi-agent system of shipping, forming and offering of service complexes.

The main target of the creation of logistics centers is the increase of transport efficiency in RZD by the implementation of maintenance and implementation of logistics technologies of shipping process control in interaction of communicating kinds of transport, harbors, large industrial complexes and other participants of process; increase of technological and financial stability of RZD functioning on the transport service market.

List of references

1. Акулиничев В.М. Автоматизированные системы управления транспортом // Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки: Итоги науки и техники / ВИНТИ.- 1983.- Т.10.- С.187-272.
2. Алесинская Т.В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления. Часть 3. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 116 с.
3. Бельницкий Д.С. Экономика и логистика управления вагонными парками компаний-операторов / Бельницкий Д.С., Котляренко А.Ф., Куренков П.В., Левченко А.С., Тарасова Т.М. - Самара: СамГУПС, 2009. - 166 с.
4. Бородин А.Ф. Технологическое обеспечение перевозочного процесса// I научно-техническая конференция «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте» (ИСУЖТ-2012). М., 15-16 ноября 2012 г. – С. 72-76.
5. Вовк Ю.А. Экономическая оценка эффективности использования грузовых вагонов транспортной компании. - Автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.э.н. - М.: МИИТ, 2005. - 24 с.
6. Давыдов С.В. Экономические аспекты развития Самарского узла в системе международных транспортных коридоров. Дис. на соиск. уч. степ. к.э.н.
7. Козлов П.А. Теоретические основы, организационные формы, методы оптимизации гибкой технологии транспортного обслуживания заводов черной металлургии: Дисс. д-ра техн. наук. — М., 1987. — 393 с.
8. Мачерет Д.А., Чернигина И.А. Экономические проблемы грузовых железнодорожных перевозок.- М.: МЦФЭР, 2004.- 240 с.
9. Соловьёва Л.В. Логистическая координация работы компаний-операторов // Логистика.- 2013.- № 7.- С.33-37.
10. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года (Утверждена распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. N 1734-р).

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА МИКРОТУРБИНЫ НА УГОЛ ВЫХОДА ПОТОКА РАБОЧЕГО ТЕЛА

Кузнецов Д.А., Кудряченко И.Н., Подгорный К.С.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

В современном двигателестроении все большую популярность набирают газотурбинные установки малой мощности [1].

Возникают ситуации, когда преобразование кинетической энергии рабочего тела в одной ступени турбины неприемлемо из-за больших потерь энергии, возникающих в результате большого перепада энтальпий рабочего тела, сопровождающегося сверхзвуковым течением. В этом случае встает вопрос проектирования многоступенчатых турбин, для оптимального профилирования проточной части которых необходимо знать значение угла выхода потока рабочего тела из рабочего колеса ступени. Работы в области исследования угла выхода потока рабочего тела из рабочего колеса микротурбины были выполнены в Дальневосточном федеральном университете [3, 4, 6].

Истечение потока рабочего тела из рабочего колеса микротурбины идентично истечению из сопловой решетки, однако необходимо учитывать присутствие неподвижного направляющего аппарата за вращающимся рабочим колесом.

В работе [5] были представлены результаты исследования влияния характеристического числа (U/C) (отношение абсолютной скорости потока на выходе из рабочего колеса и его окружной скорости вращения) на угол выхода рабочего тела из рабочего колеса микротурбины при сверхзвуковом течении.

При больших значениях характеристического числа конструктивный угол выхода лопаток рабочего колеса существенно влияет на угол выхода потока (Рисунок 1).

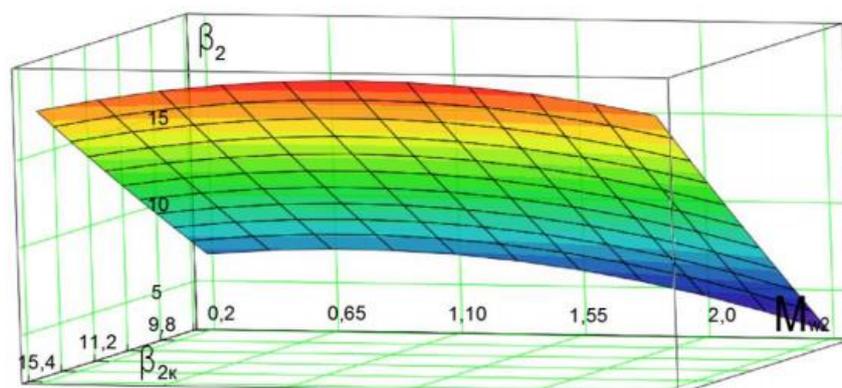


Рис.1. Зависимость угла выхода потока рабочего тела из рабочего колеса микротурбины в зависимости от числа Маха и конструктивного угла выхода лопаток рабочего колеса (при $U/C=0,66$).

Влияние числа Маха при этом снижается из-за усиления шаговой неравномерности, возникающей вследствие того, что рабочее тело течет в колесо с осевым выходом, с неподвижными лопатками, порождающими образование вихрей большой интенсивности, влияние которых превалирует над влиянием числа Маха.

Угол выхода потока рабочего тела имеет экстремум по характеристическому числу (Рисунок 2), что обусловлено усилением влияния шаговой неравномерности до определенного значения, после которого интенсивность вихрей между рабочим колесом и колесом с осевым выходом начинает превалировать над другими факторами, не позволяя потоку отклоняться, и прижимает его к рабочему колесу.

Для определения угла выхода потока из рабочего колеса микротурбины была разработана методика, представленная в работе [5]. Экспериментальная проверка результатов, полученных по методике, возможна на экспериментальной установке для исследования малоразмерных турбинных ступеней [2].

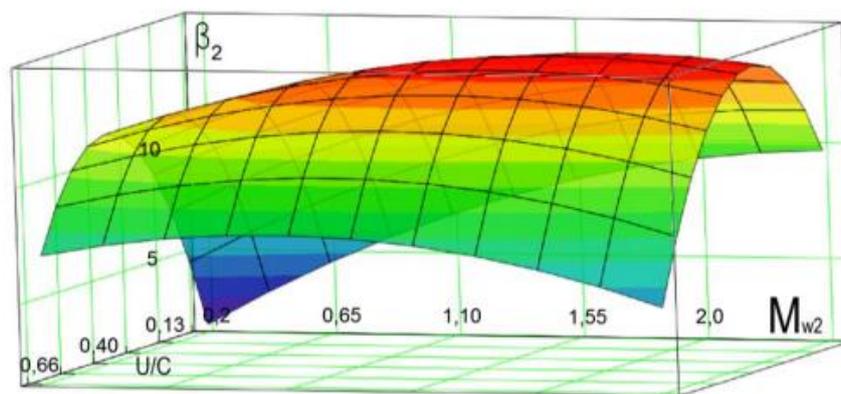


Рис.2. Зависимость угла выхода потока рабочего тела из рабочего колеса микротурбины в зависимости от U/C и числа Маха.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента Фершалова А.Ю.

Список литературы

1. Агульник А.Б., Динь Т.З. Расчетное исследование параметров ГТУ малой мощности на основе авиационных двигателей при «влажном» сжатии // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 36-39.
2. Кузнецов Ю.П., Чуваков А.Б. Экспериментальная установка для исследования малоразмерных турбинных ступеней // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. С. 54.
3. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
5. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.
6. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V. Results of the study rotor wheels supersonic microturbines with a large angle of rotation of the flow // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 752-753. С. 884-889.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА МАХА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОЧИХ КОЛЕС МИКРОТУРБИН

Билим С.В., Станкеев В.А., Майков В.В.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

Профилированию рабочих колес микротурбин необходимо уделять большое внимание, так как от формы проточной части рабочих колес зависит распределение скоростей в межлопаточных каналах и как следствие – уровень потерь кинетической энергии в рабочих колес [2, 3].

По данным Калужского турбинного завода увеличение коэффициента скорости в рабочей решетке полноразмерных турбин на 1% повышает мощность ступени на 0,73%. Для микротурбин мощность в зависимости от увеличения коэффициента скорости рабочей решетки повышается больше, что обусловлено увеличением относительной толщиной пограничного слоя.

К благоприятному распределению скоростей относят отсутствие отрывных течений в межлопаточном канале и минимизация негативного влияния скачков уплотнения при сверхзвуковом обтекании лопаток. В связи с этим форма проточной части рабочих колес микротурбин, образованная профилями лопаток, должна удовлетворять двум противоречивым условиям: во-первых, форма каналов должна обеспечивать закон изменения скоростей, при котором потери энергии в рабочем колесе были по возможности минимальными (форма каналов

очень сложная); во-вторых, форма лопаток рабочего колеса должна быть простой, так как малые размеры микротурбины не позволяют выполнять сложный профиль с достаточной точностью.

По числу Маха (M) активные и реактивные профили делят на четыре типа [4, 5]:

- для дозвуковых скоростей ($M < 0,9$). Профили выполняют с обводами плавно меняющейся кривизны.

Каналы плавно сужаются к выходу;

- для околозвуковых скоростей ($0,9 < M < 1,1$). Профили выполняют с прямолинейными участками на входной и выходной спинках. Каналы плавно сужаются к выходу;

- для небольших сверхзвуковых скоростей ($1,1 < M < 1,5$). Каналы имеют постоянное сечение с развитыми прямолинейными участками на спинках профиля;

- для больших сверхзвуковых скоростей ($M > 1,5$). Профили выполняют с суживающе-расширяющимися каналами, спинки которых могут быть с плавными изломами обратной вогнутости.

Профильные и концевые потери при $M < 0,4$ не зависят от его величины. С увеличением средней скорости потока от $M=0,4$ и до значения $M \geq 1$, при котором появляются сверхзвуковые скорости на спинке профиля, потери энергии уменьшаются. При дальнейшем увеличении M происходит резкое увеличение потерь энергии (Рисунок 1).

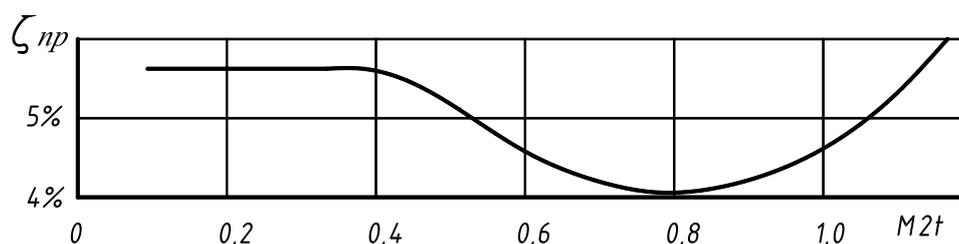


Рис.1. Профильные потери энергии в зависимости от числа Маха [4]

Это связано с увеличением скорости рабочего тела перед кромочным скачком уплотнения в месте его падения на выпуклую поверхность лопатки и последующим усилением отрыва пограничного слоя, вызванного падением скачка уплотнений на ускоренный пристеночный слой.

Для обеспечения устойчивого безотрывного потока необходимо исключить возможность интенсивного разгона потока на выпуклой поверхности профиля до места падения головного скачка уплотнений. При больших сверхзвуковых скоростях выпуклую поверхность следует профилировать таким образом, чтобы вдоль нее происходило непрерывное торможение потока до выходного сечения. Для количественной оценки конструктивных параметров рабочего колеса необходимо воспользоваться методикой, представленной в работе [6]. Экспериментальная проверка результатов, полученных по методике, возможна на экспериментальной установке для исследования малоразмерных турбинных ступеней [1].

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента Фершалова А.Ю.

Список литературы

1. Кузнецов Ю.П., Чуваков А.Б. Экспериментальная установка для исследования малоразмерных турбинных ступеней // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. С. 54.
2. Морозова Н.Т., Попович В.В. Проектирование рабочих колес судовых центробежных турбонасосов // В сборнике: Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2014. С. 109-110.
3. Морозова Н.Т., Луценко В.А. Элементы САПР при оптимизации газодинамических характеристик судовых малорасходных турбоприводов // В сборнике: Наука сегодня сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Научный центр «Диспут». Вологда, 2014. С. 53-54.
4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
5. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
6. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МИКРОТУРБИН

Камаев Н.А., Черепанов Д.Р., Ерофеев Е.В.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

В настоящее время рост цен на энергоресурсы определяет задачу создания высокоэкономичных двигателей различного назначения. Успешное развитие энергетики, водного и воздушного транспорта, газовой промышленности и других отраслей народного хозяйства в значительной мере зависят от повышения эффективности и надежности тепловых турбомашин [2, 3]. Области применения последних относятся к приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий в Российской Федерации в следующих направлениях:

1. Транспортные, авиационные и космические системы.
2. Энергетика и энергосбережение.

Тепловые турбомашин относятся к критической технологии и рассматриваются по направлению «Технологии создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных систем».

В транспортной энергетике (автономные подводные аппараты, беспилотные летательные аппараты, и т.д.) требуются высокие показатели мобильности и автономности, которые можно достигнуть применением микротурбин [7].

Современные микротурбины обладают недостаточно высокой эффективностью. Это связано со следующими особенностями конструкции микротурбин (парциальный подвод рабочего тела к рабочему колесу, малые размеры проточной части) и со сложными условиями течения рабочего тела.

По данным Московского (МАИ) и Куйбышевского (КуАИ) авиационных институтов снижение степени парциальности с 1,0 до 0,15 осевых малорасходных турбин приводит к падению КПД с 75 до 50%. Снижение КПД негативно сказывается на эффективности энергетической установки в целом, так как понижается уровень автономности аппарата, которым оценивается целесообразность установки турбины.

Снижение степени парциальности возможно за счет применения в ступени микротурбины соплового аппарата, имеющего малые конструктивные углы выхода сопел. Предлагаемое решение позволит повысить степень парциальности ступени микротурбины за счет удлинения косога среза сопла. Такие конструкции предполагают использование сопловых аппаратов совместно с рабочими колесами, имеющими каналы с большим углом поворота, что приводит к повышению концевых потерь энергии. Это обусловлено увеличением кривизны канала и, как следствие, повышением градиента давления между выпуклой и вогнутой стенками канала. Вторичные течения потока рабочего тела становятся более интенсивными, поэтому вихревая зона с повышенными потерями энергии расширяется [4, 5]. Условием применения подобных конструкций является преобладание потерь от парциальности над потерями, обусловленными применением рабочих колес с большим углом поворота потока.

Исследования сопловых аппаратов с малым конструктивным углом выхода ($5^{\circ}9^{\circ}$) были проведены в работах [8, 9]. При прочих равных условиях КПД исследованных микротурбин оказался выше на 3,5...5%, чем у парциальных турбин.

По данным Калужского турбинного завода увеличение коэффициента скорости в рабочей решетке полноразмерных турбин на 1% повышает мощность ступени на 0,73%. Повышение эффективности микротурбины значительно зависит от эффективности рабочего колеса, которое должно быть выполнено с большим углом поворота проточной части. Исследования в этом направлении проведены в работах [6].

Не стоит забывать о том, что неверная оценка параметров рабочего тела за сопловым аппаратом приведет к неверному профилированию рабочего колеса, что приведет к значительному снижению эффективности микротурбины [1]. Особенно сильно это будет выражено в многоступенчатых турбинах, так как ошибочная оценка аэродинамических свойств рабочего тела за рабочим колесом приводит к неправильному профилированию следующей ступени.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что резервом повышения эффективности микротурбин является совершенствование проточной части сопловых аппаратов и рабочих колес.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента Фершалова А.Ю.

Список литературы

1. Агульник А.Б., Динь Т.З. Расчетное исследование параметров ГТУ малой мощности на основе авиационных двигателей при «влажном» сжатии // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 36-39.

2. Воропай Н.И., Клименко С.М., Криворуцкий Л.Д., Пяткова Н.И., Сендеров С.М., Славин Г.Б., Чельцов М.Б. О сущности и основных проблемах энергетической безопасности России // Известия Российской академии наук. Энергетика. 1996. № 3. С. 38.
3. Воропай Н.И., Сендеров С.М., Рабчук В.И. Стратегические угрозы энергетической безопасности России // ЭКО. 2006. № 12. С. 42-58.
4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
5. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
6. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.
7. Фершалов Ю.Я., Фершалов А.Ю., Акуленко В.М., Фершалов М.Ю., Цыганкова Л.П. Перспективность исследований и области применения малорасходных турбин // Вологодские чтения. 2010. № 78. С. 159-164.
8. Фершалов Ю.Я., Фершалов А.Ю. Газодинамические характеристики сопловых аппаратов новой конструкции // В сборнике: Успехи механики сплошных сред тезисы Всероссийской конференции, приуроченной к 70-летию академика В.А. Левина. ответственные редакторы: Алексеев Геннадий Валентинович, Ковтанюк Лариса Валентиновна. Владивосток, 2009. С. 47-48.
9. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V., Ibragimov D.I. Research data of turbine nozzles of 5-9 degree outlet angles // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 770. С. 547-550.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УГЛА АТАКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОЧИХ КОЛЕС МИКРОТУРБИН

Тихонова Л.С.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

На современном уровне развития турбиностроения значительный потенциал повышения эффективности микротурбин содержится в совершенствовании проточной части рабочих колес [4, 5].

Для микротурбин мощность в зависимости от увеличения коэффициента скорости рабочей решетки на 1% повышается более, чем на 0,73%, что обусловлено увеличением относительной толщиной пограничного слоя [7].

Достаточно сильное влияние на коэффициент скорости рабочего колеса оказывает угол атаки, являющийся разницей между углом входной кромки (угол между касательной к средней линии профиля на входе в решетку и направлением окружной скорости) и углом входа потока рабочего тела в каналы рабочего колеса, при изменении режима работы ступени значительно влияет на потери кинетической энергии, так как существенно меняется распределение давлений и скоростей на профиле. При положительных углах атаки за входной кромкой на спинке появляется область глубокого местного перерасширения потока и последующего его сжатия, что приводит к росту профильных потерь. При сильном развитии этого явления происходит отрыв потока [7].

Исследования влияния угла атаки на газодинамические характеристики рабочих колес микротурбин [8] показали, что отрицательные углы менее опасны, так как при отрицательных углах атаки выше указанные явления и отрыв развиваются на вогнутой поверхности лопаток.

В работе [4] был проведен анализ влияния угла атаки на эффективность рабочих колес. При отрицательных углах атаки наблюдаются потери энергии в проточной части РК меньше. Анализ результатов расчетов свидетельствует, что для малых конструктивных углов входа рабочего колеса угол атаки должен быть максимально отрицательным (Рисунок 1). При возрастании конструктивного угла входа РК угол атаки следует принимать менее отрицательным. Последнее можно объяснить возможным возникновением отрыва потока на участке наибольшей кривизны канала, которое наблюдается в рабочих колесах, имеющих наибольший угол поворота. Для исключения явления отрыва в проточной части, оптимальный угол атаки для рабочих колес с каналами большой кривизны должен быть максимально отрицательным, с уменьшением кривизны канала - менее отрицательным.

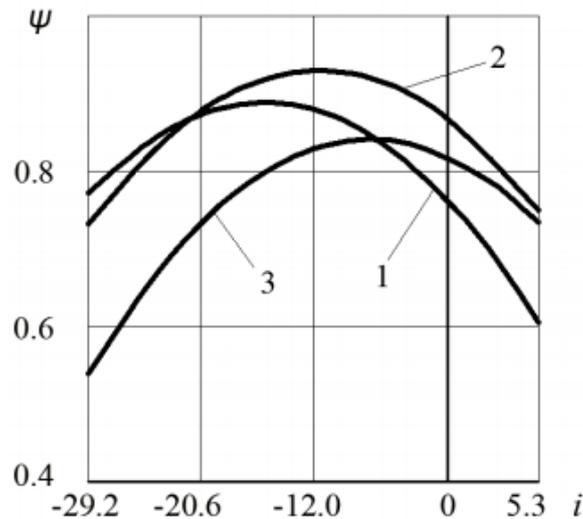


Рис.1. Влияние угла атаки на коэффициент скорости рабочего колеса микротурбины [5]

1 - $Mw2t=0,38$; 2 - $Mw2t=1,60$; 3 - $Mw2t=2,82$.

Это связано с увеличением скорости рабочего тела перед кромочным скачком уплотнения в месте его падения на выпуклую поверхность лопатки и последующим усилением отрыва пограничного слоя, вызванного падением скачка уплотнений на ускоренный пристеночный слой.

Для обеспечения устойчивого безотрывного потока необходимо исключить возможность интенсивного разгона потока на выпуклой поверхности профиля до места падения головного скачка уплотнений. При больших сверхзвуковых скоростях выпуклую поверхность следует профилировать таким образом, чтобы вдоль нее происходило непрерывное торможение потока до выходного сечения. Для количественной оценки конструктивных параметров рабочего колеса необходимо воспользоваться методиками, представленными в работах [2, 3, 6]. Экспериментальная проверка результатов, полученных по методике, возможна на экспериментальной установке для исследования малоразмерных турбинных ступеней [1].

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента Фершалова А.Ю.

Список литературы

1. Кузнецов Ю.П., Чуваков А.Б. Экспериментальная установка для исследования малоразмерных турбинных ступеней // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. С. 54.
2. Морозова Н.Т., Попович В.В. Проектирование рабочих колес судовых центробежных турбонасосов // В сборнике: Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2014. С. 109-110.
3. Морозова Н.Т., Луценко В.А. Элементы САПР при оптимизации газодинамических характеристик судовых малорасходных турбоприводов // В сборнике: Наука сегодня сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Научный центр «Диспут». Вологда, 2014. С. 53-54.
4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
5. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
6. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.
7. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V. Results of the study rotor wheels supersonic microturbines with a large angle of rotation of the flow // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 752-753. С. 884-889.
8. Fershalov A.Y., Fershalov Y.Y., Fershalov M.Y., Sazonov T.V., Ibragimov D.I. Analysis and optimization of efficiency rotor wheels microturbines// Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 635-637. С. 76-79.

ВЛИЯНИЕ НА СТЕПЕНЬ РЕАКТИВНОСТИ МИКРОТУРБИН УГЛА ВЫХОДА И СТЕПЕНИ РАСШИРЕНИЯ СОПЕЛ

Беседа С.С.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

Транспортные турбины – турбины нестационарного типа с переменным числом оборотов; турбины этого типа применяются для привода гребных винтов судов (судовые турбины) и на железнодорожном транспорте (турболокомotive).

Вспомогательные турбины служат для обеспечения технологического процесса производства электроэнергии. Создание вспомогательных турбин относительно малой мощности для эксплуатации в составе судовых энергетических установок становится все более насущной задачей не только в транспортной энергетике, но и для обеспечения электроэнергией областей, в которых отсутствует централизованное электроснабжение [1].

Для создания турбин с высокой эффективностью необходимо знать параметры газа перед соплами соплового аппарата, за ним (перед рабочим колесом) и за рабочим колесом. В этом случае есть возможность оптимально спроектировать проточную часть сопел сопловых аппаратов и лопатки рабочих колес используя рекомендации различных литературных источников. В частности, для малорасходных турбин существуют рекомендации, приведенные в работах [4, 2].

В работах [3, 5] представлены результаты исследований зависимости степени реактивности от влияния угла выхода и степени расширения сопел. Автором было выявлено, что при минимальных значениях исследуемых факторов (угол входных кромок лопаток рабочего колеса, безразмерная относительная окружная скорость и отношение полного давления перед соплами соплового аппарата к статическому давлению за рабочим колесом). Максимальный уровень степени реактивности принимает при минимальном значении степени расширения сопел соплового аппарата (сопла имеют суживающийся, к выходу, канал переходящий в косой срез) и максимальный конструктивный угол выхода сопел (в данном исследовании он составлял 9°), так как в этом случае расход газа через сопловой аппарат максимален при минимальной площади проходных сечений каналов рабочих колес и прохождение газа через межлопаточные каналы рабочего колеса возможно только при повышении давления в области между сопловым аппаратом и рабочим колесом.

При малых углах выхода сопел с ростом их степени расширения степень реактивности имеет тенденцию к росту из-за увеличения скорости потока газа и изменения его угла выхода из сопел соплового аппарата. При больших углах выхода сопел с ростом их степени расширения значение степени реактивности снижается благодаря тому, что скорость потока газа растет незначительно (в сравнении со скоростью роста потока при малых конструктивных углах выхода сопел), а расход газа через сопла соплового аппарата снижается из-за уменьшения площади критического сечения сопел.

При малых значениях степени расширения сопел соплового аппарата с ростом конструктивного угла выхода сопел значение степени реактивности растет из-за увеличения площади критического сечения сопел и угла выхода потока из соплового аппарата при постоянном значении проходной площади сечения сопловых каналов и угла входа потока газа в межлопаточные каналы рабочего колеса.

При больших значениях степени расширения сопел соплового аппарата с ростом конструктивного угла выхода сопел значение степени реактивности практически не изменяется вследствие того, что расход газа через сопловой аппарат имеет минимальное значение.

В результате можно отметить, что минимальное значение степени реактивности принимает при минимальном значении конструктивного угла выхода сопел и максимальном значении степени расширения сопел соплового аппарата, так как при них расход газа через сопла соплового аппарата минимален и проходного сечения межлопаточных каналов рабочего колеса хватает для беспрепятственного пропуска потока газа. Обратная картина наблюдается при минимальном значении степени расширения сопел и максимальном угле выхода из них.

С ростом конструктивного угла выхода сопел сопловых аппаратов увеличивается расход газа и как следствие увеличивается степень реактивности.

С ростом степени расширения сопел расход газа уменьшается и как следствие снижается значение степени реактивности.

Работа выполняется под руководством к.т.н., доц. Фершалова Ю.Я.

Список литературы

1. Воропай Н.И., Кейко А.В., Санеев Б.Г., Сендеров С.М., Стенников В.А. Централизованная и распределенная, в том числе возобновляемая, энергетика: перспективные направления и тенденции // В сборнике: Проблемы развития Российской энергетики Материалы научной сессии Президиума Сибирского отделения РАН. Ответственные за выпуск: к. г.-м. н. В.М. Задорожный, В.К. Жидкова, А.А. Валиуллина. 2005. С. 37-55.
2. Фершалов А.Ю. Газодинамические характеристики большешаговых рабочих колес осевых малорасходных турбин // В книге: XXXV Дальневосточная математическая школа-семинар имени академика Е.В. Золотова Труды всероссийской конференции. Ответственный редактор: А.А. Манцыбора. 2010. С. 410-411.
3. Фершалов М.Ю., Алексеев Г.В. Учет изменения степени реактивности при доводке осевых малорасходных турбин с малыми углами выхода сопловых аппаратов // В сборнике: Актуальные проблемы создания и эксплуатации тепловых двигателей в условиях Дальневосточного региона России материалы Международной научно-технической конференции "Двигатели 2013". под редакцией В.А. Лашко. 2013. С. 112-116.
4. Фершалов Ю.Я., Фершалов А.Ю. Газодинамические характеристики сопловых аппаратов новой конструкции // В сборнике: Успехи механики сплошных сред тезисы Всероссийской конференции, приуроченной к 70-летию академика В.А. Левина. ответственные редакторы: Алексеев Геннадий Валентинович, Ковтанюк Лариса Валентиновна. Владивосток, 2009. С. 47-48.
5. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V., Ibragimov D.I. The design of the nozzle for the nozzle box microturbines // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 789-790. С. 203-206.

ВЛИЯНИЕ РАЗВЕСОВКИ АВТОМОБИЛЯ НА ПРЕОДОЛЕНИЕ ИМ ПОРОГОВОГО ПРЕПЯТСТВИЯ ТИПА ЭСКАРПА

Песков Д.В.

НГТУ им. Р.Е. Алексеева, РФ, г.Нижний Новгород

Определение высоты прямоугольного препятствия, преодолеваемого двухосным автомобилем, впервые хорошо обосновано в монографии [2], где дается вывод уточнённых формул (1), (2) и (3), подстановка которых в общее решение (4) позволяет получить искомый результат для различных ситуаций:

$$K_1 = (\varphi_x - f) G_2 / G_1 ; \quad (1)$$

$$K_2 = (\varphi_{пр} G_1 - f G_2) / (G_1 + f \varphi_{пр} G_2) ; \quad (2)$$

$$K_3 = (\varphi_{пр} G_1 + \varphi_x G_2 - f G_2) / (G_1 + f \varphi_{пр} G_2 - \varphi_{пр} \varphi_x G_2) ; \quad (3)$$

$$h_3^{\max} = r_c [1 - (1 - \Delta / r_c) / \sqrt{(K_i)^2 + 1}] , \quad (4)$$

где h_3^{\max} – максимальная высота преодолеваемого эластичными колёсами порога; G_1 – вес, приходящийся на преодолевающие порог колёса; G_2 – вес, приходящийся на колёса второй оси; r_c – свободный радиус колеса; $\varphi_{пр}$ – коэффициент сцепления на ребре порога; φ_x – коэффициент сцепления на поверхности дорожного полотна; f – коэффициент сопротивления качению колеса; Δ – радиальная деформация шины на ребре порога; K_i – коэффициент, соответствующий ситуации движения колёс через неровность (K_1 – колёса ведомой оси автомобиля с колёсной формулой 4х2; K_2 – колёса ведущей оси автомобиля с колёсной формулой 4х2; K_3 – колёса въезжающей на порог оси автомобиля 4х4).

К сожалению, есть попытки других авторов приписать себе заслугу первооткрывательства в затронутой проблеме. Так, подстановка формулы (3) в формулу (4) дает аналитическую зависимость, полностью соответствующую выражению, которое авторы статьи [1] выдают за их научное достижение 2012 года. Но тогда возникает подозрение о несанкционированном использовании ранее созданной и в 2009 году опубликованной [2] чужой интеллектуальной собственности, что не может способствовать доверию к материалам статьи [1].

Следует сказать, что в работах, проведенных под руководством В.И. Пескова [2, 3], вопрос преодоления препятствия колёсными транспортными средствами рассмотрен значительно шире и глубже, чем это сделано в статье [1] специалистов Горского ГАУ, которые сосредоточили своё внимание только на въезде автомобиля передними колёсами на препятствие. В работах нижегородских ученых рассматривается весь процесс движения колёсной машины через пороговое препятствие, т.е. оценивается возможность его преодоления как передними, так и задними колёсами. Только в такой трактовке можно говорить о действительной оценке проходимости машины.

В этом плане интересными являются полученные в работах Пескова В.И., его коллег и учеников результаты. С точки зрения преодоления препятствия типа прямоугольного уступа, преимущество полноприводного

автомобиля перед автомобилем классической компоновки и переднеприводным автомобилем безоговорочно. Как показывают расчёты и эксперименты, при переезде неровности колёсами полноприводного автомобиля происходит своеобразный качественный скачок, вызванный тем, что степень прижатия ведущих колёс к препятствию увеличивается за счёт действия толкающей силы со стороны ведущих колёс второй оси, что, в свою очередь, способствует реализации большего по величине момента на прижатых к препятствию колёсах и увеличению способности этих колёс к преодолению препятствия.

Анализ выведенных формул и выражений для входящих в эти формулы коэффициентов K_1 , K_2 и K_3 уже в 2006 году (и ещё более полно в 2009 году) позволил установить, что высота преодолеваемой эластичным колесом вертикальной неровности прямо пропорциональна величине его свободного радиуса r_c , толкающей силе F_x и тяговому моменту T_k (если это колесо ведущее), коэффициентам сцепления ведущих колёс с препятствием ($\varphi_{пр}$) и опорной поверхностью дороги (φ_x), радиальному прогибу шины Δ на уступе неровности (т.е. более эластичная шина потенциально лучше приспособлена к преодолению эскарпа) и обратно пропорциональна величине вертикальной нагрузки на это колесо. Так что выводы работы [1] отстали от первоисточника [2].

Влияние учёта потерь на сопротивление качению колёс автомобиля, не участвующих в переезде пороговой неровности, на дорогах с твердым покрытием часто оказывается пренебрежимо малым ($f = 0,01-0,02$). Поэтому с достаточной точностью можно в подобных расчётах использовать такие упрощенные выражения для определения коэффициентов K_i :

$$K_1 = \varphi_x G_2 / G_1; \quad K_2 = \varphi_{пр}; \quad K_3 = (\varphi_{пр} G_1 + \varphi_x G_2) / (G_1 - \varphi_{пр} \varphi_x G_2). \quad (5)$$

Соответственно получим более простые формулы для определения h_3^{max} .

Анализ расчётных и экспериментальных данных позволяет сделать полезные практические выводы.

1. Решающее влияние на приспособленность колеса (оси) автомобиля к преодолению порогового препятствия (при прочих равных условиях) оказывает вертикальная нагрузка, приходящаяся на это колесо (ось). И у неполноприводных, и у полноприводных автомобилей наибольшую высоту порога преодолевают колёса (оси), имеющие минимальную вертикальную нагрузку.

2. Для автомобилей с одной ведущей осью наихудшие результаты по преодолению порога показывает именно ведущая ось. При этом изменением развесовки автомобиля можно улучшить преодолеваемость препятствия ведомой осью (за счёт уменьшения вертикальной нагрузки на неё), но возможности ведущей оси при этом изменяются мало. Этот факт является результатом отсутствия силовых параметров в формуле $K_2 = \varphi_{пр}$ (5), определяющей максимальную высоту порога, преодолеваемого ведущим колесом автомобиля при движении по поверхности с малым коэффициентом сопротивления качению колёс. Основной возможностью улучшения ситуации для ведущей оси остается увеличение коэффициента сцепления $\varphi_{пр}$ колеса на препятствии, например, за счёт развитых грунтозацепов протектора шины или за счёт её большей эластичности. При движении по поверхностям с относительно большим коэффициентом сопротивления качению некоторое увеличение высоты преодолеваемого порога можно получить за счёт увеличения нагрузки на колёса ведущей оси, но в этом случае почти двукратное возрастание вертикальной нагрузки на ведущую ось автомобиля 4х2 по сравнению с нагрузкой на его опорную ось (0,65/0,35 для переднеприводной машины или 0,35/0,65 для заднеприводной) дает рост высоты преодолеваемого этой осью препятствия только на 10-15%. При этом ведущая ось существенно проигрывает по этому показателю опорной оси.

3. Передние колёса (оси) автомобилей с колёсными формулами бх4 и бхб имеют более высокие показатели по преодолению порогового препятствия. Что касается задних колёс (осей), то необходима дополнительная проверка возможности балансирных подвесок этих колёс осуществлять беспрепятственные вертикальные перемещения каждой из задних осей в диапазоне $\pm (0,5-0,6) r_c$ (примерно $\pm 250 \div 300$ мм) без упора колёс в кузов автомобиля или мостов в его раму, приводящего к увеличению вертикальной нагрузки на эти колёса.

4. Автомобили с колёсными формулами 8х8, 10х10, 14х14 потенциально обладают более высокими способностями по преодолению препятствия типа вертикальной стенки (эскарпа), предельные теоретические значения которого для их передних осей могут даже превышать r_c . Однако окончательное заключение об их возможностях по преодолению таких препятствий можно сделать лишь после тщательного анализа и учёта перераспределения вертикальной нагрузки по осям автомобиля, которое может достигать двукратного увеличения на преодолевающей препятствие оси за счёт вывешивания соседних осей.

Критически оценим выводы авторов работы [1], претендующих на первооткрывательство в данной научной сфере. Они заявляют, что оптимальной развесовкой по осям двухосного полноприводного автомобиля при $\varphi_{пр} = \varphi_x = 0,8$ следует считать 0,4/0,6. Но этот вывод сделан только для случая заезда передними колёсами на препятствие. Задние колёса при такой развесовке указанное препятствие не преодолеют, т.е. проходимость автомобиля не будет

обеспечена. Точно такое же замечание можно высказать в отношении предложенной для случая $\varphi_{пр} = 1$ и $\varphi_x = 0,8$ развесовки 0,45/0,55.

Как показывают результаты опубликованных в монографии [2] исследований, оптимальной с точки зрения обеспечения проходимости автомобиля в условиях движения через большие пороговые препятствия является развесовка 50:50. Причем исследования 2010-2011 гг. [3] указали на то, что для получения правильных теоретических оценок необходимо уточнять статическую развесовку машины, учитывая влияющие на неё в момент преодоления препятствия факторы. Одним из них является реактивный момент, действующий на шасси автомобиля со стороны его ведущих осей. Например, статическая развесовка гоночного автомобиля КамАЗ-4326 VK (она составляет 0,58/0,42) выглядит противоречащей теоретическим выводам. Тщательный анализ показал, что её изменение в момент преодоления препятствия за счёт реактивного момента, приложенного со стороны ведущих осей автомобиля к его шасси, существенно. Для гоночного КамАЗа с двигателем мощностью 830 л.с. (максимальный крутящий момент 2700 Н.м) величина этого момента на типичном для таких ралли-гонок гравийном покрытии с $\varphi_x \approx 0,6$ может составить 30 000 Н.м. В результате вертикальная реакция на передних колёсах уменьшится примерно на 7000 Н, на столько же возрастет нагрузка на задние колёса. В итоге, динамическая развесовка автомобиля приблизится к соотношению 50:50, т.е. к её оптимальному значению с точки зрения переезда препятствия колёсами обеих осей, т.е. проходимость автомобиля будет обеспечена.

Список литературы

1. Мамити Г.И. О высоте вертикального препятствия, преодолеваемого полноприводным автомобилем: статья/ Г.И. Мамити, С.Х. Плиев, Э.К. Гутиев, В.Г. Васильев. «Автомобильная промышленность» №1, 2014. С. 17-18.
2. Песков В.И. Совершенствование эксплуатационных качеств автомобиля: монография/ В.И. Песков, В.И. Сердюк, А.Е. Сердюк. - Нижний Новгород, НГТУ, 2009. - 135 с.
3. Песков В.И. Уточнение формул расчета высоты преодолеваемого колесом уступа прямоугольной формы //В.И. Песков, Д.В. Песков, А.Л. Безруков; Сб. науч. статей III Международ. науч.-технич. конференц. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Н. Новгород, НГТУ, 2012. С. 126-128.

ВЛИЯНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОБСТВЕННОГО ВЕСА КОЛЁСНОГО ТРАКТОРА НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВЕДУЩИЙ МОСТ

Кузнецов Е.Е., Кузнецов К.Е., Поликутина Е.С.

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет, г.Благовещенск, Амурской области

При использовании колесных тракторов с дополнительным ведущим мостом, установленным в ходовой системе трактора, в составе тракторно-транспортного агрегата (ТТА) на хозяйственных работах при движении по поверхностям с низкой несущей способностью, в частности по твёрдому мерзлотному подстилающему слою или снежному покрову, увеличивается величина буксования, снижаются тягово-сцепные свойства, а, соответственно и эффективность применения.[1,3]. Поэтому можно предположить, что применение устройства для перераспределения собственного веса между мостами колёсного трактора [2] позволит увеличить его тягово-сцепные свойства (Рисунок 1, Рисунок 2).



Рис.1. Колёсный трактор с дополнительным ведущим мостом на транспортных работах в зимний период эксплуатации



Рис.2. Колёсный трактор с дополнительным ведущим мостом на полевых работах

В ходе экспериментальных исследований, при помощи математического и графического аппарата определены зависимости перераспределения собственного веса трактора в его ходовой системе, влияющие на тягово-сцепные свойства трактора (Рисунок 3), (Рисунок 4).



Рис.3. Экспериментальные исследования по перераспределению собственного веса

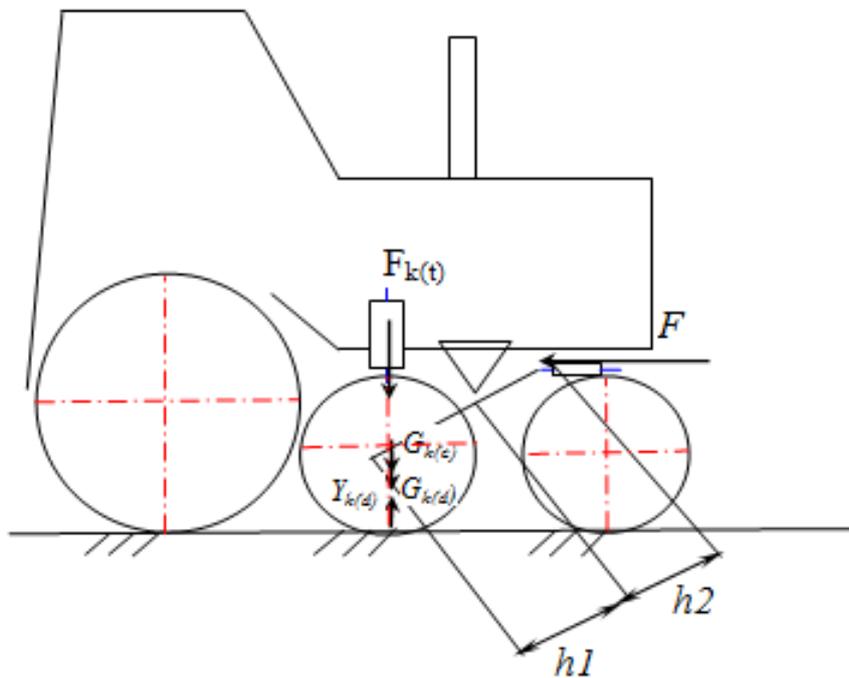


Рис.4. Схема к определению вертикальной нагрузки на дополнительный ведущий мост трактора

График зависимости передаваемой вертикальной нагрузки от изменения плеч устройства, перераспределяющего собственный вес представлен на Рисунке 5.

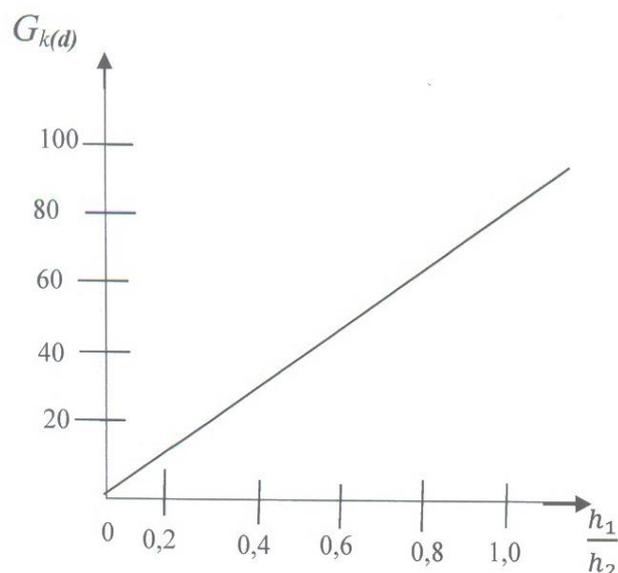


Рис.5. Зависимость передаваемой нагрузки от изменения соотношения длины плеч

Анализируя полученные зависимости можно предположить, что нагрузка, передаваемая на дополнительный мост трактора зависит от длины плеча передающего устройства и величины прилагаемой силы, и позволит изменить передаваемую вертикальную нагрузку на дополнительный мост трактора.

В ходе эксперимента, проведённого с использованием трактора с дополнительным ведущим мостом и устройством для перераспределения собственной нагрузки установлено, что перераспределение сцепного веса и использование дополнительного ведущего моста трактора позволяет повысить тягово-сцепные свойства тракторно-транспортного агрегата (ТТА). Величина буксования при номинальном тяговом усилии у трактора с дополнительным ведущим мостом снизилась с 25 до 15%, тяговое усилие возросло на 35...40 % , а сцепной вес возрос на 35,6 % по сравнению с серийным трактором.

Список литературы

1. Кузнецов Е.Е. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: монография /Е.Е.Кузнецов [и др.]// ДальГАУ- Благовещенск, 2013. -153 с.
2. Устройство-цилиндро-прижимной механизм для распределения собственной нагрузки с передней оси колесного трактора на дополнительно установленный движитель /С.В.Щитов, Е.Е.Кузнецов//Патент на изобретение № 2480343, Заявка № 2011144332 от 01.11.2011, зарегистрировано ФИПС 27.04.2013 г., опубл.27.04.2013, Бюл.№12.
3. Щитов С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис. докт. техн. наук: 05.20.01: защищена 20.05.09/Щитов Сергей Васильевич; ДальГАУ-Благовещенск,2009.-325 с.

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ТУРБИНЫ НА СТЕПЕНЬ РЕАКТИВНОСТИ

Сазонов Т.В., Юртаев А.А., Юртаев А.А.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

Одно из самых важных направлений в развитии технологий турбостроения это получение большого крутящего момента при высоких частотах вращения вала двигателя. Благодаря многочисленным исследованиям в области аэродинамики и совершенствования технологий турбостроения в сегодняшние дни технологии в этой области достигли определенных результатов.

Турбины применяют для разных целей, в том числе для обеспечения безопасности, в мобильных электростанциях [1]. Это позволяет оперативно подводить электроэнергию и тепло в районы стихийных бедствий и труднодоступные места.

В основу расчета турбин положено предварительное задание степени реактивности. Однако этого недостаточно, потери энергии в каналах сопел и рабочего колеса при вращении последнего влияют на процессы, происходящие в зазоре между сопловым аппаратом и рабочим колесом. В связи с чем, значение давления в зазоре будет меняться. Вместе с ним будут меняться условия течения газа на выходе из сопел соплового аппарата.

В работе [5] были проведены исследования изменения параметров газа за сопловым аппаратом в зависимости от влияния на них частоты вращения рабочего колеса.

Исследования показали, что максимальное значение степени реактивности принимает при максимальных частотах вращения рабочего колеса и минимальном значении степени расширения сопел сопловых аппаратов, так как в этом случае накладываются два явления, снижающие пропускную способность проточной части рабочего колеса. Изменение структуры потока, связанное с увеличением степени нестационарности, и увеличение давления в области рабочего зазора, связанное с максимальным расходом рабочего тела через сопловой аппарат. С увеличением степени расширения сопел соплового аппарата значение степени реактивности снижается.

При минимальных значениях исследуемых факторов (степени расширения и углов выхода сопел, отношения давлений на ступень) изменение величины степени реактивности при изменении частоты вращения рабочего колеса незначительно.

При больших значениях исследуемых факторов турбинная ступень работает в реактивном режиме.

Это подтверждает необходимость исследований в этой области. Так как от того, насколько верно определены параметры газа для расчета, проектирования [3] и изготовления элементов турбины зависит качество работы сопловых аппаратов [7] и рабочих колес [4].

В связи с малыми размерами турбин (исследуемых в Дальневосточном федеральном университете на кафедре Судовой энергетики и автоматики) и сверхзвуковыми скоростями газа при выходе из сопел сопловых аппаратов исследования надо проводить на основе эксперимента. Для этого были спроектированы экспериментальные стенды, позволяющие определять значения необходимых для исследования параметров [6] и рассматривается возможность применения для этих же целей методики, с помощью которой проводили исследования авторы [8, 2]. Новый способ исследования даст возможность уточнить полученные ранее результаты. Это позволит на этапе проектирования знать величину изменения давления за сопловым аппаратом в зависимости от частоты вращения рабочего колеса, что позволит правильно рассчитать профили сопел и каналов.

Работа выполняется под руководством к.т.н., доц. Фершалова Ю.Я.

Список литературы

1. Воропай Н.И., Сендеров С.М., Рабчук В.И. Стратегические угрозы энергетической безопасности России // ЭКО. 2006. № 12. С. 42-58.
2. Дьяченко А.И., Коренбаум В.И., Шулагин Ю.А., Осипова А.А., Михайловская А.Н., Попова Ю.А., Кирьянова Е.В., Костив А.Е., Мокерова Е.С., Шин С.Н., Почкутова И.А. Влияние измененных газовых сред на акустические параметры форсированного выдоха человека // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 1. С. 92.
3. Морозова Н.Т., Попович В.В., Луценко В.А. Автоматизированное проектирование сопловых аппаратов с осесимметричными соплами малорасходных турбоприводов // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. № 15. С. 136-140.
4. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.
5. Фершалов М.Ю., Алексеев Г.В. Учет изменения степени реактивности при доводке осевых малорасходных турбин с малыми углами выхода сопловых аппаратов // В сборнике: Актуальные проблемы создания и эксплуатации тепловых двигателей в условиях Дальневосточного региона России материалы Международной научно-технической конференции "Двигатели 2013". под редакцией В.А. Лашко. 2013. С. 112-116.
6. Фершалов М.Ю. Многофакторный анализ степени реактивности судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2014.
7. Фершалов Ю.Я., Цыганкова Л.П., Фершалов А.Ю. Факторы, наиболее сильно влияющие на газодинамические характеристики сопловых аппаратов осевых турбин // В сборнике: Исследования по вопросам повышения эффективности судостроения и судоремонта Сборник. Примор. краев. правления ВНТОС им. акад. А. Н. Крылова. Дальневост. гос. техн. ун-т. [Б.м.], 2010. С. 275-286.

8. Korenbaum V.I., Tagiltsev A.A., Kulakov Yu.V. Conduction of human vocal sounds to the chest wall // Acoustical Physics. 1998. Т. 44. № 3. С. 322-331.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПУТИ

Шатманов О.Т., Расил К.О., Жанбирев Ж.Г.

Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, г.Бишкек, Кыргызстан
Центрально-Азиатский университет г.Алматы, Республика Казахстан

Введение. В условиях рыночной экономики возрастает роль транспортного фактора в функционировании экономики страны, поскольку основной задачей транспорта является полное своевременное и качественное удовлетворение потребности населения и субъектов экономики в транспортных услугах. Однако с этими функциями транспортная инфраструктура не всегда справляется. Ущерб только промышленному производству в результате несвоевременной доставки грузов составляет миллионы тенге в год, а потери сельскохозяйственной продукции из-за несвоевременного вывоза и порчи - неизмеримо больше [1, 2, 4].

За январь-октябрь 2015 года транспортом Республики Казахстана перевезено 3 025,1 млн. тонн грузов, что на 0,1% выше уровня января-октября 2014 года, грузооборот за этот период составил 418,0 млрд. ткм (уменьшился в сравнении с январем-октябрем 2014 года на 7,4%), перевезено 17 945,9 млн. пассажиров (на 2,8% больше, чем в январе-октябре 2014 года), пассажирооборот составил 209,5 млрд. пкм (увеличился в сравнении с январем-октябрем 2014 года на 2,5%) [3].

В общем объеме перевезенных грузов доля автомобильного транспорта составила 84,97%, железнодорожного – 9,17%, трубопроводного – 5,76%, других видов транспорта (воздушного, внутреннего водного, морского) – 0,10%. В грузообороте доля железнодорожного транспорта составила 46,47%, автомобильного – 30,81%, трубопроводного – 22,38%, других видов транспорта (воздушного, внутреннего водного, морского) – 0,34%.

В пассажирообороте, в связи с дальностью перевозок, доля железной дороги составила 9,09%, воздушного транспорта – 4,58%.

Доходы от перевозки грузов, багажа, грузобагажа железнодорожным транспортом в период с начала года по октябрь 2015 года составили 485295,2 млн. тенге, а доходы от перевозки пассажиров - 76923,8 млн. тенге.

Важным направлением повышения эффективности работы и конкурентоспособности железнодорожного транспорта является обеспечение высокого качества транспортного обслуживания клиентуры расширение рынка транспортных услуг и совершенствование функций управления, и в первую очередь - управления затратами за счет повышение эксплуатационной надежности пути [5,6].

Результаты исследования. Железнодорожный транспорт представляет собой отрасль материального производства, продукция которой не имеет новой вещественной формы. Специфика и сложность перевозочного процесса, необходимость четкого взаимодействия каждого элемента производственного процесса оказывают влияние на состав и структуру эксплуатационных расходов транспорта и придают величине себестоимости перевозок как комплексному показателю особо важное значение [6,7].

Себестоимость является важнейшим обобщающим показателем, характеризующим экономическую сторону деятельности предприятия. В ней отражается качество всей работы - состояние технической оснащенности, степень использования основных средств, повышение производительности труда, внедрение новых прогрессивных технологий, уровень применяемых нормативов затрат всех видов ресурсов, кадровая политика, качество управленческого труда и многие другие характеристики и показатели работы предприятия в целом [8, 9, 10].

Сокращение транспортных затрат является важнейшей современной народнохозяйственной экономической проблемой. В рыночных условиях управление издержками железных дорог зависит не только от внутриотраслевых производственно-экономических показателей, но и от показателей внешней среды, в которой функционирует отрасль и прежде всего, от конъюнктуры транспортного рынка [9].

Эксплуатационные расходы являются важнейшим элементом затрат железнодорожного транспорта в силу высокой трудоемкости, фондоемкости и ремонтоемкости транспортного производства [7], отражающим объем спроса и предложения, уровень цен на перевозки, качество перевозочного процесса и качество транспортного обслуживания; транспортную политику государства в установлении форм собственности, юридическое

регулирование взаимоотношений транспортных предприятий с клиентурой; условия перевозки; состояние налоговой, бюджетной, кредитно-денежной политики [8, 9]. Рационализация эксплуатационных расходов имеет ключевое значение для повышения эффективности работы железнодорожного транспорта [10, 11].

От эксплуатационных расходов напрямую зависят инвестиционные возможности отрасли [12]; уровень финансово-экономической стабильности отрасли и конъюнктуры транспортного рынка [11].

Повышение качества управления затратами на всех уровнях управления требует комплексного подхода, одним из направлений которого является совершенствование методов планирования, анализа и расчета текущих затрат [10].

Решение проблемы сокращения расходов и снижения себестоимости базируется на разработке системы бюджетов в области планирования ресурсов, расходов и финансовых потоков. Поэтому развитие и совершенствование сложного комплекса путевого хозяйства основывается на внедрении современных достижений науки и техники, передового опыта лучших путейских коллективов, разумном использовании зарубежного опыта. Так как в многоотраслевой системе железнодорожного транспорта одно из важнейших мест занимает путевое хозяйство, основные фонды которого составляют свыше 52% основных фондов путевого хозяйства, более 26% приходится на земляное полотно, почти 46% - на верхнее строение пути, около 22% - на искусственные сооружения [13].

Мероприятия по текущему содержанию верхнего строения пути направлены на создание лучших условий взаимодействия пути и подвижного состава. Неровности пути, вызывающие вертикальные и горизонтальные толчки, значительно увеличивают силы воздействия подвижного состава на путь, ускоряют процесс накопления остаточных деформаций. Отсюда вытекают необходимость систематических работ по выправке направления пути в плане и продольном профиле [14, 15, 16].

При ремонте пути, сооружений и устройств должна обеспечиваться безопасность движения и не должен нарушаться график движения поездов. Большие по объему работы по капитальному, среднему и подъёмочному ремонтам пути, сплошной смене рельсов, ремонту тоннелей и мостов и другие, выполняемые с применением тяжелых машин, производятся в периоды специальных «окон», предусматриваемых в графике движения поездов, как правило, в светлое время суток [16,17,18].

Основные путевые работы выполняют с максимальным применением уплотнительных и шпалоподбивочных машин, ускоряющих стабилизацию пути. Работы по ремонту пути организуют так, чтобы после «окна», предоставляемого для их выполнения, и открытия движения состояние пути обеспечивало возможность пропуска поездов со следующими скоростями [17-25]:

- при выполнении комплекса работ на пути с рельсами Р65 и тяжелее с применением выправочно-подбивочных машин и с дополнительной выгрузкой балласта в «окно» после работы этих машин скорость проследования одного двух поездов после «окна» устанавливается 25 км/ч, а последующих поездов не менее 60 км/ч;

- если работы выполняются с применением выправочно-подбивочных машин, но без дополнительной выгрузки балласта, то скорость проследования одного-двух поездов после «окна» устанавливается 15 км/ч, а последующих - 50 км/ч;

- при работах на пути с рельсами Р50 с применением выправочно-подбивочных машин скорость проследования одного-двух поездов после «окна» устанавливается 25 км/ч, а последующих -- 50 км/ч;

- после этого предупреждение отменяется и восстанавливается нормальная скорость, но не более 100 км/ч при капитальном и среднем ремонтах пути к концу рабочего дня;

- при отсутствии выправочно-подбивочных машин в первые один-два поезда по отремонтированному пути пропускаются со скоростью 15 км/ч и последующие в течение 3 ч -- не менее 25 км/ч, после чего скорость устанавливается не менее 50 км/ч при рельсах Р65 и тяжелее и 40 км/ч при рельсах Р50 в легче.

Нормальная скорость движения поездов, но не более 100 км/ч восстанавливается не позднее, чем к концу второго рабочего дня. Скорость более 100 км/ч устанавливается после окончания стабилизации пути (пропуска не менее 350 тыс. т брутто) и личной проверки его состояния начальником дистанции пути. Производство работ на участках пути, оборудованных автоблокировкой или электрической централизацией стрелок, согласовывают с начальником дистанции сигнализации и связи. Для пропуска поезда по месту работ путь должен отвечать следующим требованиям [23,24,29]:

- если поезд пропускается со скоростью 80 км/ч и выше, должны быть поставлены по норме промежуточные и стыковые скрепления, все шпалы и брусья должны быть поставлены на свое место и подбиты, балластная призма по ширине должна быть доведена до установленных размеров.

Отводы при подъеме пути устраивают:

- на участках со скоростями движения поездов до 100 км/ч не круче 0,003;

- от 101 до 120 км/ч -- 0,002; от 121 до 160 км/ч 0,001.
- путь не должен иметь перекосов по уровню и углов в плане;
- если поезд пропускается по месту работ со скоростью менее 80 км/ч, рельсы должны быть прикреплены на каждом конце шпалы (бруса) не менее чем двумя костылями.

На участках с раздельными рельсовыми скреплениями порядок ослабления и закрепления рельсов клеммными болтами устанавливается технологическими процессами, утвержденными МПС [28,29,30]. При этом клеммные болты должны быть закреплены:

- при скорости 60 км/ч -- на каждой второй шпале при скорости не более 40 км/ч;
- на каждой третьей шпале в кривых и на каждой четвертой в прямых;
- при скоростях не более 25 км/ч -- на каждой пятой шпале;
- допускается при разрядке температурных напряжений на раздельных скреплениях при скорости не более 25 км/ч сплошное ослабление клеммных болтов. К концу рабочего дни все клеммные болты должны быть закреплены.

Для установления скоростей движения поездов более 60 км/ч, но не более 100 км/ч путь не должен иметь отступлений по резким односторонним просядкам, перекосам и направлению в плане выше второй степени и общая оценка состояния пути должна быть не ниже удовлетворительной [31,32].

Так как внеплановые задержки поездов в зависимости от эксплуатационной надежности пути (остановка, включающая торможение и разгон, снижение скорости, на основании действующих предупреждений и вынужденная стоянка) и ущерб в результате нарушения графика движения поездов определяется суммой часов простоя поездов в результате нарушения движения по участку, а также ущерба в случае перенаправления движения по кружному направлению. Расчет производится по каждой железной дороге - участнице перевозки и в целом по всем железным дорогам [33,34,35].

Ввиду необходимости учета возникающего ущерба по отдельным видам деятельности расчет ущерба производится по следующим направлениям:

- потери, связанные с увеличением времени нахождения поездов в пути следования;
- потери, связанные с дополнительными остановками поездов;
- потери, связанные с дополнительными пробегами поездов в результате перераспределения поездопотоков;
- потери, связанные с дополнительными пробегами вагонов (для собственника вагонов по отношению к собственнику инфраструктуры);
- потери, связанные с дополнительными пробегами локомотивов в одиночном следовании;
- потери, связанные с дополнительными простоями локомотивов в одиночном следовании.

Ущерб, связанный с увеличением времени нахождения поездов в пути следования, включает две составляющие: вследствие простоя поездов и вследствие ограничения скорости движения поездов.

Расчет реального ущерба, наносимого железнодорожным транспортными происшествиями и иными событиями, производится работниками структурных подразделений и филиалов путем определения размера ущерба, связанного с ущербом от повреждений грузовых и пассажирских вагонов, локомотивов, элементов инфраструктуры, средств связи, затрат на работу восстановительного поезда, ущерба от повреждений и потери груза, от задержек грузов и пассажиров в пути следования, от нанесения вреда здоровью и жизни людей, вовлеченных в транспортные происшествия и иные события. Расчет реального ущерба осуществляется по следующей формуле:

$$W_{\text{ТП}} = W_1 + W_2 + \dots + W_{14} + W_{15} , \quad (1)$$

где $W_{\text{ТП}}$ - ущерб вследствие транспортных происшествий и иных событий;

W_1 - ущерб от повреждений грузовых вагонов;

W_2 - ущерб от повреждений пассажирских вагонов;

W_3 - ущерб от повреждений тягового подвижного состава;

W_4 - ущерб от повреждений пути;

W_5 - ущерб от повреждений контактной сети;

W_6 - ущерб от повреждений устройств автоматики и телемеханики;

W_7 - ущерб от повреждений средств связи;

W_8 - ущерб от повреждений и потери груза;

W_9 - затраты на работу восстановительного поезда;

W_{10} - ущерб от внеплановых задержек и простоя поездов на участках;

W_{11} - ущерб от задержек грузов в пути следования;

W12 - ущерб от задержек пассажиров в пути следования, порчи и потери багажа;

W13 - ущерб от причинения вреда здоровью и жизни людей, вовлеченных в транспортные происшествия и иные события;

W14 - экологический ущерб;

W15 - прочие составляющие ущерба.

Следующий влияющий на эффективность перевозки железнодорожного транспорта - это эксплуатационные расходы, от объема и эффективности использования которой зависит эксплуатационная надежность пути [33]. План эксплуатационных расходов разрабатывается на основе плана перевозок, плана работы подвижного состава, плана по труду и других разделов плана экономического и социального развития. В нем предусматривается обеспечение запланированного объема перевозок необходимым фондом оплаты труда, денежными средствами на материалы, топливо, электроэнергию и другие расходы. Составляется план эксплуатационных расходов по сети в целом, железным дорогам, отделениям дорог и предприятиям.

В настоящее время, при резком сокращении объемов работы на железной дороге, наиболее актуальным вопросом становится сокращение эксплуатационных расходов [31,32,33].

Для решения этого вопроса одной из главных стратегических задач является задача: «проведение радикальных мер по снижению эксплуатационных расходов за счет высвобождения неиспользуемых мощностей, приведение численности работающих в соответствие с выполняемым объемом перевозок, пересмотра нормативов эксплуатационной работы, совершенствование технологических процессов, значительного сокращения ремонтно-эксплуатационных расходов дороги на основе оптимизации парков подвижного состава, обеспечивающих рентабельную работу предприятий и дороги в целом» [32,33].

Эксплуатационные расходы железных дорог состоят из следующих элементов затрат: затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды, расходы на материалы и прочие материальные затраты, топливо, энергию, амортизацию основных фондов, отчисления в ремонтный фонд, прочие затраты.

Для определения влияния на эксплуатационные расходы объемов перевозок, внедрения прогрессивных технологий, новой техники, изменения качественных и объемных характеристик эксплуатационной работы, а также для совершенствования действующей системы планирования и анализа расходов, оценки резервов снижения себестоимости перевозок следует изучать зависимость эксплуатационных расходов от характера и условий работы железных дорог [36,37].

Таблица 1

Связь зависящих эксплуатационных расходов с калькуляционными измерителями

Калькуляционные измерители	Расходы, связанные с измерителем
Вагоно-километры	Вагонное хозяйство: техническое обслуживание, деповской, текущий и капитальный ремонт вагонов; комплексный ремонт автотормозов полувагонов, вагонов-зерновозов, цистерн; осмотр, обслуживание и ремонт оборудования рефрижераторного подвижного состава, капитальный и деповской ремонт рефрижераторного подвижного состава; перестановка вагонов с одной колеи на иные; ремонт грузовых вагонов со сменой колесных пар Хозяйство грузовой и коммерческой работы: техническое обслуживание, плановый, текущий, капитальный ремонт контейнеров; проверка правильности крепления и погрузки грузов; обслуживание вагонов с живностью Также при пассажирских перевозках расходы пассажирского хозяйства по деповскому, текущему и капитальному ремонту пассажирских вагонов
Вагоно-часы	Вагонное хозяйство: амортизация рефрижераторного подвижного состава, вагонов. Хозяйство грузовой и коммерческой работы: амортизация контейнеров Пассажирское хозяйство: амортизация пассажирских вагонов
Бригадо-часы поездных бригад	Хозяйство перевозок: сопровождение частично-хозяйственных и сборных поездов кондукторскими бригадами
Локомотиво-километры	Локомотивное хозяйство: экипировка, смазка поездных локомотивов; текущий и капитальный ремонт, техническое обслуживание локомотивов; в межремонтный период ремонт по устранению отказов

	Хозяйство электрификации и электроснабжения: технический и капитальный ремонт контактных сетей и линий электропередач (частично), техническое обслуживание; амортизация линий электропередач и контактной сети (частично)
Локомотиво-часы	Локомотивное хозяйство: амортизация поездных локомотивов.
Бригадо-часы локомотивных бригад	Локомотивное хозяйство: содержание локомотивных бригад
Грузовые отправки	Хозяйство грузовой и коммерческой работы: подготовка контейнеров и вагонов к перевозке; : перегрузка грузов с одной колеи на иную; обслуживание вагонов с живностью; прием к отправлению и выдача грузов; погрузочно-разгрузочные операции для предприятий основной ЖД деятельности; содержание весовых приборов и весов; специальные операции с контейнерами, грузовыми и мелкими отправками; расходы, которые связаны с оказанием клиентуре услуг; Вагонное хозяйство: подготовка цистерн под налив; промывка крытых и изотермических вагонов; приспособление для специальных перевозок грузовых вагонов; при подготовке их под погрузку текущий ремонт порожних вагонов; текущий ремонт и техническое обслуживание рефрижераторного подвижного состава (частично) А также содержание технологических центров по грузовым перевозкам
Тонно-километры брутто вагонов и локомотивов	Хозяйство пути: Текущее содержание постоянных устройств и пути, амортизация и отчисления в резерв на капитальный ремонт верхнего строения пути в части расходов по главным путям, одиночная смена материалов верхнего строения пути Хозяйство сигнализации и связи: техобслуживание электрической централизации стрелок
Маневровые локомотиво-часы	Локомотивное хозяйство: экипировка маневровых локомотивов, работа локомотивов на маневрах; в межремонтные периоды устранение отказов маневровых локомотивов, техническое обслуживание, капитальный и текущий ремонт локомотивов, амортизация локомотивов Хозяйство перевозок: расходы по содержанию станционного штата, который занят маневровой работой Хозяйство пути: расходы на текущее содержание по станционным путям, по одиночной смене материалов верхнего строения пути, капремонт и амортизация верхнего строения пути подъездных и станционных путей Хозяйство сигнализации и связи: расходы по техобслуживанию устройств механизированных горок и по электрической централизации стрелок (частично)
Вагоно-часы в движении	Пассажи́рское хозяйство: расходы на обслуживание пассажирских поездов, снабжение постельным бельем, их экипировка, снабжение инвентарем, содержание оборудования и инвентаря, ремонт и дезинфекция постельных принадлежностей, стирка.
Отправленные пассажиры	Пассажи́рское хозяйство: прием и выдача багажа, продажа билетов, затраты, которые связаны с оказанием услуг пассажирам
Секции-километры	Локомотивное хозяйство: устранение отказов в межремонтные периоды, смазка, техническое обслуживание, затраты на капитальный ремонт дизель и электропоездов, их обслуживание и уборка, текущий ремонт, экипировка дизель-поездов. Хозяйство электрификации и электроснабжения: техническое обслуживание, капитальный и текущий ремонты контактной сети и линий электропередач и их амортизация (частично)
Бригадо-часы электросекций и дизель-поездов	Локомотивное хозяйство: содержание локомотивных бригад в дизель и электропоездах.
Секции-часы	Локомотивное хозяйство: амортизационные отчисления по дизель и электропоездам.

1 килограмм условного топлива (1 кВт-час электроэнергии)	Локомотивное хозяйство: расходы топлива (электроэнергии) на тягу поездов.
--	---

На железнодорожном транспорте в целом, на железных дорогах и их отделениях под себестоимостью перевозок понимают эксплуатационные расходы, условно приходящиеся на 10 т-км. При этом 1 т-км приравнивается к 1 пассажиро-км. Исчисляют также отдельно себестоимость 10 т-км и 10 пассажиро-км [31].

Необходимо иметь в виду, что при определении себестоимости перевозок, а также производительности труда и доходной ставки по сети в целом и железным дорогам принимаются к расчету тарифные тонно-километры, а по отделениям дорог - эксплуатационные тонно-километры.

Плановая себестоимость перевозок является исходным моментом при установлении цен на транспорте тарифов на перевозки. При финансировании отраслевых линейных предприятий по расчетным ценам себестоимость видов работ служит основой этих цен.

При составлении планов и отчетов по эксплуатационной деятельности сети, железных дорог и отделений дорог определяют себестоимость 10 приведенных тонно-километров, делением общей суммы эксплуатационных расходов на сумму тарифных для сети и железных дорог, а также эксплуатационных для отделений дорог тонно-километров и пассажиро-километров.

Расчет себестоимости перевозок на железнодорожном транспорте значительно сложнее, чем расчет продукции в других отраслях народного хозяйства. Это объясняется особенностями, присущими транспорту как отрасли материального производства, и сложностью его технологического процесса. Расчет себестоимости перевозок методом расходных ставок производится в два этапа [38,39].

На первом этапе расчета определяются расходные ставки. Для этого зависящее от размеров движения расходы дороги (по отдельным статьям номенклатуры расходов) делят на ряд групп, каждая из которых связывается с определенным измерителем. Делением расходов каждой группы на среднedorожный уровень измерителя получают расходную ставку.

На втором этапе для конкретных условий эксплуатации рассчитывают калькуляционные измерители на заданный объем работы (обычно на 1000 ткм нетто); суммированием произведений соответствующих измерителей на расходные ставки определяют зависящие расходы. Установленным процентом к зависящим расходам находят условно-постоянные расходы. Сумма зависящих и условно-постоянных расходов дает общие расходы на заданный объем работы (на 1000 ткм).

Расчет расходной ставки. Исходные данные для решения задачи приведены в Табл.2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета расходной ставки на «вагоно-час»

Показатель	Вариант М
Стоимость вагона Цв, тенге.	5000
Нормы амортизационных отчислений, %	
На реновацию (восстановление) кв	3,5
На капитальный ремонт и модернизацию, qr	4,4
Стоимость деповского ремонта вагонов Цр, тенге.	1275
Отношение времени простоя вагона в ремонтах к общему сроку его службы jрем	0,021

По условиям задания на измеритель «вагоно-час» относятся расходы на деповский ремонт и амортизацию грузовых вагонов. Значения остальных расходных ставок даны в Табл.3.

Таблица 3

Расходные ставки, тенге

Измеритель	Условное обозначение	Вариант 6
Вагоно-километр	ens	2,11
Вагоно-час	enh	17,68
Локомотиво-километр	ems	164
Локомотиво-час	eMN	969
Бригадо-час локомотивных бригад	eNH	2425
Бригадо-час поездных бригад	eNh	750
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов	epлбр	0,064
Расход электроэнергии, 1 кВт*ч	eA	-

Расход топлива, 1 кг	eB	25,5
Маневровый локомотиво-час	eMНм	4800,0
Грузовые отправки	eo	853,5

Расчет затрат измерителей на 1000 ткм нетто. Исходные данные для расчета затрат измерителей по вариантам приведены в Табл.3.

Таблица 3

Показатели эксплуатационной работы по родам грузов

Показатели	Вариант 6
Средняя динамическая нагрузка груженого вагона Р, т/вагон (вариант 7)	47,0
Отношение порожнего пробега к груженому пробегу, С1	0,34
Среднесуточный пробег вагона, Sv, км/сут	221
Масса тары вагона qt, т/вагон	21,2
Масса поезда брутто Qбр, т	2790
Отношение вспомогательного пробега локомотивов к пробегу во главе поездов, С2	0,17
Участковая скорость движения грузового локомотива Vуч, км/ч	34,3
Коэффициент, учитывающий дополнительное время работы локомотивных бригад, k	1,50
Коэффициент, учитывающий дополнительное время работы кондукторов, k1	1,35
Доля пробега сборных поездов в общем пробеге грузовых поездов, С3	0,054
Участковая скорость движения сборных поездов, км/ч	23,0
Отношение линейного вспомогательного пробега локомотивов к пробегу во главе поездов, Сл	0,13
Среднесуточный пробег локомотива, Сл, км/сут.	517
Затрата маневровых локомотиво-часов на 1 000 вагоно-км, Зм	0,180
Масса локомотива Рл, т	258
Норма расхода электроэнергии на 10 000 ткм брутто, а, кВт*ч	-
Норма расхода топлива на 10 000 ткм брутто, b, кг	49
Средняя дальность перевозки грузов, Lгр, км	770
Средний вес отправки, d, т	50,0
Доля грузов, отправляемых с данной дороги, j	0,42

Расходные ставки на соответствующие измерители приведены в Табл.3, а расходная ставка на измеритель «Вагоно-час» принимается по расчетам.

Условно-постоянные расходы принимаются в размере 84,2%.

Расчет себестоимости перевозок осуществить с точностью до трех знаков после запятой и свести в Табл.4.

Таблица 4

Расчет себестоимости перевозок методом расходных ставок

Измеритель	Расходная ставка, тенге	Затрата измерителя	Расходы на 1000 ткм нетто, тенге.Гр.3*гр.2
Вагоно-километр	2,11	28,511	60,16
Вагоно-час	17,68	3,096	54,735
Локомотиво-километр	164,0	0,673	110,37
Локомотиво-час	969,0	0,03	30,02
Бригадо-час локомотивных бригад	2425,0	0,028	67,90
Бригадо-час поездных бригад	750	0,002	1,500
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов	0,064	1772,069	113,41
Расход электроэнергии, 1 кВт*ч	-	-	-
Расход топлива, 1 кг	25,5	7,862	200,48
Маневровый локомотиво-час	4800,0	0,014	67,2
Грузовые отправки	170,7	0,011	9,39

И т о г о расходов, зависящих от размеров движения	715,19		-
И т о г о условно-постоянных расходов	$715,19 * 0,842 = 530,67$		-
Себестоимость 10 ткм нетто	$715,19 + 530,67 = 1245,86$		

Определение влияния на себестоимость перевозок при увеличении объема перевозок на 10%. Изменение грузооборота в условиях стабильной пропускной способности железных дорог и неизменных качественных показателей использования подвижного состава вызывает изменение и эксплуатационных расходов. Часть расходов, зависящих от размеров движения, изменяется пропорционально грузообороту, а другая часть - условно-постоянные расходы - остается неизменной. Себестоимость же в части зависящих расходов при изменении грузооборота остается постоянной, в части условно-постоянных расходов - изменяется обратно пропорционально грузообороту. Так, себестоимость 10 приведенных ткм, рассчитанная по таблице 5, составляет 1245,86 тенге, а удельный вес зависящих расходов - 52%, тогда часть себестоимости, состоящая из зависящих расходов, равна:

$$1245,86 \times 0,52 = 647,85 \text{ тенге.}$$

А в части условно-постоянных расходов:

$$1245,86 - 647,85 = 598,015 \text{ тенге.}$$

При увеличении грузооборота на 10% себестоимость составит:

$$647,85 + 598,015 / (1 + 0,1) = 1191,495 \text{ тенге.}$$

Или снизится на:

$$(1245,86 - 1191,495) \times 100 / 1245,86 = 4,36\%.$$

При увеличении грузооборота на 10% наблюдается снижение затрат на 4,36%.

Обеспечение эксплуатационной надежности пути влияет на повышение основных качественных показателей использования подвижного состава и на себестоимость перевозок.

Основными показателями использования подвижного состава, влияющими на себестоимость перевозок грузов, являются нагрузка груженого вагона, масса грузового поезда брутто, доля порожнего пробега к груженому, участковая скорость движения поездов. Существенное влияние также оказывает дальность перевозок грузов.

Влияние качественных показателей использования подвижного состава на эксплуатационные расходы и себестоимость имеет комплексный характер, поскольку изменение каждого из них отражается на уровне ряда других.

На условном примере определим, как изменяются эксплуатационные расходы и себестоимость перевозок:

-при увеличении динамической нагрузки груженого вагона на 5%;

-при снижении коэффициентов порожнего пробега вагонов к груженому на 15%.

Условно-постоянные расходы принимаются на уровне, полученном в задании 1, поскольку изменение качественных показателей происходит в условиях неизменных размеров движения.

$$P = 47,0 \times 1,05 = 49,35 \text{ т/вагон.}$$

$$C = 0,34 \times (1 - 0,15) = 0,289.$$

Расчет себестоимости перевозок осуществить с точностью до трех знаков после запятой и свести в Табл.5.

Таблица 5

Расчет себестоимости перевозок методом расходных ставок

Измеритель	Расходная ставка, тенге	Затрата измерителя	Расходы на 1000 ткм нетто, тенге.Гр.3*гр.2
Вагоно-километр	2,11	26,120	55,115
Вагоно-час	17,68	2,837	50,16
Локомотиво-километр	164,0	0,652	106,93
Локомотиво-час	969,0	0,029	28,1
Бригадо-час локомотивных бригад	2425,0	0,028	67,90
Бригадо-час поездных бригад	750	0,002	1,500
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов	0,064	1716,132	109,83
Расход электроэнергии, 1 кВт*ч	-	-	-

Расход топливо, 1 кг	25,5	7,613	194,13
Маневровый локомотиво-час	4800,0	0,013	62,40
Грузовые отправки	853,5	0,011	9,39
И т о г о расходов, зависящих от размеров движения	685,455		-
И т о г о условно-постоянных расходов	530,67		-
Себестоимость 10 ткм нетто	1216,125		

При сравнении старой и новой себестоимости, оказывается, что увеличение показателей динамической нагрузки и уменьшении коэффициентов отношения порожнего пробега к груженому пробегу при прежних постоянных расходах, приводит к снижению себестоимости. Если быть точным, то изменение качественных показателей снижает себестоимость на

$$(1245,86 - 1216,125) * 100 / 1245,86 = 2,387\%.$$

В современных условиях развития значению себестоимости продукции и усилению роли этого показателя в оценке деятельности и стимулировании работы коллективов предприятия необходимо уделять особое внимание [36].

Поэтому в настоящее время в практической работе решается большое количество технико-экономических задач по повышению эксплуатационную надежности пути, за счет улучшению отдельных технологических процессов, оптимальной загрузке отдельных направлений перевозок, определению эффективности автоматизации управления транспортом в режиме реального времени.

Вывод. Исследованы методические подходы к оценке взаимосвязи эксплуатационных расходов железных дорог по отдельным видам деятельности с объемом перевозок и эксплуатационной надежности пути.

Высокоэффективная система железнодорожного пути и его технического обслуживания, включающая надежный мониторинг состояния пути и систему информационного обеспечения путевого хозяйства, не могут качественно функционировать в современных условиях развития значению себестоимости перевозки и усилению роли этого показателя в оценке деятельности, поэтому на повышение эксплуатационной надежности пути необходимо уделять особое внимание.

Список литературы

1. Жангаскин К.К., Кобдинов М.А., Мустапаева А.Д. «Глобализация мировой экономики и её влияние на формирование транспортных потоков направлением Азия-Европа». Ваш ТрансКурьер, 2005, №4.
2. Жакыпбек Л. Транспортное обеспечение таможенно-тарифного регулирования.- АльПари, № 1, 2006.
3. Исингарин, Н.К. Железные дороги Казахстана. Перемены.- Алматы, 2006.- 936с
4. Агентство по статистике Республики Казахстан. Астана -2015
5. Исингарин Н.К. Транспорт и логистика: кластер «Степной транзит». Магистраль, 2005, №9.
6. Казахстанская модель социально- экономического развития: научные основы построения и реализации/Под ред. М.Б. Кенжегузина.- Алматы: ИЭ МОН РК, 2005.- 368с.
7. Номенклатура расходов по основной деятельности железных дорог. Российская федерация - МПС РФ, М., 1998г.
8. Временная инструкция по калькулированию себестоимости перевозок на железнодорожном транспорте - МПС РФ, М., 1996г.
9. Н.Г. Смехова. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Себестоимость железнодорожных перевозок» - МИИТ, 1995г.
10. А.М. Шульга, Н.Г. Смехова. Себестоимость железнодорожных перевозок. - М. Транспорт, 1985г
11. Б.А. Волков, В. Я. Шульгин “Экономика железнодорожного строительства и путевого хозяйства” - М.,
12. “Отраслевая единая тарифная ставка по оплате труда и приказ МПС №24 от 15.12.97” М.,1997
13. Экономика железнодорожного транспорта / под ред. Е.Д. Ханукова. - М.: Транспорт, 1979.
14. Типовая инструкция по охране труда для монтеров пути: ТОЦР - 32 - ЦП - 720 - 2000 Министерство путей сообщения РФ: Введение 29.121.97 - М., 1999
15. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ: ЦД -790/Министерство путей сообщения РФ - М.,2000

16. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов и при производстве путевых работ: Издательство “Транспорт” М., 1997
17. Инструкция по сигнализации на железных дорогах РФ: ЦРБ - 757/Министерство путей сообщения РФ - М., 2000
18. В.Т. Семенов, П.М. Романов, В.Б. Каменский “Типовые технические обусловленные нормы времени на работу по техническому содержанию пути” М., 1998
19. В.И. Тихомиров “Содержание и ремонт железнодорожного пути”.
20. “ТТОВ” на работу по текущему содержанию пути - М., 1998
21. З.Л. Крейнис, Н.П. Коршикова “Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути” Министерство путей сообщения РФ - М., 2001
22. Малеев А.И., Степаненко В.К., Переселенков Г.С., Петров Б.Г., Орлов Г.Г., Стенякин Д.В., Квачев Д.А., Камаева М.Г. Строительство земляного полотна подъездного пути Чара Чина // Транспортное строительство. -2000. - № 2. - С. 2 - 7.
23. Алексеева С.В. Выбор оптимальных параметров реконструкции плана железных дорог при введении скоростного движения пассажирских поездов: Дисс. канд. техн. наук. М., 1997. - 123 с.
24. Анисимов В.А. Оптимизация трассы железной дороги на участках напряженных ходов: Дисс.канд. техн. наук. -М., 1982. 137 с.
25. Анисимов Вл.А. Принятие решений по увеличению мощности железнодорожного направления с учетом надежности функционирования его элементов: Дисс. канд. техн. наук. Хабаровск, 1993. - 215 с.
26. Переселенков Г.С. Научное обоснование технических решений инженерной защиты линейных транспортных сооружений // Транспортное строительство. 2000. - № 1. - С.4 - 5.
27. Подвербный В.А. Выбор варианта железной дороги на основе критерия нечеткой полезности // Транспортное строительство. 2000. - № 7. - С. 10 - 13.
28. Подвербный В.А. Выбор варианта направления железной дороги по критерию нечеткой полезности // Вестник МИИТа: Научно-технический журнал. М.: МИИТ. - 2000. - Вып. 3. - С. 3 - 9.
29. Подвербный В.А. Выбор варианта проектного решения как задача экспертной классификации // Транспортные проблемы Сибирского региона: Сб. науч. тр. молодых ученых. Иркутск: ИрИИТ, 2001. - С. 16 - 21.
30. Подвербный В.А. Выбор варианта проектного решения с учетом критерия ресурсосбережения // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Труды третьей научно-практической конференции. М.: МИИТ. - 2000. - Часть X. - С. 12 - 13.
31. Подвербный В.А. Выбор проектного решения в нечеткой среде на основе индексов ранжирования // Ж.-д. транспорт. Серия «Строительство. Проектирование»: ЭИ / ЦНИИТЭИ МПС. 2000. - Вып. 2 - 3. - С. 34-47.
32. Подвербный В.А. Выбор проектного решения на основе стохастического доминирования // Вестник МИИТа: Научно-технический журнал. М.: МИИТ. - 2000. - Вып. 4. - С. 47 - 52.
33. Номенклатура расходов по основной деятельности железных дорог. Российская федерация - МПС РФ, М., 1998г.
34. Временная инструкция по калькулированию себестоимости перевозок на железнодорожном транспорте - МПС РФ, М., 1996г.
35. Белов А.Г. Совершенствование экономического обоснования вариантов развития сети железных дорог // Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. В.М.Лисенкова. М.: МИИТ, 1989. - Вып. 826: Актуальные научные решения транспортных задач. - С.3 - 14.
36. Белов И.В. Основы теории производительных сил железнодорожных транспортных систем // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта: Тезисы докладов первой международной научно-технической конференции. М.: МИИТ, 1994. - Часть 33.
37. Воробьев Э.В., Лаптев В.А. К вопросу об оценке эффективности ресурсосберегающих технологий // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Труды третьей научно-практической конференции. М.: МИИТ, 2000. - Часть VI. - С.5 - 6.
38. Лонин А.Ю. Управление инвестициями на железных дорогах // Современные проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте: Труды III научно-практической конференции (международная). -М.: МИИТ. 2001. - Часть IV. - С.35.
39. Свинцов Е.С., Суровцев А.Б. Экономическая оценка показателей оферт // Транспортное строительство. 2000. - № 8. - С. 23 - 24.

НЕОБХОДИМОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕАКТИВНОСТИ ТУРБИННОЙ СТУПЕНИ

Юртаев А.А., Юртаев А.А., Сазонов Т.В.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

Российский водный транспорт обеспечивает сообщение между регионами нашей страны, зачастую безальтернативное, своевременное и полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках. Современная и конкурентоспособная система водного транспорта – залог успешного развития экономики регионов и государства в целом.

Необходимыми условиями успешного развития морского и речного флота, а также многих других видов транспорта в значительной мере связаны с повышением эффективности и надежности двигателей. Это относится и к турбинам. Современное состояние этой области народного хозяйства требует совершенствования проточной части турбин, и в первую очередь сопел сопловых аппаратов и каналов рабочих колес.

Проблема создания высокоэффективных двигателей представляет собой задачу повышенной актуальности [3], особенно в условиях роста цен на энергоресурсы. В значительной мере эта проблема относится к маломощным турбинам. Их применяют в судостроении как вспомогательные двигатели [6]. Турбины подобного типа используют в составе системы жизнеобеспечения автономных аппаратов, применяемых в авиации и космонавтике, в мобильных электростанциях. То есть там, где необходима высокая мобильность и низкие массогабаритные показатели при ограниченном расходе газа или пара. При использовании традиционных турбин ограниченный расход газа приводит к необходимости применять частичный выпуск, КПД турбинного привода при этом существенно снижается. А ведь для морской транспортной энергетики эффективность турбин, влияющих на эффективность теплового цикла энергоустановки определяет важнейший показатель – автономность аппарата.

Коэффициент полезного действия любой турбины зависит от того насколько правильно выполнена конфигурация проточной части сопел сопловых аппаратов и межлопаточных каналов рабочих колес. Неверная оценка газодинамических характеристик газа за сопловым аппаратом [1] влечет за собой ошибочное профилирование их каналов, что значительно уменьшает эффективность турбинной ступени [5].

Работа турбин, применяемых на судах и в судоремонтной промышленности характерна многообразием режимов. В этом отношении с ними могут сравниться только турбины для наземных транспортных средств.

Определение правильной конфигурации проточной части турбины с учетом характеристик газа не возможен без знания характеристик турбины на номинальном и на переменных режимах работы [2].

При неизменных начальных параметрах газа и параметрах на выходе из ступени изменение статического давления в зазоре между сопловым аппаратом и рабочим колесом приводит к несоответствию расходов газа в различных сечениях [4], рассматриваемых по радиусу рабочего колеса, межлопаточных каналах. Кроме этого необходимо избегать условий работы, вызывающих отрицательную реактивность. В корневом сечении степень реактивности должна равняться нулю или быть положительной.

В связи с вышесказанным, исследования, направленные на разработку математической модели, отражающей изменение параметров газа в зазоре между сопловым аппаратом и рабочим колесом крайне необходима и должна соответствовать требуемому уровню описания процесса.

При исследованиях необходимо использовать комплексный подход с привлечением методов из других отраслей науки, например, акустические методы, применяемые в медицине [7, 8].

Работа выполняется под руководством к.т.н., доц. Фершалова Ю.Я.

Список литературы

1. Алексеев Г.В., Фершалов М.Ю., Фершалов Ю.Я. Оптимизация параметров сопловых аппаратов осевых малорасходных турбин // В книге: Актуальные направления в механике сплошных сред Конференция-семинар. 2012. С. 7-8.
2. Морозова Н.Т., Попович В.В. Проектирование рабочих колес судовых центробежных турбонасосов // В сборнике: Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2014. С. 109-110.
3. Сендеров С.М. Модельно-индикативный подход к оценке уровня энергетической безопасности страны при различных вариантах развития энергетики // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2005. № 4. С. 3-9.

4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011
5. Фершалов М.Ю. Многофакторный анализ степени реактивности судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2014
6. Химич В.Л., Кузнецов Ю.П. О методе оперативной оценки изменений параметров газотурбинного двигателя, работающего в условиях загрязненной среды // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 244.
7. Dyachenko A.I., Shulagin Y.A., Osipova A.A., Mikhailovskaya A.N., Popova Y.A., Korenbaum V.I., Kiryanova E.V., Kostiv A.E., Shin S.N., Pochekutova I.A., Mokerova E.S. Influence of modified gas mixtures on the acoustic parameters of human forced exhalation // Human Physiology. 2012. Т. 38. № 1. С. 77-83.
8. Korenbaum V.I., Nuzhdenko A.V., Tagiltsev A.A., Kostiv A.E. Investigation into transmission of complex sound signals in the human respiratory system // Acoustical Physics. 2010. Т. 56. № 4. С. 568-575.

ОЦЕНКА УГЛА ВЫХОДА ПОТОКА ИЗ РАБОЧЕГО КОЛЕСА СВЕРХЗВУКОВЫХ МИКРОТУРБИН

Семенihin А.А., Юртаев А.А., Сазонов Т.В.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

В настоящее время, когда угроза энергетической безопасности объектов народного хозяйства стоит как никогда остро, работы, связанные с разработкой и совершенствованием мобильных турбогенераторов, обладают повышенной актуальностью [1,2].

При проектировании многоступенчатых турбин встает вопрос об определении угла выхода потока из рабочего колеса турбины. Это необходимо для оптимального профилирования направляющего аппарата следующей ступени турбины [4, 5,7].

Характер истечения потока рабочего тела из рабочей решетки аналогичен истечению из сопловой решетки. В работе [4] исследовано влияние числа Маха на угол выхода потока из суживающейся решетки (Рисунок 1). Однако, в случае с рабочим колесом необходимо учитывать явления, связанные с вращением. В косом срезе происходит увеличение скорости потока до сверхзвуковой и одновременно отклонение потока, которое рекомендуется определять по формуле Бэра [4].

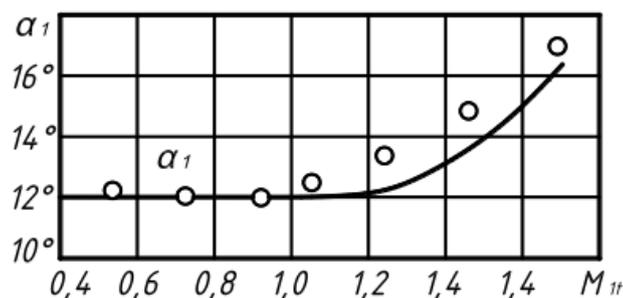


Рис.1. Угол выхода потока из суживающейся решетки в зависимости от числа Маха (о – опытные данные, - расчетные данные)

В работе [5] были представлены результаты исследования влияния числа Маха на угол выхода рабочего тела из вращающегося рабочего колеса микротурбины при сверхзвуковом течении (Рисунок 2).

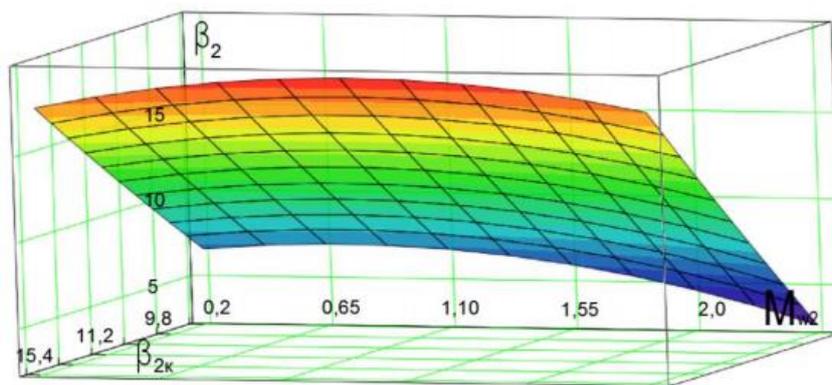


Рис.2. Зависимость угла выхода потока рабочего тела из рабочего колеса микротурбины в зависимости от числа Маха и конструктивного угла входа рабочего колеса

При малых числах Маха влияние конструктивного угла на угол выхода потока не выявлено. Это можно объяснить тем, что число Маха влияет на расширительную способность косога среза, из-за чего при малых его значениях определяющее воздействие на угол выхода потока оказывают кромки колеса с осевым выходом, расположенного за рабочим колесом экспериментальной установки (колесо с осевым выходом имитировало присутствие направляющего аппарата многоступенчатой турбины). При увеличении числа Маха происходит рост угла выхода потока, что является следствием расширения потока в косом срезе, который отклоняет поток относительно оси канала (Рисунок 2). В результате угол выхода рабочего тела из канала рабочего колеса оказывается больше угла выходного сечения.

Для количественной оценки угла выхода потока из рабочего колеса сверхзвуковой микротурбины необходимо воспользоваться методикой, представленной в работе [6]. Экспериментальная проверка результатов, полученных по методике, возможна на экспериментальной установке для исследования малоразмерных турбинных ступеней [3].

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента Фершалова А.Ю.

Список литературы

1. Воропай Н.И., Клименко С.М., Криворуцкий Л.Д., Пяткова Н.И., Сендеров С.М., Славин Г.Б., Чельцов М.Б. О сущности и основных проблемах энергетической безопасности России // Известия Российской академии наук. Энергетика. 1996. № 3. С. 38.
2. Воропай Н.И., Сендеров С.М., Рабчук В.И. Стратегические угрозы энергетической безопасности России // ЭКО. 2006. № 12. С. 42-58.
3. Кузнецов Ю.П., Чуваков А.Б. Экспериментальная установка для исследования малоразмерных турбинных ступеней // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. С. 54.
4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
5. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
6. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.
7. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V. Results of the study rotor wheels supersonic microturbines with a large angle of rotation of the flow // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 752-753. С. 884-889.

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Шатманов О.Т., Расил К.О., Жанбирев Ж.Г.

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта
и архитектуры им. Н. Исанова, г. Бишкек, Кыргызстан
Центрально-Азиатский университет г. Алматы, Республика Казахстан

Введение. Железнодорожный транспорт представляет собой упорядоченную совокупность объектов, которые взаимодействуют друг с другом, обеспечивая функционирование транспортной отрасли как единого целого, как системы, реализующей перевозочный процесс, поездную работу. Поэтому техническая и технологическая возможность осуществления перевозки - способность магистральных железнодорожных путей и отдельных пунктов по осуществлению безопасного движения, беспрепятственного пропуска, приема, переработки и отправления поездов является главной задачей системы.

Результаты исследования. К сожалению, только за 9 месяцев 2012 года количество нарушений безопасности движения на железнодорожном транспорте Казахстана выросло на 16 %, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. В 2012 году в результате проверок 1565 юридических и физических лиц, осуществляющих деятельность на железнодорожном транспорте, выявлено более 27 000 случаев нарушений требований законодательства Казахстана и нормативно-правовых актов, регламентирующих деятельность железнодорожного транспорта. По данным ведомства, основными причинами нарушений безопасности движения являются отцепка вагонов по причине течи груза – 94 (против 86 в 2011 году), дорожно-транспортные происшествия – 30 (против 21 в 2011 году), неблагоприятные погодные условия – 22 (против 5 в 2011 году) и другие. Особо стоит отметить увеличение случаев наезда на людей - 101 (против 81 случая в 2011 году).

Для устранения нарушений только за 2012 год, отставлены от эксплуатации 329 локомотивов, 2872 вагона, закрыто 259 стрелочных переводов на станциях и мосты, находящиеся в аварийном состоянии.

По данным министерства на 16 сентября 2015 года машинисты поездов в Республики Казахстана стали реже нарушать правила железнодорожного движения. С начала текущего года запрещена эксплуатация 241 единицы подвижного состава. Из них 26 - локомотивы, 215 – вагоны. Закрыты 168 станционных, подъездных путей и стрелочных переводов. Таковы результаты контрольно-надзорной деятельности в сфере железнодорожного транспорта. Отмечается, что в целом динамика по безопасности движения положительная. Общее число нарушений правил безопасности в сравнении с прошлым годом уменьшилось на 44 случая или на 9,3 процента. Меньше нарушений и в сфере контроля на водном транспорте. Здесь также наблюдается снижение показателей аварийности с судами по сравнению с аналогичным периодом прошлого года с 11 до 5 случаев. В сфере автомобильного транспорта за 8 месяцев 2015 года поступления по сборам за проезд автотранспортных средств составил 2,5 миллиарда тенге. Выявлено свыше девяти тысяч нарушений транспортного законодательства

По данным пресс-службы министерства, территориальным органам транспортного контроля на железнодорожном транспорте было поручено усилить взаимодействие с заинтересованными государственными органами, хозяйствующими субъектами, а также повысить качество проводимых проверок хозяйствующих субъектов на железнодорожном транспорте в части ремонта и содержания объектов магистральной инфраструктуры, сооружений, подвижного состава.

Одним из основных условий эффективной организации управления данной системой является четко налаженное взаимодействие и взаимосвязь всех технологических процессов в режиме реального времени. Системы реального времени – это параллельные системы с временными ограничениями [1-5]. Они широко распространены в системе железнодорожного транспорта. На Рисунке 1 представлен условный участок дороги, где планируется пропустить в разные направления несколько различного вида пассажирского и грузового подвижного состава. Термин «система реального времени» обычно относится к системе в целом, включающей приложение реального времени, операционную систему реального времени и подсистему ввода/вывода реального времени.

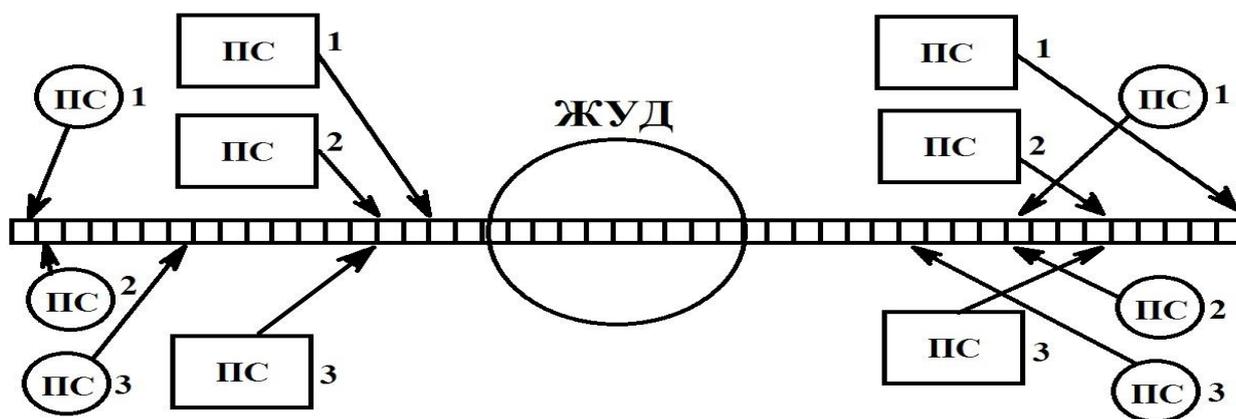


Рис. 1. Система условного участка железной дороги реального времени

Система реального времени на любом участке железной дороги обязана отреагировать на событие в пределах установленного временного интервала, в противном случае возможен аварийный отказ, поэтому она должна соответствовать на системы с жесткими временными ограничениями. Для систем со слабыми ограничениями выход за пределы допустимого интервала считается нежелательным, но все же не катастрофическим явлением.

С другой стороны, обслуживающие службы и организации инфраструктуры участка железной дороги располагают ограниченными возможностями удовлетворения спроса на обслуживание. Поэтому особо остро стоит проблема качества обслуживания и повышение пропускной способности участка железной дороги.

В настоящее время в документах и публикациях с различной тематикой встречаются слова о требовании, поддержке и т.д. «работы в режиме реального времени» или просто «реального времени» [5-11].

Каноническое определение системы реального времени дано Дональдом Гиллиесом и выглядит так: «Системой реального времени является такая система, корректность функционирования которой определяется не только корректностью выполнения вычислений, но и временем, в которое получен требуемый результат. Если требования по времени не выполняются, то считается, что произошел отказ системы» [12.13]. Другие добавляют: «Поэтому необходимо, чтобы было гарантировано выполнение требований по времени. Гарантия выполнения требований по времени необходима, чтобы поведение системы было предсказуемо. Также желательно, чтобы система обеспечивала высокую степень использования ресурсов, чтобы удовлетворять требованиям по времени с минимальными затратами» [14.15].

В теории планирования в реальном времени рассматриваются вопросы приоритетного планирования параллельных задач с жесткими временными ограничениями. В частности, она позволяет предсказать, будет ли группа задач, для каждой из которых потребление ресурсов участка железной дороги (УЖД) известно, удовлетворять этим ограничениям.

По мере своего развития теория планирования в реальном времени применялась к все более сложным задачам, в числе которых планирование независимых периодических задач, планирование в ситуации, когда есть и периодические, и аperiodические (асинхронные) задачи, а также планирование задач, требующих синхронизации [16-19].

Изначально алгоритмы планирования в реальном времени разрабатывались для независимых периодических задач, то есть таких периодических задач, которые не взаимодействуют друг с другом и, следовательно, не нуждаются в синхронизации. С тех пор было проведено множество теоретических исследований, результаты которых теперь можно применять к практическим задачам. [20.21, 25].

Периодическая задача характеризуется периодом T (частота запуска) и временем выполнения C (время УЖД, необходимое для проезда и завершения одного поезда или одной заявки). Коэффициент использования УЖД для нее равен

$$U = \frac{C}{T}$$

Задача называется планируемой, если она удовлетворяет всем временным ограничениям, то есть ее исполнение завершается до истечения периода. Группа задач именуется планируемой, когда планируемой является каждая входящая в нее задача [22,23].

Если дано множество независимых периодических задач, то алгоритм монотонных частот назначает каждой задаче фиксированный приоритет, вычисляемый на основе ее периода: чем короче период, тем выше приоритет. Рассмотрим задачи t_a , t_b и t_c с периодами 10, 20 и 30 соответственно. Наивысший приоритет будет назначен задаче t_a с самым коротким периодом, средний приоритет – задаче t_b а самый низкий – задаче t_c , период которой максимален.

Пользуясь теорией планирования, можно показать, что группа независимых периодических задач всегда удовлетворяет временным ограничениям при условии, что сумма отношений C/T по всем задачам меньше некоторого граничного значения.

Теорема о верхней границе коэффициента использования УЖД гласит [24,25]:

Множество из независимых периодических задач, планируемых согласно алгоритму монотонных частот, всегда удовлетворяет временным ограничениям, если

$$\frac{C_1}{T_1} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \leq n(2^{1/n} - 1) = U(n) \quad (1)$$

где C_i и T_i – время выполнения и период задачи t_i соответственно.

Верхняя граница $U(n)$ стремится к 69% ($\ln 2$), когда число задач стремится к бесконечности. Это оценка для худшего случая, но, как показано в работе [26, 27], для случайно выбранной группы задач вероятная верхняя граница равна 88%. Если периоды задач гармоничны (являются кратными друг другу), то верхняя граница оказывается еще выше.

Достоинство алгоритма монотонных частот заключается в том, что он сохраняет устойчивость в условиях краткосрочной перегрузки. Другими словами, подмножество всего множества задач, состоящее из задач с наивысшими приоритетами (то есть наименьшими интервалами движения поездов), все еще будет удовлетворять временным ограничениям, если система в течение короткого промежутка времени подвергается сверхрасчетной нагрузке. Задачи с низкими приоритетами по мере повышения загрузки исследуемого участка железной дороги могут эпизодически выполняться дольше положенного времени.

Применим теорему о верхней границе коэффициента использования к трем задачам со следующими характеристиками (время всюду выражено в минутах):

- 1) Задача t_1 : $C_1 = 20$; $T_1 = 100$; $U_1 = 0,2$.
- 2) Задача t_2 : $C_2 = 30$; $T_2 = 150$; $U_2 = 0,2$.
- 3) Задача t_3 : $C_3 = 60$; $T_3 = 200$; $U_3 = 0,3$.

Предполагается, что накладные расходы на контекстное переключение, происходящее один раз в начале и один раз в конце выполнения задачи, содержатся в оценке времени УЖД.

Полный коэффициент использования УЖД для всех трех задач равен 0,7, что ниже, чем величина 0,779, которую дает теорема о верхней границе. Таким образом, эти задачи будут удовлетворять временным ограничениям.

Но попробуем изменить характеристики третьей задачи:

- 3) Задача t_3 : $C_3 = 90$; $T_3 = 200$; $U_3 = 0,45$.

Теперь полный коэффициент использования УЖД равен 0,85, то есть выше, чем 0,779. Следовательно, теорема о верхней границе не дает гарантии, что задачи смогут удовлетворить временным ограничениям.

Учитывая, что теорема о верхней границе дает пессимистическую оценку, мы можем проверить, является ли задача t_3 планируемой, посредством более точной теоремы о времени завершения.

Если для некоторого множества задач полный коэффициент использования больше, чем требует теорема о верхней границе, то можно прибегнуть к помощи теоремы о времени завершения [27], которая дает более достоверный критерий. Она позволяет точно определить, является ли данное множество независимых периодических задач планируемым. В этой теореме предполагается худший случай, когда все периодические задачи готовы к исполнению одновременно. Если в указанных условиях выполнение задачи завершается до истечения ее первого периода, то она всегда будет удовлетворять временным ограничениям [28-30]. Таким образом, теорема о времени завершения проверяет, способна ли каждая задача завершиться до истечения своего первого периода.

Теорема о времени завершения гласит, если имеется такое множество независимых периодических задач, в котором каждая задача успевает завершиться вовремя в случае, когда все задачи запускаются одновременно, то все задачи смогут завершиться вовремя при любой комбинации моментов запуска.

Чтобы убедиться в выполнении условий теоремы, необходимо проверить момент завершения первого периода для данной задачи t_i , а также моменты завершения периодов всех задач с более высоким приоритетом. Согласно алгоритму монотонных частот, периоды подобных задач будут меньше, чем для задачи t_i . Эти периоды называются точками планирования. Задача t один раз займет УЖД на время C_i в течение своего периода T_i . Но

более приоритетные задачи будут выполняться чаще и могут, по крайней мере, один раз вытеснить t_1 . Поэтому нужно учесть также время УЖД, затраченное на более приоритетные задачи.

Теорема о времени завершения графически представляется с помощью временной диаграммы, на которой показана упорядоченная по времени последовательность выполнения группы задач. Рассмотрим три приведенные выше задачи со следующими характеристиками:

- 1) Задача t_1 : $C_1 = 20$; $T_1 = 100$; $U_1 = 0,2$.
- 2) Задача t_2 : $C_2 = 30$; $T_2 = 150$; $U_2 = 0,2$.
- 3) Задача t_3 : $C_3 = 90$; $T_3 = 200$; $U_3 = 0,45$.

Их выполнение показано на временной диаграмме, показанной на Рисунке 2. В методе СОМЕТ временная диаграмма – это диаграмма последовательности с временными метками. Затемненные участки обозначают интервалы времени, в течение которых пропускается один подвижной состав. Поскольку в приведенном УЖД в каждый момент времени выполняется только одна заявка.

В худшем случае, когда все три заявки готовы к работе одновременно, первой запускается t_1 , так как у нее самый короткий период и, значит, самый высокий приоритет. Она завершается по прошествии 20 мин, после чего в течение 30 мин исполняется задача t_2 а затем t_3 . В конце первой точки планирования $T_1 = 100$, что соответствует сроку завершения t_1 ; t_1 уже завершена и, следовательно, удовлетворяет временным ограничениям. Задача t_2 также завершила работу задолго до срока, а задача t_3 потратила 50 мин из необходимых 90.

В начале второго периода T_2 задача t_3 вытесняется задачей t_1 . Проработав 20 мин, t_1 завершается и уступает УЖД задаче t_3 . Задача t_3 выполняется до конца периода T_2 (150 мин), который соответствует второй точке планирования, определяемой сроком завершения t_2 .

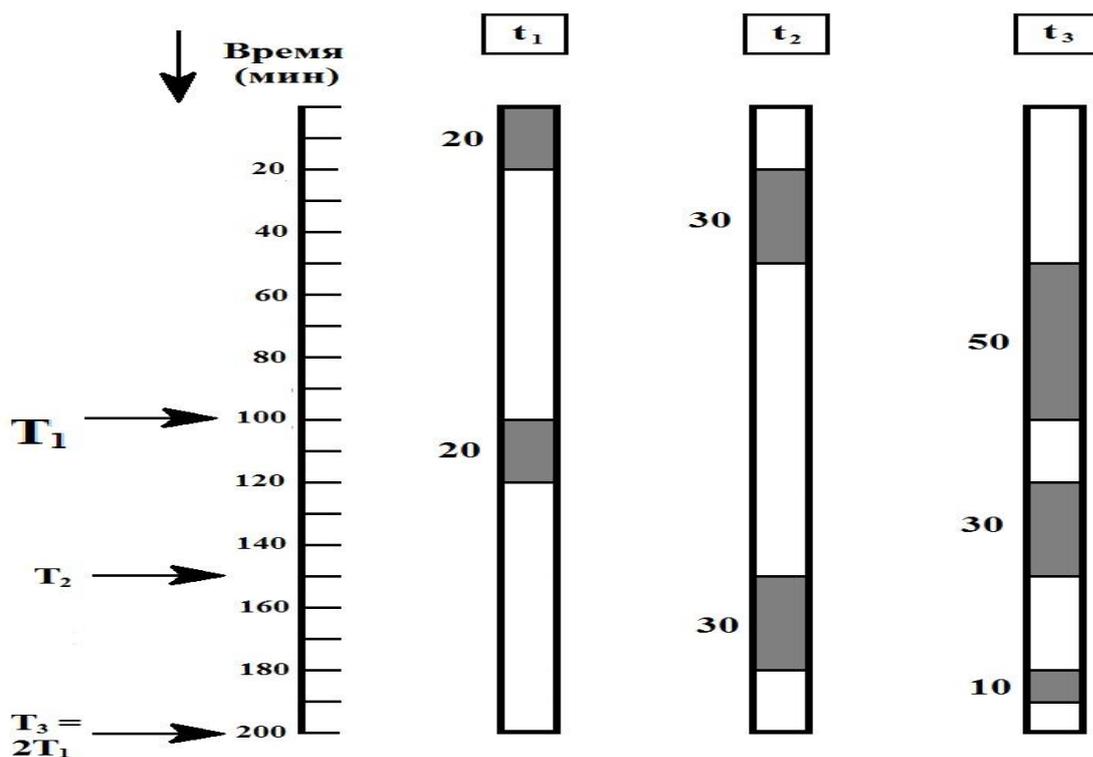


Рис.2. Временная диаграмма (диаграмма последовательности с временными метками)

Поскольку t_2 завершилась до момента T_1 (меньшего, чем T_2), то она уложилась в отведенный для нее срок. В этот момент t_3 использовала 80 мин из необходимых 90.

В начале второго периода задачи t_2 она вытесняет задачу t_3 . Проработав 30 мин, t_2 завершается и возвращает УЖД задаче t_3 . Задача t_3 исполняется еще 10 мин, и в этот момент заканчиваются ее 90 мин, то есть она успела завершиться до истечения своего срока. На Рисунке 2 изображена третья точка планирования, которая расположена в конце второго периода t_1 ($2T_1 = 200$) и одновременно в конце первого периода t_3 ($T_3 = 200$). Из рисунка видно, что каждая задача завершает исполнение до конца своего первого периода, так что все вместе они удовлетворяют временным ограничениям.

На Рисунке 2 показано, что УЖД простаивает 10 мин перед началом третьего периода t_1 (этот момент совпадает с началом второго периода t_3). Отметим, что на протяжении интервала длительностью 200 мин УЖД работал 190 мин, то есть задействовался на 95%, хотя полный коэффициент использования равен 0,85. По истечении времени, равного наименьшему общему кратному трех периодов (для данного примера 600 мин) средний коэффициент использования оказывается равным 0,85.

Рассмотрим применение данной теоремы к трем задачам, показанным на Рисунке 2. Временная диаграмма – это графическое представление вычислений, выполняемых в этой теореме. Снова обратимся к худшему случаю, когда все три задачи одновременно готовы к выполнению. Из теоремы вытекает неравенство для первой точки планирования $T_1 = 100$:

$$\begin{aligned} C_1 + C_2 + C_3 &< T_1; \\ 20 + 30 + 90 &> 100; \\ p &= 1, k = 1. \end{aligned} \quad (2)$$

Чтобы это неравенство удовлетворялось, все три задачи должны завершиться на протяжении первого периода T_1 задачи t_1 . Это не так: прежде чем задача t_3 успевает завершиться, ее вытесняет задача t_1 в начале своего второго периода.

Теорема дает также неравенство для второй точки планирования $T_2 = 150$:

$$\begin{aligned} 2C_1 + C_2 + C_3 &\leq T_2; \\ 40 + 30 + 90 &> 100; \\ p &= 1, k = 2. \end{aligned} \quad (3)$$

Чтобы полученное неравенство удовлетворялось, задача t_1 должна завершиться дважды, а задачи t_2 и t_3 – по одному разу на протяжении периода T_2 задачи t_2 . И это не так, поскольку задача t_3 вытесняется задачей t_2 в начале второго периода T_2 .

Неравенство для третьей точки планирования, которая находится в конце второго периода t_1 ($2T_1 = 200$) и одновременно в конце первого периода t_3 ($T_3 = 200$), выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} 2C_1 + 2C_2 + C_3 &\leq 2T_1 = T_3; \\ 40 + 60 + 90 &< 200; \\ p &= 2, k = 1 \text{ или } p = 1, k = 3. \end{aligned} \quad (4)$$

На этот раз неравенство верно, так что все три задачи успевают выполниться в срок. Коль скоро они удовлетворяют временным ограничениям хотя бы в одной точке планирования, вся группа является планируемой.

Чтобы определить, удовлетворяет ли эквивалентная задача временным ограничениям, нужно применить теоремы из теории планирования в реальном времени – в частности, рассмотреть вытеснение высокоприоритетными задачами, блокировку низкоприоритетными задачами и время выполнения эквивалентной задачи.

Иногда задачи, участвующие в обработке последовательности событий, нельзя заменить одной эквивалентной задачей. Например, это невозможно, если одна из задач встречается в нескольких последовательных задачах или если исполнение эквивалентной задачи с тем же приоритетом будет препятствовать своевременному завершению других задач. В таких случаях задачи следует анализировать по отдельности и назначать им различные приоритеты. При решении вопроса о том, смогут ли задачи в цепочке событий удовлетворить временным ограничениям, необходимо учитывать вытеснение и блокировку для каждой задачи в отдельности, но не менее важно рассчитать, завершатся ли в срок все задачи в последовательности.

Полное время, которое УЖД расходует на эти четыре задачи (C_b), равно сумме времен выполнения каждой задачи и времени, необходимого для межзадачных коммуникаций, плюс затраты на контекстное переключение:

$$C_b = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + 4C_x. \quad (5)$$

Предположим, что затраты на межзадачные коммуникации C_m постоянны. Тогда C_3 , C_5 и C_7 равны C_m , так что полное время выполнения составит

$$C_b = C_1 + C_2 + C_4 + C_6 + C_8 + 3C_m + 4C_x. \quad (6)$$

Поэтому пропускная способность участков рассчитывается перед разработкой графика движения для того, чтобы сравнить её с потребными размерами движения. Сначала рассчитывается пропускная способность при параллельном графике движения, затем, при непараллельном с учётом съёма грузовых поездов поездами других категорий. Расчёт производится по ограничивающему перегону. Пропускная способность при непараллельном графике сравнивается с заданными размерами грузового движения, чтобы выяснить, может ли освоить участок требуемые размеры грузового движения, для чего рассчитывают станционных и межпоездных интервалов. Так как пропускная способность железнодорожной линии называется максимальное число поездов или пар поездов установленной массы и длины, которое может быть пропущено по данной линии в единицу времени при имеющейся технической оснащённости, принятом типе графика и заданном количестве пассажирских поездов [7,18].

В системе железной дороги станционные и межпоездные интервалы являются основными элементами графика движения поездов. Рассчитываются они после утверждения размеров пассажирского и грузового движения, норм массы и длины поездов и допустимых скоростей движения на перегонах и станциях. Минимальные значения станционных интервалов определяются условиями безопасности движения, временем, необходимым для выполнения операций по приёму, отправлению и пропуску поездов через станцию, разъезд или обгонный пункт. Виды интервалов, которые рассчитываются перед разработкой графика движения, зависят от типа графика на каждом участке. Величина интервалов зависит от длины станционных элементов и от того, в какую зависимость включены на станциях стрелки и сигналы [10, 21].

Хотя каждая задача в системе, как правило, выполняет какую-либо отдельную функцию, часто возникает необходимость в согласованности или синхронизации действий, выполняемых различными задачами. Такая синхронизация необходима, если функции, выполняемые различными задачами, связаны друг с другом. Например, если одна задача подготавливает исходные данные для другой, то последняя не выполняется до тех пор, пока не получит от первой задачи соответствующего сообщения. Одна из вариаций в этом случае – это когда задача при определенных условиях порождает одну или несколько новых задач.

Межпоездной интервал – это минимальное время, которым разграничиваются поезда при следовании один за другим по перегонам, определяются для каждого раздельного пункта, имеющего путевое развитие относительно расчётной оси этого пункта или парка путей. Поэтому трудно переоценить важность правильной организации взаимодействия различных задач при доступе к общим ресурсам. Так как станционными интервалами обеспечивается безопасность движения, исключая остановки поездов у входных сигналов и замедления их при входе на станцию. Станционные и межпоездные интервалы пересчитывают при изменении путевого развития, технического оснащения раздельных пунктов и допустимых скоростей движения поездов.

Интервал одновременного прибытия – это минимальное время от момента прибытия поезда на раздельный пункт до момента прибытия или проследования через этот раздельный пункт поезда встречного направления.

$L_{п}$ – длина поезда (м)

$L_{в}$ – расстояние восприятия сигнала (м)

$L_{вх}$ – расстояние входа на станцию (м)

$L_{просл}$ – расстояние проследования (м)

Скорость входа на станцию – 65 (км/ч)

$$L_{просл} = L_{п} + L_{в} + L_{вх} \quad (7)$$

Таблица 1

График расчета интервала при одновременного прибытия поездов

№	Операции	Продолжит. операций (мин)	Время (мин)			
			1	2	3	4
1	Переговоры ДСП о движении поездов	0,2				
2	Контроль прибытия поезда	0,1				
3	Приготовление маршрута проследования поезда № 01	$0,05 \times 4 = 0,2$				
4	Открытие входного и выходного сигналов поезду № 01	$0,05 \times 2 = 0,1$				
5	Проследование поездом 2002 расстояние проследования					
	Общая продолжительность	2,5				

Продолжительность интервалов округляется до целого числа в большую сторону. Интервал одновременного прибытия составил 3 мин.

Интервал скрещения – это минимальное время от момента прибытия или проследования поезда через раздельный пункт до момента отправления на тот же перегон поезда встречного направления.

Таблица 2

График расчёта интервала при скрещении

№	Операции	Продолжит. операций (мин)	Время (мин)			
			1	2	3	4
1	Переговоры ДСП о движении поездов	0,2				
2	Контроль прибытия поезда	0,1				
3	Приготовление маршрута проследования поезда № 02	$0,05 \times 3 = 0,15$				
4	Открытие выходного сигналов поезду № 02	0,5				
5	Восприятие сигнала машинистом и отправление поезда № 02	0,05				
	Общая продолжительность	1,0				

Интервал скрещения составил 1 мин.

Расчёт интервала попутного следования для участка

$$L_{\text{просл}} = L_{\text{п}} + L_{\text{в}} + L_{\text{вх}}/2 \quad (8)$$

Таблица 3

График расчёта интервала при попутного следования

№	Операции	Продолжит. операций (мин)	Время (мин)			
			1	2	3	4
1	Контроль следования поезда №01 станции “с”	0,5				
2	Переговоры ДСП	0,2				
3	Приготовление маршрута проследования поезда № 02	0,2				
4	Открытие входного сигналов поезду № 02	0,1				
5	Восприятие сигнала машинистом	0,05				
	Проследование поезда № 02	3,0				
	Общая продолжительность					

Интервал попутного следования составил 3 мин.

Расчёт интервала между поездами в пакете для участка при движении попутных поездов на зелёный огонь.

Длина блок-участков: $L = 2500$ (м);

$L = 2100$ (м);

$L = 1960$ (м).

Средняя скорость движения - 70 (км/ч).

Длина поезда - 850 (м).

$$L_{\text{пр}} = l + L + L + L + l = 425 + 2500 + 2100 + 1960 + 425 = 5875 \text{ (м)} \quad (9)$$

$$T = 5 \text{ (мин)} \quad (10)$$

Чтобы определить время интервала между поездами, необходимо также принять во внимание другие задачи, которые способны выполняться, пока система обрабатывает внешнее событие для повышения пропускную способность УЖД. Так как пропускная способность железной дороги определяется по её элементам: перегонам, станциям, устройствам электроснабжения, средствам связи по движению поездов, устройствам локомотивного и вагонного хозяйства и т.д.

Различают понятия наличной, проектной и потребной пропускной способности. Наличная ($W_{\text{н}}$) – это пропускная способность, которая может быть реализована при существующей технической оснащённости линии.

Потребная (W_{Π}) – это пропускная способность, которая должна быть обеспечена при заданных размерах пассажирского и грузового движения с резервом, определённом на направлении. Проектная ($W_{\Pi P}$) – это та пропускная способность, которая может быть достигнута при осуществлении реконструктивных мер по условиям технической оснащённости.

Главная задача УЖД обеспечить равенство, т.е.

$$(W_H) = (W_{\Pi}) + (W_{\Pi P}) \quad (11)$$

Вывод. Для повышения пропускную способность участка железнодорожной дороги, в зависимости от технических и технологических возможностей магистральной железнодорожной сети, подвижного состава и способов организации движения поездов с учетом пропуска поездов различных категорий, можно использовать теории планирования в реальном времени.

Список литературы

1. Майк Богтс, Уэнди Богтс. UML и Rational Rose [Пер. с англ.] М.: ДМК Пресс, 2008. 395 с.
2. Фольмут Х.Й. Инструменты контроллинга от А до Я [Пер. с нем.] / Под ред. и с предисл. М.Л.Лукашевича и Е.Н.Тихоненковой. М.: Финансы и статистика, 1998.
3. Компьютеризированные интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении / Альперович Т.А., Барабанов В.В., Давыдов А.Н., Сергеев С.Н., Судов Е.В., Черпаков Б.И. М.: ВИМИ, 1999. 512 с.
4. Барчуков А.В., Леонтьев Р.Г. Методика имитационного моделирования долгосрочных капитальных вложений на железнодорожном транспорте // ВИНТИ. Транспорт: Наука, техника, управление. 2001. № 8. С. 5-10.
5. Интегрированные системы управления технических средств транспорта / Амбросовский В.М., Белый О.В., Скороходов Д.А., Турусов С.Н. СПб.: Элмор, 1998. 288 с.
6. Телегин С.А. Учет неопределенности информации при принятии управленческих решений в путевом хозяйстве // Экономика железных дорог. 2002. №8. С. 71-78.
7. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.
8. Левицкая Л.П. Определение операционной среды принятия и реализации управленческого решения на основе моделирования ситуации // Экономика железных дорог. 2002. № 1. С. 21-32.
9. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1997.
10. Гома Хасан. UML Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений. [Пер. с англ.] М.: ДМК Пресс. 704 с.
11. Боровикова М.С. Организация движения на железнодорожном транспорте. М.: Маршрут, 2003. 368 с.
12. Белова А.Г. Вопросы управления железнодорожным транспортом в период реформирования // Экономика железных дорог. 2002. № 1. С. 10-18.
13. Мачерет Д.А. Проблемы экономического анализа и планирования на железнодорожном транспорте // Экономика железных дорог. 2002. № 11. С. 37-43.
14. Дмитров В.И. К вопросу о создании компьютеризированных интегрированных логистических систем // Информационные технологии. 1995. № 1. С. 8-10.
15. Долгов А.П., Козлов В.К., Уваров С.Л. Логистический менеджмент фирмы: концепция, методы и модели. - СПб.: Биз- нес-Пресса, 2005.
16. Евгеньев Г.Б. Системология инженерных знаний. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
17. Емельянов В.В., Ястовский СМ. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов. Язык РДО. - М.: АНВИК, 1998.
18. Имитационное моделирование производственных систем /Под ред. А.А. Вавилова. - М.: Машиностроение, 1983.
19. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации сложной Исследование потоков экономической информации / Под ред. Н.П. Федоренко. - М.: Наука, 1968.
20. Инютина К.В. Совершенствование планирования и организация материально-технического снабжения производственных объединений. - Л.: Машиностроение, 1986.
21. Абрамов А.А. Моделирование информационных процессов в системе управления промышленного предприятия. — М.: Изд-во МАИ, 1997.

22. Барчуков А.В., Леонтьев Р.Г. Методика имитационного моделирования долгосрочных капитальных вложений на железнодорожном транспорте // ВИНТИ. Транспорт: Наука, техника, управление. 2001. - № 8. - С. 5-10.
23. Багриновский К.А. Научно-технический сектор экономики России: состояние и особенности развития. — М.: ЦЭМИ РАН, 2001.
24. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / Под ред. В.С. Лукинского. - СПб.: Питер, 2004.
25. Becker Jochen. Marketing - Konzeption. Grundlagen des strategischen Marketing -Managements. B., Verperserte und ergänzte Auflage. 1993. XIV, 715 Seiten - ISBN 3-8006-1749-8.
26. Becker Jorg. Strategisches Vertriebs - controllig. 1994. VIII. 362 Seiten. - ISBN 38006-1745-5.
27. Gunther Thomas. Erfolg durch strategisches Contollig? 1991. XVI. 419 Seiten. ISBN 3-800601543-6.
28. Horvath Peter: Controlling - 6 vollst, uberarb. Aufl. - München: Vahlen, 1996.
29. Hezmans Arnold, Wibmeiez Urban Kilian. Internationales Marketing - Management. 1995. VII, 516 Seiten - ISBN 3-8006-1283-6.
30. Trommsdorff, Volker. Strategische Marktforschung und Innovationfmarketing. 1996. 350 Seiten - ISBN 3-8006-1343-3.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ РЕАКТИВНОСТИ СТУПЕНИ МИКРОТУРБИНЫ

Ибрагимов Д.И., Ильинский Ю.Ю.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

Автономные необитаемые аппараты представляют собой особый вид морской техники. На сегодняшний день их используют для широкого круга научных, исследовательских и прикладных задач, связанных с освоением Мирового океана, решения задач, связанных с экологией и прогнозированием климата, контроля биоресурсной базы, разработкой подводных месторождений полезных ископаемых, сейсмоземлетрясением и т.п.

Создание автономных энергетических аппаратов с высоким уровнем энергопотребления (50 кВт и более) становится все более насущной задачей не только в транспортной энергетике [2, 6], но и для обеспечения необходимого уровня энергетической безопасности населения при непредвиденных обстоятельствах не только в России, но и за рубежом [7].

Решения этих задач обусловлены выбором типа энергетической установки и способом доставки ее в заданный район.

В качестве энергетической установки при столь высоком энергопотреблении наиболее приемлемым становится турбинный двигатель, с помощью которого теплота, заключенная в топливе, преобразуется в газотурбинной установке в электрическую энергию. Актуальность исследований в области турбин с относительно небольшими мощностями состоит в том, что увеличение их количества, при необходимости, позволяет наращивать агрегатную мощность до необходимого значения.

В связи с тем, что часто в качестве технического решения выступают новые конструкции турбин или их элементов [1] до сих пор нет универсальной модели для нахождения их характеристик. Поэтому работы в области разработок математических моделей для подобных турбинных ступеней в настоящее время очень актуальны.

В связи с невозможностью в настоящее время численно рассчитывать параметры рабочего тела в области, ограниченной сопловым аппаратом и рабочим колесом необходимо проведение экспериментальных исследований [5]. В результате должна быть разработана математическая модель регрессионного типа в виде полинома второго порядка. Факторы, входящие в предлагаемую модель, необходимо проверить на отсутствие линейной зависимости между независимыми переменными (факторами) регрессионной модели.

Порядок обработки экспериментальных данных необходимо производить по принципам, изложенным в [3]. Затем, разработанная модель должна быть проверена на адекватность результатам проведенного эксперимента и на значимость входящих в нее коэффициентов.

На начальном этапе разработки модели проверялись включенные в модель факторы на отсутствие мультиколлинеарности.

Для проверки качества модели необходимо выполнить проверку ее адекватности экспериментальным данным, которая должна подтвердить непротиворечивость проверяемого вида модели имеющимся исходным данным либо отвергнуть обсуждаемую гипотетическую форму зависимости как не соответствующую этим данным.

Проверку можно осуществить по критерию Фишера. Если вычисленное значение критерия Фишера окажется меньше табличной величины (для определенных уровня значимости и числа степеней свободы), то результаты, полученные по регрессионной модели, адекватны результатам, полученным экспериментально (методика обработки приведена в работе [4]).

В результате правильной обработки экспериментальных данных появляется возможность разработать регрессионную математическую модель для расчета степени реактивности, основанную на нелинейном регрессионном анализе. Модель позволит находить значение давления в области проведенных исследований и позволит использовать ее при проектировании или доводке турбин.

Работа выполняется под руководством к.т.н., доц. Фершалова Ю.Я.

Список литературы

1. Акуленко В.М., Фершалов Ю.Я. Новая конструкция сопловых аппаратов осевых малорасходных турбин // Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития. 2012. № 5. С. 154-158.
2. Морозова Н.Т. Современные проблемы проектирования турбоприводов в составе энергетических установок // В сборнике: Актуальные проблемы создания и эксплуатации тепловых двигателей в условиях Дальневосточного региона России материалы Международной научно-технической конференции "Двигатели 2013". под редакцией В.А. Лашко. 2013. С. 260-263.
3. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // В сборнике: Неделя Науки СПбГПУ Материалы научно-практической конференции с международным участием. Институт энергетики и транспортных систем. 2014. С. 61-63.
4. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
5. Фершалов М.Ю. Многофакторный анализ степени реактивности судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2014.
6. Шапиевская В.А., Гольцев А.А., Денискин Ю.И., Макаренко А.В. Обеспечение качества аэрокосмической техники на основе быстрого прототипирования // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. 2013. № 7. С. 34-39.
7. Senderov S.M. Energy security of the largest Asia pacific countries: main trends // International Journal of Energy Technology and Policy. 2012. Т. 1. № 1. С. 1-6.

РОЛЬ И МЕСТО ТУРБИН В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Юртаев А.А.

Дальневосточный федеральный университет, РФ, г.Владивосток

Двигателестроение является стратегической отраслью экономики России и занимает исключительно важное положение в промышленности, в том числе и судостроительной [7]. В составе судовых энергетических установок используют двигатели внутреннего сгорания и турбины. Кроме того, современные двигатели внутреннего сгорания работают с принудительным наддувом воздуха [5], который обеспечивается компрессорами, приводными двигателями которых являются турбины.

И турбины и ДВС имеют свои преимущества и недостатки. Основными преимуществами турбин являются: высокая экономичность; большие агрегатные мощности при малых массе и габаритах [8]; приспособленность к автоматизации; высокая надежность; простота тепловой и кинематической схемы; простота конструкции и обслуживания; высокая технологичность; возможность агрегатного ремонта; простота транспортировки и легкость монтажа; минимальные объемы вредных выбросов в окружающую среду; высокая маневренность и скорость набора нагрузки; большинство турбин обладают способностью к кратковременной перегрузке, что позволяет их использование при угрозе энергетической безопасности различного уровня [6]. Кроме того, в последние годы имеются значительные достижения, как в области аэродинамики турбомашин, так и в разработке жаропрочных сталей и сплавов. Это позволяет выполнять турбины с относительно малыми размерами при необходимой мощности с приемлемым уровнем эффективности [9]. Успехи аэродинамики и металлургии позволили поднять

тепловую экономичность турбин до необходимого уровня и создать предпосылки для их внедрения в различные области народного хозяйства.

В ДВФУ на кафедре Судовой энергетики и автоматики Инженерной школы проводятся работы в области исследования турбин малой мощности.

В работе [3] нашло свое подтверждение целесообразность широкого применения турбин относительно малой мощности при проектировании и эксплуатации неавтономных турбоприводов на базе синтеза высокоэффективных маломощных турбин различных кинематических схем. Это стало возможным благодаря разработанному автором [4] методу согласования параметров неавтономного турбопривода с гидравлическими характеристиками подводящих систем.

Не смотря на успехи в области исследования проточной части газовых турбин, в области микротурбин продолжают исследования. Предполагается использования достижений акустических методов, применяемых ранее для исследований в других областях, в частности в медицине [1, 2].

Экспериментальные исследования необходимо выполнять на комплексных экспериментальных установках. Это позволит проводить раздельное исследование газодинамических характеристик рабочего газа при выходе его из сопел сопловых аппаратов (перед рабочим колесом) и за рабочим колесом непосредственно в условиях работающей турбинной ступени. Это позволит получать результаты с низкой погрешностью измерений.

Работа выполняется под руководством к.т.н., доц. Фершалова Ю.Я.

Список литературы

1. Дьяченко А.И., Коренбаум В.И., Шулагин Ю.А., Осипова А.А., Михайловская А.Н., Попова Ю.А., Кирьянова Е.В., Костив А.Е., Мокерова Е.С., Шин С.Н., Почкутова И.А. Влияние измененных газовых сред на акустические параметры форсированного выдоха человека // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 1. С. 92.
2. Коренбаум В.И., Нужденко А.В., Тагильцев А.А., Костив А.Е. Исследование прохождения сложных звуковых сигналов в дыхательной системе человека // Акустический журнал. 2010. Т. 56. № 4. С. 537-544.
3. Кузнецов Ю.П. Создание неавтономных турбоприводов на базе синтеза высокоэффективных микротурбин различных кинематических схем // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1995.
4. Кузнецов Ю.П. Согласование параметров пневматического двигателя с гидравлическими характеристиками воздухоподводящего рукава при проектировании ручных пневматических машин // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2010. № 2 (81). С. 193-201.
5. Морозова Н.Т. Современные проблемы проектирования турбоприводов в составе энергетических установок // В сборнике: Актуальные проблемы создания и эксплуатации тепловых двигателей в условиях Дальневосточного региона России материалы Международной научно-технической конференции "Двигатели 2013". под редакцией В.А. Лашко. 2013. С. 260-263.
6. Сендеров С.М. Методология и практика исследования проблем энергетической безопасности России с выделением роли газовой отрасли // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Институт систем энергетики Сибирского отделения РАН. Иркутск, 2008.
7. Фершалов М.Ю. Многофакторный анализ степени реактивности судовых осевых малорасходных турбин // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2014.
8. Фершалов А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток, 2011.
9. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V. Results of the study rotor wheels supersonic microturbines with a large angle of rotation of the flow // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 752-753. С. 884-889.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ

Кузин Е.В.

Научные руководители: Акилин В.И., Галкин В.И.
ФГБОУ ВПО «МАТИ - Российский государственный технологический
университет имени К.Э. Циолковского», РФ, г.Москва

Интенсивное развитие микромеханических датчиков благодаря таким их преимуществам как: миниатюрность, низкое энергопотребление, высокая надежность и ресурсоемкость, позволили разработать высоконадежный измеритель угловых скоростей для систем управления летательных аппаратов.

Одними из важнейших параметров данного прибора являются его динамические характеристики. С целью подтверждения соответствия разработанного измерителя ТЗ, было проведено исследование амплитудно-фазовых частотных характеристик. Исследование прибора проводилось на автоматизированном рабочем месте, на базе высокоточного одноосного поворотного стола.

Методика исследования АФЧХ предполагает проведение ряда испытаний прибора на поворотном столе и анализ полученных данных об угловых скоростях гироскопов прибора по трем осям и датчика угловой скорости поворотного стола. Данные измерителя передаются по протоколу ARINC-429 в специальный адаптер, установленный в персональном компьютере на рабочем месте. Поворотный стол выводит данные в виде аналогового сигнала, который поступает на плату АЦП, также установленную в ПК.

Основной проблемой при экспериментальном определении амплитудно-фазовых частотных характеристик прибора является необходимость синхронизации получаемых данных в процессе испытаний, а также выполнение последующей обработки. Для решения данной задачи было разработано специализированное программное обеспечение. Данное ПО выполняет следующие задачи: управление работой поворотного стола, прием данных по двум каналам и их синхронизация; запись полученных данных, их обработка, представление в виде графиков. Программа разработана на языке C++ с использованием инструментария Qt.

Экспериментальное определение АФЧХ измерителя параметров движения проводилось на полосе пропускания 5 Гц – 40 Гц. Испытание проводилось в несколько этапов. Для ряда частот из указанного диапазона программой определялась величина фазового запаздывания и затухания амплитуды. Полученные данные представлялись в виде графика АФЧХ. Для подтверждения соответствия параметров исследуемого прибора ТЗ определялось фазовое запаздывание на частоте 5 Гц и величина затухания амплитуды на частоте 40 Гц.

Разработанное программное обеспечение позволяет экспериментально определять амплитудно-фазовые частотные характеристики микромеханического измерителя параметров движения в соответствии с методикой.

СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕСЪЕМНЫХ ОПАЛУБОК ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

¹Прокопьева А.Ю., ²Рязанова Г.Н

¹магистрант

²к. т. н., доцент

СГАСУ, РФ, г.Самара

Построенные в России здания практически в 2 раза тяжелее своих зарубежных аналогов [1]. Причиной избыточного веса и высокой стоимости домов является использование для возведения вертикальных несущих и ограждающих конструкций тяжелых материалов (кирпич или железобетон), что увеличивает капитальные вложения в производственную базу до 60% из-за необходимости возведения более мощных фундаментов [3]. Увеличение стоимости энергетических ресурсов привело к тому, что сложившиеся решения не соответствуют современным требованиям к эффективности зданий по срокам возведения, конструкционной мобильности, акустическим свойствам, теплопроводности и ряду других. Современные экономические и технологические требования в строительстве заключаются в том, что новое здание должно обладать пониженной материалоемкостью при высоких строительно-технических свойствах. Заграничная практика строительства почти полностью перешла от зданий с продольными и поперечными несущими стенами к зданиям каркасного типа. При использовании каркасной схемы возведения зданий материалоемкость снижается за счет рационального выбора применяемых материалов. Конструкционные бетоны используют для возведения колонн, перекрытий, диафрагм жесткости и т. п., а несущие ограждающие конструкции выполняют в несъемной опалубке.

После укладки монолитного бетона и окончания последующих процессов несъемная опалубка остается в теле забетонированной конструкции и работает в ней как одно целое. Опалубка в данном случае является не только формообразующей и архитектурно оформляющей системой, но и защищает поверхность от агрессивных атмосферных воздействий, увеличивает прочностные характеристики конструкции, улучшает режим твердения бетона. Арматурные выпуски в виде змейки и сама внутренняя поверхность панели неровная, шероховатая, приводят к улучшению контакта с укладываемым бетоном. Применение несъемной опалубки ведет к уменьшению денежных вложений и сокращает продолжительность строительства за счет исключения распалубливания конструкций и затрат на эксплуатацию здания (отопление и кондиционирование воздуха). Благодаря переходу на несъемную опалубку снижаются трудозатраты на отделочные работы на 35-60%, исключается использование металлоемких опалубок (до 60 т на дом), что при современной стоимости металла приобретает исключительное значение, а также уменьшает объем монолитного бетона за счет включения опалубки как одной из составных частей конструкции [3, 4, 6].

Существующая статистика показывает технические преимущества монолитных стен в несъемной опалубке, заключающиеся в уменьшении веса фрагмента стены до 640 кг, при этом такой же фрагмент, выполненный с использованием съемной опалубки, весит 742 кг, а кирпичный - 2226 кг. Экономическая эффективность, полученная за счет снижения сроков строительства с использованием несъемной опалубки, уменьшает стоимость 1 м³ стены на 24,6% [15].

Для несъемной опалубки в качестве материала применяют стальной профилированный настил, разнообразный листовый материал, керамические и стеклянные блоки, а также металлические сетки. Опалубку выполняют из плоских, ребристых и корытообразных профильных плит, которые изготавливают из бетона, железобетона, армоцемента, стеклоцемента, фиброцемента. Эти плиты применяют при бетонировании монолитных конструкций и сооружений с большими опалубливаемыми поверхностями и простой конфигурацией; они устанавливаются в проектное положение кранами, внешние плоскости этих элементов должны совпадать с поверхностью возводимой монолитной конструкции. Крепят такие плиты путем сварки их выпусков и армокаркаса монолитной конструкции. Известны также варианты крепления инвентарными крепежными и поддерживающими устройствами (прогонами, подкосами, схватками), которые после бетонирования и набора начальной достаточной прочности бетона можно снять и применить повторно [2].

По функциональному назначению опалубки бывают формообразующими конструкцию, опалубками-лицовками и опалубками-изоляциями, часто возможно совмещение всех или части этих функций. В любом

случае эти элементы являются наружной поверхностью возводимой конструкции, поэтому они могут быть не только с различной фактурой, но и иметь отделку всевозможными плитками и другими материалами, производимыми на заводах [2].

При строительстве монолитных жилых зданий применяют специальные двухслойные плиты, которые одновременно могут выполнять функции опалубки и декоративно-теплоизоляционного слоя для фасада зданий. Несъемная опалубка стен иногда решается в виде скорлуп из монолитного керамзитобетона, скорлуп с наклеиваемым пенополистирольным утеплителем и внутренним слоем из монолитного тяжелого бетона. Существуют случаи, когда несъемную опалубку устраивают с наружной и внутренней стороны конструкции, пространство между ними заполняют теплоизоляционно-конструктивным материалом – пенобетоном, поризованным бетоном, пено-фосфогипсом и др. [2].

Технология устройства ограждающих конструкций в несъемной опалубке позволяет снизить стоимость на 35-50%, максимально ускорить темп возведения этих конструкций и снизить сроки строительства, позволяя производить параллельно различные строительные работы, сократить общий вес здания, использовать под застройку площади со сложными геологическими условиями и рельефом, а также организовать поточные работы при строительстве коттеджных поселков. При строительстве по данной технологии нет необходимости применения высококвалифицированной рабочей силы и специальной грузоподъемной техники, что способствует значительному снижению трудоемкости работ. При использовании несъемной опалубки отпадает необходимость в ее демонтаже и перестановке, а также в очистке.

В 90-х годах на российский строительный рынок пришли несъемные опалубки из пенополистирола, безусловным достоинством которых является возможность возведения многослойной ограждающей конструкции с необходимыми теплотехническими свойствами за один технологический цикл: это опалубки «Пластбау», «АВС», «Изодом» и др., древесно-цементно-бетонная композиция с утеплением пенополистиролом «Велокс». Щиты опалубок «Велокс» представляют собой композицию из древесной щепы – 90%, цемента и жидкого стекла. В то время как широко известны российские древесно-цементные композиционные материалы: фибролит, ДВП, ЦСП, которые находили широкое применение в основном на внутренних отделочных работах. Хотя по своим показателям абсолютно не уступают зарубежному аналогу, применяемому для возведения ограждения [9].

Произведя анализ типов несъемных опалубок из пенополистирола или с пенополистирольным утеплителем, можно сделать вывод о том, что этот материал обладает высокими теплотехническими свойствами, позволяющими экономить в 3-3,5 раза материалы на ограждения, площадь и тепло в возводимых зданиях. Вместе с тем этот материал имеет ряд существенных недостатков, в том числе: - накопление влаги в виде конденсата и ее удержание в своей структуре, что способствует снижению теплосопротивления стены [14]; - применение пенополистирола негативно сказывается на комфортности помещений из-за недостаточной воздухо- и паропроницаемости ограждения - пенополистирол – горючий материал, выделяющий при горении токсичные продукты; - из-за низкой прочности при растяжении конструкции из пенополистирола исключают возможность удобного крепления к ним элементов навесного оборудования и мебели; прокладка инженерных коммуникаций должна производиться до заполнения опалубки бетоном, поэтому замена или установка инженерных коммуникаций здания невозможна в процессе его эксплуатации. Преимущества пенополистирольных стен несоизмеримы с безопасностью и комфортом жилища.

Анализируя российские плитные дерево-композиционные материалы для несъемных опалубок следует отметить их основные параметры, преимущества и недостатки, а также возможность их использования в качестве несъемной опалубки.

Фибролит – строительный материал, который представляет собой спрессованную и затвердевшую смесь специально приготовленной древесной стружки с порландцементом или с каустическим магнезитом. К достоинствам этого материала можно отнести хорошую механическую прочность и долговечность; безопасность для жизни и здоровья человека, а также окружающей среды; биологическую стойкость к воздействию грибов, плесени, насекомых, грызунов; огнестойкость и влагостойкость; неплохие тепло-звукопоглощающие и звукоизолирующие свойства; легкость и простота обработки и монтажа; невысокая себестоимость.

Древесноволокнистая плита – материал давно уже известный и опробованный, однако проведя ряд дополнительных операций, можно получить акцентированные свойства, существенно расширяющие возможности ДВП как строительного материала. Повысить огнестойкость ДВП можно его пропиткой огнебиозащитными составами и термической обработкой. ДВП повышенной твердости можно получить путем пропитки исходного материала пектолом. Кроме того, благодаря пропитке нефтяным гидрофобизатором ДВП обретает повышенную водостойкость, поэтому разбухает и деформируется в 1,5-3 раза меньше. Однако при производстве данного материала российскими производителями возникают экономические и экологические трудности. На предприятиях этого профиля довольно велика доля устаревшего оборудования, а при изготовлении преобладает «мокрый»

способ, при котором образуется большое число сточных вод, содержащих свободный фенол, избавиться от которого практически невозможно.

ЦСП – древесный плитный материал, для изготовления которого используется древесная стружка, минеральное вяжущее (портландцемент) и химические добавки (жидкое стекло, сернокислый алюминий), вода. Основными свойствами ЦСП являются: прочность, обрабатываемость (сходная с древесиной), огнестойкость, водостойкость, стойкость к воздействию термитов, грибков, насекомых и грызунов, превосходная звукоизоляция, пригодность для внешнего и внутреннего применения, использование разнообразной обработки поверхности (фанерование, облицовка пластиком, окрашивание и др.), пригодность для использования в любых климатических условиях.

Анализ основных характеристик плитных древесно-цементных композиционных материалов и их аналогов приведен в Табл.1 данной работы.

Таблица 1

Сравнение характеристик ЦСП и других плит («+» - хорошее, «0» - среднее, «-» - плохое)

	Картон из макулатуры	Фанера	Штукатурная плита	Асбоцемент	Древесина	Фибролитовые плиты	ДВП	ЦСП
Огнестойкость	0/-	-	+	-	+	0	+	+
Стойкость к погоде	-	0	-	0	+	+	+	+
Водостойкость	-	-	-	-	0	0	+	+
Стойкость против термитов	-	-	+	-	+	+	+	+
Стойкость против гнили	-	-	+	-	+	+	+	+
Прочность при ударе	+	+	-	+	0	0	-	+
Плотность	-	-	+	0	0	+	+	+
Стойкость к расслоению	+	0	-	+	+	0	+	+
Изменение толщины	-	0	+	-	+	0	+	+
Обрабатываемость	0	0	-	+	0	+	-	+
Стойкость против грибков	-	-	+	-	+	+	+	+
Звукопередача	-	0	-	0	0	+	-	+
Способность сохранять размеры	0/-	0	0	-	0	0	+	+/0
Пригодность в качестве основы	0	0	-	0	0	+	0	+

Сравнение показателей плитных конструкционных материалов позволяет выделить ЦСП как наиболее технологичный материал для использования его в качестве несъемной опалубки при возведении наружных стен. К его преимуществам также можно отнести инвестиционную привлекательность, т.к. является продуктом российского производства и его стоимость на порядок меньше, чем стоимость пенополистирольной опалубки, и формообразующие возможности ЦСП гораздо выше благодаря тому, что несъемную опалубку выполняют в построечных условиях, а механическая обработка и крепление элементов опалубки не представляют сложности.

Список литературы

1. Айрапетов Г.А., Бретшнайдер Б. Строительство в Германии. М.: Стройиздат, 1996. 283 с.
2. Анпилов С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства. М.: АВС, 2005. 280 с.
3. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1973. 632 с.

4. Булгаков С.К. Технологии по утеплению существующего жилого фонда России // Строительство и архитектура. Проблемные доклады. №1. М.: ВНИИТПИ, 1998. С. 106-108.
5. Есенов К.К. Технология возведения малоэтажных зданий в железобетонной несъемной опалубке. М.: МИСИ, 1991. 184 с.
6. Королев К.М. Производство бетонной смеси и раствора. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.
7. Окуньков Н.Н. Разработка технологии возведения стен одноэтажных зданий с применением гибкой несъемной опалубки. М.: МИСИ, 1993. 215 с.
8. Пьюриффой Р. Опалубка для бетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1981. 211 с.
9. Рекомендации по применению цементно-стружечных плит в ограждающих конструкциях для промышленного, сельского производства и жилищно-гражданского строительства // ЦНИИСК. М.: 1981. 14 с.
10. Рекомендации по проектированию, изготовлению и применению конструкций на основе цементно-стружечных плит // ЦНИИСК. М.: 1986. 75 с.
11. Рекомендации по расчетным характеристикам древесных плит // ЦНИИСК Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1982. 24 с.
12. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ // ЦНИИОМТП Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1983. 501 с.
13. Руководство по применению опалубки для монолитных железобетонных конструкций // Вып. 1, 2, 3. М.: 1972, 1973, 1974. С. 167, 80, 140.
14. Рязанова Г.Н., Камбург В.Г. Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций в несъемной опалубке. Монография. П.: ПГУАС, 2010. 105 с.
15. Составы для производства изделий из полистиролбетона по литьевой технологии // ООО «Строй Механика» Тула, 2003.
16. СП 70.13330.2012 Свод правил – актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ НА ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ ТЦ «ЕВРОПА» В Г.ВОРОНЕЖ

Мизилина Е.Г

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

Стремительный рост застройки в городах ведет к увеличению транспортного потока на улицах и дорогах. Пробки и заторы в утреннее и вечернее время становятся нормой. Транспортная система уже не справляется с прогрессирующим автомобильным потоком. Кроме острой нехватки новых магистралей, современных развязок, оборудованных остановок и пешеходных переходов, необходимо и огромное количество организованных парковочных мест. Сложившуюся ситуацию сильно ухудшает застройка улиц различными общественно-деловыми, торговыми и развлекательными центрами, часто построенными неправомерно.

Рассмотрим правомерность размещения торгового центра и его влияние на транспортную инфраструктуру города на примере ТЦ «Европа» в г. Воронеж. Рассматриваемое здание стоит вплотную к проезжей части и существенно усложняет и так непростую ситуацию на перекрестке дорог по ул. Ворошилова и 20лет Октября (Рисунок 1). Главная причина осложнения движения - это парковка транспортных средств в любом удобном месте.

Исторически сложилось, что улицы Кольцовская, Ворошилова, 20лет Октября являются важнейшими транспортными артериями г. Воронеж, а с течением времени увеличилось количество личного и общественного транспорта, товароперевозок по городу. На территории Ленинского района г. Воронежа расположено огромное количество объектов торговли: ТЦ Солнечный рай, 1000 мелочей, Ярмарка, Дом быта, Центральный рынок, Кольцовский рынок, причем большинство данных объектов расположены в непосредственной близости друг к другу. Согласно [1] в районе необходимо 280 м² торговой площади на 1000 человек. В Ленинском районе г.Воронеж торговая площадь значительно превышает норму, и строительство ТЦ Европа явилось излишним, так как район перенасыщен подобными объектами.

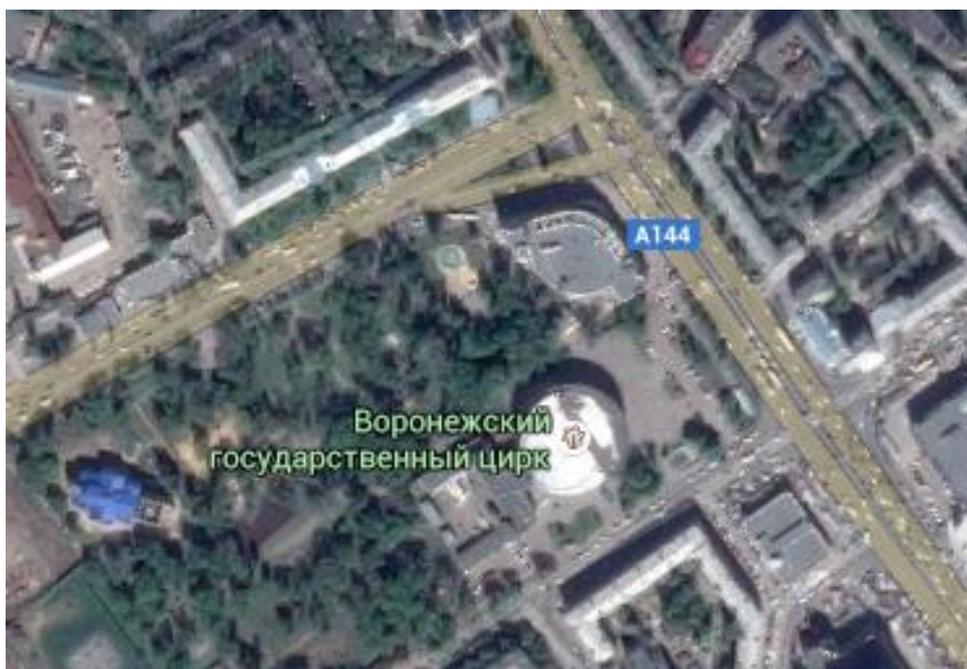


Рис.1. Размещение ТЦ Европа в г.Воронеж

Согласно генеральному плану г.Воронеж территория торгового центра Европа располагается в зоне рекреационного назначения, а именно в зоне зеленых насаждений общего пользования (Р1). На данный момент в генеральный план уже внесли изменения, обозначили территорию торгового центра как зону обслуживания местного значения (О2). Но, если рассматривать генеральный план Воронежа 1970г., то можно увидеть, что территория данного ТЦ является зоной рекреационного назначения. Новый генеральный план города Воронеж был утвержден в 2008г, а строительство ТЦ Европа началось в 2004г и закончилось в 2008г, следовательно, данный объект был построен в зоне рекреации, что недопустимо [2].

Торговый центр Европа введен в эксплуатацию при отсутствии парковки. Согласно проекту центра, который прошел госэкспертизу, под парковку должны были отвести цокольный этаж здания. Однако застройщик вместо парковки оборудовал цокольный этаж под торговые помещения, что также является неправомерным. Отсутствие парковки у торгового центра на данный момент является огромной проблемой, так как объект расположен в плотной городской застройке и не имеет достаточного количества парковочных мест.

Одним из решений сложившейся проблемы является строительство подземной многоуровневой парковки. Основное преимущество подземных парковок - они не искажают ландшафт района и города в целом, решают и ряд экологических проблем, таких как загрязнение окружающей среды, шум, вытеснение полезного пространства. Кроме того, подземные парковки удовлетворяют таким требованиям посетителей торгового центра, как безопасность автомобиля и удобство передвижения, т.е. удобство въезда, выезда, доставки до автомобиля купленных товаров. Согласно [1] на 100м² торговой площади необходимо 5-7 машиномест. По расчету при общей площади ТЦ Европа 17300 м² необходимо 750 парковочных мест. Разместить подземную парковку можно непосредственно рядом с ТЦ Европа (Рисунок 2). Такое расположение наиболее удобно и соответствует всем требованиям[1] по размещению парковок.

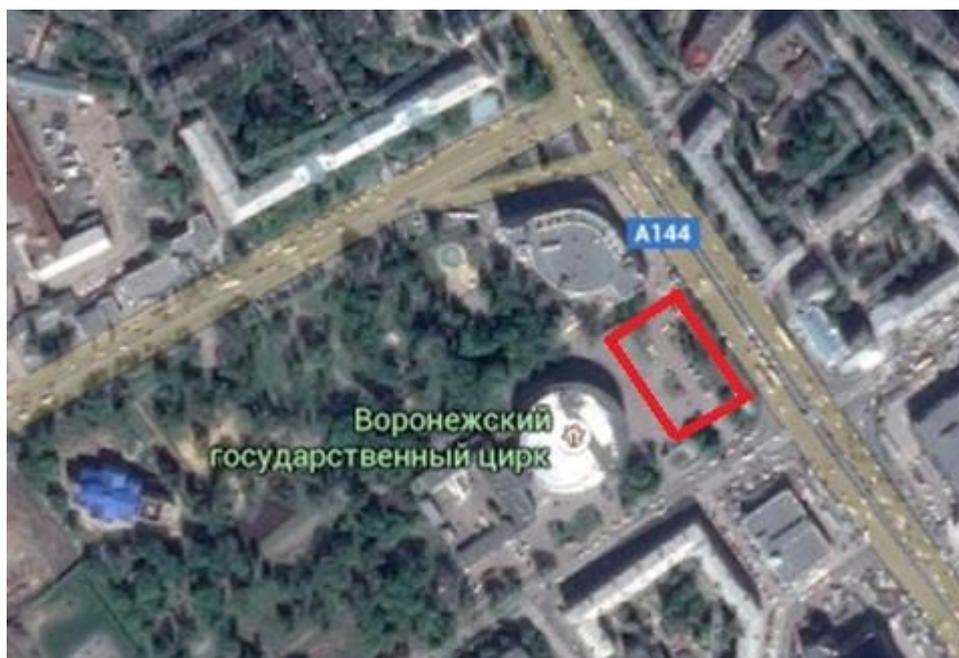


Рис.2. Предложение по размещению парковки

Второе предложение - проектирование улицы-дублера Коннострелецкого переуллка с целью разгрузки улиц Ворошилова, 20лет Октября. Подобный проект возможен одновременно со строительством развязки в двух уровнях, что увеличит пропускную способность перекрестка. Так как автотранспорт является одним из главных источников загрязнения окружающей среды, а строительство автомобильной развязки может ухудшить состояние экологической обстановки городской застройки, то для снижения неблагоприятного воздействия на организм человека автотранспорта предлагаем принятия ряда мер:

- организация безостановочного движения автомобилей на рассматриваемом перекрестке, так как наибольший выброс уязвимых веществ происходит при торможении, разгоне, дополнительном маневрировании [3]. Следовательно, необходимо организовывать автомобильные развязки, развилки, перекрестки, с учетом соблюдения скоростного режима, правильно устанавливать светофоры, организовать регулирование движения транспорта по принципу "зеленой волны";

- учитывая исключительную актуальность охраны атмосферного воздуха от отработавших автомобилями газов, их влияния на людей требуется создание экологически "чистых" видов транспорта и использование более "чистого" топлива, чем бензин. В качестве его заменителей рассматривается экологически чистое газовое топливо, метиловый спирт (метанол), малотоксичен аммиак и идеальное топливо;

- ввести меры на законодательном уровне по поощрению лиц, которые используют экологически-чистое топливо и предпочитают менее "вредные" автомобили.

- исключение прохождения громких магистралей через жилые массивы для снижения уровня шума от автотранспорта, организация зеленых насаждений, особенно вдоль дорог, прокладка магистралей в тоннелях, устройство поглощающих шум препятствий на пути его распространения. Архитектурно-планировочные меры предусматривают создание шумозащитных домов, то есть таких домов, в помещениях которых обеспечен нормальный акустический режим с помощью конструктивных, инженерных и других мер (герметизация окон, двойные двери с тамбуром, облицовывания стен поглощающим звук материалом и др.).

На примере ТЦ «Европа» в г. Воронеж проведен анализ влияния размещения общественно-деловых центров на транспортную инфраструктуру города. Можно сделать вывод, что общественно-деловые центры, расположенные в непосредственной близости к проезжей части, существенно затрудняют движение транспорта. Полностью избежать коллапса транспортной инфраструктуры города можно только на этапе проектирования, размещая общественно-деловые центры, как можно дальше от главных транспортных артерий и узлов города, а в сложившейся застройке разгрузить магистрали, прилежащие к крупным общественно-деловым центрам, можно, применяя мероприятия, описанные в данной статье.

Список литературы

1. Местный норматив градостроительного проектирования «Планировка жилых, общественно-деловых и рекреационных зон городского округа город Воронеж»

2. Приложение к решению Воронежской городской Думы от 25.12.2009 г. № 384-II (с изменениями в соответствии с решениями Воронежской городской Думы от 14.06.2011 № 459-III и от 14.06.2011 № 460-III) «Правила землепользования и застройки городского округа город Воронеж»
3. Яковлев Е.В. Автореферат канд. дисс. "Определение влияния защитных лесополос на распространение загрязняющих веществ в придорожном пространстве" Воронеж, 2003

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Кондакова И.Ю.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г.Москва

По данным на ноябрь 2015 года на территории Российской Федерации зарегистрировано 5210 комплексов гидротехнических сооружений, из них 8% имеют опасный уровень технического состояния. Напор (перепад между горизонтами воды в створе) для низконапорных гидроузлов доходит до 12 метров, для средненапорных гидроузлов верхняя граница соответствует уже 60 метрам, высоконапорные гидроузлы могут иметь расчетный напор, превышающий 100 метров. Максимальный напор на земляную плотину Неберджаевского водохранилища составлял 25,5 метров, расчетный напор Саяно-Шушенской ГЭС в 7,5 раз больше (194 метра). Тем не менее, в результате аварии на Саяно-Шушенской ГЭС погибло 75 человек, катастрофа в Крымске унесла более 170 жизней. Участвовавшие аварии на гидротехнических объектах требуют тщательного анализа динамики факторов, влияющих на надежность элементов гидроузла и пропускную способность его водосбросных и водопропускных сооружений.

Основным методом исследования сложных систем, к которым можно отнести гидроузлы, является метод моделирования, т. е. способ теоретического анализа и практического действия, направленный на разработку и использование моделей. Моделью называют специально синтезированный для удобства исследования объект, который обладает необходимым условием подобия исходному. Модель должна обладать реализмом и простотой.

При анализе факторов, влияющих на надежность ГТС, используются натурные наблюдения, моделирование на физических моделях (как правило, меньшего масштаба) и численное моделирование. Математические модели исследования факторов, влияющих на динамику показателей надежности гидроузлов, можно классифицировать по используемому математическому аппарату и сфере приложения. Общая классификация методов исследований включает восемь направлений, как правило, подразумевающих использование моделей конкретного класса: аналитические (методы элементарной и классической математики), вероятностно-статистические методы; методы исследования операций; теоретико-игровые методы; методы теории выбора и принятия решений; методы математической логики, численное (математическое) и имитационное моделирование, эвристические методы.

Классический математический аппарат применяется, например, при оценке прочности водоводов [7]. На кафедре информационных технологий в строительстве РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева одним из приоритетных направлений научных исследований является использование математических методов при оценке надежности гидротехнических сооружений и систем водоподачи. Из-за сложности процессов, протекающих в системе, многие исследователи комбинируют перечисленные выше методы.

При анализе надежности сооружений или их конструктивных элементов в ряде работ использованы методы исследования операций применительно к состояниям сооружений, входящих в состав гидроузла: плотины, водосброса, водовыпуска [4]; одновременно применялись вероятностно-статистические методы [6]. Законы математической логики, теории принятия решений и эвристические методы были предложены при оценке риска возникновения зимних наводнений на реках [2]. Кластерный анализ и нейронные сети легли в основу анализа качества функционирования инженерных сетей в штатных и послеаварийных условиях [1]. Сочетание методов численного и физического моделирования использовано при изучении напорных водопропускных сооружений, с которыми напрямую связана гидравлическая безопасность гидроузла [5]. Пожалуй, только методы теории игр до настоящего времени не нашли достаточного применения в исследованиях надежности гидротехнических сооружений. Хотя, достаточно перспективным может быть использование понятия «игра с природой» при выборе альтернативных решений по возведению защитных дамб и устройств берегоукрепления.

В исследованиях надежности гидротехнических сооружений часто приходится сталкиваться с установлением связи между явлениями на основании имеющихся статистических данных. Основная задача – обнаружить связь, определить ее вид и выполнить количественную характеристику этой связи. Наиболее часто из

всех вероятностно-статистических методов в исследованиях применяется аппарат корреляционно-регрессионного анализа, который позволяет выявить наличие статистических зависимостей между явлениями.

Наиболее прост в использовании корреляционный анализ. Он дает ответы на вопросы: существует ли связь между явлениями и насколько она сильна. Корреляционные зависимости предполагают, что при изменении одной из величин изменяется среднее значение другой (связь между переменными не носит направленного характера):

$$E[Y|X = x] = E_x[Y] = \varphi(x), E[X|Y = y] = M_y[X] = \psi(y),$$

где $E[Y|X = x]$ – математическое ожидание случайной величины Y , вычисленное при условии, что случайная величина X приняла значение x , $\varphi(x) \neq \text{const}$, $\psi(y) \neq \text{const}$.

Регрессионный анализ представляет собой анализ форм связи, устанавливающих количественные соотношения между случайными величинами изучаемого случайного процесса. В результате его проведения выполняется построение регрессионной модели явлений.

Регрессионная зависимость – это односторонняя зависимость среднего значения случайной величины Y от одной X или нескольких X_1, \dots, X_m случайных или детерминированных величин. Это зависимость между объясняющими переменными и условным математическим ожиданием (средним значением) зависимой переменной, которая строится с целью анализа или прогнозирования среднего значения при фиксированных значениях объясняющих переменных. Регрессия может быть парной и множественной. Принята форма записи:

$$\text{парная регрессия } E_x[Y] = \varphi(X) \quad (1)$$

$$\text{множественная регрессия } E_x[Y] = \varphi(X_1, \dots, X_m), \quad (2)$$

где $\varphi(X) \neq \text{const}$, X – экзогенная неслучайная переменная; Y – эндогенная случайная переменная.

В работе [3] описано использование множественного регрессионного анализа при выборе оптимальных конструкций водопропускных сооружений. Если в модели в качестве Y принять показатель, отражающий надежность сооружения, то в уравнение (2) в качестве экзогенных переменных X целесообразно ввести факторы, способные снизить надежность (ледовая нагрузка, образование трещин, промоин, волновое воздействие и т.д.). При наличии некоторого объема наблюдений несложно выяснить, какой из факторов оказывает наиболее сильное влияние на процесс. Коэффициенты в уравнении множественной регрессии позволят не только оценить степень влияния фактора, но и ранжировать факторы по степени их опасности.

К сожалению, не всегда в распоряжении исследователя имеется ряд статистических (количественных) наблюдений за экзогенными величинами. Часто известно бывает только наличие или отсутствие воздействия фактора на рассматриваемом промежутке времени. В этом случае удобно использовать множественную регрессионную модель с фиктивными или бинарными переменными. Например, модель, включающая три фиктивных объясняющих фактора, может иметь вид:

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3, \quad (3)$$

где b_1, b_2, b_3 – оценки коэффициентов регрессии, определяемые по данным наблюдений; x_1, x_2, x_3 – бинарные переменные, принимающие значение «0» при отсутствии фактора и «1» при его наличии.

С увеличением числа факторов, включенных в модель, необходимо увеличивать объем наблюдений для обеспечения статистического качества регрессионной зависимости. На каждый фактор необходимо иметь по 3..5 наблюдений за результирующим показателем. При одновременном включении в модель множественной регрессии количественных и бинарных переменных анализ также возможен.

На постановочном этапе моделирования необходимо определить набор эндогенных переменных, включаемых в уравнение регрессии. Априорный этап должен содержать анализ сущности снижения надежности сооружения или его элемента как явления. Информационный этап включает сбор статистической информации. Спецификация уравнения регрессии (выбор его формулы) должен соответствовать логике связи факторов с результатом в реальном объекте. Если факторы снижают надежность, но мало зависят друг от друга, то предпочтительнее принять аддитивное уравнение регрессии, пример которого представлен зависимостью (3). Параметризация модели может быть выполнена в любом статистическом пакете, начиная с надстройки «Анализ данных» Microsoft Excel. На заключительном этапе верификации модели выполняется анализ качества уравнения и проверка его адекватности эмпирическим данным.

Список литературы

1. Карамбиров С.Н., Мордясов М.А., Буркова Ю.Г. Применение кластерного анализа и нейронных сетей для анализа качества функционирования инженерных сетей в штатных и послеаварийных условиях // С.Н. Карамбиров, М.А. Мордясов, Ю.Г. Буркова // Природообустройство. 2014. – № 3. – С. 63-66.

2. Козлов Д.В., Кулешов С.Л. К вопросу оценки риска возникновения зимних наводнений на реках / Д.В.Козлов, С.Л. Кулешов // В сб. Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. Труды VIII Международн. науч.-практич. конф. в 2-х т. М.: РУДН, 2014. С. 463-468.
3. Снежко В.Л. Гидродинамическое регулирование расхода низконапорных водопропускных сооружений. Дисс. на соиск. уч. степени доктора техн. наук / ФГОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства». М., 2012.
4. Снежко В.Л. Использование геоинформационных систем для получения оценок надежности технического состояния низконапорных гидроузлов / В.Л. Снежко // Естественные и технические науки. 2010. – № 6 (50). – С. 654-658.
5. Снежко В.Л., Бенин Д.М. Численное и физическое моделирование при изучении напорных водопропускных сооружений в гидротехнике / В.Л. Снежко, Д.М. Бенин // Наука и бизнес: пути развития. 2013. – № 2 (20). – С. 31-37.
6. Снежко В.Л., Негазина Е.К. Статистические методы определения и прогноза уровня безопасности сооружений гидроузлов IV класса / В.Л. Снежко, Е.К. Негазина // В сб. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Электронный ресурс: материалы 71-й Всероссийской науч.-технич. конф. по итогам НИР 2013 года. Под ред. М.И. Бальзанникова, Н.Г. Чумаченко. Самара, 2014. С. 706-711.
7. Rubin O.D., Lisichkin S.E., Nikolaev V.A., Lyapin O.B. Computational evaluation of the strength of high-head largediameter conduits at the three gorges hydroproject. Гидротехническое строительство. 1999. Т. 4. С. 40.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ, ОБОРУДОВАННОЙ МАЯТНИКОВОЙ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЕЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛИННОПЕРИОДНОЙ АКСЕЛЕРОГРАММЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Денисов И.В., Харланов В.Л.

ВолгГАСУ, РФ, г.Волгоград

В ходе исследования рассматривалось пятиэтажное каркасное здание, оборудованное сейсмоизолирующими фундаментами маятникового типа на воздействии акселерограммы девяти - бального землетрясения, произошедшего в Черногории 15.04.1979. Расчётная схема здания представлена на Рисунке 1.

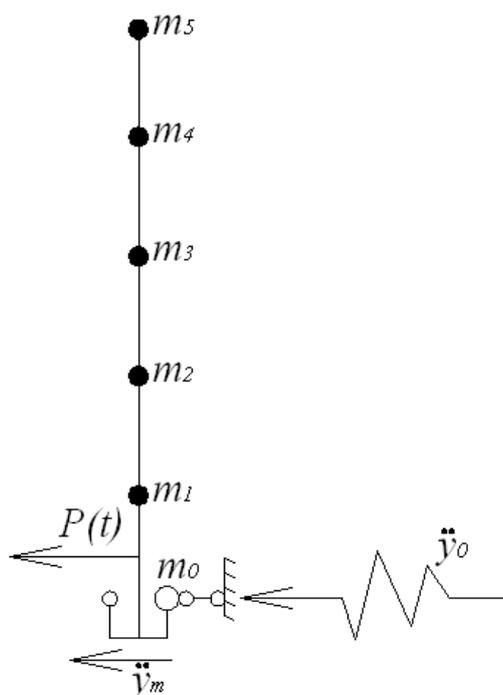


Рис.1. Расчётная схема пятиэтажного здания с маятниковой сейсмоизоляцией

По своему характеру землетрясение в Черногории является низкочастотным с пиком спектра в районе частоты 1Гц. Расчёт производился в сертифицированной программе “Сейсмопроект”. В качестве исходных данных

задавались массы всех ярусов, матрица жесткости здания, матрица затухания, шаг интегрирования, акселерограмма землетрясения, длина подвеса и коэффициент затухания маятниковой сейсмоизоляции. Результатом расчёта являются перемещения всех ярусов здания от воздействия землетрясения, сейсмические силы и изгибающие моменты, возникающие от них. В Табл.1 представлены значения момента по обрезу фундамента при различных длинах и коэффициентах затухания маятниковой сейсмоизоляции:

l_m - длина маятника, c_m - коэффициент затухания маятника. Также, для сравнения, в таблице приведён момент по обрезу фундамента сооружения с жёсткой заделкой основания.

Таблица 1

Максимальные моменты по обрезу фундамента сооружения

$l_m \backslash c_m$	0,1	0,2	0,5
0,5	—	—	22457
1	16614	16110	14795
1,5	10777	10375	9708
0	19380		

Снижение сейсмической нагрузки в этом случае весьма незначительно. Для длины 0,5 м наблюдается увеличение сейсмической нагрузки. Увеличение объясняется совпадением частоты колебаний маятника с резонансной частотой акселерограммы. Угол отклонения маятника от положения равновесия составляет 41° .

Для маятника с длиной подвеса 0,5 м и коэффициентом затухания менее 0,5 определить сейсмическую нагрузку не представляется возможным, так как отклонение маятника от вертикали превышает 90 градусов.

На Рисунке 2 представлены: исходная акселерограмма и ускорение маятника.

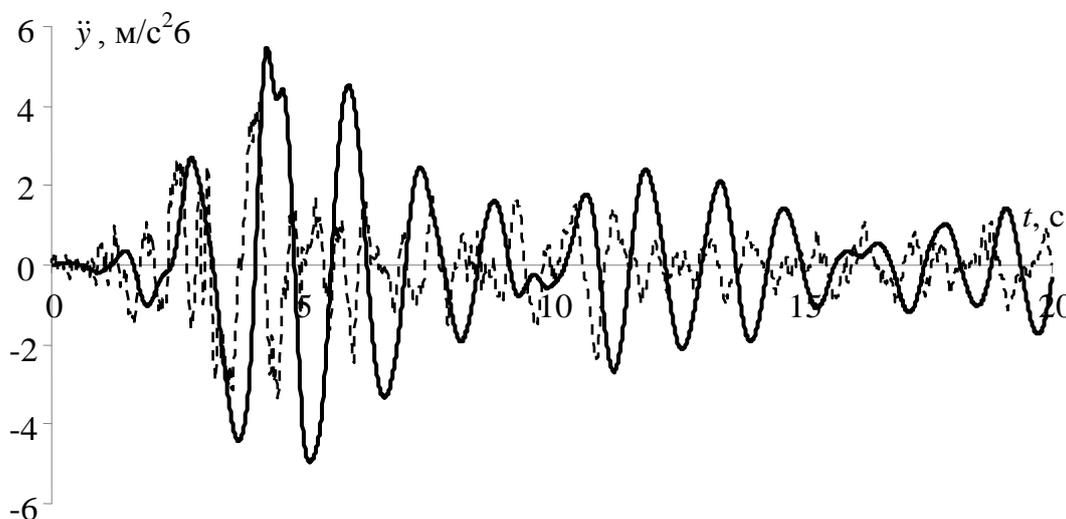


Рис.2. Ускорение сейсмоизолирующего маятникового фундамента при коэффициентах $c_m = 0,5$; $l_m = 0,5$

Пунктиром показана исходная акселерограмма

Расчёт на акселерограмму Бухарестского землетрясения

Для исследования эффективности сейсмоизоляторов маятникового типа был также проведён расчёт на акселерограмму Бухарестского землетрясения.

Изменение момента по обрезу фундамента здания от воздействия акселерограммы Бухарестского землетрясения представлено на Рисунке 3.

Как показало исследование (Рисунок 3.) наблюдается увеличение сейсмической нагрузки на изолируемое здание при применении сейсмоизоляции. То есть наблюдается обратный эффект. Этот эффект связан с тем, что основная (несущая) частота низкочастотного землетрясения располагается вблизи собственной частоты сейсмоизолятора. На Рисунке 4 представлены спектры реакций линейных осцилляторов для двух землетрясений.

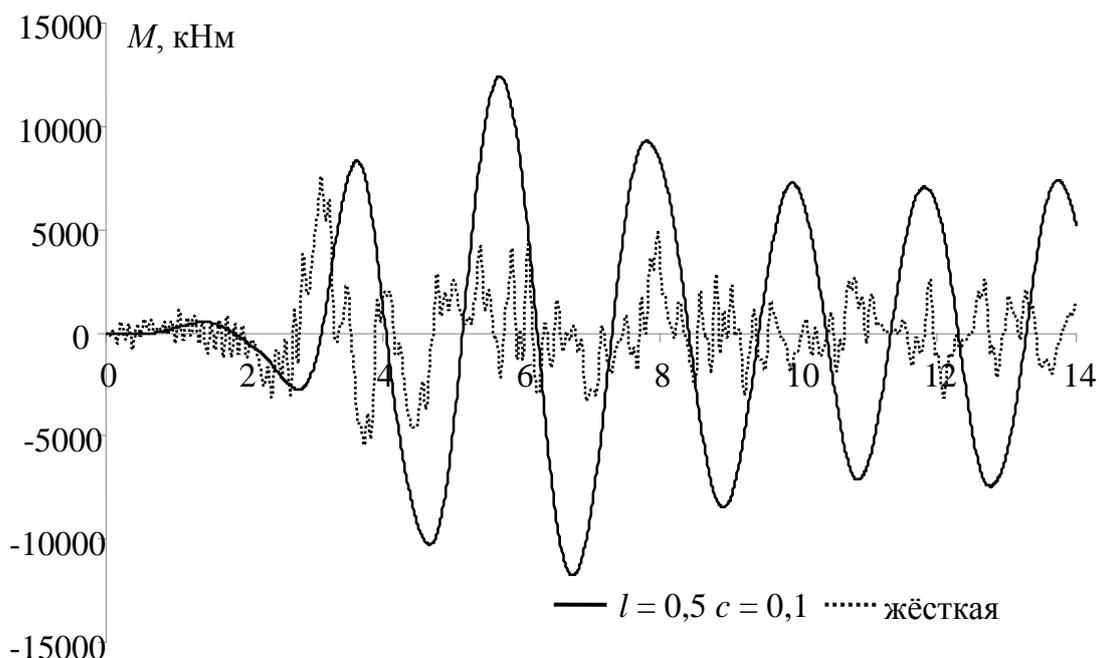


Рис.3. Изменение момента по обрезу фундамента здания при воздействии акселерограммы Бухарестского землетрясения

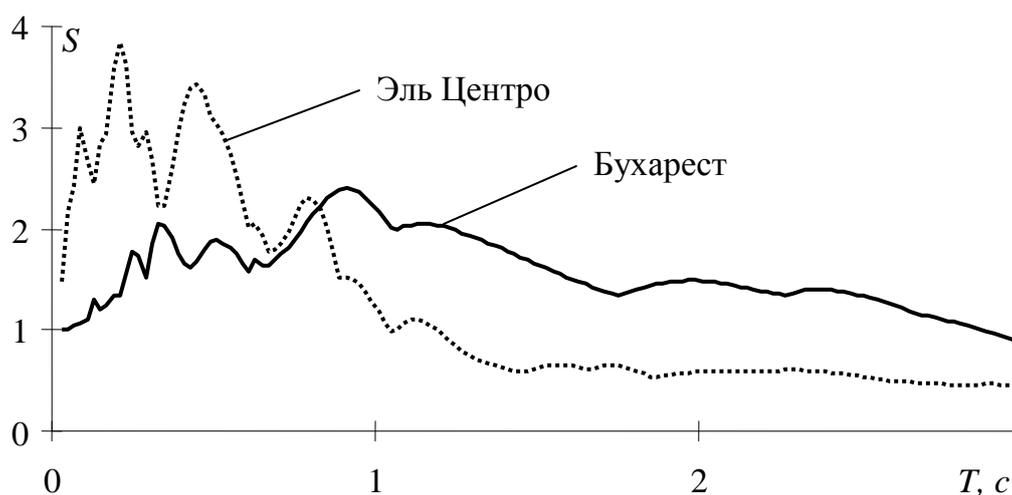


Рис.4. Спектры акселерограмм землетрясений Эль Центро и Бухарестского

Таким образом, применяя маятниковые системы сейсмоизоляции можно добиться значительного уменьшения нагрузки от землетрясения на изолируемое здание, однако при низкочастотном землетрясении возможно увеличение сейсмической нагрузки для изоляторов с коротким подвесом. Наибольший эффект применения изоляторов данного типа проявляется при максимальной длине подвеса (радиуса сферы).

Список литературы

1. Айзенберг, Я.М. Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов [Текст] / Я.М. Айзенберг. - Москва : Стройиздат, 1976. - 232 с.
2. Акатушкин, В.А. Сейсмоизолирующий фундамент [Текст] / В.А. Акатушкин // Фундаментостроение. в сложных грунтовых условиях: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Алма-Ата, 1977. - С. 261-263.
3. Современное состояние теории сейсмостойкости и сейсмостойкие сооружения : материалы IV Междунар. конф. по сейсмостойкому стр-ву / под общ. ред. С.В. Полякова. - Москва: Стройиздат, 1973. - 280 с.
4. Бидерман, В.Л. Прикладная теория механических колебаний [Текст] / В.Л. Бидерман // Москва: Высш. шк., 1972. - 416 с.
5. Гольденблат, И.И. Расчет конструкций на действие сейсмических и импульсивных сил [Текст] / И.И. Гольденблат, Н.А. Николаенко. - Москва: Госстройиздат, 1961. - 283 с.

6. Харланов, В.Л. Оценка эффективности сейсмоизоляторов [Текст] / В.Л. Харланов // Строительная механика и расчёт сооружений. – 2013. - № 5. - С. 62-64.

ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Алексеева А.С., Тышкевич А.В.

ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

В настоящее время развитие промышленности, технологический прогресс и потребности населения мегаполисов привело мир на порог экологической катастрофы. Огромные затраты электроэнергии города вынуждают заводы вырабатывать тысячи кВт в час, увеличивая при этом объем выбросов в окружающую среду с каждым годом (к примеру, на сегодняшний день количество выбросов увеличилось вдвое по сравнению с 2000 годом). В России вопрос о экологической безопасности остро стоит начиная с конца 60-х годов, когда после 30-40-х промышленное производство стало на новую ступень.



Рис.1. "Мировое потребление энергии"

Однако, отказаться от автотранспорта и других благ цивилизации не представляется возможным на сегодня, это даже трудно представить. Зато есть множество альтернативных способ по снижению загрязнения окружающей среды, таких как экологическое или зеленое строительство, которые многие зарубежные страны активно используют в течение вот уже нескольких лет.

Основной целью зеленого строительства является эффективное использование природных ресурсов, сведение влияния на экологию к минимуму и сокращению вредных выбросов. Осуществляется эта задача посредством использованием экологичных строительных материалов и автономного снабжения здания ресурсами. Так электричество могут вырабатывать ветрогенераторы или солнечные батареи, водные ресурсы могут пополняться из запаса дождевых или подземных вод, искусственные системы вентиляции могут быть заменены на естественные, зеленые насаждения обеспечивают естественное охлаждение зданий за счет тени и испарений в теплое время года. Расположенные поблизости термальные источники и фермы, богатые метаном могут использоваться для систем теплообмена. Поэтому первым и основным фактором при проектировании является ориентация и место застройки.

Безусловно, данный вид строительства является не самым дешевым решением (разница в стоимости зеленых зданий от обычных около 4%). Однако, эксплуатация экологических зданий по сравнению с традиционными более выгодна т.к.:

1. Энергопотребление снижается до 25 %;
2. Уменьшение потребления воды на 30%;
3. Увеличение уровня комфортности жилья;
4. Переработка отходов, отсутствие вредных выбросов;

5. Сокращение затрат на обслуживание и пр.

Не будем забывать, что за счет снижения эксплуатационных издержек, цена такого здания компенсируется в течении 3-5 лет.

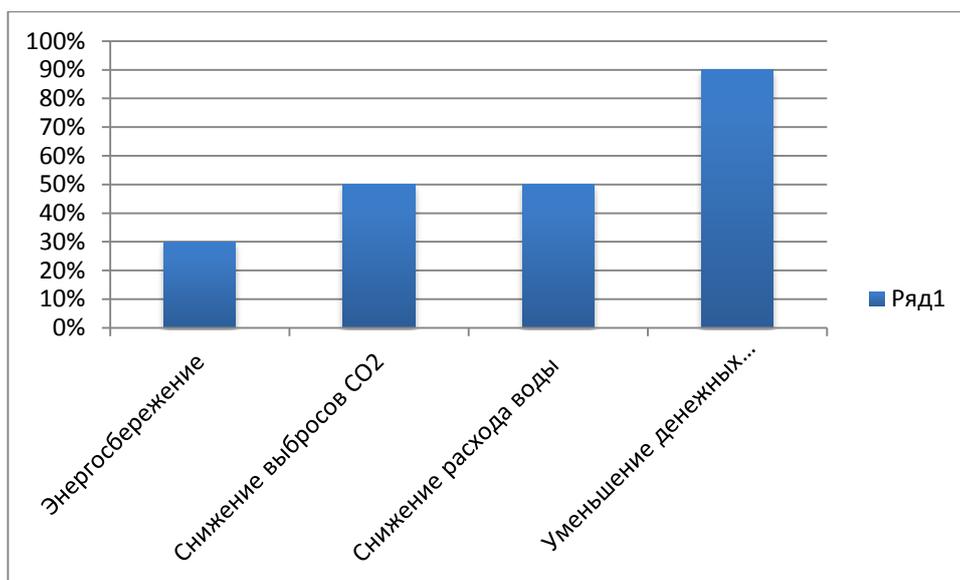


Рис.2. "Эффект от зеленого строительства"

Оценка зданий по экобезопасности и энергоэффективности проводится добровольной системой сертификации LEED по специально разработанным рейтингам:

- Простая сертификация: от 40 до 49 баллов;
- Серебряная: от 50 до 59 баллов;
- Золотая: от 60 до 79 баллов;
- Платиновая: от 80 баллов и выше.

Первыми шагами к развитию подобной сертификации в России стало создание собственной системы под названием "Зеленые стандарты". Олимпиада в Сочи обязана была показать пример использования экологических технологий и материалов в строительстве. В начале 2009 г. Оргкомитет Олимпиады начал работу по формированию данных «зеленых» стандартов. После ввода объектов в эксплуатацию и проведения Олимпийских игр «зеленые» стандарты стали распространяться по российским регионам. Это одна из частей олимпийского наследия.

В конечном итоге был выпущен документ "Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года" (утвержден в апреле 2012 года), который предусматривает увеличение объема строительства зданий и сооружений, сертифицированных в LEED, таким образом энергоёмкость ВВП страны через 10 лет должна быть снижена на 40%. Между тем, объекты строительства используют 40% всей потребляемой первичной энергии и 67% электричества, не говоря уже про 40% сырья и 14% питьевой воды.

Список литературы

1. Scott, A. Design Strategies for Green Practice. Journal of Green Building 2006; 1 (4): 11-27.
2. А. Птичников, «Зеленые стандарты Олимпиады 2014 г. в Сочи», Устойчивое лесопользование, сборник № 3 (22) – 2009 год
3. Денис Зеликсон, «Внедрение «зелёных» технологий в России носит декларативный характер» – 2012 г.
4. Алексей Щукин, «Жизнь по зеленому коду» – 2012 г.
5. Александр Ковалев, «Зеленое строительство», Зеленая энциклопедия – 2013 г.
6. Светлана Смирнова, «Зелёное строительство – за и против», газета Архитектура Сочи (30 Август 2012)

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С АНАЛИЗОМ ОПТИМАЛЬНЫХ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Никонова И.О., Рязанова Г.Н.

СГАСУ, РФ, г. Самара

В отапливаемых общественных и жилых зданиях ограждающие конструкции должны отвечать многим требованиям, таким как прочность и устойчивость, огнестойкость и долговечность, архитектурная выразительность и экономичность. Но самым важным требованием является соответствие конструкции теплотехническим нормам. Выбор ограждающих конструкций происходит в зависимости от температурно-влажностного режима здания, конструктивного решения, физических свойств, климатологических характеристик района застройки, а также в соответствии с требованиями сопротивления теплопередаче [2, 8].

Важнейшим качеством ограждающих конструкций является соответствие их теплотехническим требованиям, т.е. обладание достаточными теплозащитными свойствами, которые в свою очередь влияют на экологичность и комфортность помещений. Потребительские свойства наружных стен можно оценить по следующим критериям соответствия комплексу требований, которые приведены на Рисунке 1.



Рис. 1. Функциональная схема проектирования ограждающих конструкций

Таким образом, нельзя допускать в зимнее время лишних теплопотерь, а летом – перегрева зданий. Разность температур воздуха внутри помещения и наружных ограждающих конструкций не должна превышать нормативов. Необходимо, чтобы воздухопроницаемость ограждений не позволяла сильно охлаждаться помещению и не ухудшала теплозащитные свойства конструкций. Переувлажнение ограждений уменьшает долговечность конструкций, увеличивает потери тепла, вызывает в помещении сырость, поэтому ограждения должны иметь нормальный влажностный режим. [8-10].

Современный российский строительный рынок предлагает различные технологии строительства теплоэффективных ограждений, сравнительная оценка которых приведена в Табл.1 данной работы.

Таблица 1

Состав стены/ параметр	Кирпич	Керамзитобетон	Бетон В20
	Кирпичная кладка 510 мм Утепление минватой -130	Керамзитобетон -250 мм Утепление минватой -	Монолит В20 – 500 мм Утепление минватой –

	мм	100 мм	100 мм
Фактическое сопротивление теплопередаче	3,32	3,42	3,223
Возможность строительства и нормальной эксплуатации в регионах	Любой регион	Любой регион	Любой регион
Доп. работы перед внутренней чистовой отделкой после возведения коробки	требуется оштукатуривание стен, грунтование	требуется оштукатуривание стен, грунтование	требуется оштукатуривание стен, грунтование
Огнестойкость (5 степеней)	III степень	III степень	III степень
Экологичность	все материалы экологически чистые	все материалы экологически чистые	все материалы экологически чистые
Шумоизоляция	соответствует	соответствует	соответствует
Строительство на сложных рельефах и нестабильных грунтах	удорожание фундамента вследствие значительной массы конструкций, сложность ведения работ	из-за малой объемной массы, удорожание фундамента не происходит	удорожание фундамента вследствие значительной массы конструкций, сложность ведения работ

При достаточно близких параметрах по теплозащите зданий основными факторами выбора конструкции ограждения становятся экономичность и простота технологических решений. Особенно это касается малоэтажного строительства, структура которого, в соответствии с применяемыми материалами, приведена на Рисунке 2 [10].

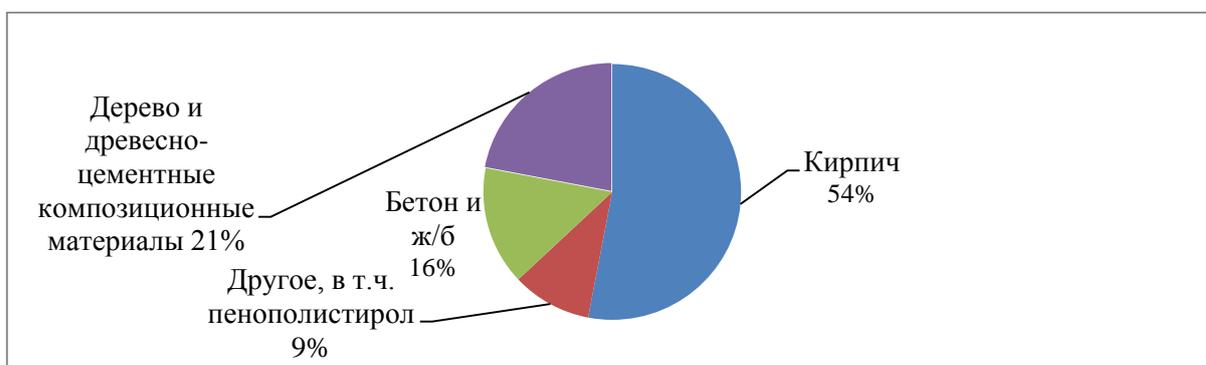


Рис.2. Структура малоэтажного жилищного строительства по применяемым материалам

Судя по анализу диаграммы, наиболее часто используемые строительные технологии являются относительно дорогими. В частности, кирпичное, бетонное и железобетонное домостроение имеет наибольшую себестоимость строительства, а их совокупный удельный вес в структуре малоэтажного строительства занимает 70 % [10]. Снизить себестоимость строительства можно путем применения материалов из дерева.

Также важно применение новых технологий (возведение малоэтажных домов на основе материалов из ячеистого бетона, теплоэффективных блоков, крупнопористого керамзитобетона, модернизированные технологии с использованием несъемной опалубки из пенополистирола, древесно-цементных, композиционных материалов, технология термоструктурных панелей), которые позволяют вести работы в любое время года. При этом производство, транспортировка, монтаж несущих и самонесущих конструкций, а также последующая эксплуатация здания требуют гораздо меньше затрат, чем технологии строительства, связанные с традиционными материалами [7].

Выделяют следующую классификацию групп технологий малоэтажного строительства и диапазон их себестоимости:

1. Каменные дома: кирпич; пеноблок; газоблок; керамоблок; несъемная опалубка; монолитно-модульные конструкции. В этой группе диапазон себестоимости кв.м. каркасного дома: от 16 000 руб./м.кв. до 22 000 руб./м.кв.;

2. Каркасные дома: деревянный каркас; металлический каркас; объемно-модульные дома; SIP- панели. Диапазон себестоимости кв.м. каркасного дома: от 17 000 руб./м.кв. и до 26 000 руб./м.кв.;

3. Деревянные дома: клееный брус; профилированный брус; оцилиндрованное бревно. Цена от 13 000 руб./м.кв. до 23 000 руб./м.кв.

Одной из наиболее перспективных считаем технологию возведения ограждающих конструкций в несъемной опалубке из ЦСП с заполнением крупнопористым керамзитобетоном с $\gamma_0 \leq 500 \text{ кг/м}^3$, обладающим следующими преимуществами [1, 3,6]:

1. низкая цена из-за малой стоимости керамзита;
2. высокая прочность и долговечность;
3. отличные шумоизоляционные свойства;
4. морозоустойчивость;
5. влагоустойчивость;
6. малый объемный вес;
7. экологичность;
8. сооружения из керамзитобетона не дают усадки и трещин;
9. стены из керамзитобетона легко поддаются сверлению;
10. отсутствие развития плесени и грибка;
11. отличные теплозащитные свойства;
12. себестоимость строительства из керамзитобетона почти на 40% ниже кирпичного.

Ограждение из крупнопористого керамзитобетона в несъемной опалубке из ЦСП, обладает достаточными теплотехническими качествами, является наиболее экономичным решением по толщине ограждения [4, 5]. Для оценки теплотехнических качеств предложенной конструкции проведено сравнение вариантов нескольких аналогичных ограждающих систем в несъемной опалубке, которое приведено в Табл.2.

Таблица 2

Варианты стен/ Теплотехнические показатели	Бетон марки В20, утепленный пенополистиролом	Монолит в несъемной опалубке $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$	Монолит в несъемной опалубке $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ из ЦСП
Толщина стены, мм	520	600	370
Сопротивление теплопередачи, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$	3,308	3,218	3,398
Расчетный температурный перепад, $^{\circ}\text{C}$	1,67	1,72	1,66
Теплопотери стены, Вт/м^2	14,48	15,227	14,42
Относительная влажность, %	90	89,6	90,2

На Рисунке 3 дано сравнение толщины ограждающих конструкций из различных материалов.

Керамзитобетон в несъемной опалубке	Бетон В20, утепленный пенополистиролом	Монолит в несъемной опалубке	Кирпич, утепленный минераловатными плитами

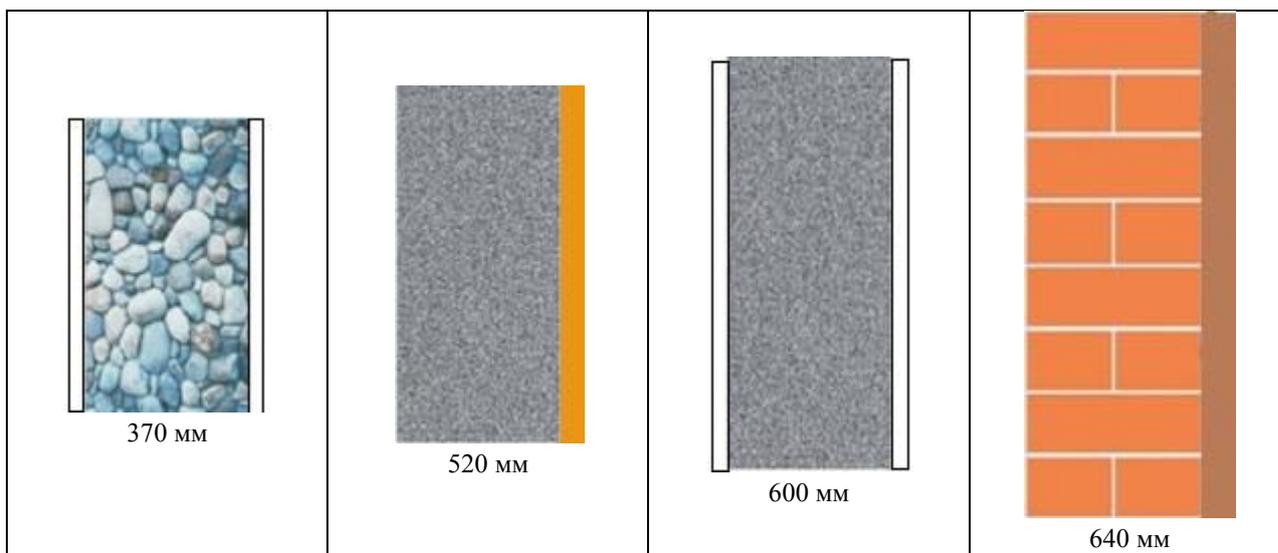


Рис.3. Сравнение толщины ограждающих конструкций

Список литературы

1. Бычков, С.А. Высокоэффективный легкий бетон для малоэтажного строительства [Текст] / С.А. Бычков. – Д., 1997. – 68 с.
2. Гагарин В.Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций здания // Труды 1 Всероссийской научно-технической конференции 26-27 июня 2008 года. Строительная теплотехника: актуальные вопросы нормирования.
3. И.А. Иванов. Легкие бетоны на искусственных пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1993. 154 с.
4. Ильяшенко, В.А. Опыт производства легкобетонных конструкций [Текст] / В.А. Ильяшенко // Бетон и железобетон. – 1983. – № 6. – С. 3-4.
5. Киселев, Д.П. Керамзитобетон – эффективный стеновой материал [Текст] / Д.П. Киселев, А.А. Кудрявцев, И.А. Солодухин // Технология легких бетонов на пористых заполнителях и применение их в строительстве. Сб. статей. – М.: Стройиздат, 1966. – С. 63-64.
6. Орендлихер, Л.П. Бетоны на пористых заполнителях в сборных железобетонных конструкциях [Текст] / Л.П. Орендлихер. – М.: Стройиздат, 1983. – 141 с.
7. Попов, Н.А. Строительные материалы [Текст] / Н.А. Попов. – М.: Стройиздат, 1941. – 421 с.
8. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
9. Спивак, Н.Я. Производство крупнопанельных ограждающих конструкций зданий из керамзитобетона [Текст] / Н.Я. Спивак. – М.: Стройиздат, 1961. – 116 с.
10. Табунщиков Ю.А., Ливчак В.И., Гагарин В.Г., Шилкин Н.В. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий // АВОК, 2009. — № 5.

ЛАНДШАФТНОЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО – КОМПОНЕТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Базилевич А.М.

ГУЗ, РФ, г.Москва

Градостроительство, как известно, родилось из архитектуры и превратилось в самостоятельную дисциплину, охватывающую социально-экономические, инженерно-технические, архитектурно-художественные, санитарно-гигиенические, природно-ландшафтные, другие проблемы.

В последнее время в области исследования природно-ландшафтных проблем усилилась тенденция изучения всех аспектов, связывающих природный ландшафт с формированием планировочной структуры урбанизированной среды в рамках архитектурной дисциплины ландшафтной архитектуры. Такой подход исключает полноценный системный учет градостроительных факторов, с одной стороны, и приводит к поверхностно-декоративному содержанию самой ландшафтной архитектуры. Особенно это заметно, когда сугубо

градостроительные вопросы включают в понятие «ландшафтный дизайн», забывая, что любой дизайн отвечает за улучшение предметной, но не предметно-пространственной и предметно-территориальной среды. За последнее, как известно, отвечают архитектура и градостроительство. Соответственно, определение «ландшафтное проектирование как «...один из методов архитектурного творчества, вид архитектурного проектирования» [8] сегодня устарел. Необходимо разобраться в общих и специфических моментах архитектурной и градостроительной деятельности, а соответственно конкретизировать суть участия в них ландшафта. В этом смысле более продуктивной является трактовка ландшафтной организации урбанизированной среды как «...неотъемлемой частью планировочной структуры городов и населенных мест» [9].

Согласно Градостроительному кодексу ключевой проблемой является «устойчивое развитие территории», сопряженное с созданием благоприятных условий жизнедеятельности и безопасности человека, с одной стороны, и обеспечением рационального использования природных ресурсов, с другой [4]. Инструментом учёта двух групп условий по мнению Градостроительного кодекса являются: территориальное планирование; градостроительное зонирование; планировка территории и другие виды деятельности.

Территориальное планирование решает задачи использования и охраны лесного фонда, водных объектов; развитие и размещение особо охраняемых территорий федерального значения; защита территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера. Уровню территориального планирования соответствуют два типа ландшафта – природный (естественный) и антропогенный. При этом на стадии территориального планирования выделяют подтипы (антропогенного) ландшафта: 1) урбанизированный, 2) сельскохозяйственный, 3) ландшафт зон добывающей промышленности; 4) зон влияния крупных инженерно-транспортных сооружений, 5) культурный (с объектами исторической застройки); 6) рекреационный (с объектами отдыха, туризма).

В Градостроительном кодексе имеется также своего рода макрозонирование - объединение некоторых функциональных зон и включение природных территорий. Функциональные зоны, в свою очередь, делятся на (земельные) участки. Например, в пределах жилой зоны имеются участки жилой застройки, участки учреждений общественного обслуживания, участки рекреации, спорта, другие участки. Такое деление функциональных зон можно считать микрозонированием. На всех трёх уровнях зонирования (территориального, функционального, участкового) роль природно-ландшафтных территорий чрезвычайно велика. Здесь речь идёт о классе ландшафта: 1) ландшафт застроенной территории; 2) ландшафт свободной от застройки территории, а также о подклассе ландшафта (застроенной территории) каждой из функциональных зон – жилой, общественно-деловой, рекреации, производственной, инженерно-транспортной инфраструктур [7]. Попутно заметим, что на сегодня отсутствует чёткое разграничение понятий «застроенная территория», «открытое пространство», других терминов для разграничения понятий «ландшафтная архитектура» и «ландшафтное градостроительство».

Планировка территории в сочетании с межеванием территории и составлением градостроительных планов земельных участков (правил землепользования и застройки) – завершающий этап ландшафтно-градостроительной деятельности. На данном этапе учитываются вид и подвид ландшафта застроенной и свободной от застройки территории с учетом вертикальной и горизонтальной расчленённости рельефа, характеристик лесных насаждений и водных систем. Итогом стадии планировки территории является (графический и текстовый) материал для архитектурно-строительного проектирования, т.е. архитектурно-пространственной организации.

Прагматичный подход Градостроительного кодекса к управлению территориями трудно назвать градостроительным, поскольку тезис о «соблюдении прав человека на благоприятные условия жизнедеятельности» увязывается лишь с одним из компонентов, составляющим понятия «устойчивое развитие территории», т.е. с «соблюдение интересов правообладателей земельных участков и объектов капитального строительства» [5]. А это происходит, в частности, и потому, что в триаде «труд-быт-отдых», объективно раскрывающей в теории градостроительства содержание понятия «условия жизнедеятельности» ставка делается исключительно на «быт», частично на «труд», при фактическом игнорировании «отдыха».

Примером не комплексного градостроительного подхода можно считать начатое формирование Новой Москвы, когда в качестве индикаторов комфортной среды выступают лишь кв. метры недвижимости жилых и нежилых объектов, погонные км. транспортных коммуникаций [10]. Имеются и новые места приложения труда, но вопросы формирования мест отдыха и рекреации в первоочередных планах отсутствуют. А между тем, для той же Новой Москвы уже имеются предложения предпроектного анализа природной среды, который мог бы быть использован в генеральном плане и в рекреационных, и в структурно-планировочных целях [3].

Отсутствие в строительных нормативно-правовых актах темы благоустройства, не говоря уже о теме ландшафтной архитектуры, а точнее ландшафтного градостроительства, приводит на практике к отсутствию «...архитектурно-градостроительного регулирования функционирования и развития территорий в полном объёме и, в итоге, созданию среды, комфортной для жизни человека» [6].

Комплексное рассмотрение в градостроительстве функциональной подсистемы и природно-пространственной возможно и необходимо, поскольку планировочная структура зависит одновременно от свойств функциональных процессов и параметров природной среды [1].

Что касается природно-пространственных условий, то они взаимодействуют с планировочной структурой посредством размерных, геометрических и композиционных параметров рельефа. Это взаимодействие носит планировочно-пространственный характер и формирует один из двух классов структур – регулярный или нерегулярный (пейзажный).

Обособление ландшафтно-градостроительных и архитектурно-ландшафтных проблем связано с различием объектов.

Объект ландшафтного градостроительства – свободные от застройки территории, преимущественно рекреационного назначения, предназначенные для учета влияния природных компонентов и условий в границах типологических планировочных единиц.

Объект ландшафтной архитектуры – свободные участки зданий и сооружений, а также под-, над-, и внутриобъектные пространства, предназначенные для учета влияния природных компонентов и условий в границах типологических архитектурно-пространственных единиц .

При этом учёт функциональных и природных компонентов как в ландшафтно-градостроительных, так и в архитектурно-ландшафтных объектах детерминируется закономерностями зрительного восприятия, что даёт право на совместное с ландшафтом участие пейзажа.

Подводя итог сказанному выше, можно отметить, что:

1. Ландшафтное градостроительство, являясь органичной пространственной составляющей любых объектов градостроительства (от муниципального образования до микрорайона, квартала, дворовой территории) может рассматриваться относительно автономно на всех этапах территориальной, зональной , планировочной организации территории.

2. Граница между ландшафтным градостроительством и ландшафтной архитектурой проходит в вопросе учёта рекреационных пространств – открытых (но освоенных) – для градостроительства и открыто-закрытых (участков и помещений) – для зданий и сооружений.

3. Для повышения устойчивости развития территорий и структуры объектов градостроительства необходимо единство методов научного и проектного анализа как функционально-технологических, так и ландшафтно-пространственных условий.

Список литературы

1. Базилевич А.М. Влияние функциональных и природных условий на планировочную структуру города. Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. архитектуры. М. ХОЗУ Минавтопрома 1978г
2. Базилевич А.М. Анализ природного пространства для планировки Большой Москвы// материалы Всесоюзной научной конф. «Архитектура и дизайн в современном обществе: российский опыт и мировые тенденции». Урал ГАХА. Екатеринбург. 2012
3. Базилевич А.М. Функционально-технологическая классификация объектов ландшафтной архитектуры в градостроительстве /Сб. научных трудов по итогам межд. научно-практ. конф.(10 сентября 2015г.) «Современный взгляд на проблемы технических наук. Выпуск 2», Уфа, 2015. 65-68с. <http://izron.ru/upload/iblock/7e0/sbornik-tehnicheskie-nauki-ufa-2015.pdf>
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации. ФЗ РФ от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ.- М.: Книга сервис 2005.-96с.
5. Градостроительный кодекс... ст 38 п.4
6. Кухта. Н. Градостроительный кодекс: прежде и теперь// Архитектура, строительство и дизайн. 2015.3 (35-37с). <http://archjournal.ru>
7. СП 42 13330-2011 Градостроительство. Планировка застройка городских и сельских поселений –М.2011. http://www.know-house.ru/gost/sp_2013/sp_42.13330.2011.pdf
8. Сычева А.В. Ландшафтная архитектура: Учеб. Пособие для вузов/А.В. Сычева.-4-е изд.-М.: Изд. Оникс, 2007.-87с.:ил.
9. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Ландшафтная архитектура: учебное пособие/ В.С. Теодоронский, И.О. Боговая.-М.:ФОРУМ,2010. 304с. , 22с
10. Хаснулин М. «Мы создадим «новым москвичам» комфортную среду. О территориальных схемах ТиНАО». Интервью обозревателю МП. Московская перспектива 17-23 ноября 2015г

МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ НАСЫЩЕНИЯ ПОРИСТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕМЕНТНЫМ КЛЕЕМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КРУПНОПОРИСТОГО КЕРАМЗИТОБЕТОНА В НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ

Рязанова Г.Н.

СГАСУ, РФ, г. Самара

Одной из важнейших задач возведения качественных и надежных ограждающих конструкций в несъемной опалубке является обеспечение их теплоэффективных свойств, определяемых теплотехническими показателями, структурой исходных материалов и технологией их производства [1-10].

Основные вопросы, возникающие при возведении ограждающих конструкций из крупнопористого керамзитобетона в несъемной цементно-стружечной опалубке, обусловлены сложностью технологических задач, возникающих в построечных условиях, среди них подбор регионального состава крупнопористой керамзитобетонной смеси, особенности ее перемешивания и укладки, обоснование параметров ее воздействия на щиты опалубки [1-7].

Весьма эффективным в процессе приготовления считается виброперемешивание, обеспечивающее однородность смеси, повышение прочности сцепления цементного камня с заполнителем, ускорение твердения, особенно в раннем возрасте и увеличение прочности бетона на 10-15% [1, 7].

При уплотнении легкобетонной смеси происходит ее деформация, связанная с лучшим компактным расположением зерен заполнителя и отжатием из цементного теста свободной воды затворения, а также вызванная упругостью отдельных зерен пористых заполнителей и давлением пузырьков воздуха, сжатого при уплотнении смеси, следовательно, процесс укладки в опалубку также требует дополнительного механического воздействия [1, 2].

Очевидно, что, решив проблемы приготовления и укладки крупнопористого керамзитобетона в несъемную опалубку из цементно-стружечных плит в построечных условиях, можно получить эффективное малозатратное и конкурентноспособное ограждение. Для этой цели необходимо разработать и обосновать математическую модель процессов перемешивания и укладки крупнопористого керамзитобетона в несъемную опалубку.

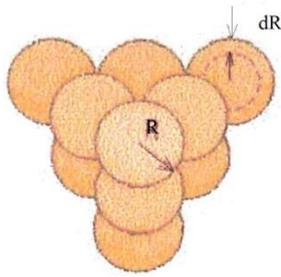
Математическая модель укладки рассматривается при следующих допущениях: пористые элементы заполнителя – зерна в форме шара радиуса R со среднестатистическим отклонением от стандартного размера по радиусу sR , с равнодоступной внешней поверхностью; удельная эффективная пористость зерна $E_K = E_K(t)$, характеризующая долю пор, открытых для диффузии цементного клея внутрь зерна и меняющаяся, в общем случае, в процессе затворения и укладки; цементный клей с постоянным по времени t составом, в виде водоцементного массового отношения $M_b/M_c = B/C$ во время всего процесса. Теоретически и численно оцениваются удельные объемы заполнителя и цементного клея, а вместе с ними – их массы. Для этого определяются удельная пористость

$$E_{СК} = 1 - \frac{V_{ПЭ}}{V_{ОБЩ}}$$

«скелета» заполнителя, как $V_{ПЭ}$ – объем заполнителя, а $V_{ОБЩ}$ – общий объем пространства, занимаемого бетонной массой. В ходе моделирования предварительно оценены наиболее и наименее вероятные положения взаимносоприкасающихся зерен, в результате комплексного воздействия на бетонную смесь процессов перемешивания, вибрации и укладки крупнопористого керамзитобетона в несъемную опалубку. Точное описание положения отдельных зерен или их сгустков – кластеров – невозможно в силу их большого количества и вероятного перемещения по объему опалубки. Однако из общефизических соображений следует ожидать, что в замкнутом пространстве опалубки пористые элементы, обработанные и насыщенные цементным клеем, под действием сил тяжести и внешних вибрационных сил, будут стремиться занять наиболее плотную устойчивую, тетраэдрическую

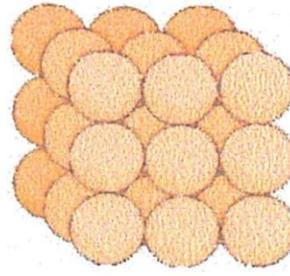
упаковку с $E_{СК}^I = 1 - \frac{\pi}{3\sqrt{2}}$ (Рисунок 1). Другой предельный случай – наименее плотная неустойчивая кубическая

структура $E_{СК}^{II} = 1 - \frac{\pi}{2}$ (Рисунок 1). На это же указывают и экспериментальные образцы.



$$E_{СК}^I = 1 - \frac{\pi}{3\sqrt{2}}$$

1



$$E_{СК}^{II} = 1 - \frac{\pi}{2}$$

2

Рис.1. Фрагменты структур «скелета» заполнителя КПКБ

Для пористостей других промежуточных структур $E_{СК}^I \leq E_{СК} \leq E_{СК}^{II}$, если несущественно нарушено технологическое условие соприкосновения зерен, возникает возможность предварительно оценивать расход цементного клея для объема опалубки $V_{оп}$, как для полного заполнения клеем пор между зернами:

$$V_{цк} = V_{оп} - V_{пэ} + dV_{пэ} = V_{оп} \cdot \left(1 - \frac{V_{пэ}}{V_{оп}} + \frac{dV_{пэ}}{V_{оп}} \right) = V_{оп} \cdot (E_{СК} - E_K dE_{СК}) \quad (1)$$

так и в случае обволакивания скелета ПЭ на глубину dR :

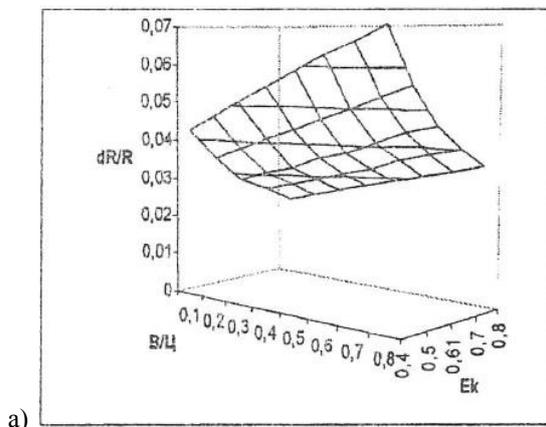
$$V_{цк}^{СК} = V_{оп} \cdot E_K dE_{СК}, \quad (2)$$

$$\text{где } E_K dE_{СК}^I = E_K \frac{\pi \cdot dR}{R\sqrt{2}}, \quad E_K dE_{СК}^{II} = E_K \frac{\pi \cdot dR}{2R}.$$

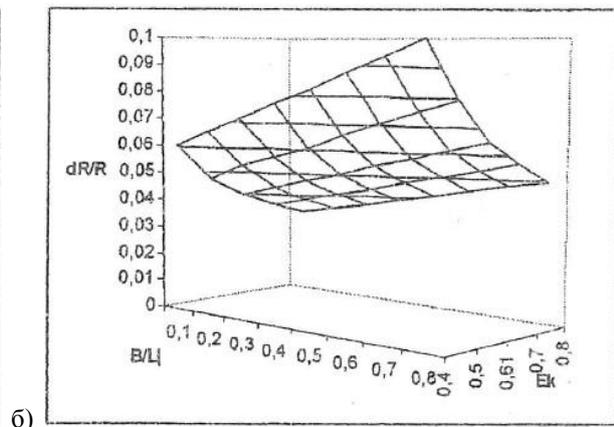
Учитывая то, что для больших n , т.е. когда размеры опалубки значительно больше размеров пористых элементов (для реальных значений $R = 0,02 - 0,04 \text{ м}$, $V_{пэ} = 3,4 \cdot 10^{-5} - 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ и $V_{оп} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,37 = 0,237 \text{ м}^3$), в соответствии с нормативными требованиями, получены соотношения для указанных структур:

$$1: \frac{dR}{R} = \frac{150 \cdot R_\sigma \cdot \sqrt{2}}{\sigma_3 \cdot E_K \cdot \pi \cdot \rho_{цк}} \cdot \left(1 + \frac{B}{Ц} \right) \quad \text{и} \quad 2: \frac{dR}{R} = \frac{300 \cdot R_\sigma}{\sigma_3 \cdot E_K \cdot \pi \cdot \rho_{цк}} \cdot \left(1 + \frac{B}{Ц} \right) \quad (3)$$

$$\rho_{цк} = 1800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



$$\rho_{цк} = 2200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



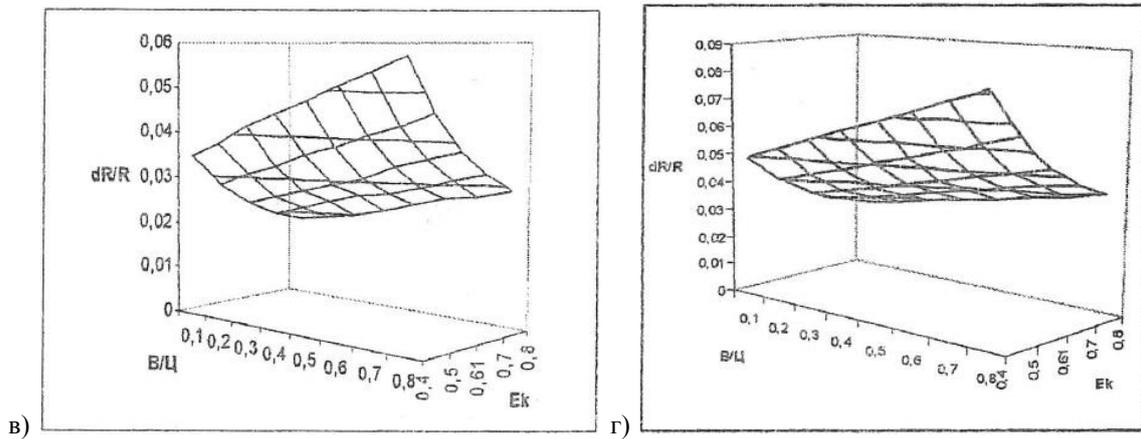


Рис.2. Зависимость относительной глубины насыщения $\frac{dR}{R}$ от $B/Ц$ и E_K :

а, в – для 1; б, г – для 2 структур

Сравнением расчётных графиков $\frac{dR}{R}$, характерные результаты которых для различных плотностей клея, $B/Ц$ и E_K приведены на Рисунках 1 и 2 с экспериментальными данными по W -водопоглощению в неподвижном слое клея показана прогнозирующая способность предложенной модели по времени насыщения.

Эти данные позволяют также утверждать, что даже в режиме намокания в неподвижном слое цементного клея время насыщения пористых элементов для выполнения нормативных требований по прочности составляет от 6-15 минут. Далее рассматриваются модельные представления процессов насыщения пористых элементов цементным клеем и их технологическая реализация, в том числе возможность применимости математической модели процесса вынужденной диффузии в пористых средах для описания и изучения процесса насыщения пористых элементов цементным клеем [4-5]. Моделирование позволяет описать и исследовать процессы, происходящие с начала погружения пористого элемента в цементный клей. Выводятся математические модели для описания различных технологических ситуаций, в том числе, в режиме намокания в неподвижном слое цементного клея, в режиме перемешивания, а также при наложении на процесс перемешивания вибрационного поля.

Перемешивание в бетоносмесителе с внешним возмущением – исходное уравнение:

$$E_K \frac{\partial W}{\partial t} = \frac{D_K}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial W}{\partial r} \right) + \frac{k}{\eta} \frac{\partial W}{\partial r} \frac{\partial P}{\partial r} - cW \quad (4)$$

С граничными условиями:

$$\text{внутри зерна: либо } r = R - dR : W = 0 \quad (5)$$

(клей проникает не глубже dR от поверхности пористого элемента),

$$\text{либо } D_K \frac{\partial W}{\partial r} = 0 \quad (6)$$

(клей не меняет состава, начиная с уровня dR);

$$\text{на поверхности зерна: } r = R : D_K \frac{\partial W}{\partial r} = \beta_K (W - W_0) \quad (7)$$

$$\text{и начальными условиями: } W|_{t=0} = W_0(r), \quad (8)$$

где $W = W(r, t)$ - объёмная доля жидкой фазы (степень насыщения пор пористого элемента) в точке пористого элемента на расстоянии r от центра шара до его поверхности ($0 \leq r \leq R$) в двухфазной гетерогенной системе “жидкость - воздух” в момент времени t ;

D_K - коэффициент диффузии в зерне пористого элемента;

W_0 - начальная концентрация клея в зерне;

k - проницаемость керамзита;

η - вязкость цементного клея;

β_K - коэффициент массообмена между клеем и наружной поверхностью зерна;

$$P = P_{\text{парц}} + P_{\text{тяж}} + P_{\text{вращ}} + P_{\text{возм}}, \quad (9)$$

где $P_{\text{парц}}$ - парциальное давление воздуха (или среды, заполняющей поры пористого элемента), включающее избыточное давление, создаваемое при заполнении пор цементным клеем и силами поверхностного натяжения в порах;

$P_{\text{тяж}}$ - составляющая давления от силы тяготения;

$P_{\text{вращ}}$ - давление, создаваемое вынужденной конвекцией раствора от вращения ротора бетономешалки за счёт центробежной силы;

$P_{\text{возм}}$ - давление, искусственно создаваемое внешними источниками возмущения бетонной смеси (например, вибраторами), для ускорения процесса насыщения (в виде “закачки”) тела пористого элемента цементным клеем, а также для создания более равномерной зоны пропитки dR на шаре и уплотнения смеси;

c - эффективная характеристика суммарной скорости химических реакций, протекающих в процессе смешивания цемента с водой и влияющих на насыщение пор клеем.

Система является нестационарной моделью, содержащей основные параметры процесса насыщения пористых элементов [6]. Исследование влияния на решение соответствующих членов выражения в правой части описывает и указывает пути организации соответствующих технологий затворения. Очевидно, что для крупнопористого керамзита главное влияние на решение этой задачи будут вносить члены $P_{\text{возм}}$ и cW , и именно им необходимо уделить особое внимание.

Результаты моделирования наряду с соответствующими экспериментальными данными помогут оценивать реальную толщину диффузионного слоя dR пористого элемента, заполненного цементным клеем за время t и получать приближённые решения основных поставленных задач.

Список литературы

1. Бужевич Г.А. Лёгкие бетоны на пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1970. 272 с.
2. Иванов И.А. Технология лёгких бетонов на искусственных пористых заполнителях. Учеб. Пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1974. 287 с.
3. Наназашвили И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат, 1990. 415 с.
4. Лыков А.В. Тепломассообмен (Справочник). М.: Энергия, 1971. 558 с.
5. Матрос Ю.Ш., Кириллов В.А., Слинко М.Г. Общие принципы построения модели нестационарных процессов в неподвижном слое катализатора // Моделирование химических процессов и реакторов. Т.3. Новосибирск.: Изд-во Инта катализа Сиб. Отд. АН СССР, 1972. С. 62-75.
6. Камбург В.Г., Шепталин Н.В. О новом подходе в моделировании процессов, протекающих в динамических термодиффузионных камерах различных типов. Интегральные преобразования и их использование в краевых задачах // Сборник научных тр., Ин-т математики НАН Украины. Киев, 1996. С. 68-76.
7. Рязанова Г.Н., Камбург В.Г. Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций в несъёмной опалубке. Монография. П.: ПГУАС, 2010. 105 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Могушков Р.Т., Бойков И.В., Скориков Р.Е.

ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

Одним из важнейших направлений в строительстве является развитие эффективного энергосбережения зданий. Успешным продуктом разработок последних лет стал полистиролбетон, который объединил в себе свойства конструктивного материала и утеплителя.

Полистиролбетон – это композиционный материал, состоящий из цементного вяжущего и сверхлёгкого заполнителя – вспученного полистирола (Рисунок 1). По своему назначению полистиролбетон близок к ячеистым бетонам, однако имеет перед ними ряд неоспоримых преимуществ.

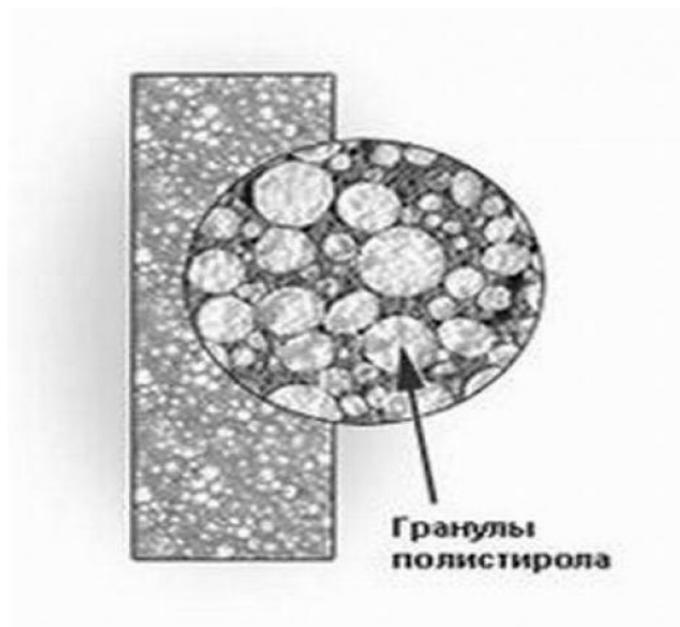


Рис.1. Структура полистиролбетона

Уникальная структура данного материала позволяет варьировать его плотностью в зависимости от требований, предъявляемых конкретной сферой использования. Сочетание свойств полистирола и бетона в одном материале дает возможность его использования, как теплоизоляционного материала, так и материала, воспринимающего нагрузку для возведения самонесущих ограждающих конструкций.

Для возведения стен может использоваться монолитный полистиролбетон или готовые стеновые блоки. Стеновые блоки широко применяются в малоэтажном строительстве при возведении несущих стен и отделке зданий и сооружений (Рисунок 2). Внешний вид блоков позволяет избежать отдельных работ над фасадом.

Процесс кладки стены, с применением полистиролбетонных блоков, делается клеевым составом. Благодаря тонким швам происходит уменьшение зазора между соседними блоками. Полностью исключается возникновение «мостиков холода».



Рис.2. Кладка стен из полистиролбетонных блоков

По сравнению с кладкой из блоков, монолитные конструкции обладают преимуществом в высокой скорости монтажа и технологичности производства.

Отсутствие вертикальных и горизонтальных швов, повышает термическое сопротивление стены, а также увеличивается экономичность таких стен, так как стоимость монолитного полистиролбетона ниже стоимости стен из мелких блоков. Стены могут выполняться как в несъёмной опалубке, так и в инвентарной переставной опалубке (Рисунок 3).

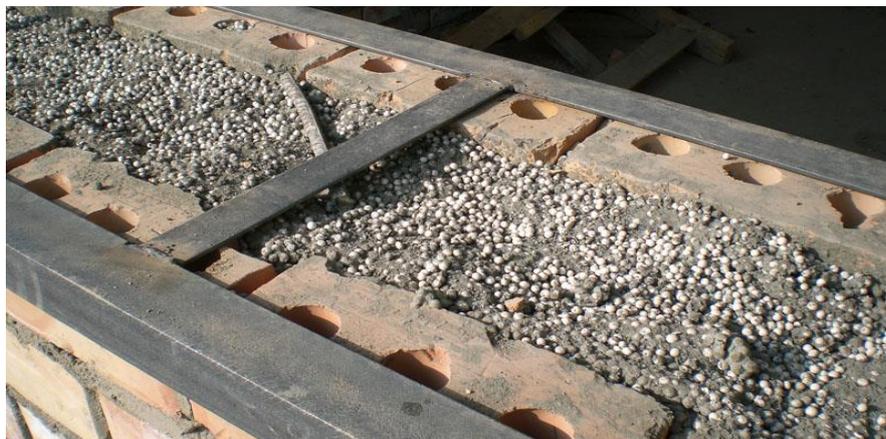


Рис.3. Устройство стены с использованием монолитного полистиролбетона

В многоэтажном строительстве применение монолитного полистиролбетона вместо стандартно используемых минераловатных утеплителей обеспечивает пожаростойкость и долговечность зданий.

При возведении зданий до пяти этажей, возможно устройство однослойных несущих стен с использованием монолитного полистиролбетона плотностью не менее D500 и классом прочности на сжатие не менее B2,5 (Рисунок 4).



Рис.4. Устройство однослойных наружных стен из монолитного полистиролбетона

Помимо возведения стен, полистиролбетон может эффективно использоваться в качестве утепления и звукоизоляции кровли за счет своей лёгкости. Также его можно применять вместо цементной стяжки при устройстве полов в качестве не только выравнивающего, но и теплоизолирующего материала.

В Табл.1,2 приведены технические и сравнительные характеристики полистиролбетона.

Таблица 1

Технические характеристики полистиролбетона

№П/П	Наименование показателя	Значение показателя
1	Марка по средней плотности, D, (кг/м ³)	150-550
2	Предел прочности на сжатие, R, Мпа	0,35-2,1
3	Удельная теплоемкость КДж/(кг °С)	1,6

4	Марка по морозостойкости, F, циклы	25-100
---	------------------------------------	--------

Таблица 2

Сравнительные характеристики с другими материалами

Показатели материала	Плотность кг/м ³	Теплопроводность, вт/мс	Водопоглощение %
Кирпич глиняный полнотелый	1800	0,8	11
Древесина (сосна)	520	0,15	20
Керамзитобетон	700-1500	0,23-0,52	18
Полистеролбетон	150-550	0,08-0,010	4

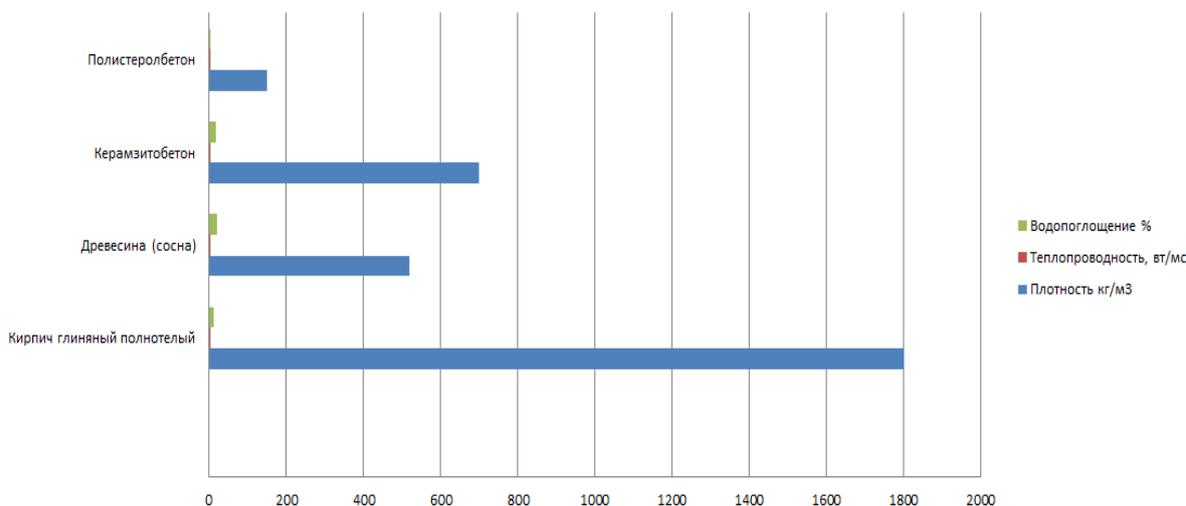


Рис.5. Диаграмма сравнительных характеристик материалов

Анализ выявил главные преимущества полистиролбетона:

- небольшой вес, что в свою очередь снижает затраты на устройство фундамента;
- высокая теплоизоляция;
- лёгкость в обработке изделий;
- низкая усадка, благодаря небольшой массе;
- высокие показатели морозостойкости.

Список литературы

1. Садович, М.А. Применение пенополистирола для монолитного домостроения / М.А. Садович, В.Г. Лемперт, М.В. Шиманова // Техничко-экономический вестник Братскгэсстроя: сборник,- Братск:, 1991. -Вып. 2. С. 14-15.
2. ГОСТ Р 51263-99 «Полистиролбетон. Технические условия». 1999 год.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ КОВРОВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ НАРУЖНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ЗДАНИЙ

Нагрузова Л.П., Савекин Е.С., Кабанова Е.Г., Сазнов К.В.

ФГАОУ ВПОУ Хакасский технический институт–филиал СФУ, г.Абакан

Особое место в отечественной строительной отрасли занимает индустриальное домостроение, которое в течение последних десятилетий прошлого века играло доминирующую роль в жилищном и социальном строительстве.

Развитие крупнопанельного домостроения направлено на повышение комфортности проживания, энергоэффективности и эксплуатационной надежности зданий, эстетической привлекательности и

многовариантности решений фасадов жилой застройки. Однако с его развитием для многих жилых массивов, строящихся по типовым проектам, становятся характерными монотонность и однообразие. В этих условиях большое значение приобретает качество фасадной отделки зданий. [3]

Важной частью облика зданий является фасад. В связи с этим особое значение приобретает их отделка. Облицовку зданий и сооружений возможно выполнять как в заводских, так и в построечных условиях.

Нанесение отделочных покрытий на уже построенные малоэтажные здания не вызывает трудностей. При использовании покрытий на многоэтажных зданиях необходимы специальные мероприятия, поэтому целесообразно выполнять отделку в процессе изготовления панелей наружных стен непосредственно на заводах. Помимо этого, существуют температурные ограничения - температура воздуха и объекта должна быть не менее +5°C.

Отделка фасадных поверхностей элементов зданий, выполняемая в заводских условиях, позволяет снизить их стоимость и повышает качество отделочных слоёв за счет применения новых способов по механизации нанесения и крепления отделочных материалов, повышения их стойкости к режимам тепловлажностной обработки.

Без сборного, панельного домостроения ни одна страна в Европе, а теперь и в Азии, например, Китай, не решают в настоящее время задачу массового жилищного строительства. По сравнению с кирпичным и монолитным домостроением строительство крупнопанельных домов имеет ряд преимуществ: в 1,5-2 раза уменьшение сроков возведения домов и на 30-40% меньшая себестоимость строительства. При этом крупнопанельные жилые дома позволяют обеспечить потребности различных социальных слоев населения.

Литературный обзор показал, что проблеме совершенствования технологии отделки фасадных элементов зданий посвящены работы многих исследователей в области полносборного крупнопанельного домостроения. Качество отделки во многом зависит от фактуры, цвета и долговечности применяемых отделочных материалов. В последние десятилетия учеными создана широкая номенклатура декоративно-облицовочных материалов. Отделкой листовыми материалами занимались такие учёные, как Катанов Д.Д., Семёнов А.А. Декоративно-облицовочные стеклокристаллические материалы на основе вторичного сырья разрабатывали Болотова Л.Н., Данисюк И.А., Елагина М.А., Мизандронцева Н.И., Сулова Е.П., Фёдорова Л.В., Щеглова М.Д. Опыт получения и применения зернистых покрытий изложен в трудах Анцуповой С.Г., Белоусова Е.Д., Гонтарь Ю.В., Когана Г.С., Севериновой Г.В., Ярошевского Л.М. Работы Лисицына Ю.В., Максименко Л.П., Цимерманиса Ф.Х. посвящены отделке из плиточных материалов. Труды ряда ученых, Граника М.Ю., Григорьевой П.И., Нагрузовой Л.П., Плаксенко Н.В, а также исследования, проведенные в ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)» (далее - ЦНИИЭП жилища), ОАО "НИЦ "Строительство" и других организациях позволили внедрить достаточно эффективные способы индустриальной декоративной отделки изделий крупнопанельного домостроения. [1,2,3,4]

Наружная фактура стеновых панелей должна обладать высокой декоративностью и долговечностью при малой стоимости и незначительных затратах ручного труда. В связи с этим, в ЦНИИЭП жилища в лаборатории технологий декоративных и модифицированных бетонов, выполнялись исследования по созданию новых видов наружной отделки, которые представляют собой декоративные ковровые покрытия – ковры с применением крошки из природных и искусственных материалов, полимерного вяжущего и основы в виде геотекстиля (далее - декоративные ковры с крошкой), а также полимерцементные ковры на основе сеток (далее - ПЦ ковры). [1]

Сравнительный анализ показал, что применяемые виды отделки имеют ряд недостатков, связанных как с качественными показателями, так и с технологией её нанесения. К недостаткам по качественным показателям относятся такие, как разрушение отделки в процессе эксплуатации (например, при окраске поверхности), а также ограниченный цветовой ряд облицовки (например, при отделке керамическими плитками). Недостаточная долговечность, требующая дополнительных экономических затрат на реконструкцию фасада. (Рисунок 1) Технологическими недостатками являются: подготовка поверхности перед её отделкой, специальные операции после распалубки изделий. В связи с этим требуются дополнительные затраты времени на изготовление фасадных элементов зданий. [2]

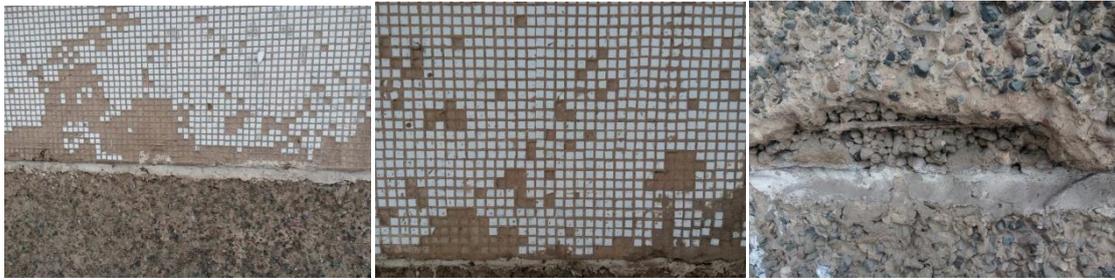


Рис.1. Разрушение фасада панельного жилого дома (97 серия)

Выявлено, что наиболее индустриальными и эффективными видами отделки являются ковровые покрытия, но конструкции существующих ковров и технологии их изготовления недостаточно проработаны. Для отделки фасадных элементов зданий ковровыми изделиями декоративный материал наносится на основу. Она может быть как временной (удаляемой), так и постоянной (неудаляемой). Примеры отделки с временной (бумажной) основой: облицовка коврами из плитки, коврами с дробленным материалом и т.п., где необходима очистка поверхности готового изделия от бумаги. Дополнительные мероприятия требуют затрат времени и труда. В разрабатываемых декоративных коврах для повышения их технологических качеств используется постоянная (неудаляемая) основа. [2]

На основе анализа факторов, которые могут влиять на декоративные ковровые покрытия при их изготовлении, транспортировке, эксплуатации, разработаны и сформулированы дополнительные требования, предъявляемые к исследуемым декоративным ковровым покрытиям (Рисунок 2). [3]



Рис.2. Требования, предъявляемые к декоративным коврам

Отделка фасадных поверхностей элементов зданий, выполняемая в заводских условиях, позволяет снизить их стоимость и повышает качество отделочных слоёв за счет применения новых способов по механизации нанесения и крепления отделочных материалов, повышения их стойкости к режимам тепловлажностной обработки. [3]

Список литературы

1. Граник М.Ю., Григорьева П.И., Плаксенко Н.В. Новый вид заводской отделки крупнопанельных зданий/ М.Ю. Граник, П.И. Григорьева, Н.В. Плаксенко// Строительные материалы. – 2011-№3.-С. 24-27
2. Плаксенко Н.В. Технология изготовления декоративных ковров для отделки фасадов здания: автореф. дис. ...канд. технических наук: 05.23.08/ Григорьева Полина Игоревна. - Москва, 2013 - 30 с
3. Л.П. Нагрузова. Заводская технология изготовления декоративных ковров для отделки фасадных элементов/ Л.П. Нагрузова, Н.В. Плаксенко// Журнал Азербайджанская инженерная академия 2013. №4 - с. 110-116
4. Пат. 2492302 РФ. Строительный элемент здания с декоративным армированным слоем/ Николаев С.В., Григорьева П.И., Плаксенко Н.В., Граник М.Ю.; заявитель и патентообладатель ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)» - №2012111692/03; заял. 27.03.2012; Оpubл. 10.09.2013, Бюл. №25-6с

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аношкин В.С.

ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», РФ, г.Саранск

Строительство – самая энергоемкая отрасль материального производства и главный потребитель природных ресурсов. При строительстве зданий индустриальными методами расходуется более трети всего используемого в стране сырья, при этом в виде строительного мусора остается более 30 % отходов. Отраслью потребляется 65 % всей производимой в стране электроэнергии и выбрасывается более 40 % парниковых газов. Тратится большое количество питьевой воды.

Современные системы оценки и управления качеством строительства основаны на внедрении экологического подхода в практику проектирования и строительства. Одним из главных аспектов внимания является ресурсосбережение.

«Зеленое» строительство является практическим воплощением модели устойчивого развития в архитектуре и строительстве. Его характеризует нацеленность на экологическую безопасность и создание благоприятных здоровых условий жизнедеятельности человека с учетом интересов будущих поколений.

В настоящее время для оценки и управления качеством зданий и застройки в целом в различных странах мира разрабатываются и применяются собственные экологические стандарты, основанные на единых критериях «зеленого» строительства. Такие стандарты имеют формат рейтингов и ориентированы в основном на добровольную сертификацию застройщиками вновь возводимых или реконструируемых объектов.

Исторически первым в 1990 г. британской компанией BRE Global был создан добровольный стандарт BREEAM как метод оценки экологической эффективности зданий (BRE Environmental Assessment Method), используемый ныне по всему миру. В 1998 г. Американским советом по экологичному строительству (USGBC) был разработан стандарт LEED (Leadership in Energy and Environmental design), что переводится как первенство (лидерство) в энергосбережении и экологичном проектировании [3].

Известны также стандарты: DGNB и CERNEUS (ФРГ); Green Building Council Italia (Италия); Green Star (Австралия) и Green Star SA (ЮАР); HK BEAM (Гонконг); LEED Canada и Green Globes (Канада); РСДЭС «Зеленые стандарты» и СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 Рейтинговая система оценки среды обитания (Россия).

Системы BREEAM и LEED являются самыми распространенными системами оценки, получившими широкое международное признание.

Критерии «зеленого» строительства:

- обеспечение экономии энергии и питьевой воды, снижение загрязняющих атмосферу выбросов;
- обеспечение экологической безопасности строительных материалов на основе подтверждения их происхождения или сертификации качества;
- обеспечение комфортности пребывания в здании (освещенность, тепловой комфорт, приятный вид из окна – все то, что оказывает непосредственное влияние на физическое и психоэмоциональное состояние человека);
- обеспечение комфортности пребывания в здании с точки зрения внешних факторов (развитая инфраструктура, доступность общественного транспорта, наличие парковок, в том числе велосипедных, удобства передвижения инвалидов);
- минимизация и максимально эффективное использование участка застройки, преимущественное

использование застроенных участков, в том числе для нового строительства – реновация;

- недопущение ухудшения состояния земель, отданных под застройку, недопущение уменьшения видового разнообразия флоры и фауны, ухудшения состояния подземных вод;

- обеспечение такого уровня управления строительством и эксплуатацией здания, который позволит не только соблюдать показатели экологичности и комфортности, но и обеспечит постепенное их улучшение от объекта к объекту;

- применение при строительстве и эксплуатации здания наилучших технологических решений, обеспечивающих не просто минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, а создающих условия для гармоничной встройки объекта в природное окружение [1].

Оценка соответствия объекта перечисленным критериям проводится как на этапе проектирования, так и на этапе строительства. В редких случаях может быть сертифицировано действующее здание. Большое внимание уделяется решениям по предотвращению негативного воздействия процессов строительства и эксплуатации объекта на окружающую среду.

Экологические стандарты устанавливают новые требования к конечному продукту строительного производства, готовому к эксплуатации зданию. Это естественным образом диктует перемены и в методах самого строительного производства.

Современные строительные технологии должны обеспечивать снижение энергопотребления на всех этапах производства строительной продукции:

- при производстве строительных материалов, изделий и конструкций;
- в ходе выполнения подготовительных и планировочных работ;
- при возведении частей и конструкций здания на строительной площадке;
- при выполнении отделочных работ;
- в процессе благоустройства территории.

Существенной экономии энергоресурсов можно добиться применяя прогрессивные материалы, которые позволяют исключить из производственной цепочки некоторые технологические процессы. Так, внедрение в строительное производство самоуплотняющегося бетона позволяет исключить самый энергоемкий процесс бетонных работ – уплотнение бетонной смеси.

Современные строительные технологии должны быть ориентированы на реализацию таких проектных решений, которые позволяют эффективно использовать и расходовать энергетические ресурсы (прежде всего на отопление/охлаждение и освещение здания), питьевую воду, применять при эксплуатации здания геотермальную энергию, энергию ветра и солнца, контролировать выбросы углекислого газа в атмосферу.

Современные строительные технологии должны быть ориентированы на применение местных или региональных материалов, по возможности натуральных или поддающихся утилизации. В первую очередь речь идет об экономии топливно-энергетических ресурсов, связанных с транспортировкой строительных материалов к месту строительства, а также о возможности производства некоторых материалов и изделий непосредственно на строительной площадке.

Современные строительные технологии должны быть максимально безотходными. Этому способствует использование временных сооружений и приспособлений в качестве постоянных конструкций возводимого сооружения: например, проектирование и строительство подземной части здания методом «стена в грунте» [4].

Увеличение кратности применения того или иного специального оборудования также помогает снижать отходы строительного производства: например, разработка опалубки, унифицированной для многократного применения при возведении комплекса зданий из монолитного железобетона.

Строительная площадка должна быть организована таким образом, чтобы выделенный для целей строительства участок был задействован максимально эффективно: внедрение в строительное производство, например, декельного метода, предусматривающего возведение подземной части здания без устройства котлована или возведение высотных зданий методом подъема.

Должны применяться такие технологии благоустройства участка, которые обеспечили бы сохранность почвенного слоя и способствовали бы поддержанию биологического баланса участка. Главное условие – покрытие дорожек, площадок, проездов должно пропускать дождевые и талые воды (например, технология мощения с использованием пористого (водопроницаемого) бетона, натурального камня, бетонной плитки или газона) [2].

В современных условиях роль архитектора возрастает. Архитектор осуществляет выбор строительной системы для реализации собственного архитектурного замысла, использует прогрессивные материалы и технологии, учитывающие экологические требования и международные стандарты. Современные архитектурные решения стимулируют развитие строительных технологий, техники и материалов.

Список литературы

1. Архитектурно-строительные технологии: учебник для студ. учреждений высш. образования / [Е.С. Баженова, В.А. Высокий, О.Э. Дружинина и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 272 с.
2. Дружинина О.Э. Возведение зданий и сооружений с применением монолитного бетона и железобетона. Технологии устойчивого развития: учеб. пособие / О.Э. Дружинина, Н.Е. Муштаева. – М.: КУРС ; ИНФРА-М, 2013.
3. Маклакова Т.Г. История архитектуры и строительной техники. Современная архитектура / Т.Г. Маклакова. – М.: МГСУ, АСВ, 2009.
4. Теличенко В.И. Технологии строительных процессов: в 2 ч. Ч. 2: учебник / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2005.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АНИОНА НА КИНЕТИКУ ФОРМИРОВАНИЯ СПЛАВА СИСТЕМЫ CaCu

Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н.

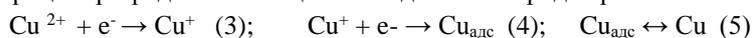
СГТУ, РФ, г.Саратов

С начала 70 – х годов прошлого столетия решение прикладных вопросов в области создания литиевых источников тока (ЛИТ) стало основным вектором, определившим направление работ в области электрохимического образования и растворения литийсодержащих металлических сплавов. Такой подход к проведению исследований, повлек достаточно быстрое и эффективное продвижение разработок в области создания ЛИТ.

Сдерживающим фактором применения ЛИТ в крупномасштабных накопителях энергии является их высокая стоимость. В ряде научных разработок [1] исследователи предлагают произвести замену лития на кальций, который широко распространен в природе, более экологически безопасен, потенциалы этих металлов достаточно близки $E_{Li/Li^+} = -3,04$ В, $E_{Ca/Ca^+} = -2,86$ В. Согласно результатам исследований [1], замена лития на кальций открывает возможность снижения стоимости таких источников энергии без сколько – нибудь значительного уменьшения электрических характеристик.

В этой связи задача наших исследований состояла в изучении поведения медного электрода в апротонных растворах солей кальция, хлорида, ацетата, и нитрата, с целью выявления влияния природы аниона на кинетику формирования электрохимического сплава CaCu по методу катодного внедрения.

Предпосылками для проведения исследований электрохимического формирования сплавов кальция с медью послужили труды Кабанова Б.Н., Теплицкой Л.Г., Ивановой Н.Д., Томашевой Н.Н.[2, 5-6] в которых показано, что ряд металлов, особенно щелочных и щелочноземельных, способен электрохимически внедряться во многие более благородные металлы при потенциалах, превышающих их стандартные величины как при катодной поляризации металла, так и в отсутствии внешнего тока. При контакте с электролитом возможен переход ионов щелочного металла в медь по механизму катодного внедрения [2], в результате чего уменьшается активность поверхности меди и происходит сдвиг её равновесного потенциала. Присутствие щелочного металла, а также кислорода, хлора и углерода в структуре медного электрода показали гамма-спектрометрический и оже-спектральный анализы. Щелочной металл (М), после разряда ионов, минуя адсорбционную стадию, сразу образует химические связи с медью. Реакцию в процессе разряда и внедрения авторы [2], предлагают записать в виде схемы $M^+ + e + m Cu \rightarrow M Cu_m$ (1). Электрохимическая природа процесса внедрения при бестоковом потенциале требует, чтобы наряду с реакцией (2) протекала компенсирующая её сопряженная реакция ионизация меди $Cu^+ + e = Cu$ (2). Общеизвестно, что процесс разряда – ионизации на медном электроде протекает по стадийному механизму:



С лимитирующей стадией (4). Формальные электродные потенциалы систем Cu^+ / Cu , Cu^{2+} / Cu , Cu^{2+} / Cu^+ отличаются от стандартных значений, что объясняется более сильными комплексообразующими свойствами неводных растворителей по сравнению с водой, следовательно, возможна стабилизация некоторых простых сольватированных ионов высокой степени окисления в неводных растворителях. Стабильность ионов в растворе зависит от сольватирующей способности растворителя, что влияет на кинетику и механизм окислительно –

восстановительного процесса на электроде. Процесс разряда ионизации кальция в диметилформамидных растворах протекает по стадийному механизму. Скорость процесса лимитируется стадией присоединения первого электрона из раствора при катодном восстановлении. При условии простой двухстадийной схемы процесса: $\text{Ca}^{2+} + e^- \leftrightarrow \text{Ca}^+$ (8); $\text{Ca}^+ + e^- \leftrightarrow \text{Ca}$ (9) кинетические уравнения катодного разряда ионов кальция и анодной ионизации металла имеют вид:

$$i_k = K_k \cdot C_{\text{Ca}^{2+}} \cdot e^{-\alpha F\phi/RT} \quad (11); \quad i_a = K_a \cdot e^{(1+\beta) F\phi/RT} \quad (12) \text{ при этом } \alpha = 0,08; \beta = 0,91.$$

Для определения диффузионно – кинетических характеристик процесса катодного электровыделения кальция на меди начальные участки потенциостатических кривых плотность тока – время перестраивали в координатах $i - \sqrt{t}$, $i - 1/\sqrt{t}$. В исследованиях были использованы апротонные растворы солей кальция - CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ концентрацией 0,1 моль/л. Растворителем служил диметилформамид (ДМФ). Катодную обработку рабочих электродов осуществляли при потенциале -2,6 В (относительно неводного хлорсеребряного электрода сравнения). Продолжительность каждого опыта составляла 3 часа. Для поляризации использовали потенциостат П-5848 в комплекте с самопишущим потенциометром КСП-4 или осциллографом для регистрации тока и потенциала. Рабочими электродами служили пластины из меди высокой степени чистоты (содержание основного металла 99,99%). Рентгеноструктурный анализ образцов проводили на установке ДРОН – 3,0 в фильтрованном $\text{C}_0\text{K}_\alpha$ – излучении с фокусировкой по Бреггу-Брентано. Для лазерного микроспектрального анализа использовали установку лазерного эмиссионного микроспектрального анализа "Спектр-2000".

Состав, структура и свойства сплавов, формирующихся электрохимическим способом, а также скорость электродных процессов, при которых эти сплавы формируются, в значительной мере зависят от условий их формирования, в частности от природы аниона в растворе электролита. Влияние последнего фактора может быть обусловлено особенностями комплексообразования ионов металлов на всех промежуточных стадиях сложного электродного процесса, условиями электронного переноса и, наконец, с адсорбцией анионов на электроде.

На полученных $i-t$ кривых электровыделения Ca на Cu электроде и сплавах на основе Cu матрицы наблюдаются задержки и изломы, наличие которых согласно литературным данным [3,4] может быть связано с образованием нескольких фаз внедрения, различающихся структурой, свойствами и содержанием кальция в сплавах. Для определения диффузионно – кинетических характеристик процесса электровыделения кальция начальные участки потенциостатических кривых перестраивали в координатах $i - \sqrt{t}$, $i - 1/\sqrt{t}$ и по угловому коэффициенту наклона определяли константу внедрения k_b и произведение $C_0\sqrt{D}$.

$$k_b = \Delta i / \Delta(1/t) = zF / \sqrt{\pi} \cdot C_0 \sqrt{D},$$

где z – число электронов, участвующих в реакции;

F – число Фарадея, Кл/моль;

C_0 – концентрация внедрившихся атомов (дефектов), моль/см³;

D – коэффициент диффузии внедрившихся атомов, см²/с.

Таблица 1

Диффузионно – кинетические характеристики (ДКХ) процесса внедрения Ca в медь из растворов солей $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ в ДМФ концентрацией 0,1 моль/л при потенциале, Ек: -2,6 В (ткп = 3 час).

ДКХ	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	CaCl_2	$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
k_b , $\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{c}^{1/2}$	$4,70 \cdot 10^{-3}$	$11,76 \cdot 10^{-3}$	$1,64 \cdot 10^{-3}$
$C_{\text{Ca}} \sqrt{D_{\text{Ca}}}$ моль $\cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{c}^{-1/2}$	$0,0426 \cdot 10^{-3}$	$0,1066 \cdot 10^{-3}$	$0,0186 \cdot 10^{-3}$
$i(0)$, $\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$	22,5	5,0	0,75

Потенциалы Ca_xCu электродов после катодной поляризации во всех исследованных растворах на несколько порядков выше по сравнению с бестоковым потенциалом исходных медных электродов ($E_{6/T}$), что говорит о значительном содержании кальция в структуре сплава и согласуется с результатами лазерного микроспектрального анализа (Табл.2). В растворе соли $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ величина ($E_{6/T}$) составляла -0,14 В; в CaCl_2 - 0,41 В, а в $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ - 0,12 В.

Таблица 2

Содержание кальция (%) в меди после ее катодной обработки в растворах солей кальция 0,1 моль/л ($E_k = -2,6$ В) в ДМФ в течение 60 мин

Глубина проникновения, мкм	145	185	210	230
CaCl_2	11,2±0,1	9,8±0,4	8,3±0,1	8,0±0,2
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3,8±0,1	2,6±0,4	1,3±0,1	1,0±0,2
$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	1,7±0,1	0,8±0,4	0,5±0,1	0,2±0,2

Переход от хлоридного к нитратному и ацетатному раствору соли не приводит к смене механизма процесса и, следовательно, причину наблюдаемых изменений параметров электровыделения кальция следует искать в различиях качественного и количественного состава этих растворов. Известно, что $[7]$ Cl^- – ионы, в отличие от NO_3^- , CH_3COO^- , за счет их специфической адсорбции служат хорошими активаторами поверхности, что объясняет более высокие, на несколько порядков, значения константы внедрения катионов кальция в медь. Анализ полученных экспериментальных результатов свидетельствует о том, что в растворах солей с NO_3^- и Cl^- анионами возрастает устойчивость связи катион (кальций) – растворитель и поведение анионов не вызывает затруднений при протекании процесса электровыделения кальция. В растворе соли с CH_3COO^- анионом наблюдается преобладающее влияние устойчивого взаимодействия анион – растворитель, приводящее к изменению физических свойств раствора, повышению его кислотности, что приводит к смещению равновесия в системе в сторону увеличения скорости анодных процессов, согласно [8]. Следствием этого является переход процесса в область диффузионных ограничений по продуктам реакции, то есть существенно замедляется скорость электровыделения кальция на медном электроде из раствора соли ацетата кальция $Ca(CH_3COO)_2$. Рентгеноструктурный анализ полученных нами электрохимических сплавов показал формирование, в заданных условиях эксперимента, в структуре медного электрода твердого раствора α -Ca-Cu.

Список литературы

1. Лысенко О.Г., Попова С.С. Сравнительное исследование циклируемости Li(Ca)LaPbAl электродов в апротонных органических растворах солей лития и кальция. Фундаментальные проблемы преобразования энергии в литиевых электрохимических системах: материалы XI Междунар. конф. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2010. – С. 52 - 54.
2. Кабанов Б.Н., Киселева И.Г., Астахов И.И. Электрохимическое внедрение элементов в электроды. // Электрохимия. - 1972. Т. VIII, Вып.7. – С. 955- 971.
3. Диаграммы состояния металлических систем. Т.1/ Под ред. Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996. 992 с.
4. Щербинина О.Н. Исследование и разработка технологических основ получения материалов на основе системы Ca - Y- Cu - O по методу электрохимического внедрения. реакций / О.Н. Щербинина // Канд. дисс. Саратовского госуд. техн. Ун -та – С., 1997 г. 272 с.
5. Иванова Н.Д. и др. Катодное внедрение лития в продукты неполного электровосстановления ионов меди. // Электрохимия. - 1996. Т. 32, №.8. – С. 928 - 931.
6. Томашова Н.Н. и др. Влияние катодного внедрения щелочного металла на электрохимическое поведение алюминия в хлоридных растворах. // Электрохимия. - 1995. Т. 31, №.3. – С. 313 - 315.
7. Karayannis H.S., Patermarakis G.// Electrochemica Acta. 1995. Vol.40. № 9. P.1079.
8. Попова С.С. Анодное растворение и пассивация металлов в кислых окислительных средах. Изд-во Саратов. Ун -та 1984, 152 с.

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛЮКОЗО- ФРУКТОЗНЫХ СИРОПОВ ИЗ СЛАДКОЙ ВИНОГРАДНОЙ ВЫЖИМКИ

Розправкова О.В., Жирова В.В., Бабаева М.В.

МГУТУ им. Г.Г. Разумовского, РФ, г.Москва

Перспективным сырьем для производства глюкозо-фруктозных сиропов является виноградная выжимка – вторичный ресурс виноделия, содержащая значительное количество сахаров (9-11%). Виноградный сахар, благодаря разностороннему воздействию на организм человека, давно считается ценным лечебным диетическим продуктом. Но этот продукт или вообще не используется или применяется в производстве малоценного, с точки зрения пользы для организма человека, этилового спирта.

Глюкозо-фруктозный сироп является серьезным конкурентом сахара, он обладает более высокой растворимостью в воде, чем сахароза. Является предпочтительным подслащивающим веществом в диете больных диабетом, обладает пониженной калорийностью, может использоваться в кондитерской промышленности, при производстве безалкогольных напитков, для шаптализации и др.

Экстракт сладкой виноградной выжимки, кроме большого количества полезных сахаров содержит и балластные вещества, такие, как – фенольные вещества, органические кислоты, белки и др. Поэтому, освобождение экстракта от этих веществ является приоритетной задачей в технологии получения глюкозо-фруктозных сиропов.

В своей работе мы исследовали 7 различных сорбентов и анионитов, разработанных и полученных в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева. Эти материалы нейтральны к пищевым средам и могут использоваться в пищевой промышленности.

В задачи исследования входило:

- 1) Изучение сорбционной способности различных сорбентов по отношению к фенольным веществам, возможность их применения для обесцвечивания диффузионного сока из выжимок.
- 2) Подбор ионита для понижения кислотности диффузионного сока.
- 3) Изучение динамики концентрирования раскисленного и обесцвеченного глюкозо-фруктозного раствора.
- 4) Разработка технологической схемы получения глюкозо-фруктозного сиропа.

На начальном этапе исследования проводили на модельных растворах, а также на белом и красном виноградных соках. Стеклянные колонки заполняли сорбентами и анионитами (100 г) и с одинаковой скоростью пропускали исследуемые образцы через его слой. Отбирали для анализа каждые 200 мл, определяли в них общее содержание фенольных веществ (титруемых кислот) и по формуле рассчитывали динамическую обменную емкость сорбента (ДОЕ).

$$ДОЕ = \frac{(C_1 - C_2) * V}{Y}; \quad \text{где:}$$

C_1 – исходная концентрация фенольных веществ (титруемых кислот) в растворе, мг/дм³.

C_2 – концентрация фенольных веществ (титруемых кислот) в растворе после сорбции, мг/дм³.

V – объем раствора, проходящего через сорбент, дм³.

Y – навеска сорбента (анионита), г.

В результате предварительных исследований были выделены 2 лучших варианта, имеющих максимальную ДОЕ: сорбент П-3 (нерастворимый макропористый сополимер N-винилпироллидона с дивинилбензолом) и анионит А-15 (макропористый сорполимер стирола и дивинилбензола), которые были использованы в дальнейшей работе с выжимочным экстрактом. Перед обработкой экстракта сорбентом и анионитом, его предварительно центрифугировали и подвергали ультрафильтрации с целью удаления мутящих и белковых веществ.

Изучали влияние скорости потока на процесс сорбции фенольных веществ на сорбенте П-3. Установлено, что чем больше скорость потока, тем больший объем экстракта проходит через сорбент и тем быстрее он загружается. Однако, наибольшего значения ДОЕ достигает при скорости потока - 20 мл/мин. Так, при пропускании 100 мл выжимочного экстракта при скорости 10 мл/мин - ДОЕ = 5,8 мг/г, при пропускании того же объема экстракта при скорости 20 мл/мин значение ДОЕ достигает 6,3 мг/г, а при пропускании того же объема экстракта при скорости потока 60 мл/мин значение ДОЕ = 5,85 мг/г, т.е. начинается процесс проскока фенольных веществ через слой сорбента. Следовательно, скорость потока 20 мл/мин на объем сорбента 100 см³ является оптимальной. Сделав пересчет, можно рекомендовать для разрабатываемой технологии оптимальную скорость процесса 545,5 дал/час на 1 м³ сорбента. При этом, обработка экстракта с использованием вышеуказанного сорбента обеспечивает достаточно полную чистоту очистки от фенольных соединений (75,4% - 80,3%).

Следует заметить, что по истечении определенного времени происходит снижение сорбционной емкости сорбента, так как количество фенольных веществ в обработанном выжимочном экстракте снижается очень незначительно. Это, по нашему мнению, связано с забиванием пор сорбента и его необходимо регенерировать. Изучив различные варианты восстановления сорбционной способности, была выбрана обработка сорбента 3% раствором соляной кислоты, затем тщательная промывка горячей водой температурой 55-60°С до нейтральной реакции и затем обработка 3% раствором гидроокиси натрия также с промывкой водой.

На следующем этапе работы, с целью снижения титруемой кислотности, обработанный ранее экстракт пропускали через анионит А-15, выбранный в предыдущих опытах. При изучении титруемой кислотности выжимочного экстракта при различных скоростях потока и сорбционной характеристики по отношению к органическим кислотам, установлено, что оптимальной скоростью является 10 мл/мин, что в промышленных масштабах составит 275 дал в час на 1 м³ анионита. При этом титруемая кислотность снижается на 63,7 %. При

начальном содержании титруемых кислот в выжимочном экстракте 5,8 г/дм³, их количество в обработанном экстракте составило 2,1 г/дм³.

В дальнейшем, обесцвеченный, с низкой кислотностью глюкозо-фруктозный раствор подавали на концентрирование на роторную вакуум-выпарную установку, где проводили его концентрирование при различных температурах и давлении. Установлено, что оптимальными режимами концентрирования являются: температура - 50-55°C и давление – 0,93-0,94 кг/см³. При этом, количество сухих веществ в растворе увеличивается с 9,5% (в начальном растворе) до 70% в течение часа.

На основании проведенной работы была усовершенствована аппаратурно-технологическая схема получения глюкозо-фруктозного сиропа из сладкой виноградной выжимки, состоящая в следующем: выжимка белых сортов винограда в диффузоре промывается горячей водой, с целью извлечения из нее ценных составляющих компонентов. Диффузионный сок подвергается центрифугированию и далее поступает на ультрафильтрационную установку с диаметром пор мембраны 0,45 мкм – для отделения белковых веществ. Далее экстракт насосом перекачивается в колонну, заполненную сорбентом П-3 с целью удаления фенольных соединений. Скорость подачи экстракта составляет 540-560 дал в час на 1 м³ сорбента. Для снижения органических кислот обесцвеченный экстракт проходит обработку на анионите А-15 при скорости потока 270-280 дал в час на 1 м³ анионита. Перед подачей на вакуум-выпаривание, для предупреждения процесса карамелизации сахаров - в результате длительного температурного воздействия, экстракт рекомендуется сконцентрировать на обратноосмотической установке до 30-35% сухих веществ. Вакуум-выпаривание проводится при температуре 50°C и давлении 0,94 кг/м³ до 70-75 % сухих веществ в готовом сиропе.

Список литературы

1. Коваленко Г.А., Перминова Л.В. Современные технологии переработки растительного сырья в сахаристые крахмалопродукты (патоки, сиропы) // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 1, с. 80-89
2. Разуваев Н.И. Рациональное использование и комплексная переработка отходов винодельческой промышленности, - Киев: Высшая школа, 1986. - 302 с.
3. Таран Н.Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности, - М.: Легкая и пищевая промышленность, 2003. - 346 с.
4. Сидоренко Ю.И., Славянский А.А. и др. Удаление красящих веществ непористыми и пористыми адсорбентами. «Виноград и вино России», №6. 2001, с. 27-29.
5. Справочник по виноделию. Под. ред. Валушко Г.Г. и Косюры В.Т., - Симферополь: Таврида, 2005. - 587 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОЦИАНИДОЛОВ ИЗ ВИНОГРАДНЫХ СЕМЯН

Розправкова О.В., Жирова В.В., Бабаева М.В.

МГУТУ им. Г.Г. Разумовского, РФ, г.Москва

Анализ литературных источников по составу и производству полифенольного комплекса из виноградных семян показал, что появляются все больше и больше сведений о лечебно-профилактическом применении полифенолов. Ди- и тримеры фенольных веществ - процианидолы - являются одними из самых мощных антиоксидантов в природе. Их антиоксидантная активность превышает в 50 раз активность витамина Е, который когда-то считался эталоном. Они обладают способностью поглощать свободные радикалы и предотвращать рост раковых клеток, снижают риск сердечно – сосудистых заболеваний, обладают ранозаживляющим действием, обладают Р - витаминной активностью.

Технологический запас полифенолов винограда превышает 500 тонн за сезон, но предприятия мало уделяют внимания переработке вторичных ресурсов виноделия, что связано с недостаточностью исследований по вопросу извлечения фенольного комплекса из винограда и отсутствием доступных технологий.

В данной работе были поставлена цель: разработать метод твердофазной экстракции для выделения процианидолов из виноградных семян. В результате этого определились следующие задачи исследования :

1. Выбрать эффективный экстрагент и исследовать кинетику выделения фенольных соединений из семян винограда;
2. Исследовать процесс экстракции виноградных семян в ситчатой пульсационной колонне и определить оптимальные режимы экстрагирования.

3. Разработать принципиальную технологическую схему получения экстракта виноградных семян.

Опыты по изучению кинетики экстрагирования фенольных соединений из семян винограда 20%-ным и 40%-ным водными растворами спирта-сырца проводились при непрерывном встряхивании.

Установлено что с увеличением времени экстрагирования количество фенольных веществ увеличивается. Кривая кинетики процесса экстракции 20%-ным водным раствором спирта-сырца виноградных семян представлен на Рисунок 1. Необходимо отметить, что образцы, взятые для опыта, получались мутными и плохо отфильтровывались, что давало ошибку и завышало результаты. По данным эксперимента после 1 часа перемешивания концентрация фенольных соединений составляет 0,85 г/дм³. При дальнейшей экстракции изменение концентрации фенольных соединений практически не происходит.

Оптическая плотность при D_{530} увеличивается с 4,3 до 17,6, а затем несколько снижается. Выравнивается концентрация через 1 час до 17,1. Экстракт получается мутный, коричневого цвета.

При экстракции измельченных семян 40%-ным водным раствором спирта-сырца (Рисунок 2.) концентрация фенольных соединений после 1 часа перемешивания составляет 0,97 г/дм³ и через два часа увеличивается до 1,35 г/дм³. Оптическая плотность D_{530} , характеризующая процианидины увеличивается до 20,5.

Данные исследований показывают, что лучшие результаты экстракции фенольного комплекса наблюдаются при экстракции 40%-ным водно-спиртовым раствором. Однако, предварительные исследования показали, что экстракция 40%-ным водно-спиртовым раствором способствует лучшему извлечению не только фенольных веществ, но и липидов, которые присутствуют в семенах винограда в достаточных количествах, и затрудняют в дальнейшем очистку препарата. Поэтому, для промышленных условий целесообразнее рекомендовать 20%-ный раствор спирта, что одновременно приводит к экономии спирта.

Д(530) С г/дм³ Д(420)

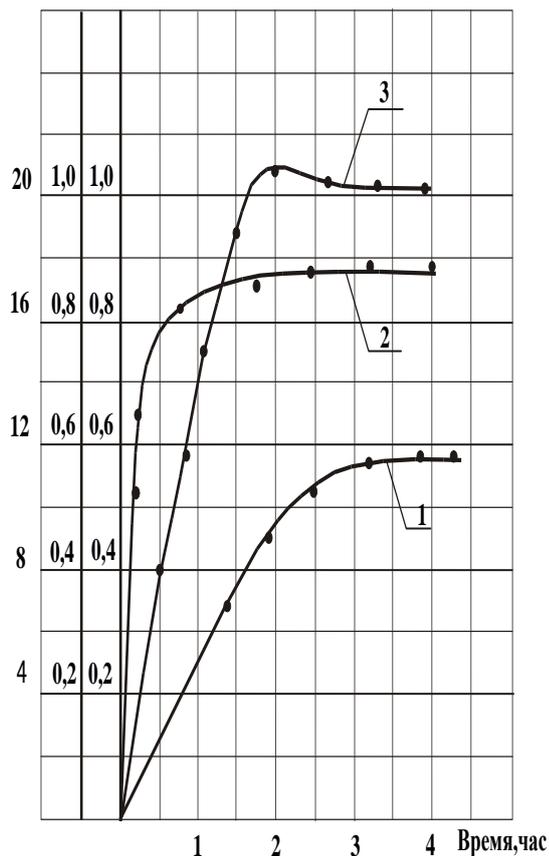


Рис 1. Кинетические кривые экстракции полифенольного комплекса виноградных семян 20%-ным раствором спирта-сырца:

Д(420) - оптическая плотность при $\lambda = 420$ нм;
 С - содержание фенольных веществ в экстракте, г/дм³;
 Д(530) - оптическая плотность экстракта при $\lambda = 530$ нм.

Д(530) С г/дм³ Д(420)

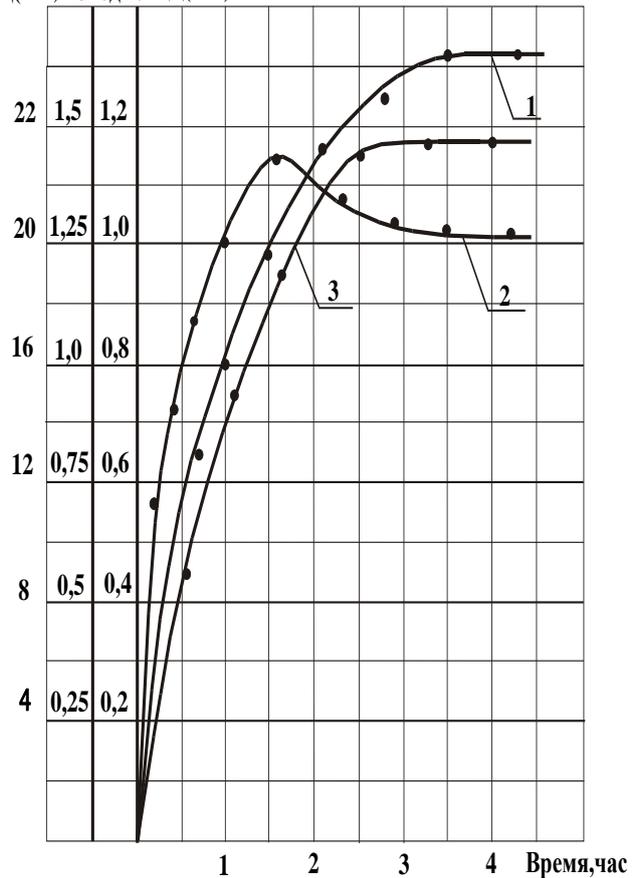


Рис.2 Кинетические кривые экстракции полифенольного комплекса виноградных семян 40%-ным раствором спирта-сырца:

Д (420) – оптическая плотность экстракта при $\lambda=420$ нм;
 С – содержание фенольных веществ, г/дм³;
 Д(530) – оптическая плотность при $\lambda = 530$ нм;

Кривая кинетики извлечения фенольных веществ из семян винограда, представляющая собой логарифмическую зависимость от времени, показывает, что для процесса присуща область регулярного режима, однако, регулярная область наступает относительно поздно и большую часть времени процесс протекает нелинейно.

На следующем этапе эксперимента провели исследования по изучению процесса экстракции на лабораторной ситчатой пульсационной колонне (Рисунок 3).

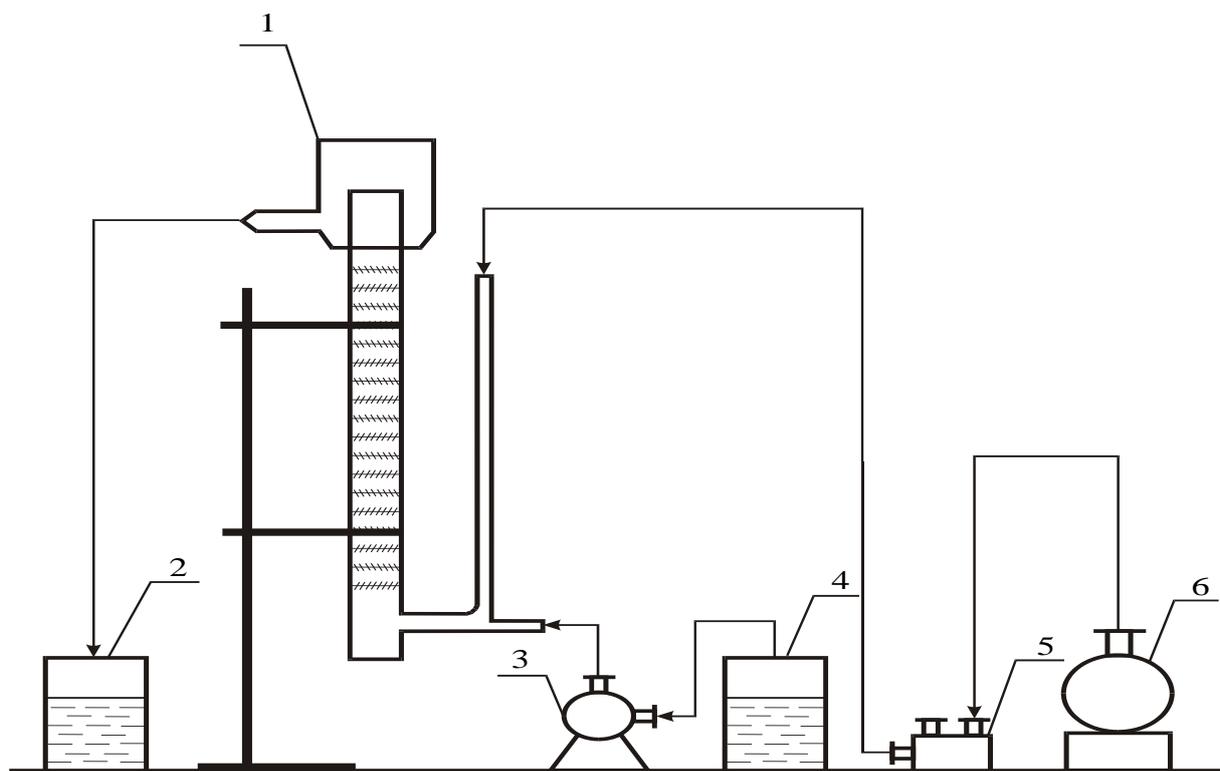


Рис. 3. Установка для экстракции виноградных семян в пульсационной колонне:

- 1 - колонна ,
- 2 - приемный стакан,
- 3 - насос,
- 4 - стакан для экстрагента,
- 5 - пульсатор,
- 6 - компрессор.

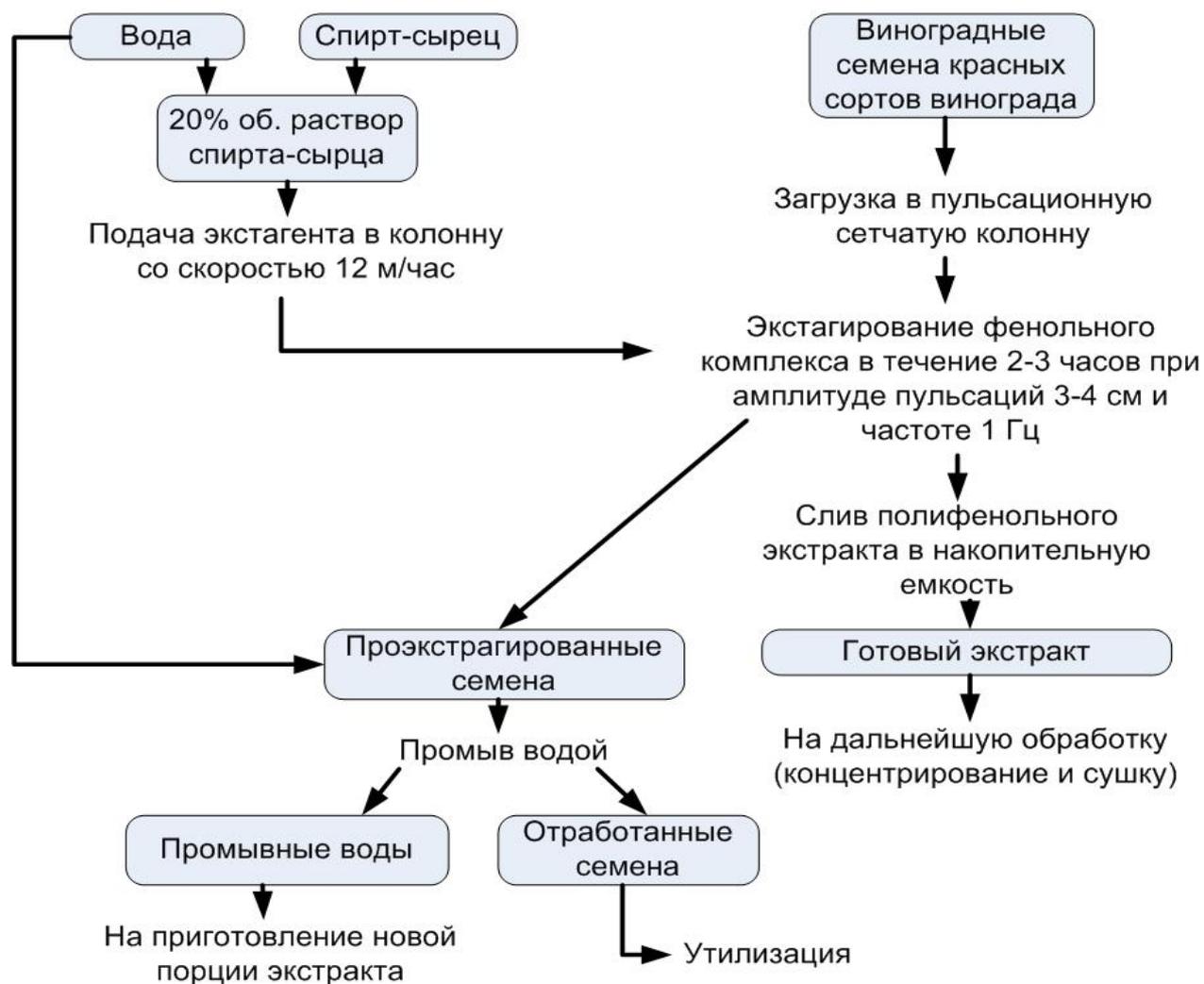
Изучали: 1) Скорость подачи экстрагента в колонну;
2) Интенсивность пульсаций (амплитуду и частоту).

Скорость подачи экстрагента составляла $7,4 \text{ м}^3$ в час, 12 м^3 в час и 23 м^3 в час. Установлено, что лучшей скоростью экстракции является скорость 12 м^3 в час. Увеличение скорости подачи экстрагента до 23 м^3 в час приводит к захлебыванию. Слой твердой фазы сжимается и перенос целевого компонента снижается. Снижение скорости подачи экстрагента до $7,4 \text{ м}^3$ в час не только приводило к увеличению времени экстракции, но и к обратной сорбции фенольных веществ на твердой фазе.

Для исследования влияния интенсивности пульсаций на выход целевого продукта пользовались специальным пульсатором, входящим в установку. Амплитуда пульсаций составляла 1, 2, 3 и 4 см. Установлено, что наибольшее содержание целевых веществ наблюдалось при максимальной амплитуде в 3 см. При этом извлекалось $1,6 \text{ г} / \text{дм}^3$ фенольных веществ.

Аналогичные результаты были получены при изменении частоты пульсаций в низкочастотном диапазоне от 0,5 до 1 герца, которые показали, что при частоте пульсаций в 1 герц количество фенольных веществ составило $1,37 \text{ г} / \text{дм}^3$. Таким образом, можно заключить, что наложение внешних колебаний значительно интенсифицирует процессы внешнего массопереноса, что приводит к увеличению выхода целевого продукта.

Ниже представлена процессуальная схема получения биологически активных соединений из виноградных семян на пульсационной колонне.



Полученный вышеуказанным способом экстракт должен быть подвергнут дальнейшему концентрированию и сушке, что требует продолжения работы в этом направлении. Добавление его в различные продукты питания усилит их антиоксидантную активность биологическую ценность.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СОЛОДORAЩЕНИЯ

Белокурова Е.С., Афонина А.З.

ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ», РФ, г.Санкт-Петербург

В последние годы в России отмечается снижение объемов производства пива, и в соответствии с докладом Росстата за 2014 год падение производства пива достигло 66,6 миллиона декалитров, что составляет - 8,6%. Несмотря на это, пивоваренная отрасль пищевой промышленности является одним из важных источников бюджетных поступлений [5].

Солод ячменный светлый является основным сырьём в пивоварении. Солод - это зерно ячменя, пророщенное в искусственно-созданных регулируемых условиях. Основным сырьём для производства солода является ячмень пивоваренных сортов. Объёмы производства ячменя представлены на Рисунке 1.

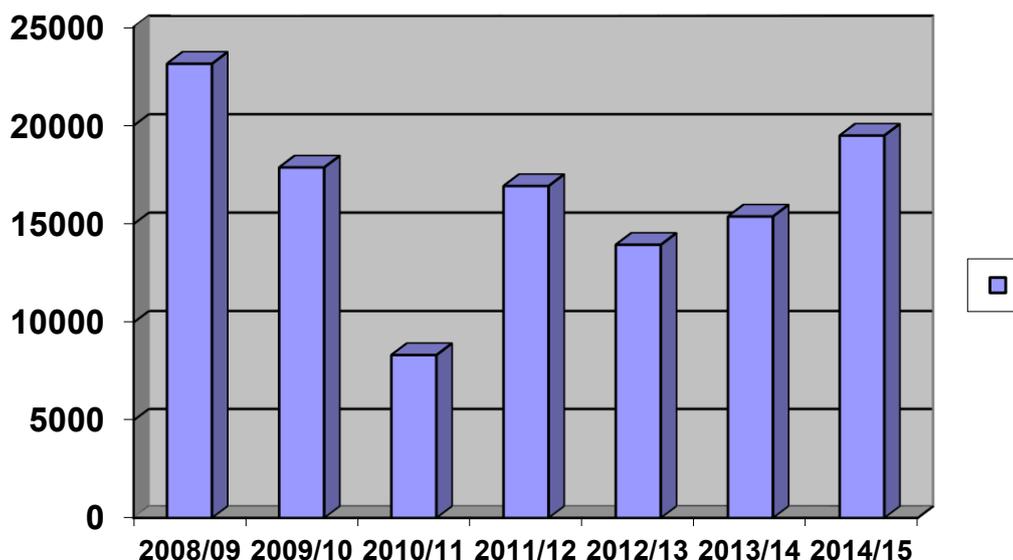


Рис.1. Производство ячменя в России [тыс. тонн]

Из Рисунка 1 видно, что объёмы производства ячменя пивоваренного нестабильны [5]. Качество ячменя также не всегда отвечает требованиям пивоваров, о чём свидетельствуют результаты разных проверок.

Так, согласно данным Федерального центра оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки, ячмень пивоваренный урожая 2014 года не всегда отвечал требованиям ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках» по таким показателям как влажность, содержание белка, количество сорной и зерновой примеси, а также заражённость вредителями.

Для решения вопроса импортозамещения, для укрепления позиций России на внешнем рынке, для повышения конкурентоспособности пивоваренного ячменя необходимо не только увеличивать количество выращиваемого ячменя, но и его качество [2].

Одним из важных показателей качества ячменя является жизненная активность зёрен. Многие отечественные и зарубежные исследователи отмечают на имеющуюся зависимость качества получаемого солода от энергии и способности зерна ячменя к прорастанию. Именно в момент прорастания зародыша активизируется и образуется комплекс ферментов, в основном амилолитических, обеспечивающих гидролиз полисахаридов, в основном крахмала, до низкомолекулярных соединений (моно- и дисахаридов), сбраживаемых дрожжами с образованием этилового спирта и углекислого газа [7].

Из ячменя с невысокими физиологическими показателями получается солод с большим количеством непроросших зерен. Такой солод при приготовлении заторов плохо осахаривается, полученное из него пивное сусло имеет низкую конечную степень сбраживания из-за большого количества несброженных веществ. При этом получается пиво невысокого качества [7].

В нашей стране согласно с требованиями инструкции по техно-химическому контролю пивоваренного производства при оценке пригодности ячменя для производства солода нормируются следующие физиологические показатели качества: энергия прорастания, способность прорастания и жизнеспособность [6]. Зачастую пивоваренный ячмень с отличными органолептическими и физико-химическими показателями, по внешнему виду без признаков порчи и посторонних включений, здоровый, негреющийся имеет низкую прорастаемость. Тогда проверяют его жизнеспособность. Жизнеспособность зерна ячменя - это потенциальная возможность зерна к прорастанию. Согласно с требованиями нормативно-технической документации [4], жизнеспособность у пивоваренного ячменя 1-го и 2-го классов должна быть не менее 95 %. В данной работе мы проверяли жизнеспособность различных партий ячменя, поступающего на солодовенные предприятия. В качестве образцов были выбраны сорта ячменя пивоваренного западно-европейской селекции: Турингия, Скарлет, Ксанаду и отечественные сорта Гонар, Сигнал и Визит.

При определении пользовались методиками, предусмотренными нормативно-технической документацией [3, 6]. Результаты определения жизнеспособности ячменного зерна представлены на Рисунке 2.

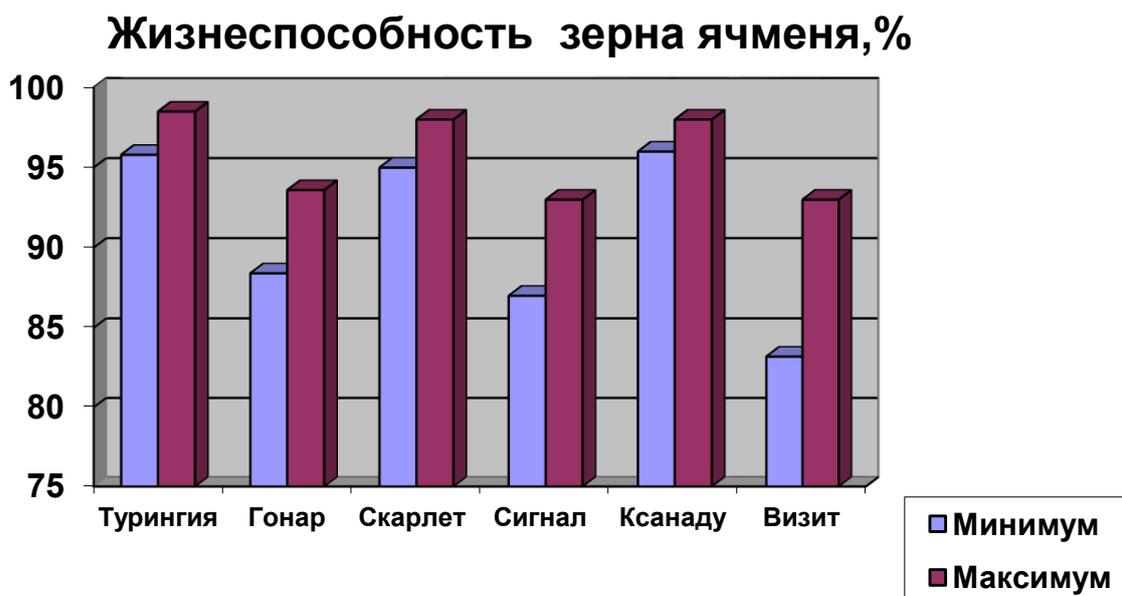


Рис.2. Жизнеспособность зерна ячменя

В некоторых Европейских странах при оценке возможности использования ячменя для солодоращения определяют индекс прорастания, который характеризует динамику прорастания ячменного зерна по суткам.

В исследованных образцах ячменя мы также проводили определение индекса прорастания. (I_{np}) [8], который подсчитывали по формуле (1):

$$I_{np} = \frac{10}{T_{cp}}$$

При этом среднее время прорастания (T_{cp}) определяли по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{(N_{24} + 2 \cdot N_{48} + 3 \cdot N_{72})}{(N_{24} + N_{48} + N_{72})} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где:

N_{24} - количество зёрен, проклюнувшихся после 24 часов проращивания;

N_{48} - количество зёрен, проклюнувшихся после 48 часов проращивания;

N_{72} - количество зёрен, проклюнувшихся после 120 часов проращивания.

Результаты определения индекса прорастания пивоваренного ячменя представлены на Рисунке 3.



Рис.3. Индекс прорастания ячменя пивоваренного

Из исследованных образцов ячменя пивоваренного высокой жизненной активностью обладали образцы западно-европейской селекции. Это связано с тем, что в развитых европейских странах, где культивируют пивоваренный ячмень, для посева используют сорта ячменя только с определёнными, точно установленными свойствами, которые являются главными для солодоращения и производства пива. В странах ЕС используют исключительно двухрядные яровые ячмени, крупнозернистые с тонкой оболочкой и низким содержанием белков. Проведённые в этих странах селекционные работы по выведению новых сортов пивоваренного ячменя способствовали выравниванию и стандартизации сырьевой базы.

Активнее всех образцов пророс ячмень пивоваренный сорта Ксанаду - образец 5. У этого образца получился самый высокий индекс прорастания, у данного образца в первые 2 суток ращения проклюнулось наибольшее количество зёрен.

У образцов 2 «Гонар», 4 – «Сигнал» и 6 «Визит» индекс прорастания получился самый низкий. Жизнеспособность этих образцов получилась ниже предусмотренной ГОСТ. Их нежелательно использовать в солодоращении, т.к. непроросшие зёрна часто становятся причиной инфекции на производстве, являясь хорошей питательной средой для микроорганизмов.

Показатель индекса прорастания является одной из важных технологических характеристик, показывающих готовность зерна для переработки на солод. Можно рекомендовать и отечественным производителям солода при оценке жизненной активности ячменя использовать индекс прорастания, который характеризует интенсивность прорастания пивоваренного ячменя.

В настоящее время вопрос конкурентоспособности продукции, выпускаемой отечественной пищевой промышленностью, встал с особой остротой из-за введения экономических санкций. Пивоваренные предприятия экспортируют свою продукцию в страны ближнего и дальнего зарубежья, поэтому вопрос повышения конкурентоспособности для них очень важен. Не меньшее значение имеет и качество пивоваренного ячменя, т.к по прогнозам аналитиков, потребление пивоваренного ячменя в ближайшие годы вырастет за счет увеличения спроса на солод в ЕС и Китае. И для того, чтобы обеспечить отечественные пивоваренные предприятия, а также продавать ячмень и солод, необходимо улучшать его качество, повышая конкурентоспособность.

Список литературы

1. Белокурова Е.С., Борисова Л.М. Конкурентоспособность пищевых продуктов как фактор продовольственной безопасности России. Теоретичні та прикладні аспекти підвищення конкурентоспроможності під приємств: колективна монографія /за ред. О.А.Паршиной - Дніпропетровськ: «Герда», 2013. Т.2, 334 с., с.36-44
2. Белокурова Е.С., Дмитриченко М.И. Качество и конкурентоспособность продовольственного сырья и пищевых продуктов. Монография.- СПб, Изд-во СПбГУСЭ, 2009 г.
3. ГОСТ 12039-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности
4. ГОСТ 5060-86 "Ячмень пивоваренный. Технические условия"

5. Исследования консалтинговой компании Intesco Research Group «Российский рынок пива – 2014 », М., 2014 г.
6. Инструкция по техно-химическому контролю пивоваренного производства, научно-производственное объединение напитков и минеральных вод. Москва, 1991г.
7. Кунце В. Технология солода и пива. – СПб, Изд-во Профессия, 2001 г.
8. Франк Рат «Требования к качеству пивоваренного ячменя и их значение в процессах солодоращения и пивоварения» Материалы VLB – семинара «Сырьевая база для солодовенного и пивоваренного производства», Переславль-Залесский, 2-4 июня 2010 г.

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БИСКВИТНЫХ ТОРТОВ

Быстрова А.А., Курочкина Т.И.

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г.Магнитогорск

В России современные рыночные отношения напрямую связаны с конкуренцией. Конкуренция выполняет в рыночной экономике важнейшую функцию – она принуждает производителей учитывать интересы потребителя, а значит, и интересы общества в целом. [2]

Российский рынок кондитерских изделий является высококонкурентным, при этом по отдельным федеральным округам он насыщен. Перечень конкурентных компаний основан на специфике самого продукта (торт, пирожное), не позволяющего транспортировать его на большие расстояния, поэтому конкуренция строится в рамках локальных рынков. Рынок тортов характеризуется рядом специфических черт: высокий уровень конкуренции, не ярко выраженная маркетинговая политика со стороны производителей, сезонность, тяготение к классическим рецептам и натуральным продуктам, активное развитие премиум–сегмента и др. Именно эти черты и определяют вектор будущего развития рынка. [1]

В ходе конкуренции рынок из множества товаров отбирает только те, которые нужны потребителям. Именно их удается продать. Прочие же остаются невостребованными, и производство их сокращается. Конкуренция представляет собой конкретный механизм, с помощью которого рыночная экономика решает фундаментальные вопросы что? как? для кого производить?

Оценка конкурентоспособности основывается на сравнении характеристик анализируемой продукции с конкретной потребностью и выявлении их соответствия друг другу. Для объективной оценки необходимо использовать те же критерии, которыми оперирует потребитель, выбирая товар на рынке.

Для оценки конкурентоспособности бисквитных тортов и пирожных была выбрана номенклатура параметров, которая включала две обобщающие группы: параметры качества и экономические параметры. [3,4]

В качестве качественных параметров были взяты результаты органолептической оценки качества бисквитных тортов.

Для определения конкурентоспособности бисквитных тортов органолептическим методом оценим следующие показатели в баллах от 0 до 5:

форма и внешний вид; структура, консистенция; цвет; вкус; запах.

Данные, полученные в результате оценки конкурентоспособности бисквитных тортов представлены в Табл.1.

Таблица 1

Оценка конкурентоспособности бисквитных тортов разных производителей

Показатель	Коэффициент весомости	КЦ Дружба	ОАО Хлебпром	ОАО «Первый хлебокомбинат»	ООО «Гауранга»	ИПБОЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.
Форма и внешний вид	0,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4
Структура, консистенция	0,2	4	4	5	4	4
Цвет	0,1	4,2	4,2	4,8	4,2	4,3

Вкус	0,2	4,7	4,5	4,9	4,7	4,6
Запах	0,2	4	4	4	4	4
Коэффициент качества	1,0	4,31	4,27	4,62	3,96	4,24

Расчет конкурентоспособности бисквитного торта «Кофейный» разных производителей проводили следующим образом:

1 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства КЦ «Дружба»

$$K1=4,5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 4,2 + 0,2 \cdot 4,7 + 0,2 \cdot 4 = 4,31$$

2 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ОАО «Хлебпром»

$$K1=4,5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 4,2 + 0,2 \cdot 4,5 + 0,2 \cdot 4 = 4,27$$

3 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ООО «Гауранга»

$$K1=5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 4,2 + 0,2 \cdot 4,7 + 0,2 \cdot 4 = 3,96$$

4 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ОАО «Первый хлебокомбинат»

$$K1=4,5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 4,8 + 0,2 \cdot 4,9 + 0,2 \cdot 4 = 4,62$$

5 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ИПБЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.

$$K1=4,3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 4,3 + 0,2 \cdot 4,6 + 0,2 \cdot 4 = 4,24$$

По данным, представленным в таблице 1 можно сделать заключение, что наиболее конкурентоспособным является бисквитный торт производства ОАО «Первый хлебокомбинат», так как коэффициент качества составил 4,62, который является наивысшим показателем по отношению к другим исследованным образцам бисквитных тортов.

Для оценки конкурентоспособности бисквитного торта «Кофейный» находим нормированную цену. Для этого берем низкую цену образца за два образца. Результаты проведенных исследований представлены в Табл.2.

Таблица 2

Нормированная цена бисквитного торта «Кофейный»

Наименование торта	Цена бисквитного торта	Нормированная цена
КЦ Дружба	148	2,01
ОАО Хлебпром	147	2,04
ОАО «Первый хлебокомбинат»	144	1,98
ООО «Гауранга»	145	1,98
ИПБЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.	146	2,01

Расчет нормируемой цены проводили следующим образом:

1 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства КЦ «Дружба»

$$X1=145 \cdot 2 / 147 = 2,2$$

2 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ОАО «Хлебпром»

$$X1=147 \cdot 2 / 144 = 2,04$$

3 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ООО «Гауранга»

$$X1=144 \cdot 2 / 145 = 2,1$$

4 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ОАО «Первый хлебокомбинат»

$$X1=145 \cdot 2 / 146 = 1,76$$

5 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ИПБЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.

$$X1=146 \cdot 2 / 145 = 1,76$$

Используя данные органолептической оценки качества бисквитного торта «Кофейный» разных производителей и зная цену по коэффициенту, можно определить конкурентоспособность бисквитного торта. Результаты расчета представлены в Табл.3.

Оценка бисквитного торта «Кофейный» по коэффициенту «качество/цена»

Показатель	КЦ Дружба	ОАО Хлебпром	ОАО «Первый хлебокомбинат»	ООО «Гауранга»	ИПБОЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.
Коэффициент качества	4,31	4,27	4,31	3,96	4,24
Нормируемая цена	2,01	2,04	1,98	1,98	2,01
Коэффициент качество/цена	2,14	2,09	2,18	2	2,1
Рейтинг конкурентоспособности	2	4	1	5	3

Расчет коэффициента «качество/цена» проводили следующим образом:

1 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства КЦ «Дружба»

$$X1=4,31/2,01=2,14$$

2 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ОАО «Хлебпром»

$$X1=4,27/2,04=2,09$$

3 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ОАО «Первый хлебокомбинат»

$$X1=4,31/1,98=2,18$$

4 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ООО «Гауранга»

$$X1=3,96/1,98=2,0$$

5 Конкурентоспособность торта «Кофейный» производства ИПБОЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.

$$X1=4,24/2,01=2,1$$

На основании данных, представленных в Табл.3 можно сделать заключение, что наиболее конкурентоспособной кондитерской продукцией на рынке города Челябинска является продукция ОАО «Первый хлебокомбинат».

Второе место по рейтингу «качество/цена» заняла кондитерская продукция КЦ «Дружба».

Третье место по рейтингу «качество/цена» заняла кондитерская продукция ИПБОЮЛ «Кондитерский цех» Лапоян Г.Г.

Список литературы

1. Долматова И.А., Рябова В.Ф., Персецкая К.М., Курочкина Т.И. Инновационные технологии в системе корпоративного питания / И.А. Долматова, В.Ф. Рябова, К.М. Персецкая, Т.И. Курочкина // Современные технологии продуктов питания [Текст]: материалы Международной научно-практической конференции. – Курск: Юго-Зап. Гос. ун-т, 2014. – С. 75–77.
2. Конкуренция на кондитерском рынке [Электронный ресурс] // Адрес в сети Интернет: <http://www.webagro.net>
3. Лифиц И. М. Теория и практика конкурентоспособности товаров и услуг [Текст] / И.М. Лифиц. – изд. 2-е перераб. и исправл. – М.: ООО «Юрайт – М», 2001. – 222.
4. Рябова В.Ф., Долматова И.А., Лобачев М.Д. Анализ маржинальности блюд в процессе инжиниринга меню / В.Ф. Рябова, И.А. Долматова, М.Д. Лобачев // Современные технологии и управление: материалы III Международной научно-практической конференции. – Светлый Яр: филиал ФГБОУ ВПО МГУТУ им. Разумовского в р.п. Светлый Яр, 2014. – С. 304–308.

ПЕКТИН КАК КОМПОНЕНТ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Латыпова С.Ш., Рябова В.Ф.

ФГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», РФ, г.Магнитогорск

Пищевая ценность продуктов питания - это один из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Рациональное питание способствует профилактике заболеваний, обеспечивает нормальный рост и развитие детей, повышает работоспособность. Вместе с тем, в последние десятилетия состояние здоровья россиян

склонно к негативным тенденциям. Одной из причин повышения заболеваемости является недостаточное потребление с пищей полноценных белков, витаминов, макро- и микроэлементов. Учитывая значимость здоровья нации для развития и безопасности страны определена Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации [3]. Она предусматривает комплекс мероприятий, направленных на удовлетворение потребностей различных групп населения в рациональном, здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения.

Повысить биологическую ценность продукта можно путем применения растительных полисахаридов в качестве загустителей, что позволит упростить технологический процесс и увеличить выход готовой продукции высокого качества [8, 9].

Одними из широко используемых в пищевой промышленности полисахаридов являются пектиновые вещества, которые снижают содержание холестерина в организме, способствуют нормализации обменных процессов, улучшают периферическое кровообращение, а также используются при лечении желудочно-кишечного тракта, для профилактики сахарного диабета и онкозаболеваний. Но, пожалуй, самое ценное свойство пектина, отличающее его от других гидроколлоидных полисахаридов (агар-агара, каррагенанов, камеди ксантана и др.) в том, что этот природный полисахарид работает очень эффективно, не нарушая бактериологического баланса внутренней среды [1, 13]. Пектин выводит из организма ионы токсичных металлов, пестицидов, радионуклидов и могут оказывать нормализующее влияние на многие процессы жизнедеятельности организма при свинцовой интоксикации и быть рекомендованы в качестве пищевой добавки к продуктам лечебного и профилактического действия [4, 7]

По сравнению с другими структурообразующими компонентами пектин требует строгого соблюдения рецептурных и производственных параметров [2]. С другой стороны, он создает очень хорошую текстуру и вкусовые ощущения во рту; из-за относительно быстрого и регулируемого студнеобразования пектин выгодно использовать в современном непрерывном технологическом процессе [1, 6]. Содержание в плодах и овощах пектиновых веществ позволяют рационально перерабатывать продукты растениеводства и получать новые продукты лечебно-профилактического назначения. [5]

В силу своих лечебных свойств пектин является основой рационов лечебно-профилактического питания, поэтому целесообразно введение пектина, например, в рецептуру плодово-овощного соуса.

Соусы являются составной частью большого ассортимента блюд. Они содержат разнообразные вкусовые, ароматические и красящие вещества, поэтому дают возможность улучшить вкус и внешний вид пищи, а также делать ее более сочной. Ароматические вещества соусов усиливают выделение пищеварительных соков и этим способствуют лучшему усвоению пищи организмом человека [9, 11].

В плодово-овощной соус, состоящий из яблочного пюре, морковного пюре и тыквенного пюре, дополнительно вводится натуральный мед, грецкие орехи, молочная сыворотка и пектин.

В пектин после просеивания добавляют молочную сыворотку, перемешивают и дают набухнуть в течение 30-40 минут. Благодаря введению молочной сыворотки улучшается консистенция соуса, при хранении увеличивается стойкость к расслаиванию. Также повышается биологическая ценность соуса за счет содержащихся в молочной сыворотке азотистых соединений, витаминов, органических кислот, лактозы, минеральных элементов. Добавление в соус меда натурального оказывает благоприятное действие на сердечную деятельность, способствует оптимизации деятельности нервной и эндокринной систем, обогащает соус минеральными веществами и легкоусвояемыми углеводами [2, 12]. Яблочное пюре обеспечивает снижение активной кислотности, что приводит к повышению биологической ценности продукта. В свою очередь овощные пюре (морковное и тыквенное) обогащают соус минеральными элементами и витаминами, особенно бета-каротином [3].

Пюре, мед натуральный, измельченные грецкие орехи, молочную сыворотку и подготовленный пектин соединяют и уваривают до содержания сухих веществ не менее 24% [12].

Готовый соус стабилен к расслаиванию, так как практически представляет собой ионно-связанный студень. Поступление кальция, источником которого является молочная сыворотка, способствует увеличению количества Са-пектатовых цепей, что ведет к улучшению консистенции соуса и способствует стойкости к расслаиванию при хранении [10, 13]. Кроме того уваренная молочная сыворотка делает соус достаточно сбалансированным по минеральному составу, т.е. соотношения кальция и фосфора, кальция и магния максимально приближены к оптимальным: Са:Р=1:1,1, Са:Мg=1:0,5 [9].

Таким образом, использование пектина в технологии плодово-овощного соуса делает продукт применимым в лечебно-профилактическом питании, а его сочетание с витаминизированным сырьем таким, как мед натуральный, орехи грецкие, овощные и плодовые пюре, делает соус биологически и энергетически ценным. Данный соус способствует расширению ассортимента выпускаемых отечественной промышленностью консервированных соусов.

Список литературы

1. Гаврилова, Д.В. Использование пектина в производстве продуктов функционального назначения [Текст] // Аграрная Россия. – 2013. - № 11- С.43-44 .
2. Гаврилова, Д.В. Использование пектина при производстве функциональных и специализированных продуктов [Текст] / Д.В. Гаврилова, С.Н. Бутова, Ю.В. Махова // Материалы конференции XII Международного форума «Высокие технологии XXI века». – М.: Издательство ЛКИ, 2011. – С. 341-344.
3. Долматова, И.А., Зяблицева, М.А., Зайцева, Т.Н. Обоснование целесообразности разработки технологии и рецептуры функционального соуса на основе йогурта [Текст]/ И.А. Долматова, М.А. Зяблицева, Т.Н. Зайцева // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство Международная научно-техническая конференция (заочная). Под общей редакцией Пономарева А.Н., Мельниковой Е.И.. 2013. С. 305-310.
4. Долматова, И.А., Зайцева, Т.Н., Малова, Е.Н. Перспективы использования санберри в производстве молочных продуктов [Текст]/ И.А. Долматова, Т.Н. Зайцева, Малова Е.Н. //Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство Международная научно-техническая конференция (заочная). Под общей редакцией Пономарева А.Н., Мельниковой Е.И., 2013. -С. 300-305.
5. Зяблицева, М.А., Долматова, И.А., Ходакова, Е.Е. Научные аспекты рациональной переработки местного растительного сырья с целью получения нового ингредиента для йогурта [Текст]/ М.А. Зяблицева, И.А. Долматова, Ходакова Е.Е. //Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение// Материалы Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Воронеж, 2014. С. 162-165.
6. Долматова, И.А., Зайцева, Т.Н. Исследование влияния овощных цукатов на свойства и качество йогурта [Текст]/ И.А. Долматова, Т.Н. Зайцева // Инновационные технологии в пищевой промышленности Материалы XII международной научно-практической конференции. 2013. С. 51-54.
7. Зайцева, Т.Н., Долматова, И.А., Малова, Е.Н. Использование санберри в технологии производства творожных изделий [Текст]/ Т.Н. Зайцева, И.А. Долматова, Е.Н. Малова //Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов. Белгородский университет кооперации, экономики и права. Белгород, 2014. С. 306-310.
8. Долматова, И.А., Зяблицева, М.А. Влияние овощных цукатов на качество и безопасность йогуртов [Текст]/И.А. Долматова, М.А. Зяблицева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 1. № 71. С. 255-258.
9. Нечаев, А.П.. Пищевая химия [Текст]: учеб. пособие / Нечаев А.П., Траубен-берг С.Е., Кочеткова А.А., Колпакова В.В., Витол И.С., Кобелева И.Б. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. - 575 с. – ISBN 5-901065-16-6
10. Никитчина, Т.И., Разработка стабилизирующих систем соусов в технологии рыбных продуктов [Текст] / Никитчина Т.И., Манолы Т.А., Барышева Я.О // Восточно-Европейский журнал передовых технологий– 2015. –№ 2. – С. 19-29. - ISSN 1729-3774
11. Оводов, Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах [Текст] / Ю.С. Оводов // Биоорганическая химия. – 2009. – Т. 5, № 3. – С. 293–310.
12. Патент РФ № 2185079, 11.07.2000. Плодово-овощной соус// Кубанский государственный технологический университет / Наймушина Е.Г., Зайко Г.М.
13. Филлипс, Г.О. Справочник по гидроколлоидам [Текст] / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс; пер. с англ.; под ред. А.А. Кочетковой, Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ШОКОЛАДА ДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ

¹Никитин И.А., ²Богатырёв В.А., ²Миرونченко Я.А.,
²Серова О.В., ²Сетдикова И.Р., ²Фадеева Я.С., ²Коровина Е.С.

¹К.т.н., доцент

²Студенты

МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ), РФ, г.Москва

Шоколад является популярным кондитерским изделием среди детей и взрослых. Однако чрезмерное потребление шоколада неблагоприятно отражается на здоровье человека, в первую очередь, из-за высокого содержания углеводов в виде сахара и жиров в виде масла какао.

Технология создания шоколада, не содержащего в своем составе сахарозы, имеет достаточно длительную историю. При этом для придания ему сладкого вкуса применяют различные сахарозаменители, как натуральные, так и искусственного происхождения.

Впервые шоколад со стевией был представлен компанией «Победа» в тестовом формате на международной выставке Sweets&Snacks Expo в Чикаго. Были и другие попытки создания шоколада по традиционной технологии с использованием заменителей сахара, которые имели основной недостаток – непривычный потребителю вкус. Проводились попытки замены сахара в шоколаде швейцарской компанией Villars и бельгийской компанией Cavalier, которая добилась полного отсутствия послевкусия благодаря использованию стевииол-гликозида высокой степени очистки, практически не имеющего послевкусия и лакричного привкуса.

Такой шоколад прекрасно подходит для спортсменов, людей, страдающих сахарным диабетом. Вместе с тем, диетический шоколад не способствует излишнему отложению жиров в организме, не разрушает зубную эмаль (благодаря свойству эритритола сохранять во рту pH после потребления неизменным в пределах 6,8-7,2 в течение многих часов), обладает низким гликемическим индексом (не повышает уровень сахара в крови).

По статистическим данным ситуация в мире складывается не совсем благоприятно: в настоящее время больных сахарным диабетом насчитывается более 200 млн. человек, причем каждые 10-15 лет это число практически удваивается. В России число страдающих от этой болезни составляет 2,5 миллиона человек, то есть 2% населения страны.

На кафедре Технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ) разработана рецептура шоколада с природными сахарозаменителями, такими как стевииозид и эритритол.

Стевиозид – гликозид, извлекаемый из растения Стевия. Родом это растение из США и Мексики, и самое большое распространение на сегодняшний день получило в Японии.

Уникальность стевии заключается в том, что она обладает специфическим послевкусием, не имеет калорийности, а ее гликемический индекс равен нулю. При этом стевия по сладости превосходит традиционный сахар в 300 раз. Стевия имеет противовоспалительные и лечебные свойства: уменьшает содержание сахара в крови, снижает уровень холестерина, повышает обмен веществ, укрепляет иммунитет, замедляет процесс старения. Благодаря термоустойчивости (разрушение происходит при 190-200 °С) ее можно использовать в традиционной технологии производства шоколада.

Отсутствие противопоказаний позволяет включать стевииозид в рацион даже самых маленьких детей.

В 2010 году компания Datamonitor опубликовала исследование «Будущее подсластителей: понимание потребителей и возможности пищевых продуктов». В нем говорилось о расширенном использовании стевии - в нескольких сегментах пищевого рынка - в молочных продуктах, хлебобулочных изделиях, напитках и кондитерских изделиях.

Эритритол (эритрит) – многоатомный сахарный спирт, вырабатываемый в производственном масштабе из кукурузы. В натуральном виде он встречается в дынях, грушах, винограде и прочих фруктах и овощах.

Коэффициент сладости эритритола равен 0,7. Его энергетическая ценность всего 0,02 ккал/гр. тогда как у сахарозы целых 4 ккал/гр.

Безвредность эритритола для здоровья подтверждена и закреплена соответствующими нормативными документами, принятыми на национальном (США, Япония, многие страны ЕС, Россия (1991 г.) и так далее, всего более 20 стран) и международном уровне (совместный экспертный комитет WHO/FAO по пищевым добавкам).

Основная сложность при изготовлении шоколада традиционным способом заключается в том, что при замене сахарозы стевией и эритритолом в готовом шоколаде появлялась специфическая горечь, устранение которой стало главной задачей на начальном этапе разработки.

Основным компонентом, перебивающим горечь стевииозидов, является эритритол. Помимо него в рецептуру шоколада вводили инулин, ванилин, корицу, кокосовую муку и глюкозу.

Для устранения горечи было подобрано оптимальное количественное соотношение всех ингредиентов, содержащихся в шоколаде.

Для того чтобы провести оценку шоколада, сделанного с различными соотношениями компонентов и добиться наилучших вкусовых показателей, проводилась «слепая» дегустация. Группе дегустаторов был представлен шоколад с различным соотношением ингредиентов.

На Рисунке 1 изображена диаграмма оценок шоколада по вкусовым параметрам. В образец под номером 1, включающем в состав эритритол, стевию, кокосовую муку и инулин, соотношение тертого какао к маслу какао составило 1:3. В образец 2 добавлена корица и ванилин. В 3 варианте отношение масла какао и тертого какао изменилось и составило 1:2, добавлены только эритритол и стевия. Образец под номером 4 и 1 схожи по составу, но различны в соотношении тертого какао к маслу какао (1:2). В 5-ом варианте вместо кокосовой муки используется виноградный сахар. По своему составу образец номер 6 похож на 2, но содержит меньше тертого какао. В последнем образце шоколада используется все ингредиенты.

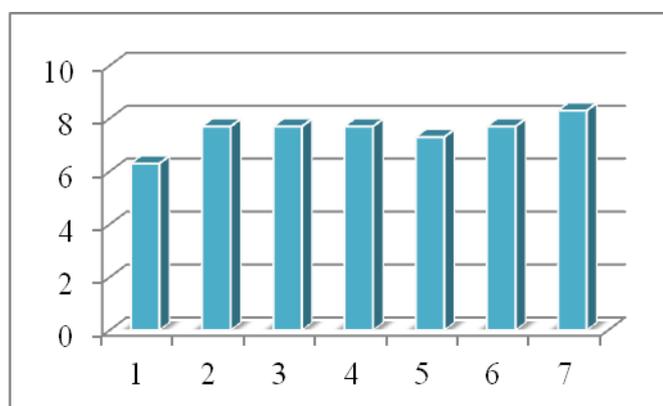


Рис.1. Результаты оценки шоколада по десятибалльной шкале

На Рисунке 2 изображена диаграмма оценок шоколада по вкусовым параметрам.

Во всех вариантах шоколада соотношение тертого какао и масла какао составляло 1:3. Первый образец содержал только эритритол. Он получил минимальную оценку, так как имел горькое послевкусие. Для избавления от горечи во втором варианте использовали стевию. Образец под номером 3, содержащий меньше эритритола и включающий инулин, снова обладал горьким вкусом. Используя корицу и соль в четвертом варианте, удалось уменьшить горечь полученного образца. В последнем образце соль была заменена ванилином.

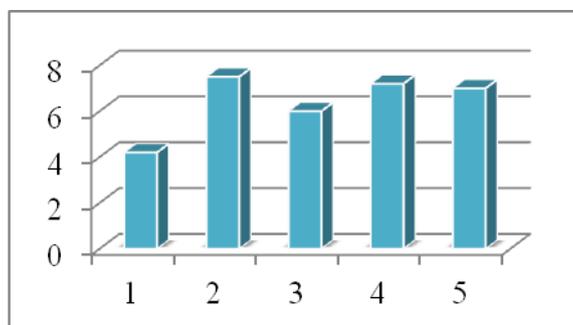


Рис.2. Результаты оценки шоколада по десятибалльной шкале

Как видно из Рисунка 2, наиболее удачным оказался вариант шоколада №2. Полученный шоколад имел темный цвет, приятный аромат, нежный вкус, обладал привлекательным для потребителя внешним видом.

Таким образом, в результате проведенных исследований удалось найти компромисс - разработать рецептуру шоколада на основе эритритола и экстракта стевии, не содержащего сахарозу в своем составе, при этом избежать побочного эффекта данных сахарозаменителей - появления горечи и специфичного послевкусия.

Список литературы

1. Корпачев В.В. Сахара и сахарозаменители. — Харьков: Изд-во «Книга плюс», 2004.—320с.
2. De Cock P., Bechert C.I. Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages//Pure and applied chemistry.— 2002.—v.74.—№7.—p.1281-1289.
3. Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data/I.C. Munro, W.O. Bernt, J.F. Borzelleca and et al//Food and chemical toxicology. —1998.—v. 36.—P.1139-1174.
4. Goossens J., Gonze M. Erythritol//The manufacturing confectioner.—2000.— №1.- P.71-75.
5. Portman M.O., Kilcast D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry//Food chemistry.—1996.—v.56.—P.291-302.
6. Sweeteners and sugar alternatives in food technology/ed. by H.Mitchell — Oxford: Blackwell publishing ltd., 2006.—414p.

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Бельский А.М.

КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г.Казань

Тепловой режим является одним из основных факторов, определяющих не только надежность, но и практическую возможность применения большинства полупроводниковых приборов. При этом главным параметром, характеризующим тепловой режим, является температура рабочего тела прибора, которая зависит от подводимой мощности, особенностей его конструкции и условий охлаждения, т.е. от способности прибора рассеивать подводимую мощность в окружающую среду.

В реальных конструкциях полупроводниковый прибор работает совместно с арматурой, конфигурация которой может быть довольно сложной, состоящей из многих элементов (подложек, токопроводящих элементов, корпусов, электроизолирующих прослоек и т.п.) с различными теплофизическими параметрами. Каждый из перечисленных элементов может существенным образом влиять на тепловые процессы. Особенно сильно недоучет влияния арматуры сказывается на динамических тепловых процессах в переходных режимах. Исследования, проведенные в [1] для импульсного режима питания транзисторов, показали, что уже при импульсах миллисекундного диапазона длительностей недоучет теплоемкости смежных с кристаллом областей ведет к значительным погрешностям в определении максимальной температуры кристалла.

Из сравнительного анализа наиболее распространенных конструкций полупроводниковых приборов следует, что их теплофизическая особенность проявляется, прежде всего, в наличии нескольких разнородных (в теплофизическом смысле), плоских элементов сравнительно небольшой толщины, которые находятся в тепловом контакте. При этом основная часть, подводимой к прибору мощности, выделяется в виде джоулевого тепла в кристалле прибора. Теплофизические схемы такой конструкции называют многослойными пластинами (стенками), процесс переноса тепла в которых описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных для баланса энергии с соответствующими краевыми и начальными условиями. Решение таких задач получается в виде бесконечных рядов, использовать которые для практического применения затруднительно.

В работах [1,3] предлагаются различные по сложности и точности методы расчета тепловых параметров и режимов для моделей с многослойной теплофизической структурой. В основном, они сводятся к трем методам:

- аналитические методы;

- экспериментальные (графические) методы;
- методы, основанные на использовании теоретических предпосылок и экспериментальных данных.

Наиболее приемлемыми для инженерной практики представляются методы, в которых за основу берутся аналитические методы (выбор структуры модели и взаимосвязь между параметрами), а численные значения параметров находятся из экспериментальных данных.

Предполагая физическую модель полупроводникового прибора в виде m -слойной теплофизической структуры, обозначим через h_k ($k=1,2,\dots, i-1, i, i+1, \dots, m$) толщины соответствующих элементарных слоев. В этом случае для каждого k -го элемента могут быть определены его теплофизические характеристики, которые в общем случае зависят от температуры, однако для рабочего диапазона температур полупроводникового прибора этой зависимостью можно пренебречь. Следовательно, предполагаемая модель может быть представлена в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

С учетом сделанных допущений, а также согласно термоэлектрической аналогии можно записать теоретическую модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений [1] в операторной форме

$$P(p) = Y_T(p) \cdot \Theta(p), \quad (1)$$

где $P(p)$ – вектор-столбец подводимой мощности; $Y_T(p)$ – матрица тепловой проводимости системы; $\Theta(p)$ – вектор-столбец температуры.

Решение системы (1) относительно температуры рабочего тела Θ_i при определенных допущениях и воздействии на систему скачка мощности может быть записано в виде [1]

$$\Theta_i(t) = \sum_{k=1}^m \Theta_k \left(1 - e^{-\frac{t}{T_k}}\right), \quad (2)$$

где Θ_k – установившееся значение превышения k -го элемента конструкции прибора над $(k+1)$ элементом при единичном ступенчатом возмущении на входе в виде скачка мощности; T_k – постоянная времени для k -го элемента.

В соответствии с (2) структура идентифицируемого объекта может быть представлена в виде суммы элементарных экспонент, каждая k -ая из которых соответствует k -му элементу конструкции прибора т.е. имея экспериментально полученную переходную характеристику относительно температуры $\Theta_i(t)$ и разложив ее на элементарные составляющие можно получить количественные оценки параметров исследуемой модели.

С помощью изложенной методики была проведена идентификация тепловой динамической характеристики магнитоизмерительного зонда с преобразователем Холла. Исследуемая конструкция позволяет выделить не менее четырех самостоятельных элементов с отличающимися тепловыми характеристиками. Снятие переходной характеристики (кривой нагрева) производилась на оригинальной установке [2,3], позволяющей исследовать процессы, как при нагреве, так и при охлаждении. Экспериментальная кривая нагрева получилась путем подачи на токовые электроды преобразователя Холла скачка мощности, соответствующего номинальному току питания и одновременной записью температуры рабочей области зонда $\Theta_i(t)$.

После обработки экспериментальной кривой нагрева получено следующее выражение

$$\Theta_i(t) = 0,5e^{-0,08t} + e^{-0,1t} + 2e^{-0,2t} + 5e^{-0,5t}. \quad (3)$$

Исходя из выражения (3), структуру полученной модели можно представить в виде соединения инерционных (апериодических) звеньев с соответствующими параметрами (постоянными времени и коэффициентами передачи). Наибольшей постоянной времени соответствует элемент конструкции, обладающий наибольшими теплофизическими характеристиками.

В процессе обработки, изменяя порядок аппроксимирующего многочлена, оценивалось качество аппроксимации через среднеквадратическое отклонение экспериментальной кривой от полученной расчетным путем. Результаты расчетов приведены на Рисунке 1, из которого видно, что увеличение порядка аппроксимирующего многочлена $m > 3$ не приводит к существенному повышению качества аппроксимации. Этот результат согласуется с утверждением [4], что любая система достаточно высокого порядка вполне удовлетворительно может быть описана уравнением второго, максимум третьего порядка.

Полученная модель была использована при расчете импульсного питания преобразователя Холла, что позволило существенно увеличить амплитуду тока через токовые электроды по сравнению с номинальным. В этом случае чувствительность преобразователя может быть увеличена кратно скажности питающего тока.

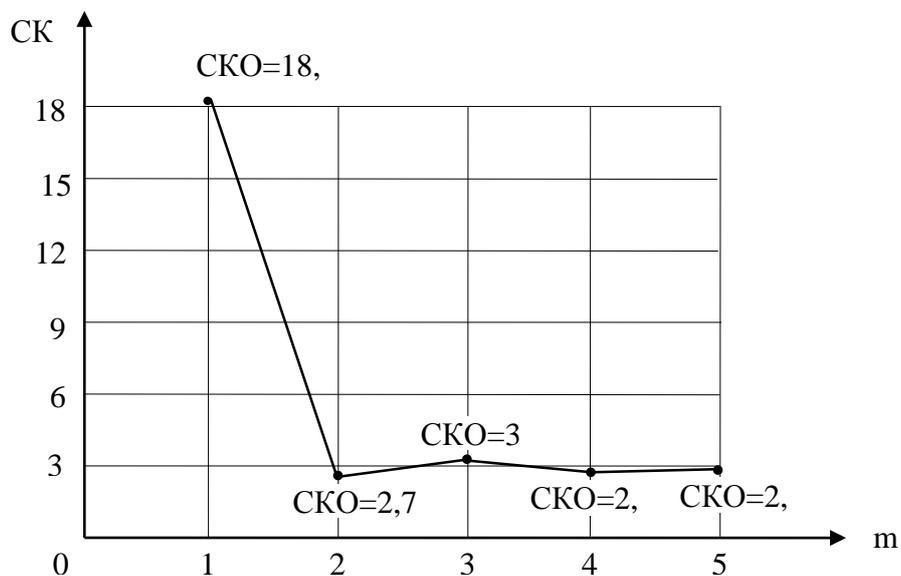


Рис.1. Зависимость среднеквадратического отклонения от степени аппроксимирующего многочлена.

Список литературы

1. Давыдов П.Д. Анализ и расчет тепловых режимов полупроводниковых приборов. М., Энергия 1967.
2. Бельский А.М., Забиров Н.Л. Устройство для измерения тепловой постоянной времени полупроводниковых приборов. А.с. №1255969 от 08.05.
3. Бельский А.М. Расчет нестационарных тепловых процессов в устройствах с преобразователями Холла. 2-ая Всесоюзная конференция «Методы и средства измерения параметров магнитных полей». Ленинград, 1980. НИИ им. Д.И. Менделеева.
4. Кузовков Н.Т. Динамика систем автоматического управления. М.: Машиностроение, 1968. -427с.

ИНТЕРНЕТ-БРАУЗЕР, КАК СРЕДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛАТФОРМОНЕЗАВИСИМЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Шестаков В.С., Сагидуллин А.С.

НИУ ИТМО, РФ, г.Санкт-Петербург

Компьютерные программы в абстрактном понимании представляют собой набор директив для устройства и интерфейс управления. Оба эти компонента разрабатываются не только исходя из преследуемых целей, но и из условий их дальнейшей эксплуатации. В связи с этим появилась проблема портирования приложений, суть которой заключается в том, чтобы сделать возможным использование одного приложения в разных условиях.

Решение данной задачи происходит в два этапа. Первый состоит в поиске проблемных участков кода и создании платформозависимого ветвления, при котором программа перед выполнением директив ориентируется на ту систему, в которой запущено приложение. Второй этап заключается в создании портируемого интерфейса. Основными двумя способами управления компьютерными программами являются консольный ввод и графический интерфейс. Консольный ввод наиболее универсален, потому как это система команд (символьных последовательностей) простейшим образом передаваемая в программу, в то время как графический интерфейс - это интерактивное растровое изображение, для построения которого требуется графический контекст. Но в тоже время графический интерфейс во многом нагляднее и легче в обращении, чем консольный ввод, для которого пользователю требуется запомнить команды.

Следует отметить, что первый этап портирования может быть решен за счет использования интерпретируемых языков программирования. В таком случае за успешность использования кода на другой

платформе отвечает программа интерпретатор. Но данный подход имеет ряд минусов, главным из которых является потеря производительности.

Осуществление второго этапа может быть облегчено за счет использования библиотек для создания кроссплатформенных интерфейсов типа Qt или WxWidgets.

Но в любом случае процесс создания полностью платформенезависимого приложения всегда очень трудоемок, а результат может нести в себе большое количество ошибок. В связи с этим выдвигаются все новые идеи для более эффективного решения этой задачи. Среди них переход к веб-приложениям.

Идея использовать среду интернет браузера, в качестве среды для создания приложения весьма целесообразна в виду ряда доводов. Первым из них является то, что одной из основных конкурентных черт браузера является возможность использовать его в различных системах и на различных устройствах. В связи с этим компании-разработчики выделяют колоссальное количество ресурсов на проработку этой области. Можно отметить, что в таком случае браузер выступает в роли программы интерпретатора, но существенно различие состоит в том, что браузер в некотором смысле предоставляет еще и графический контекст. Так можно перейти ко второму доводу. Графический интерфейс веб приложения по сути своей представляет собой веб-страницу, что в свою очередь, что дает разработчикам возможность пользоваться всеми обширными инструментами, созданными за все время существования сети интернет. Например, в библиотеке Qt был создан аналог технологии каскадных таблиц стилей CSS и назван по аналогии QSS.

Но существует и ряд довод против веб-приложений. Среди них ограниченный доступ к аппаратным ресурсам устройств, который делает простые задачи, типа сохранения фотографий, сложнее, чем они должны быть. Но следует заметить, что развитие происходит и в данном направлении. Так в недавнем времени был получен доступ к ресурсам GPU, что позволило создавать трехмерную графику внутри браузера. Помимо этого стоит упомянуть о том, что уже давно предпринимаются попытки реализовать оффлайн работу веб-приложений. Для этого была разработано кэширование приложений в HTML5 (AppCache).

Так же среди доводов против нужно сказать об ограничении в выборе языка программирования. Все современные браузеры содержат в себе интерпретатор скриптового языка JavaScript. Именно он обеспечивает большую часть интерактивности веб-страниц. Но так же именно он и обуславливает потери в производительности в сравнении с обычным программным обеспечением, потому как он не компилируется в машинный код, а выполняется “налету”. Но именно это и позволяет переносить JavaScript между платформами, и запускать его в браузере независимо от того, работает ли браузер на ПК с Mac, Windows или Linux PC или смартфоне с Android, iOS и другой операционной системой.

В последнее время браузеры используют движки JavaScript, которые немного уменьшают этот разрыв в производительности, используя компиляторы в нужный момент, которые компилируют определенные части JavaScript в машинный код непосредственно перед запуском.

Но все же способы обхода ограничений структуры JavaScript постепенно становятся возможными за счет улучшение других веб-технологий, которые предоставляют альтернативные маршруты к более высокой производительности, такие как браузерные приложения. Этот факт привел к появлению так называемых веб-платформ, которые используются как операционные системы – это прежде всего Chrome OS, Mozilla с ориентированной на смартфоны Firefox OS. Google недавно сделал «пакетные приложения» – Chrome Web Apps, которые ведут себя больше как нативные приложения и могут работать в автономном режиме и вне браузера.

Локальное хранение данных в настоящее время является еще одной серьезной проблемой требующей решения. Но в тоже время не так давно было опубликовано определение для нового Web Storage API, что позволит локально хранить данные приложениям и сайтам, работающим в браузере.

Работа по стандартизации интерфейсов API для веб-технологий доступа ко многим из функций, доступных на современных устройствах проходит в рамках W3C. Текущая работа в этом году включает в себя: изложение API системного уровня, позволяющего веб-приложению управлять контактами устройства, API обмена сообщениями, новые механизмы для записи, новые триггеры событий, которые могли бы использовать мышшь, ручку и сенсорный ввод, новый push-API, позволяющий веб-приложениям получать сообщения в фоновом режиме, новые медиа-запросы для быстрореагирующего веб-дизайна, API для обмена информации с помощью NFC и точный контроль над загрузкой ресурсов в веб-документе.

В октябре прошлого года W3C также основал Рабочую Группу Системных Приложений, целью которой является обеспечение среды выполнения, безопасная модель, и связанные с ними интерфейсы API для создания веб-приложений с возможностями, сопоставимыми с нативными приложениями. С момента своего запуска, группа опубликовала семь спецификаций, затрагивая такие темы, как модель безопасности вне браузера и сырые сокеты.

В заключении можно отметить, что идея использования веб-приложения, как кроссплатформенную альтернативу нативным приложениям обладает своими достоинствами и недостатками и должна быть

использована с учетом конкретно заданных условий. Но в будущем с развитием веб-технологий, возможен и полный переход в среду веб.

Список литературы

1. Марк Саммерфилд Qt. Профессиональное программирование. Разработка кроссплатформенных приложений на C++ // Символ-Плюс, High Tech,- 2011,- С.560
2. Julian Smart, Kevin Hock, Stefan Csomor Cross-Platform GUI Programming with wxWidgets // R.R. Donnelley & Sons in Crawfordsville, Indiana ,- 2005,- С. 744
3. Luis Corral, Andrea Janes, adas Remencius Potential Advantages and Disadvantages of Multiplatform Development Frameworks—A Vision on Mobile Environments // Elsevier Ltd. ,- 2012, p. 1202–1207
4. Hermes D. Xamarin Mobile Application Development: Cross-Platform C# and Xamarin.Forms Fundamentals // England: Apress,- 2015,- 432

НЕСМЕЩЕННАЯ ОЦЕНКА РАСХОЖДЕНИЯ ШКАЛ ВРЕМЕНИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАЗНЕСЕННЫХ ЭТАЛОНОВ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ ПО СИГНАЛАМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Роцин Д.А.

ФГУП «ВНИИФТРИ», РФ, МО, Менделеево

Аннотация

В статье описывается метод несмещенной оценки расхождений шкал времени для эталонов времени и частоты с использованием приемников сигналов глобальных навигационных спутниковых систем. Проводится сравнительный анализ данного метода с существующим алгоритмом расчета на месячном интервале времени наблюдения. Данный метод позволяет выявить и устранить ошибки измерений и уменьшить погрешность расчета усредненной оценки расхождения шкал времени.

Ключевые слова: сравнение шкал времени, глобальные навигационные спутниковые системы, несмещенная оценка, метод наименьших квадратов.

UNBIASED ESTIMATION OF TIME SCALES DIFFERENCE OF GEOGRAPHICALLY DISPERSED STANDARDS OF TIME AND FREQUENCY USING THE SIGNALS OF GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS

Roschin D.

FSUE «VNIIFTRI», Mendeleevo, Moscow region, Russian Federation

Abstract

This article describes the method of unbiased estimation of time scales difference for standards of time and frequency, using the signals of global navigation satellite systems. The paper presents comparative analysis of this method with the existing algorithm based on a monthly time interval. This method allows to detect and eliminate measuring errors and reduce the error of calculation of the average estimation of time scales difference.

Keywords: comparison of time scales, global navigation satellite systems, unbiased estimation, the method of least squares.

Сравнение шкал времени с использованием сигналов времени и частоты, передаваемых глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС) выполняется дифференциальным методом, основанным на измерении одного сигнала двумя однотипными равноточными средствами измерений.

На основе непрерывных измерений, выполненных двумя средствами сравнений шкал времени с использованием сигналов времени и частоты, передаваемых ГНСС, при их синхронизации от эталонных сигналов времени и частоты ЭВЧ1 и ЭВЧ2 рассчитываются средние за интервал оценки разности шкал времени $T_{ЭВЧ1} - T_{ГНСС}$ и $T_{ЭВЧ2} - T_{ГНСС}$. По полученным оценкам рассчитываются, на заданный момент времени, значения $T_{ЭВЧ1} - T_{ЭВЧ2}$.

Исходными данными для сравнения шкал времени служат результаты измерения псевдодальности на частоте модуляции, результаты измерения псевдодальности на несущей частоте и высокоточная эфемеридно–временная информация. Псевдодальность представляет собой измеренную дальность от приемника до спутника с погрешностями, обусловленными расхождением шкалы времени ЭВЧ относительно системного времени ГНСС, задержками прохождения радионавигационного сигнала по трассе спутник-приемник и инструментальными погрешностями. Измерение псевдодальности сводится к измерению моментов прихода сигналов, передаваемых со спутников и определяется по формуле:

$$R = c(T_R - T_S + \sum \delta_{TR}),$$

где R - псевдодальность до спутника, c - скорость света, T_R - время часов приемника в момент приема им сигнала, T_S - время часов спутника в момент излучения им навигационного сигнала, $\sum \delta_{TR}$ - совокупность поправок на трассе следования сигнала от спутника до приемника, включая: задержки сигнала в кабеле и антенне; ионосферную и тропосферную задержку; а также релятивистскую поправку, учитывающую вращение Земли.

Производится регистрация данных с результатами сеансных оценок разности $T_{ЭВЧ1} - T_{ГНСС}$ и $T_{ЭВЧ2} - T_{ГНСС}$ шкал времени ЭВЧ1 и ЭВЧ2 и шкалы времени каждого n -го навигационного космического аппарата (НКА) системы ГНСС на интервале времени измерения $t_u = 0,1 \dots 30$ с и на интервале времени наблюдения не менее $t_n = 1$ сутки.

Расхождение шкал времени спутника и приемника можно определить по формуле:

$$\Delta T = \frac{l - R}{c} + \delta_S$$

где δ_S - поправка, которую нужно добавить к часам спутника, чтобы получить эталонное время; l - геометрическая дальность до спутника, определяемое по формуле:

$$l = \sqrt{(X_S - X_R)^2 + (Y_S - Y_R)^2 + (Z_S - Z_R)^2}$$

Зная координаты спутника и приемника, а также значения поправок на трассе следования сигнала, вычисляется расхождение шкалы времени приемника от шкалы времени спутника:

$$\Delta T = \frac{\sqrt{(X_S - X_R)^2 + (Y_S - Y_R)^2 + (Z_S - Z_R)^2}}{c} - (T_R - T_S + \sum \delta_{TR}) + \delta_S$$

Результаты измерений приемника могут содержать грубые ошибки, которые, в свою очередь, искажают значение усредненной оценки на заданном интервале наблюдений. Выявление и исключение ошибок усложняется тем, что они выражены значениями разного порядка. В качестве примера, на обоих графиках Рисунок 1 представлены одни и те же результаты измерений шкалы времени наземного ЭВЧ со шкалой времени ГНСС GPS на выбранном интервале наблюдений, однако на графике а) содержатся ошибки результатов измерений более высокого порядка, чем на графике б).

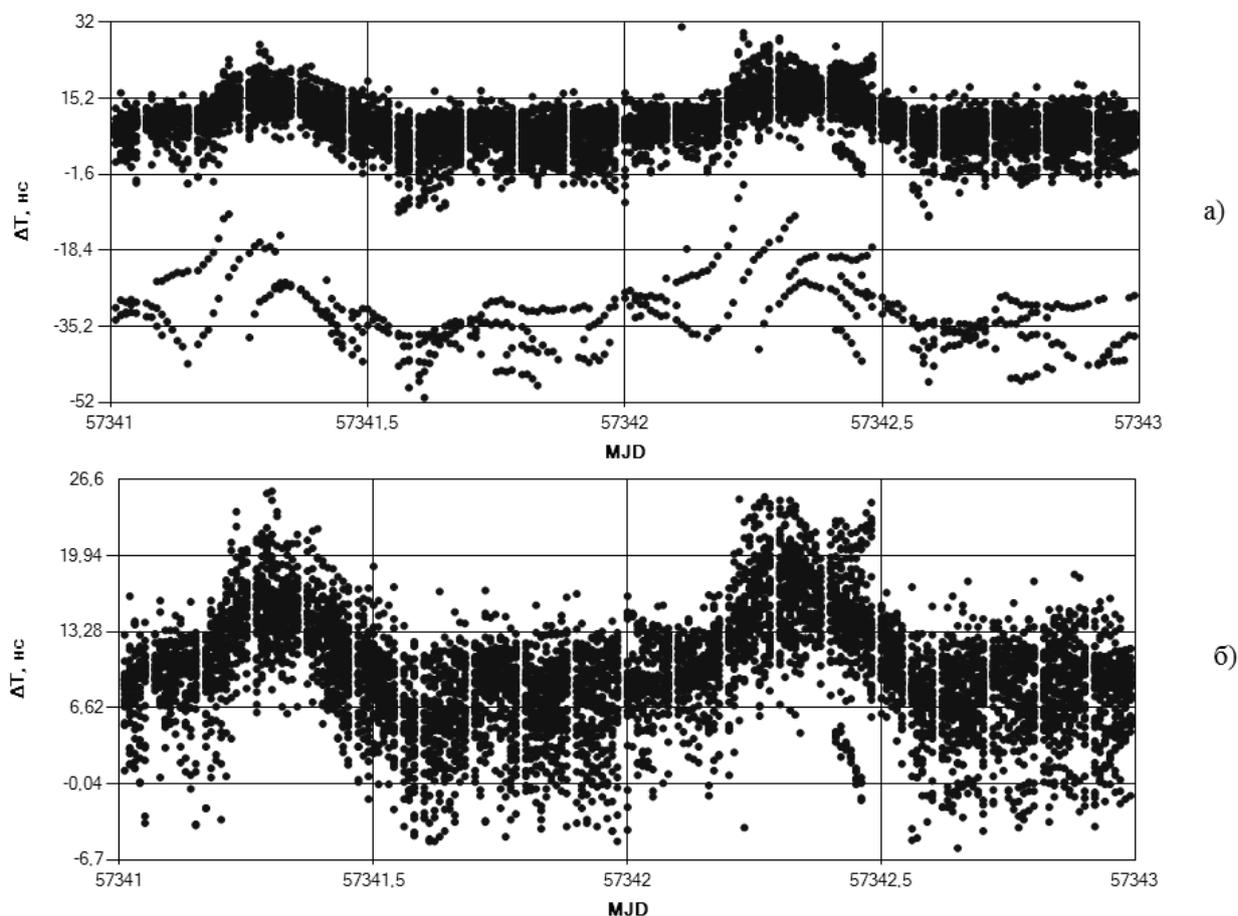


Рис.1. Графики сравнения шкалы времени наземного ЭВЧ со шкалой времени ГНСС GPS, отображают ошибки различного порядка в процессе их исключения из выборки данных: а) → б)

Под определением несмещенной оценки расхождения шкал времени понимается нахождение такого усредненного значения $\Delta\bar{T}(t_i)$, в выбранный момент времени t_i на интервале наблюдений, точечная оценка, которого соответствовало бы математическому ожиданию $M(\Delta T)$ выборки результатов измерений в данный момент.

Для этого, в первом приближении, производится оценка математического ожидания выборки в виде линейной функции, аппроксимирующей облако точек результатов измерений по методу наименьших квадратов (МНК):

$$\Delta\bar{T}(t_i) = k \cdot t_i + b, \quad (1)$$

где k, b – коэффициенты уравнения прямой. Очевидно, что данная оценка математического ожидания является смещенной из-за наличия ошибок.

Затем рассчитывается среднеквадратическое отклонение случайной величины от этой функции и задается доверительный интервал

$$P = \{\Delta T_i \mid (\Delta\bar{T}(t_i) - U(p, n) \leq \Delta T_i \leq \Delta\bar{T}(t_i) + U(p, n)), p \in (0, 1)\}, \quad (2)$$

где $U(p, n)$ – функция определяющая границу доверительного интервала, аргументы которой: p – задает уровень доверия и характеризует вероятность нахождения результата измерений в заданном доверительном интервале; n – объем выборки. Значение границы доверительного интервала для распределения Стьюдента можно рассчитать по формуле

$$U(p, n) = \tau_{p, n-1} \cdot s, \quad (3)$$

где $\tau_{p, n-1}$ – коэффициент Стьюдента для уровня доверия p и числа степеней свободы $n-1$, s^2 – исправленная выборочная дисперсия. Так, например, при $p=0,9973$ доверительный интервал составит $[\Delta\bar{T}(t_i) - 3s, \Delta\bar{T}(t_i) + 3s]$, что соответствует вероятности нахождения значения, нормально распределенной

случайной величины в заданном интервале (правило трех сигм). Исправленная выборочная дисперсия результатов расхождения шкал времени определяется по формуле:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta T_i - \Delta \bar{T}(t_i))^2, \quad (4)$$

где ΔT_i - значения разности ШВ ГНСС и ЭВЧ в момент времени t_i , $\Delta \bar{T}(t_i)$ - среднее арифметическое значение в выборке из n измерений.

Если задать отклонение в точке ΔT_i от среднего арифметического значения

$$L_i \in \square : L_i = \left| \Delta T_i - \Delta \bar{T}(t_i) \right| = \left| \frac{k \cdot t_i - \Delta T_i + b}{\sqrt{k^2 + 1}} \right| \quad (5)$$

и представить облако точек результатов измерений $\{\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_n\}$ в виде упорядоченного множества

$$A = \{\Delta T_i \mid L_{i-1} \leq L_i \leq L_{i+1}, i \in \square : 0 \leq i \leq n\}, \quad (6)$$

то необходимо найти такое подмножество $A' \subset A$, элементы которого, соответствовали бы условию:

$$A' = \{\Delta T_i \mid (i \leq n \cdot p), i \in \square : 0 \leq i \leq n\} \quad (7)$$

Таким образом, требуется отбраковать множество элементов $E = A / A'$.

Результаты измерений, выходящие за этот интервал, отбраковываются, после чего процедура оценки математического ожидания повторяется: определяется дисперсия (4) и рассчитываются новые значения отклонений L_i по оставшимся точкам выборки (5), формируется новое упорядоченное множество A из элементов множества A' , в соответствии с (6).

Эта операция повторяется до тех пор, пока в конечной выборке (7) не останется ошибок за пределами заданного доверительного интервала P :

$$A' = A = \{\Delta T_i \mid U(p, n) \geq L_i, i \in \square : 0 \leq i \leq n\}, \text{ т.е. } E = A / A' = \emptyset \quad (8)$$

Таким образом, распределение случайной величины в конечной выборке можно будет считать нормальным, а оценку математического ожидания несмещенной.

Реализовав на практике процедуру несмещенной оценки математического ожидания в выборке результатов измерений, представленной на Рисунке 1 (а), при заданном доверительном интервале $3s$, после отбраковки ошибок, была получена конечная выборка Рисунок 1 (б), функция плотности вероятности которой, близка к нормальному распределению. На Рисунке 2 представлены получившиеся функции плотности вероятности, построенные по выборкам результатов измерений до и после отбраковки ошибок. Видно, что наличие ошибок в выборке приводит к смещенной оценке математического ожидания.

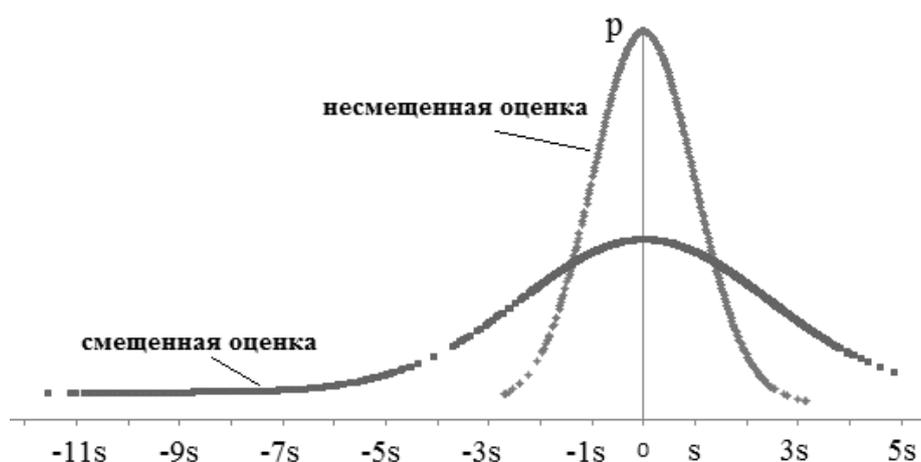


Рис.2. Графики функций плотности распределения вероятности, полученные по выборкам результатов измерений до (Рисунок 1, а) и после (Рисунок 1, б) отбраковки ошибок.

Для подтверждения эффективности предложенного метода был проведен сравнительный анализ СКО с аналогичным методом расчета расхождения шкал времени, в котором не проводилась несмещенная оценка математического ожидания. Сравнительный анализ проводился с помощью двух равнозначных средств измерений,

расположенных в одном пункте и определяющих значения $T_{ЭВЧ} - T_{GPS}$ между ГНСС GPS и одним и тем же ЭВЧ на интервале усреднения 1 сутки. Таким образом, действительное значение расхождений шкал времени между пунктами ΔT , априори, равно нулю, поскольку в данном случае погрешности следования сигнала на трассе «Спутник-приемник» - взаимоисключаются. Измерения проводились на интервале времени наблюдения 40 суток. На Рисунке 3 приведена гистограмма с результатами сравнений СКО измерений ΔT на сутках по двум методам.

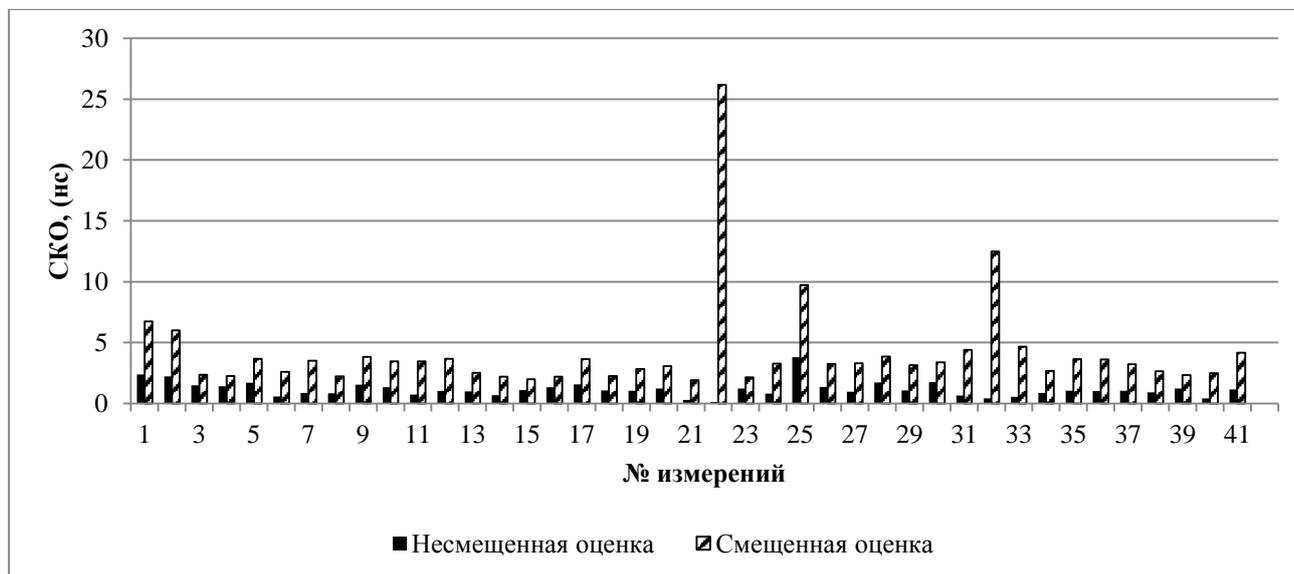


Рис.3. Сравнительный анализ СКО на сутках, рассчитанное по выборкам результатов измерений ΔT со смещенной и несмещенной оценками математического ожидания.

СКО по выборкам результатов измерений значений ΔT по методу с несмещенной оценкой математического ожидания получились, в среднем, в 4 раза меньше чем СКО по методу со смещенной оценкой и не превысили 5 нс. Погрешность определения $\Delta \bar{T}(t_i)$ по несмещенной оценке математического ожидания уменьшилась, в среднем, на 10%.

Список литературы

1. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В. Боровиков. — СПб.: Питер, 2003. — 688 с.
2. V. Blagouchine and E. Moreau: "Unbiased Adaptive Estimations of the Fourth-Order Cumulant for Real Random Zero-Mean Signal", IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 57, no. 9, pp. 3330–3346, September 2009
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Сагидуллин А.С., Носов С.О.

НИУ ИТМО, РФ, г.Санкт-Петербург

Проектирование технологических процессов (ТП) — это одна из важнейших функций ТПП. Результатом проектирования технологического процесса является комплекс технологической документации. В этот комплекс могут входить различные документы в зависимости от сложности технологического процесса: технологические карты; ведомости оснастки; карты с операционными эскизами, карты наладки оборудования и карты с управляющими программами для станков с ЧПУ и т. д. При автоматизации ТПП возникает необходимость в создании баз данных для хранения информации, зафиксированной в указанных документах.

В технологических картах содержится информация о нужных для технологического процесса заготовках и технологическом оснащении, о выполняемых операциях и переходах. Кроме того, в картах даются ссылки

(указания) на другие документы (операционные карты, карты эскизов, контроля, наладки и т. д.). Анализ технологических карт показывает, что информация о технологическом процессе является сложной и слабоструктурированной. Это накладывает определенные требования к построению базы данных для хранения информации о конкретном технологическом процессе.

Самым простым вариантом хранения информации о технологическом процессе является использование текстовых файлов, фиксирующих технологические карты как текстовой документ. Вызов документа осуществляется по имени файла, в который он записан. Такой «документальный» подход к хранению информации о технологическом процессе обладает рядом преимуществ, к которым относятся простота просмотра и вывода на печать технологических карт.

В литературе приведены весьма скудные сведения о формальных языках описания технологических процессов. Рассмотрены в основном табличные языки, с помощью которых заполняется большое количество таблиц для различных разновидностей технологических операций с большим количеством колонок и их слабым заполнением.

Система «ТИС – Процесс» является компонентой ТИС, предназначенной для автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), разработана авторами статьи. Она позволяет вести разработку ТП, хранить, редактировать и обрабатывать общую информацию о ТП, информацию о заготовке, маршруте обработки (операций), содержания операций и переходов. Результаты проектирования могут быть выведены в виде комплекта технологических карт по стандартам ЕСТД. Система имеет средний уровень автоматизации, при котором автоматизировано формирование технологических карт, поиск средств технологического оснащения, расчет припусков и режимов резания.

«ТИС - Процесс» создается как открытая САПР ТП, ориентированная на веб – технологии и легко дополняемая новыми компонентами.

Система оперирует с параметрической моделью технологического процесса (ПМТП), выраженной в виде XML – документа.

Система «ТИС - Процесс» состоит из следующих частей:

- Модуль проектирования ТП.
- Модуль «Каталог процессов».
- База «Каталог процессов».
- База «Сортамент»

В процессе функционирования «ТИС - Процесс» используются следующие компоненты ТИС:

- «ТИС-ТАП» для расчета припусков и режимов резания.
- Словарная система «ТИС - Словарь».
- Система расчета операционных размеров «ТИС-Цепь».
- Система «ТИС-СТО» для выбора средств технологического оснащения.
- Система «ТИС-Карта» для настройки на выходные технологические документы

Модули системы разработаны как веб – сервисы на программной платформе Node.js и размещены на сервере, как и все компоненты ТИС. Обращение к модулям выполняется с помощью административной системы «ТИС – Админ». Базы данных являются удаленными, разделены по предприятиям и размещены на сервере. Взаимодействие между модулями и базами выполняется с помощью соответствующих агентов. Таким образом, система «ТИС-Процесс» функционирует в рамках многоагентной системы. Указанный подход обеспечивает удобную возможность удаленной работы с системой. На машине пользователя необходимо лишь наличие какого-либо браузера.

Таким образом, технологический проект может выполняться на основе разнесенных автоматизированных рабочих мест одновременно несколькими технологами.

На кафедре «Технологии приборостроения» в свое время была разработана система принятия решений «ТИС-ТАП». В теоретическом плане система основывается на таблицах соответствий, позволяющих учесть специфику решения задач АСТПП. Система «ТИС-ТАП» использует базу знаний для хранения данных и программный модуль TisTab. Последовательно выпускались очередные версии, направленные на повышение функциональных возможностей системы. Практика эксплуатации системы в рамках учебного процесса кафедры ТПС подтвердила правильность предложенного подхода, позволяющего поместить в базу сотни таблиц, имеющихся в технологических справочниках, и быстро принимать решение с помощью разработанной системы. В связи с созданием прототипа ТИС, как веб – ориентированного комплекса программ, в состав которого должна войти «ТИС-ТАП», возникла задача реализации этой системы как веб-сервиса с возможностью удаленного доступа к базе знаний. Новую версию «ТИС-ТАП» целесообразно было реализовать на примере типовой задачи расчета

режимов резания и нормирования. Расчет режимов резания является важной задачей при проектировании технологических процессов. Этот расчет заключается в определении скорости резания (V), подачи (S) и глубины резания (t) на каждом рабочем ходу для заданного перехода. Режимы должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечить требуемую точность размеров и качество поверхности при наименьшей стоимости обработки. Для формирования баз данных и знаний были использованы материалы из справочника В.И. Гузеева. В этом справочнике сосредоточены две сотни таблиц для расчета режимов резания на станках с ЧПУ. Использование этого справочника позволило осуществить качественную проверку вновь созданного варианта «ТИС-ТАП».

Система «ТИС-ТАП» состоит из следующих компонентов:

- Веб-сервис «Каталог», необходимый для поиска нужной таблицы.
- Веб-сервис «Поиск», необходимый для принятия решений по выбранной таблице.
- Веб-сервис «Сопровождение», необходимый для редактирования таблиц, хранимых в базе знаний.
- База знаний «Режимы» для хранения таблиц, по которым принимается решение. База знаний хранится на сервере и доступна всем пользователям, имеющим соответствующие права.

Взаимодействие указанных веб – сервисов в рамках ТИС осуществляется на основе многоагентной технологии. «ТИС-ТАП» является кроссплатформенной и кроссбраузерной системой, следовательно, она доступна пользователю, у которого установлен интернет браузер. Обращение к системе происходит через систему администрирования «ТИС-Админ», определяющей права пользователя и сообщаящей о месте нахождения компонентов «ТИС-ТАП».

Таким образом, «ТИС-ТАП» представляет собой табличный процессор, способный работать с каталогом таблиц и обладающий возможностями создания, редактирования и удаления блоков знаний, соответствующих конкретной таблице.

Каждая таблица (карта) содержит информацию о параметрах обработки для заданных на входе параметров, условий и правил выбора. Все эти данные определяют выходные данные (Параметры на выходе) для конкретного вида и способа обработки в конкретных условиях. Программа работает в нескольких режимах, по виду действий пользователя: в режиме формирования поискового предписания (определение выходных данных, по заданным входным параметрам) и в режиме редактирования таблиц (для работы администратора базы знаний).

База знаний в «ТИС-ТАП» предназначена для принятия решений с помощью веб-сервиса «Поиск» и содержит алгоритмы принятия решений, в данном случае алгоритмы расчета режимов резания. База знаний в системе «ТИС-ТАП» ориентирована на работу с СУБД MongoDB. В первоначальном варианте таблицы соответствий, как слабо структурированные данные, выражались в формате XML. Дальнейшие исследования показали, что использование языка JSON вместо XML позволяет уменьшить объем файла в 1,31 раза, не теряя при этом гибкости создания произвольной структуры.

База знаний состоит из двух частей: каталог алгоритмов (каталог карт) содержащий список карт, имеющихся в базе, и блоки, содержащие алгоритмы принятия решений по каждой карте. Каждый блок содержит комплекс «сложных массивов», каждый из которых характеризуется следующими параметрами:

TYPE – тип данных;

NO – порядковый номер объекта среди соответствующего типа данных;

RAZM – содержит размерность числовых величин записанных в DATA;

OBOZ – наименование параметра;

DATA – содержит основную информацию данного объекта карты.

Массив назван сложным потому, что массив содержит в себе блоки, хотя и с одинаковой структурой, но разными типами данных, которые логически связаны между собой.

Алгоритм обработки каждого блока данных определяется типом объекта – идентификационным номером, записанным в параметр TYPE. Существуют следующие типы объектов карты:

1 – Наименование карты – содержит полное название и предназначение карты;

2 – Примечания карты – содержит дополнительную или разъясняющую информацию;

10 – Параметры на входе – определяет обозначение, название и размерность переменных на входе;

30 – Параметры на выходе – содержит ту же информацию что и в 10 типе, но только для переменных на выходе;

20 – Используемые коэффициенты – определяет обозначение и наименование используемых коэффициентов. Привязываются к именам переменных, используемых в типе 30. В случае привязки более одного коэффициента к одной переменной, эти коэффициенты перемножаются;

40 – Входные условия – содержит значения переменных на входе. Привязываются к имени переменных из типа 10;

70 и 80 – Правила выбора первого и второго входа – служит для связи входа и выхода преобразует из

нескольких входных правил в два или одно;

90 и 100 – Правила выбора и значения коэффициентов – служит для нахождения значения коэффициентов из условий, полученных на входе;

110 – Матрица решений – итоговый раздел таблицы, который исходя из условий, полученных из типов 70 и 80, определяют значения переменных, заданных на выходе.

Данная модель описания информации в карте расчетов режимов резания зарекомендовала себя на практике, и подтвердила возможность дальнейшего использования.

Рассмотрим примеры сложных массивов. Атрибут NO обозначает порядковый номер элемента определенного типа, например, Параметры на выходе, могут иметь значения такие как: вид обработки, обрабатываемая поверхность и т.д. Эти элементы имеют одинаковый тип данных - параметры на входе, но разные порядковые номера, 1 и 2 соответственно.

```
{
  "TYPE": "10",
  "NO": "1",
  "OBOZ": "Vid",
  "DATA": "Вид обработки"
},
{
  "TYPE": "10",
  "NO": "2",
  "OBOZ": "poverhnost",
  "DATA": "Обрабатываемая поверхность"
}
```

Определение пути дальнейшего развития модуля «ТИС-ТАП»

Новая версия «ТИС-ТАП» открывает много новых возможностей, но также требует дальнейших доработок. В приложение не существует алгоритмов для проверок на ввод. Чтобы написать подобные алгоритмы требуется строгое понимание характера вводимой информации, что требует специальных идентификаторов. На данный момент принято решение внедрение словарной системы, которая позволит определить не только тип вводимой информации, но и её характер. База знаний словарной системы основана на технологии MongoDB, что упрощает интеграцию с новой версией модуля «ТИС-ТАП». Разработанная версия может уже быть перемещена для организации удаленного доступа через сеть Интернет. Это позволит организовать доступ пользователям для тестирования, что позволит выявить ошибки для дальнейшего совершенствования программного кода.

Новая версия «ТИС-ТАП» интегрирована с системой TisAdmin, что позволяет аутентифицировать пользователей и распределить уровни доступа к разным функциям веб-приложения. также дает возможность сохранения индивидуальных настроек каждого пользователя веб-приложения.

В настоящее время экспериментальная эксплуатация табличного процессора TisTab подтвердила правильность предложенного подхода и показала возможность реализации идей на современных веб-технологиях. Также заметно сократился программный код. Однако при переходе на другие веб-технологии потребовалась доработка и пересмотр функционала серверной и клиентской части. В настоящее время «ТИС-ТАП» систем готова для организации доступа через сеть Интернет.

Список литературы

1. Куликов Д.Д., Сагидуллин А.С., Носов С.О. Интеграция САД-системы с системами автоматизированного проектирования // Изв. вузов. Приборостроение. 2014. Т. 57, № 8. С. 18—20.
2. Куликов Д.Д., Падун Б.С., Яблочников Е.И. Перспективы автоматизации технологической подготовки производства // Изв. вузов. Приборостроение. 2014. Т. 57, № 8. С. 7—11.
3. Сисюков А.Н., Филиппов А.Н. Концепция построения экспертной системы технологического назначения с применением методов виртуального строкового пространства // Научно-технический вестник, Выпуск 33, 2006. С. 186 – 190.
4. Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. Издательство «Наука и техника», 1979. С. 264.
5. Brown J. Стратегии основных PLM-поставщиков в 2014 году и дальше // CAD/CAM/CAE Observer. 2014. Vol. 1(85). P. 30—36.

СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Низамов Р.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, РФ, г.Казань

Для реализации системы автоматизированного проектирования (САПР) бортовой кабельной сети (БКС) летательного аппарата требуется эффективный программный инструмент, позволяющий при минимуме кадровых ресурсов и сокращении сроков разработки обеспечить требуемое качество и конкурентно способность проекта. Кроме того САПР БКС является многопользовательской системой. Это означает, что для организации процесса проектирования реализуемого параллельно несколькими конструкторами требуется четкое информационное взаимодействие между ними и решаемыми ими задачами.

Задача организации проектного процесса в многопользовательской системе требует оптимального структурирования процесса и определения логических связей между решаемыми проектными задачами. Последовательность автоматизированного проектирования, отражающая структуру проектного процесса БКС с учетом отмеченных факторов приведена ниже. Последовательность составлена на основе анализа процесса проектирования БКС транспортных средств разных типов, обобщения опыта научно-исследовательских работ [3], и практики разработки программных систем в смежных отраслях промышленности [1,2,4].

Последовательность включает в себя следующие модули:

1. Формирование модели монтажного пространства (ММП) летательного аппарата. Описание зон возможного размещения элементов электрооборудования и жгутов с учетом конструкции транспортного средства.
2. Принципиальная электрическая схема. Вносит в проект информацию об электрических связях элементов электрооборудования.
3. Оптимальное размещение элементов электрооборудования с учетом ограничений, задаваемых ММП.
4. Формирование матрицы кратчайших расстояний между элементами электрооборудования с учетом ограничений, задаваемых ММП.
5. Формирование модели монтажей жгутов (ММЖ). Описание возможных вариантов прокладки жгутов с учетом ограничений, задаваемых ММЖ.
6. Разводка электрических цепей. Решает задачу оптимальной разводки электрической цепи исходя из минимума массы проводных соединений с учетом ограничений на число подключаемых проводов к клеммам элементов.
7. Разработка схемы электрических соединений. Включает в себя разработку эскиза схемы электрических соединений, внесение изменений по результатам разводки.
8. Распределение проводов по клеммам элементов осуществляется с учетом ограничений, например, разделение силовых цепей с цепями управления.
9. Выпуск схемы электрических соединений и отчетов.
10. Формирование конструкции жгута. Осуществляется по ММЖ прокладки жгутов с учетом технологических ограничений на формирование жгута.
11. Определение длин участков жгута по сформированной конструкции жгута.
12. Уточненный расчет длин проводов с учетом технологических припусков.
13. Формирование расчетных режимов работы магистрали. Формирование расчетной схемы магистрали с учетом многорежимности работы потребителей.
14. Формирование расчетной схемы фидеров для определения сечений проводов и анализа режима работы фидера.
15. Расчет аппаратов защиты .
16. Расчет сечений проводов фидеров.
17. Расчет сечений проводов магистрали. Требования и критерий оптимальности должны соответствовать расчету сечений проводов фидеров.
18. Анализ режимов работы расчетной схемы фидера_проводится с целью проверки обеспечения требуемого качества электроснабжения потребителей и защиты системы при коротких замыканиях.

19. Анализ режимов работы магистрали проводится с целью проверки обеспечения требуемого качества электроснабжения потребителей с учетом многорежимности их функционирования.
20. Расчет и выбор элементов конструкции жгута.
21. Выпуск чертежа жгута, таблиц проводов.
22. Получение выборок из выходных таблиц жгута.
23. Выпуск спецификации жгута. Перечень элементов, входящих в конструкцию жгута.
24. Конструирование установок жгута. Конструирование элементов крепления жгута к конструкции транспортного средства.
25. Выпуск чертежа установки жгута.
26. Выпуск спецификации установки жгута.

В последовательности выделяются два блока: инвариантный и настраиваемый. Инвариантный блок мало зависит от особенностей проектирования различных транспортных средств, и включает в себя

- ряд операций по проектированию схемы электрических соединений и формированию конструкции жгута (операции 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13);
- расчетные программы по определению сечений, выбору аппаратов защиты и анализу режимов работы (операции 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20).

Инвариантный блок может рассматриваться как базовая часть, которая выполняется с помощью таких САПР, как E³.Series и Siemens NX и требует сравнительно небольшой настройки на проектный процесс.

Настраиваемый блок включает в себя расчет и выбор элементов конструкции жгута, выпуск чертежа жгута, таблиц проводов, спецификации жгута, конструирование установок жгута, выпуск чертежа установки и спецификации, различные выборки из выходных таблиц. Настраиваемый блок значительно учитывает специфику конкретного летательного аппарата и требует отдельных исследований и разработок.

Анализ этой последовательности показывает, что операции 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 22, 25, 26 могут быть реализованы с помощью существующих САПР. Операции 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 27 разрабатываются и адаптируются к проектному процессу конструкторскими бюро.

Применение данной схемы проектирования БКС летательного аппарата позволит значительно сократить время расчетов и трудоемкость при проектировании БКС, оперативно вносить изменения в документы, освободить инженеров от рутинной работы.

Список литературы

1. Городнов А.Г., Садыков М.Э., Терещук В.С., Федоров Е.Ю., Ференец А.В., Хайруллина Г.С., Цой А.А., Шакирзянова Н.Ш. Разработка структурной схемы процесса проектирования электрооборудования автомобиля на основе CALS-технологий // Грузовик. - 2011. - №9. - С. 13-16.
2. Федоров Е.Ю., Терещук В.С. Автоматизированная трассировка жгутов и проводов грузового автомобиля // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. - 2013. - №3. - С. 60-64.
3. Федоров Е.Ю., Терещук В.С., Ференец А.В. Разводка сложных электрических цепей межблочного монтажа при автоматизированном проектировании летательного аппарата // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2015. - №1. - С. 76-78
4. Федоров Е.Ю., Терещук В.С. Цой А.А. Программный инструмент оптимального синтеза электрожгутов системы электроснабжения грузового автомобиля // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. - 2012. - №4, выпуск 2. - С. 154-156.

АППРОКСИМАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА УЧАСТКЕ РАЗГОНА

К.т.н., снс В.А. Зайцев, О.А. Зайцева

Тверской государственной технической университет, РФ, г.Тверь

Проектирование электропривода требует знания времени пуска и торможения двигателя в электроприводе. Это время определяется решением интегро-дифференциальных уравнений движения элементов электропривода, для чего необходимо знание механической характеристики двигателя [2]. Автоматизация проектирования требует аналитического описания этой характеристики. При использовании асинхронного двигателя его механическую

характеристику описывают параметрами Г-образной схемы замещения асинхронного двигателя или приближенной формулой Клосса [3, 4]. Формула Клосса применяется чаще, так как требует только знания каталожных данных двигателя: номинальный, максимальный, минимальный и пусковой моменты, номинальное и критическое скольжения. Современные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором имеют конструкцию ротора с изменяемым активным сопротивлением обмотки в процессе разгона двигателя с целью увеличения пускового момента. Вследствие этого упомянутые подходы к описанию механической характеристики такого асинхронного двигателя не дают правильного аналитического выражения для расчета механической характеристики в области разгона. В [2] предлагается квадратичная аппроксимация характеристики асинхронного двигателя в общем виде, коэффициенты в полиноме аппроксимации определяются через упомянутые моменты и скольжения. Сравнение опытных механических характеристик некоторых двигателей и данной аппроксимации, приведенное в [2], показывает значительные отличия, причем, совпадение кривых имеет место только в точке пускового момента. В данной статье предлагается аппроксимация области разгона двигателя окружностью, проходящей через три точки, как показано на Рисунке 1:

А – критическая точка, в ней момент равен максимальному ($M = M_{\max}$), а скольжение s равно критическому ($s = s_{\text{кр}}$);

В – некоторая точка, лежащая на участке разгона, скольжение s_2 , момент M_2 ;

С – точка пуска, в ней момент равен пусковому ($M = M_{\text{п}}$), а скольжение равно единице ($s = 1$).

Представим механическую характеристику в виде зависимости скольжения от момента, причем величины моментов примем нормированными к максимальному значению ($m = M/M_{\max}$), тогда имеем диапазон изменения s на участке разгона

$$s_{\text{кр}} \leq s \leq 1.$$

При поиске параметров стандартного уравнения аппроксимирующей окружности имеем:

$$(m - a_0)^2 + (s - b_0)^2 = R^2,$$

где: a_0 и b_0 – координаты центра окружности, описанной вокруг треугольника ABC;

R – радиус окружности.

При такой постановке задача сводится к известному из аналитической геометрии решению, например, в [1] это решение дано через определители, раскрывая которые и используя принятые обозначения, получаем:

$$a_0 = -Z_x/(2Z), \quad b_0 = Z_y/(2Z),$$

$$Z_x = Y_{12}Z_3 + Y_{23}Z_1 + Y_{31}Z_2,$$

$$Z_y = X_{12}Z_3 + X_{23}Z_1 + X_{31}Z_2,$$

$$Z = X_{12}Y_{31} - Y_{12}X_{31},$$

$$X_{12} = 1 - m^2, \quad X_{23} = m^2 - m_{\text{п}}, \quad X_{31} = m_{\text{п}} - 1,$$

$$Y_{12} = s_{\text{кр}} - s_2, \quad Y_{23} = s_2 - 1, \quad Y_{31} = 1 - s_{\text{кр}},$$

$$Z_1 = 1 - s_{\text{кр}}^2, \quad Z_2 = (m^2)^2 + (s_2)^2, \quad Z_3 = m^2 m_{\text{п}} + 1,$$

$$R = abc/(4\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}), \quad p = (a + b + c)/3,$$

где: a, b, c – длины сторон треугольника ABC.

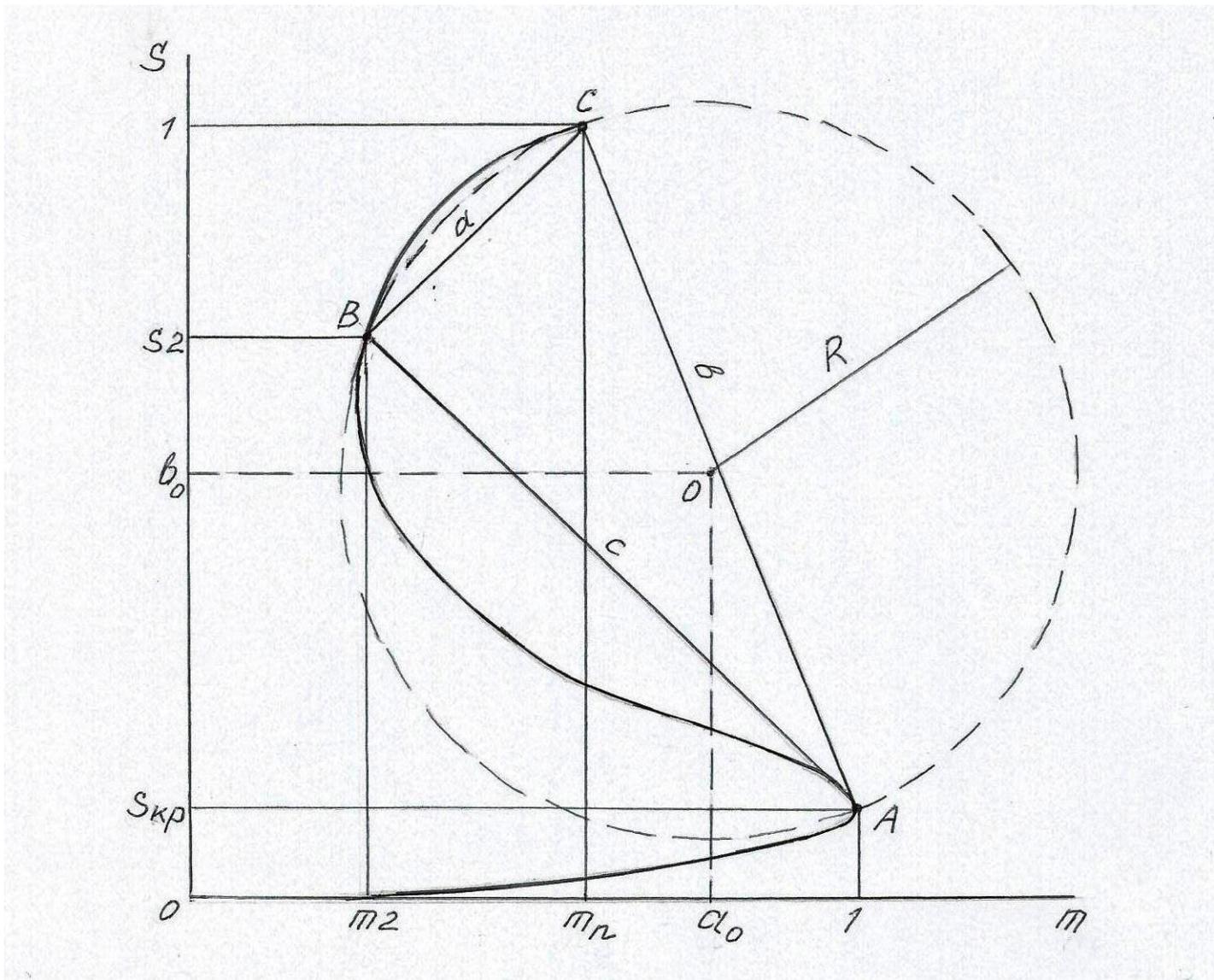


Рис.1. Аппроксимирующая окружность, ее построение и параметры

В диапазоне скольжений $0 \leq s \leq s_2$ механическая характеристика рассчитывается по формуле Клосса:

$$m = 2 / (s_{kp}/s + s/s_{kp});$$

в диапазоне скольжений $s_2 < s \leq 1$ механическая характеристика рассчитывается по предложенной аппроксимации окружностью.

Точка В с координатами m_2, s_2 может приниматься для минимального момента, если он задан в параметрах двигателя, или выбираться в соответствии с серией рассматриваемого двигателя. Для двигателей с роторами, залитыми алюминием, точка В выбирается в области при скольжении больше 0,5. Координаты этой точки могут быть определены как сопряжения механической характеристики, рассчитанной по формуле Клосса, и предложенной аппроксимации.

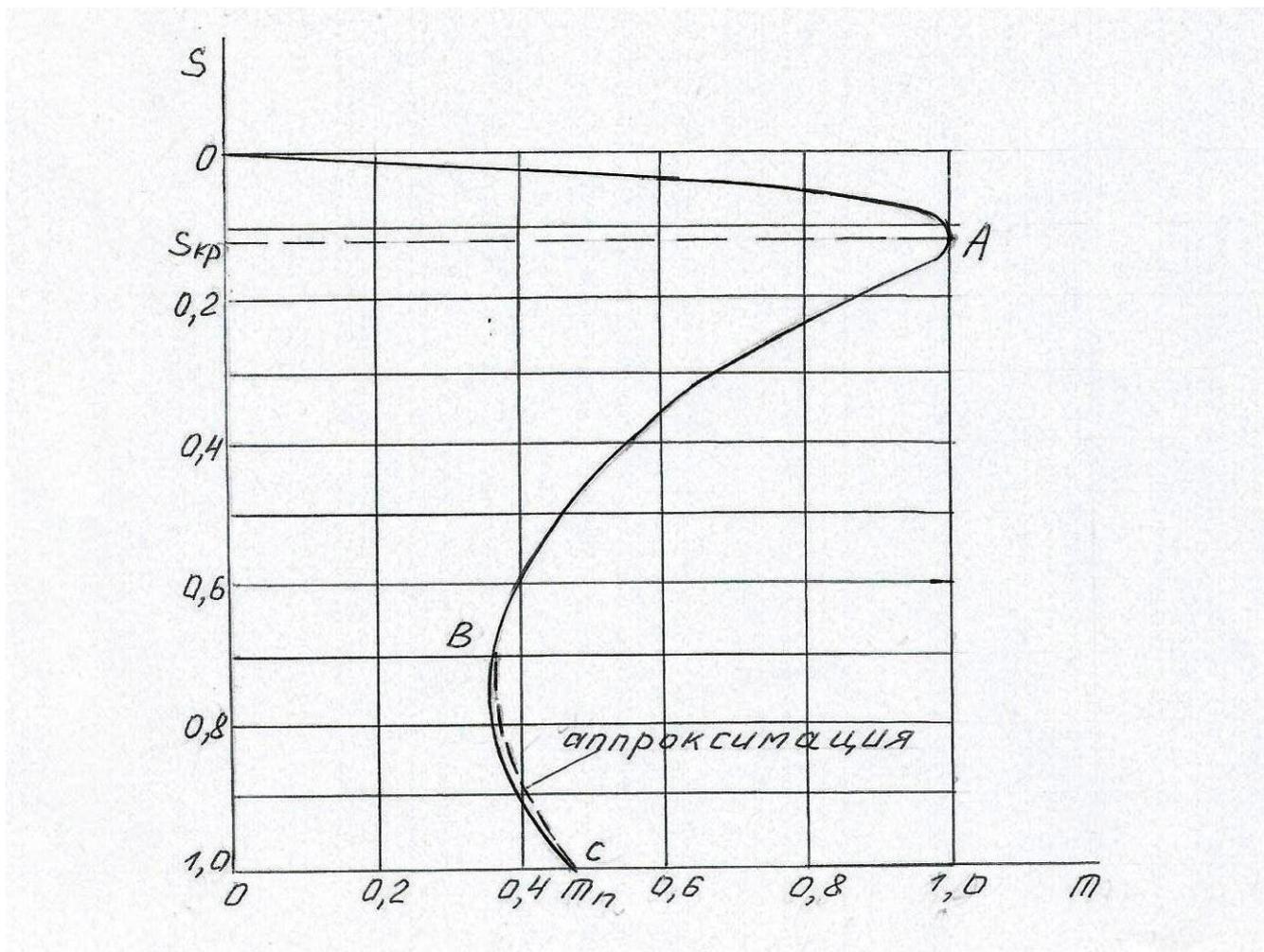


Рис.2. Аппроксимация окружностью механической характеристики реального двигателя

На Рисунке 2 показано использование предложенной аппроксимации для асинхронного двигателя типа 4А160М4УЗ в сравнении с рассчитанной по Т-образной схеме замещения, взятой из [4]. Как видно из Рисунка 2, совпадение аппроксимирующей кривой (участок ВС) с действительной механической характеристикой удовлетворительное, что доказывает справедливость предложенного подхода.

Список литературы

1. Акопян А.В., Заславский А.А. Геометрические свойства кривых второго порядка. - М.: МЦНМО, 2007. - 136 с.
2. Асинхронные двигатели общего назначения/ Под ред. В.М. Петрова и А.Э. Кравчика. - М.: Энергия, 1980. - 488 с.
3. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для вузов/А.И. Вольдек. - СПб.: Энергия, 1978. - 832 с.
4. Кацман М.М. Электрические машины. Учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования/М.М. Кацман. - М.: Академия, 2006. - 496 с.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Кабанов О.В., Панфилов С.А., Барычев В.И.

ФГБОУ ВПО МГУ им. Н.П. Огарева, г.Саранск, Россия

Одной из актуальных проблем в повышении энергоэффективности является применение простых и надёжных способов определения потерь теплоты через ограждающие конструкции объекта в окружающую среду

и анализ теплофизических свойств (ТФС), которые влияют существенным образом на тепловой режим. Уменьшение потерь теплоты объектом в окружающую среду существенно отражается на его энергоэффективности. Чтобы решить проблему уменьшения теплопотерь ограждающей конструкции объекта, необходимо знать его ТФС. Известно, что с течением времени свойства материалов подвержены изменениям. Точная информация о теплопотерях позволяет с большей достоверностью определить нужную мощность системы теплоснабжения, что, в свою очередь существенным образом оказывает влияние на энергосбережение объекта. Для определения ТФС ограждения основным источником информации является эксперимент. Методы, используемые для определения ТФС объектов и (или) материалов делят на три основных вида: нестационарный, стационарный и комплексный.

Методы нестационарного определения ТФС материалов являются наиболее перспективными, за счёт простоты, небольшого времени проведения эксперимента и т.д. [1,4,5,6,7,10,15]. Стационарный способ основывается на законе Фурье [10,11,12]. При использовании этого метода каждому исследуемому образцу должна быть придана форма в виде пластины, полой трубы в виде цилиндра, в которых воспроизводится одномерное температурное поле. Методика монотонного режима используется при изучении свойств материалов в диапазоне температур от - 50 °С до + 80 °С, а в интервале температур сопоставимых с комнатной используют метод регулярного режима 1 рода. Нестационарные способы являются перспективными, а нестационарные при установлении теплопроводности в отличие от стационарных используют меньшее время и меньше тепловой энергии. Основные недостатки: сложные уравнения для расчёта ТФС, сложность определения взаимосответствия реальных граничных условий при исследовании с теоретическими условиями. Более достоверную информацию о ТФС в результате одного эксперимента позволяют получить комплексные методы. Кроме того экспериментальные способы применяемые при исследовании ТФС материалов, подразделяют на абсолютные и относительные. Самые перспективные способы изучения теплопроводности - абсолютные. Для анализа ТФС материала так же применяют способы температурных волн. Большое количество методов с применением температурных волн подчиняется закону косинусов. ТМНК (температурные методы неразрушающего контроля) из вышеперечисленных занимают ведущее место при изучении ТФС веществ. Согласно [2,6,8,9,13,14,15,16,18] МНК имеют широкий функционал возможностей, высокую результативность, действительность и эффективность. Вышеперечисленные методики и используемые в них средства измерений (СИ) подразделяются на группы. К первой группе относятся контактные способы и СИ, ко второй бесконтактные способы и СИ. В контактном способе в отличие от бесконтактного применяется прямой контакт СИ с поверхностью исследуемого участка образца. Для этого применяют погружаемые и не погружаемые термодатчики [3,6,8,9,13]. Способы теплового неразрушающего контроля основываются на мгновенном и (или) импульсном воздействии тепла на анализируемый материал. ТМНК хорошо представлены в [2,6,8,9,13,14,15,16,17,18] они имеют широкие функциональные возможности. На исследуемую поверхность материала размещают импульсный тепловой источник, а на установленном расстоянии от источника рабочие концы термопар. Далее в источник тепла поступает тепловой импульс с установленной мощностью, затем определяется такой промежуток времени, при котором устанавливается заданное значение. Как только заданное значение достигнуто, записывается мощность источника тепла и определяется температура в определённой точке. Установление теплопроводности анализируемых материалов так же можно производить и бесконтактным методом [2,17,18]. Для установления ТФС свойств исследуемого объекта его поверхность подвергается нагреванию непрерывным тепловым потоком от передвижного источника теплоты. Вслед за движущимся источником теплоты с одной и той же скоростью передвигаются несколько термодатчиков служащих для регистрации показаний температуры с нагреваемой поверхности. При использовании данного способа возникают потери тепла в окружающую среду. Данные способы так же применяются в методах регулярного режима, в квазистационарных и стационарных тепловых режимах [7], и методе температурных волн. Кондратьев Г. М. разработал способ регулярного теплового режима, который был углублен многими исследователями [19]. Испытуемый образец имеет начальную температуру, затем его помещается в водный раствор с известной температурой который перемешивают, в результате чего между водным раствором и телом получается бесконечный коэффициент теплоотдачи. Достоинства: не требуются эталоны с установленными тепловыми характеристиками, высокая точность, затрачивается небольшое количество времени. Недостатки: требуется жидкостная среда, значение температуры окружающей среды должно быть постоянной в течение всего опыта, не допускается проникновение влаги в испытуемый материал, нужны определённые условия для проведения опыта с использованием сыпучих материалов. Вышеописанные способы в большинстве случаев для определения ТФС исследуемых материалов требуют воспроизведения специальных условий для проведения эксперимента, размещения в толще исследуемого материала специальных датчиков и т.д. Поэтому для получения высокой энергоэффективности в объектах промышленного, гражданского и коммерческого использования требуются инновационные методы для установления теплофизических свойств ограждений, различного рода сооружений. На фоне постоянно ужесточающихся требований предъявляемых к микроклимату различных жилых и не жилых помещений, возникает

необходимость расчёта нужного количества теплоты, для поддержания требуемой температуры при различных климатических условиях. Из-за продолжительного периода эксплуатации нарушения целостности ограждающих конструкций, отсутствия сведений о конструктивных особенностях, возникают трудности при определении теплофизических свойств. На ряду с известными методами возможна разработка автоматизированной установки с предустановленным в неё алгоритмом управления, для определения ТФС исследуемого объекта, методом неразрушающего контроля без нарушения целостности исследуемой конструкции, с низкой энергоёмкостью эксперимента, без создания специальных условий, с большой достоверностью результатов проводимого исследования, а так же имеющая простоту конструкции и небольшие размеры для удобства перевозки и переноски.

Список литературы

1. Аметистов Е.В. Основы теории теплообмена. М.: Изд. МЭИ, 2000. 242 с.
2. А.с. № 1377695 СССР, МКИ G 01 N 25/18. Способ неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов / Т.И. Чернышева
3. Баталов В.С. Одновременное определение теплофизических параметров твердофазовых веществ // ИФЖ. 1982. Т.42, № 6. С. 1026 — 1027.
4. Белов Е.А., Соколов Г.Я., Платунов Е.С. Цифровой экспресс-измеритель теплоограждающих конструкций с прямым отсчетом // Промышленная теплотехника. 1986. № 4. С. 756 - 760.
5. Богословский В.Н. Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования. М.: Высшая школа, 1982. - 415с.
6. Бровкин В.Л. Частное решение уравнения теплопроводности // Изв. вузов. Энергетика. 1980. № 11. С. 120.
7. Вавилов В.П. ТМНК: Справочник. М.: Машиностроение, 1991. 240 с.
8. Видин Ю.В. Иванов В.В. Расчет температурных полей в твердых телах, нагреваемых конвекцией и радиацией / Красноярск, 1965. 95 с.
9. Дульнев Г.Н., Лукьянов Г.Н. Аппаратура для автоматизации теплофизических исследований // ИФЖ. 1981. Т. 40, №4. С. 717.
10. Кулаков М.В., Макаров Б.И. Измерение температуры поверхности твердых тел. М.: Энергия, 1979. 96 с.
11. Курепин В.В., Козин В.М. Приборы для теплофизических измерений с прямым отсчетом // Промышленная теплотехника. 1982. Т. 4, №3. С. 91.
12. Курепин В.В., Шатунов Е.С., Белов Е.А. Энтальпийный термозонд для неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов // Промышленная теплотехника. 1982. № 4. С. 78.
13. Мак Адаме В.Х. Теплопередача. М.: Metallurgia, 1961. 686 с.
14. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под редакцией А.В. Лыкова. М.: Энергия, 1973. 336 с.
15. Рудзит Я.А., Пупалов В.Н. Основы точности и надежность в приборостроении. М.: Машиностроение, 1991. 302 с.
16. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю. Тепловая защита ограждающих - конструкций зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1986..
17. Тепло и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. М.: Энергоиздат, 1982. 512 с.
18. Теплотехнический справочник. Т. 2. / Под общей ред. В.И. Юренева и П.Д. Лебедева. М.: Энергия, 1975. 896 с.
19. Килессо В.С. ТФС твердых тел. - Киев: Наукова думка, 1971.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М.

КГЭУ, РФ, г.Казань

Современные электроприводы (ЭП) представляют собой сложные динамические системы, обеспечивающие высокую точность и быстродействие при обработке управляющего воздействия в условиях интенсивного влияния различных помех и возмущений. Проектирование ЭП заключается в выборе структуры и параметров системы с целью обеспечения заданных требований к показателям качества процесса управления. Обеспечение высокой надежности функционирования элементов ЭП при воздействиях, имеющих эксплуатационную природу, также

является важной задачей, решаемой в процессе проектирования, который можно разбить на несколько характерных этапов.

На первом этапе производится анализ системы исходных данных, устанавливается принцип управления, который должен быть реализован в управляющем устройстве ЭП, и обосновывается общая структура информационного и силового каналов. Далее производится сравнительная оценка структурных схем существующих образцов ЭП и намечаются пути улучшения показателей качества процесса управления.

На основе анализа условий применения определяется требуемая точность, требуемые динамические свойства и обосновываются эксплуатационные рабочие условия.

В результате проведенного анализа формируются показатели назначения:

параметры нагрузки (момент инерции J_n , угловая скорость Ω_n и угловое ускорение ϵ_n исполнительного вала ЭП);

законы изменения и значения управляющих и возмущающих воздействий;

максимально допустимая установившаяся ошибка $\Delta\alpha_{доп}$;

максимально допустимое отклонение управляемой величины $\Delta\alpha_{max}$;

время регулирования t_p , перерегулирование σ и показатель колебательности M ;

диапазоны изменения рабочих температур, давлений, влажности, максимально допустимые перегрузки, вибрации и акустические шумы.

На втором этапе устанавливается общая структурная схема ЭП, состоящая из неизменяемой и изменяемой частей, производится выбор и расчет элементов неизменяемой части ЭП. Этап начинается с энергетического расчета ЭП, который включает:

анализ характеристик возмущающих моментов;

определение требуемого момента $M_{тр}$ и типа электродвигателя;

расчет мощности и выбор электродвигателя (ЭД) по заданным значениям параметров исполнительного вала (J_n , ϵ_n);

расчет передаточного числа редуктора i ;

выбор типа усилителя мощности;

сопоставление требуемых и располагаемых характеристик механической части ЭП;

проверку правильности выбора ЭД по перегрузочной способности и тепловому режиму;

выбор типа источника питания.

После энергетического расчета переходят к выбору измерительных преобразователей (датчиков положения, датчиков скорости и т.д.) информационно-измерительной системы ЭП. Как правило, выбор рекомендуется осуществлять на основании серийно производимых элементов по каталогам и справочникам. Выбранные элементы силового и информационного каналов объединяют в неизменяемую часть ЭП. Кроме того, на втором этапе может быть принято решение о месте включения элементов (регуляторов, усилителей) изменяемой части ЭП.

Этап заканчивается построением функциональной схемы ЭП и описанием алгоритма его функционирования.

На третьем этапе осуществляется построение структурной схемы динамической модели (ССДМ) неизменяемой части ЭП и выбор его параметров по заданной точности.

Для построения ССДМ определяются передаточные функции элементов силового и информационного каналов ЭП. Полученные звенья соединяют в ССДМ и приступают к ее преобразованию с целью выбора параметров ЭП по заданной точности.

Обычно, количественная оценка установившейся ошибки определяется при совместном влиянии задающего (α_3) и возмущающего (M_c) воздействий.

На основании требований к точности ЭП определяют условие

$$\Delta\alpha_{доп} \leq \Delta\alpha_3 + \Delta\alpha_m.$$

Установившаяся ошибка по каналу управления $\Delta\alpha_3$ и моментная составляющая ошибки $\Delta\alpha_m$ рассчитываются с помощью теоремы о предельном значении по ССДМ. Для обеспечения заданной точности определяют коэффициент передачи изменяемой части (усилителя, регулятора) ЭП.

При расчете следящих позиционных ЭП обычно задаются постоянная угловая скорость Ω_0 и постоянное угловое ускорение ϵ_0 .

Если контур положения содержит одно интегрирующее звено, то без ошибки будет отрабатываться постоянное входное воздействие

$$\alpha_3 = \alpha_0 = \text{const.}$$

Если в контуре положения применен ПИ-регулятор, то без ошибки будет отрабатываться линейно-изменяющееся входное воздействие

$$\alpha_3 = \Omega_0 t, \Omega_0 = \text{const.}$$

Повышение порядка астатизма ν системы приводит к уменьшению запасов устойчивости по фазе θ_3 и амплитуде L_3 , к увеличению показателя колебательности M , что, в свою очередь, ухудшает демпфирующие свойства ЭП. Поэтому при проектировании следящих ЭП является эффективным применение комбинированных методов регулирования за счет введения в структуру неизменяемой части ЭП дополнительных цепей компенсации.

На четвертом этапе рассчитываются динамические характеристики ЭП.

Четвертый этап начинается с определения передаточных функций нескорректированного ЭП и построения его ЛЧХ, по которым анализируется устойчивость и соответствие показателей качества переходного процесса (t_p , σ) требуемым значениям.

Для ЭП, имеющих сложную многосвязную структуру определение передаточных функций может быть выделено в отдельную задачу, которая предполагает применение моделирующих программ. В процессе решения этой задачи по ССДМ составляют уравнения в векторно-матричной форме, рассчитывают матричную передаточную функцию, элементы которой устанавливают связь между входами воздействиями и управляемым величинами, строят ЛЧХ нескорректированной системы и по ним анализируют устойчивость и качество процесса управления.

Если требования, предъявляемые к ЭП по устойчивости и показателям качества, не удовлетворяют заданным, переходят к построению желаемых ЛЧХ (ЖЛЧХ). Отметим, что при разработке ЭП, состоящего из минимально-фазовых динамических звеньев, не требуется построения логарифмических фазочастотных характеристик, а достаточно рассмотреть логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ).

Желаемая ЛАЧХ (ЖЛАЧХ) условно разделяется на три участка. Низкочастотный участок определяет точность ЭП в установившемся режиме.

Для следящих ЭП наклон первого участка составляет -20 дБ/дек ($\nu = 1$) или -40 дБ/дек ($\nu=2$). Среднечастотный участок определяет запасы устойчивости (θ_3 , L_3) и, следовательно, показатели качества переходного процесса (t_p , σ). Высокочастотный участок ЖЛАЧХ незначительно влияет на динамические свойства. Для улучшения фильтрующих свойств ЭП и уменьшения требуемой мощности электродвигателя лучше обеспечить больший наклон асимптот высокочастотного участка ЖЛАЧХ. Наклон низкочастотного участка ЖЛАЧХ определяется структурой неизменяемой части системы, а его расположение зависит от коэффициента передачи K разомкнутого ЭП.

Среднечастотный участок ЖЛАЧХ должен иметь наклон -20 дБ/дек. Для расчета частоты среза ω_c применяют обобщенные номограммы Солодовникова [1]. Исходя из требований к перерегулированию σ и быстродействию t_p , находят частоту среза

$$\omega_c = \frac{k\pi}{t_p},$$

где коэффициенты k определяются по номограммам.

Протяженность среднечастотного участка $L_c(\omega)$ ЖЛАЧХ, при заданном показателе колебательности M , ограничивается интервалом

$$20 \lg \frac{M}{M-1} \geq L_c(\omega) \geq 20 \lg \frac{M}{M+1}.$$

После построения ЖЛАЧХ и ЛАЧХ нескорректированного ЭП графически определяют ЛАЧХ корректирующего устройства (КУ).

При выборе схемы могут быть применены активные и пассивные четырехполюсники. Пассивные КУ уменьшают коэффициент передачи разомкнутого ЭП, поэтому после выбора такого КУ необходимо увеличить коэффициент усиления усилителя в соответствии с требованиями к допустимой ошибке $\Delta\alpha_{\text{доп}}$.

Если для коррекции контуров ЭП применены стандартные настройки [2], то структура и параметры регуляторов определяются аналитически. По результатам синтеза регуляторов производится моделирование контура с целью сопоставления его динамических характеристик со стандартными характеристиками настроенного контура.

На пятом этапе производят моделирование структурной схемы динамической модели скорректированного ЭП с применением моделирующих программ. По построенным ЛЧХ определяются запасы устойчивости по фазе и амплитуде. По переходной характеристике рассчитываются показатели качества переходного процесса.

Если результаты моделирования соответствуют условиям технического задания, то процесс проектирования заканчивается.

Список литературы

1. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования. -М.: Машиностроение, 1989.
2. Рудаков В.В., Мартикайнен Р.П., Оранский Г.В. и др. Системы непрерывного управления электроприводами. – Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1968.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ МАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Доронин М.В.

СПбПУ, РФ, г.Санкт-Петербург

1. Введение

В случае магнитного экранирования кабельных линий применяют два основных способа: защита удаленностью защищаемых объектов от источника электромагнитного поля; экранирование источника поля материалами с ферромагнитными свойствами. Достаточно дорого и нецелесообразно заниматься экранированием значительных объемов пространств. Для таких вариантов имеет смысл снижать воздействие поля материалами, которые могут экранировать магнитное поле.

В реальных условиях может появиться надобность экранирования локального пространства кабельной линии. Например, когда вблизи проложенной трехфазной групповой прокладки проходят однофазные кабельные изделия различного назначения, а условия проекта не позволяют удалить соседние линии на более значительные расстояния. Таким образом, имеет место требование к экрану по перераспределению поля следующим образом: в заданной зоне характеристики поля не превышали конкретных значений, однако в других зонах (где нет кабелей, на которые идет воздействие электромагнитного поля) эти значения могут превышать.

Как правило с целью экранирования выступают кристаллические магнитомягкие материалы (пермаллой [1]). Правда, при деформациях их магнитные свойства могут уменьшаться на порядки. Поэтому стали использовать магнитные экраны из магнитомягких сплавов с аморфной структурой (Табл. 1), так как деформация данных сплавов не ведет к значительному изменению их магнитных свойств.

Таблица 1

Магнитные свойства магнитомягких сплавов

Сплав	$\mu_{нач}$	$\mu_{макс}$	B_s , Тл	H_c , А/м
*71КНСР	20000	800000	0,50	0,8
*АМАГ-172	80000	1500000	0,48	0,4
**79НМ	25000	100000	0,7	2

*71КНСР И АМАГ-172 являются сплавами на основе кобальта с аморфной структурой

**79НМ является сплавом на основе железа

Следует также отметить тот факт, что мы должны знать каким образом перераспределять поле и в связи с этим необходим предварительный расчет (в нашем случае с он проводится с помощью программного продукта Elcut [2], основанном на методе конечных элементов (МКЭ)) на базе метода генетических алгоритмов [3], суть которого сводится к случайному подбору, комбинированию и вариации искомым параметров посредством механизмов и процессов, аналогичных естественному отбору в природе.

2. Экранирование магнитного поля

Понижение уровня магнитного поля за пределами кабельной линии достигается путем частичного отражения электромагнитных волн от границ экрана, поглощения электромагнитной энергии его материалом и изменения конфигурации поля. В пространстве, окружающем экран, выделяют ближнюю (определяемую расстоянием r от источника помех до экранируемого оборудования ($r \ll \lambda/2\pi$, где λ - длина волны) и дальнюю ($r \gg \lambda/2\pi$) зоны. В ближней зоне преобладающей составной частью электромагнитного поля является магнитная либо электрическая составляющие, в дальней зоне одинаково проявляют себя обе компоненты поля [4]. Эффективность экрана определяется коэффициентом экранирования, равный отношению напряженности поля H_1 поля при наличии экрана к напряженности H_0 поля в отсутствии экрана:

$$K_s = \frac{H_1}{H_0} \quad (1)$$

Эффект экранирования удобно характеризовать коэффициентом затухания экрана, или просто – затуханием экрана:

$$b_{\text{э}} = \ln \left(\frac{1}{|K_{\text{э}}|} \right) \quad (2)$$

Закон полного тока:

$$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \sum_k i_k \quad (3)$$

Расчеты и экспериментальные данные показали, что экранирующие свойства различных аморфных сплавов проявляются наилучшим образом в многослойных экранах из материалов с разными электротехническими характеристиками. Слои экрана, находящиеся ближе к центру кабеля имеет смысл производить из материалов с высокой индукцией насыщения; в то время как материалы наружных слоев экрана целесообразно изготавливать из материалов с высокой магнитной проницаемостью. Например, можно применить сплав на основе железа для внутреннего и сплав на основе кобальта для внешнего слоев экрана. Наложение лавсановой ленты между слоями экранов позволяет обеспечить изоляцию. Полезные магнитные свойства (высокая магнитная проницаемость, малая коэрцитивная сила, близкая к нулю магнитострикция) лучше проявляются в сплавах с соотношением никеля 80% и железа - 20%, хотя процент содержания никеля в сплаве может варьироваться в пределах 45-82%. [5].

Варианты конструкций силовых кабелей с двойным экраном имеется в ряде работ [4], [6-8].

Поскольку наличие подвижного экрана кабеля в виде кругового цилиндра, на оси которого находится экранируемый ток, не влияет на распределение магнитного поля тока в пространстве, авторы предлагают принципиально новую конструкцию: добавление щели (зазора) вдоль оси экрана. В таком случае значение вектора магнитной индукции $B(r)$ и напряженности магнитного поля $H(r)$ будут иметь разные значения в разных точках окружности радиуса r , при том, что выражение (3) сохранит свое значение. Таким образом, дальнейшей целью исследований становится оптимизация угла раскрытия зазора и его положение в пространстве относительно защищаемой точки пространства вокруг кабельной линии.

3. Оптимизация конструкций путем использования генетического алгоритма

Оптимизационные задачи заключаются в нахождении минимума либо максимума оптимизируемой функции. Достоинством градиентных методов расчетов является их быстрая сходимость в области притяжения к экстремуму, слабой же стороной - невозможность поиска глобального экстремума для задач с большим числом локальных экстремумов. Преимуществом генетических алгоритмов является их эффективность при решении негладких задач с большим числом локальных экстремумов, а недостатком - медленная сходимость вблизи экстремума. Предложен модифицированный генетический алгоритм - алгоритм скрещивания, совмещающий градиентные и генетические идеи [3].

В генетических алгоритмах [9-11] применяется терминология, взятая из эволюционной теории Дарвина, перекочевавшая в чисто математическую область.

Примем тот факт, что о функции ничего неизвестное кроме того, что доступен алгоритм, который позволяет вычислить ее значение в любой точке, выбранной произвольным образом [12]. Таким образом, в общем виде задача разбивается на следующие шаги решения:

- Возьмем n значений $x_i^{(1)}$, которые имеют принадлежность к области определения. Найдем значения $y_i^{(1)} = f(x_i^{(1)})$ во всех этих точках.

- Проранжируем $x_i^{(1)}$ в порядке возрастания соответствующих значений $y_i^{(1)}$.

- Примем во внимание, что значения $x_i^{(1)}$, которые соответствуют большим значениями $f(x_i^{(1)})$, располагаются ближе к точке искомого экстремума нашей функции, чем другие; будем их считать «пригодными».

- Создадим новую последовательность $x_j^{(2)}$ такой же длины n , однако уже не совсем случайным образом, а так, чтобы часть новых $x_j^{(2)}$ находились вблизи от «пригодных» точек $x_j^{(1)}$; другая часть, чтобы избежать попадания в локальный экстремум, охватывала бы другие, более дальние области определения функции.

- Получаем новую последовательность $x_j^{(2)}$, которую принято называть «популяцией», продолжим генерировать тем же образом новые популяции.

Получение точек новой популяции на основе анализа точек предыдущей популяции осуществляется путем операции скрещивания и мутации. Выбор «пригодных» точек и отбрасывания «непригодных» называется селекцией.

Данный процесс построения новых популяций $x_i^{(k)}$ будет продолжаться до тех пор пока на каком-то шаге мы не найдем точку, в которой функция $f(x)$ достигнет своего экстремума.

4. Магнитные экраны специальной конструкции для силовых кабелей

Итак, на основе вышеизложенного метода генетических алгоритмов, написанного в программе Matlab 7.0, и связанного с программным продуктом Elcut, были оптимизированы конструкции магнитных экранов в модели трехфазной кабельной линии. В первом приближении приняли однослойную модель экрана на основе сплава марки 79НМ. В результате были получены следующие результаты (Рисунок 1, Рисунок 2):

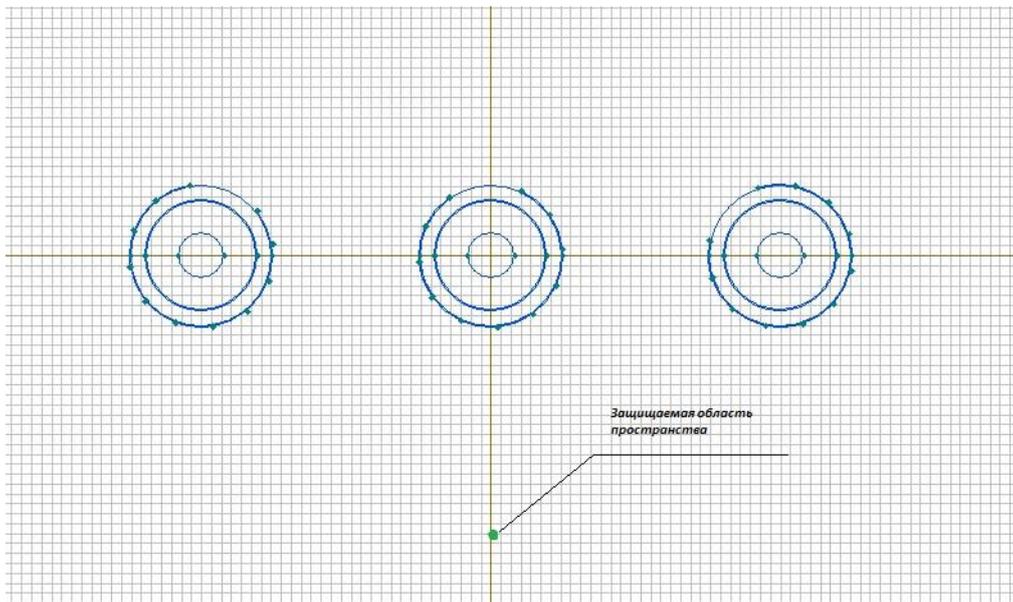


Рис.1. Модель трехфазной кабельной линии с наиболее оптимальным углом раскрытия зазора, положения зазора в пространстве относительно защищаемой области пространства.

ELCUT LabelMover 2.3 - [screen]

Файл Правка Вид Инструменты ?

Начало Значения Параметры Результаты График

Шаг	Повернуть screen_A	Повернуть screen_B	Повернуть screen_C	Повернуть in_A, out_A	Повернуть in_B, out_B	Повернуть in_C, out_C	Индукция...
140	309.41	337.46	45.093	28.726	28.262	2.8287	0.00086778
141	304.45	337.46	45.093	28.726	27.871	2.8287	0.00086899
142	302.55	337.46	45.093	28.726	27.871	2.8287	0.00087053
143	295.46	337.46	45.093	28.726	28.262	2.8287	0.00087598
144	304.45	337.46	45.514	28.726	27.871	2.8287	0.00087463
145	309.41	335.08	45.093	28.726	28.262	2.8287	0.00086807
146	310.43	337.46	45.093	28.726	27.871	2.8287	0.00086777
147	310.43	337.46	45.093	28.726	27.871	2.8287	0.00086777
148	309.41	337.46	45.093	28.726	28.262	2.8287	0.00086778
149	310.43	337.46	45.093	28.726	27.88	2.8287	0.00086777
150	310.43	337.46	45.093	28.81	27.871	2.8287	0.00086766
151	309.41	337.46	45.093	28.245	28.262	2.8287	0.00086864
152	310.43	337.46	45.638	28.726	27.871	2.8287	0.00087059
153	304.8	337.46	45.093	28.726	28.262	2.8287	0.00086915

Параметры или цель были изменены. Нажмите "Получить результаты" для обновления сгенерированных задач и результатов.

Задать цель/значения...
 Задать параметры...
 Получить результаты
 Шагов <= | неогран.
 Посмотреть модель
 Картина поля
 Контур...

Рис.2. Результаты вычислений путем применения генетического алгоритма.

Вычислим коэффициент экранирования:

$$K_3 = \frac{H_i}{H_0} = \frac{0.43 \cdot 10^{-6}}{0.72 \cdot 10^{-6}} = 0.6$$
$$b_3 = \ln\left(\frac{1}{|K_3|}\right) = \ln\left(\frac{1}{0.6}\right) = 0.51$$

Заключение.

В результате проведенных численных экспериментов на основе метода оптимизации генетических алгоритмов было установлено, что применение магнитных экранов с зазором в определенном расположении в пространстве позволяет уменьшить влияние магнитного поля на 60%, что является несомненным подтверждением успешности данной разработки.

Список литературы

1. Силовой кабель с защитным экраном из аморфных магнитомягких сплавов [Электронный ресурс] / Материал подготовлен при участии П.А. Кузнецов, А.Ю. Аскинази, Б.В. Фармаковский /ФГУП РФ ЦНИИ КМ "Прометей"/, Г.Г. Середя, В.В. Миллер, /ООО "НИИ Севкабель"/, В.Н. Никитина, Г.Г. Ляшко /"Испытательный исследовательский центр защиты от электромагнитных полей" ООО "Альфа-Пол".-Режим доступа: URL <http://www.ruscable.ru/doc/analytic/print.html?p=/doc/analytic/statya-135.html> (дата обращения: 12.09.2014)
2. ELCUT 5.10 Руководство пользователя. – ООО «Тор», Санкт-Петербург, 2012. - 356 с
3. Коровкин Н.В., Потиеенко А.А. Использование генетического алгоритма для решения электротехнических задач // Электричество. – 2002. -№11.-С.2-16.
4. Ключев А.В. Анализ помех при измерении радиочастотных шумов / А.В. Ключев, А.В. Якимов // Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. Серия радиофизика.-2007.-№6-С. 52-55.
5. Elmen, G.W.; H.D. Arnold (July 1923). "Permalloy, A New Magnetic Material of Very High Permeability". Bell System Tech. J. (USA: American Tel. & Tel.) 2 (3): 101–111. Retrieved December 6, 2012.
6. D'Amore M. Shielding techniques of the low-frequency magnetic field from power cable lines / M. D'Amore, E. Menghi, M.S. Sarto. // Electromagnetic compatibility 2003 IEEE international symposium, 18-22 August 2003. Conference publications. Vol.1, 2003, P. 203-208.
7. D'Amore M. Design of new high-voltage 'green' cables generating low magnetic field levels / M. D'Amore, F.M. Gatta, D.Paladino, M.S. Sarto // IEEE Power engineering society general meeting. 8-10 June 2004. Conference publications. Vol.1. 2004, P. 457-462.
8. D'Amore New double-shielded power cables generating low magnetic field levels / M. D'Amore, D. Paladino, M.S. Sarto // International symposium of electromagnetic compatibility. 8-12 August 2005. Conference publications. Vol.1. 2005. P. 179-184.
9. Forrest S. Genetic algorithm: Principles of natural selection applied to computation // Science. — 1993. — Vol. 261. — P. 872—878.
10. Filho J.R., Alippi C., Treleaven P. Genetic algorithms programming environments // Computer. — 1994. — Vol. 27, no. 6. — P. 28—43.
11. Srinivas M., Patnaik L. Genetic algorithms, a survey // Computer. — 1994. — Vol. 27, no. 6. — P. 17—26.
12. Королев Л.Н. Эволюционные вычисления, нейросети, генетические алгоритмы — формальные постановки задач/ Л.Н. Королев// Фундаментальная и прикладная математика. – 2009.- Том 15, № 3, - С. 119—133.

РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ПУСКА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Савин А.Г.

Тверской государственной технической университет, г.Тверь

В статье рассматривается аналитически способ расчёта пусковой диаграммы, пускового реостата и времени разгона асинхронного двигателя с фазным ротором. Даны расчётные уравнения и пример расчёта.

Ключевые слова: асинхронный двигатель; фазный ротор; расчёт реостата; Расчёт разгона

CALCULATION OF PARAMETERS OF STARTING OF ASYNCHRONOUS ENGINE WITH A PHASE ROTOR

The analytical method of calculation of starting diagram is examined in the article, starting rheostat and time of acceleration of asynchronous engine with a phase rotor. Calculation equalizations over example of calculation are brought.

Keywords: asynchronous engine, phase rotor, calculation of rheostat, calculation of acceleration.

Параметры пуска асинхронного двигателя с фазным ротором, такие как сопротивления пускового реостата и продолжительность пуска, не могут быть рассчитаны аналитически из-за нелинейности механических характеристик.

В [1 стр. 210 – 214] предложен графический метод расчёта, при котором нелинейные характеристики в пределах разгона заменяются линейными зависимостями. При этом моменты переключения и максимальный приходится подбирать последовательными приближениями. Расчёт времени разгона с использованием линейной аппроксимации механической характеристики имеет большую погрешность.

В [2] предложен метод расчёта пусковой диаграммы асинхронного двигателя, позволяющий аналитически рассчитать сопротивления пускового реостата. На основе предложенного метода может быть рассчитано и время разгона. Метод основан на модифицированной формуле Клосса, полученной путём введения понятия «относительный момент двигателя» $\beta = M/M_K$, где M_K – критический момент двигателя.

Уравнение Клосса приобретает вид:
$$\beta = \frac{2}{s/s_K + s_K/s}$$

Решая это уравнение сначала относительно s_K , а затем относительно s ,

получим:
$$s_K = s \left(1/\beta + \sqrt{[(1/\beta)^2 - 1]} \right) = s A_{(\beta)} \quad (1)$$

$$s = s_K \left(1/\beta - \sqrt{[(1/\beta)^2 - 1]} \right) = s_K B_{(\beta)} \quad (2)$$

Коэффициенты $A_{(\beta)}$ и $B_{(\beta)}$ в этих уравнениях является функцией только относительного момента β , причём эти зависимости могут рассматриваться как универсальная безразмерная характеристика любого АД в диапазоне $0 \leq s \leq s_K$ и $s_K \leq s \leq 1$.

Переход к реальной характеристике реального двигателя осуществляется с помощью его параметров ω_0 ; M_K ; s_K :

$$M = M_K \beta; \quad (3)$$

$$\omega = \omega_0 (1 - s_K B) \quad (4)$$

При построении пусковой диаграммы реостатного пуска обычно принимают, что максимальные моменты и моменты переключения должны быть одинаковы на всех характеристиках. Отсюда следует, что коэффициенты $A_{(\beta)}$ и $B_{(\beta)}$ для указанных моментов должны быть постоянными числами.

Свяжем коэффициент $A_{(\beta)}$ с пусковым моментом M_1 , а коэффициент $B_{(\beta)}$ с моментом переключения M_2 . Для правильно построенной диаграммы эти коэффициенты должны удовлетворять уравнению:

$$s_{ek}/A^{m+1}B^m = 1, \quad (5)$$

где: m – число ступеней пускового реостата; s_{ek} – критическое скольжение на естественной характеристике двигателя.

Порядок расчёта по этому уравнению следующий. Задаёмся числом ступеней m , поскольку это целое число, и значением момента M_1 , вычисляем $\beta_1 \leq (0.85-0.9)$, вычисляем по уравнению (1) коэффициент A . Из уравнения (5) находим: $B = (1/A)^m \sqrt{s_{ek}/A}$; вычисляем: $\beta_2 = 2B/(B^2 - 1)$; проверяем: $M_2 = M_K \beta_2 \geq 1,1 M_C$, где M_C – момент сопротивления при пуске. Если задаёмся величиной $M_2 \geq 1,1 M_C$, то вычисляем β_2 ; по уравнению (2) находим коэффициент B ; из уравнения (5) вычисляем: $A = (1/B)^{m+1} \sqrt{s_{ek} B}$; проверяем: $\beta_1 = 2A/(A^2 + 1) \leq 0,9$.

Критические скольжения на реостатных характеристиках определяется по уравнению $s_{nk} = s_{ek}/(AB)^{(m-n)}$, где n – номер реостатной характеристики. Полное сопротивление цепи ротора на любой характеристике определяется как $R_n = r_p/(AB)^{(m+1-n)}$, где r_p – сопротивление обмотки ротора. Сопротивления ступеней реостата вычисляются по уравнению: $r_n = R_n(1 - AB)$.

Расчёт времени реостатного пуска производится с использованием стандартной программы EXCEL. Покажем это на примере расчета параметров пуска для асинхронного двигателя МТН- 511 – 8 с номинальными параметрами: $P_H = 28$ кВт; $n_n = 705$ об/мин; $M_{max} = 1000$ Нм;

$$M_H = 379 \text{ Нм}; \quad \omega_0 = 78,54 \text{ 1/сек}; \quad s_H = 0,0638; \quad s_{KE} = 0,304; \quad r_p = 0,152 \text{ Ом}.$$

При расчёте было принято: число ступеней реостата $m=2$; момент сопротивления $M_C = 460$ Нм; момент переключения $M_2 = 500$ Нм.

По приведенным выше уравнениям рассчитано: $\beta_2 = 0,5$; $B = 0,26795$;

$A = 1,6187$; $\beta_1 = 0,894$; пусковой момент $M_1 = 894$ Нм; критические

скольжения на реостатных характеристиках: $s_{K1} = 1,6187$; $s_{K2} = 0,702$.

Полные сопротивления роторной цепи на реостатных характеристиках соответственно равны: $R_1 = 0,808 \text{ Ом}$; $R_2 = 0,351 \text{ Ом}$; сопротивления ступеней реостата $r_1 = 0,457 \text{ Ом}$; $r_2 = 0,199 \text{ Ом}$.

Для расчёта времени пуска и построения пусковой диаграммы в первый столбец таблицы EXCEL вводим значения коэффициента β от β_1 до β_2 с достаточно малым шагом (см. таблицу). В последующих столбцах вычисляются коэффициент B , скольжения и скорости вращения на реостатных характеристиках и момент двигателя по уравнениям (1) – (4).

По полученным данным построена пусковая диаграмма (Рисунок 1).

В результате такого расчёта каждая характеристика этой диаграммы оказалась разбитой на ряд последовательных интервалов, причём для всех интервалов сосчитаны начальные и конечные значения моментов и скоростей. Ввиду малости этих интервалов нелинейная зависимость скорости от момента в пределах интервала может быть заменена на линейную. При этом условии время разгона на каждом элементарном интервале вычисляется по уравнению:

$$\Delta t = J \frac{\omega_{\text{КОН}} - \omega_{\text{НАЧ}}}{M_{\text{НАЧ}} - M_{\text{КОН}}} \ln \frac{M_{\text{НАЧ}} - M_C}{M_{\text{КОН}} - M_C};$$

где: J – момент инерции системы. В расчёте принято $J = 3 \text{ кгм}^2$.

Время разгона на каждой характеристике находится как сумма Δt в пределах от β_1 до β_2 .

Для построения кривых разгона, изображающих изменение момента и скорости во времени, это время рассчитывается от момента начала пуска с помощью рекуррентной последовательности: $t_{\text{нач}}$; $t_1 = t_{\text{нач}} + \Delta t_1$;

$t_2 = t_1 + \Delta t_2$; и т.д.; где: $t_{\text{нач}}$ – время в начале разгона на первом интервале любой характеристики двигателя, t_1, t_2 ..- время в конце разгона на произвольном интервале, $\Delta t_1, \Delta t_2$..- время разгона на соответствующем интервале.. Для первой реостатной характеристике $t_{\text{нач}} = 0$. Для последующих характеристик $t_{\text{нач}}$ равно конечному времени на предыдущей характеристике. По результатам расчётов построен график разгона на Рисунке 2.

Аналогичным образом может быть рассчитан путь, пройденный при разгоне, или среднеквадратичный момент двигателя за время пуска.

Расчёт времени пуска														
β	B	ω_1	ω_2	ω_e	M	n1	n2	n _e	Δt_1	Δt_2	Δt_e	t1	t2	t _e
0,894	0,61737	0,05148	44,501	63,7995	894	0,4916	424,952	609,239	0	0		0	0,69983	1,00334
0,85	0,55673	7,76189	47,8449	65,2475	850	74,1204	456,884	623,066	0,0562	0,02437	0,01055	0,0562	0,7242	1,01389
0,8	0,5	14,9737	50,9725	66,6019	800	142,988	486,75	636	0,05937	0,02575	0,01115	0,11556	0,74995	1,02504
0,75	0,45142	21,1502	53,6511	67,7619	750	201,969	512,329	647,077	0,05895	0,02556	0,01107	0,17451	0,77552	1,03611
0,7	0,40837	26,6232	56,0246	68,7898	700	254,232	534,995	656,892	0,06214	0,02695	0,01167	0,23666	0,80247	1,04778
0,65	0,36933	31,5858	58,1769	69,7218	650	301,622	555,547	665,792	0,06956	0,03017	0,01306	0,30622	0,83263	1,06085
0,6	0,33333	36,1624	60,1616	70,5813	600	345,325	574,5	674	0,08386	0,03637	0,01575	0,39007	0,869	1,07659
0,55	0,2997	40,4383	62,016	71,3843	550	386,156	592,208	681,668	0,11335	0,04916	0,02129	0,50343	0,91816	1,09788
0,5	0,26795	44,4749	63,7666	72,1424	500	424,703	608,925	688,908	0,19641	0,08518	0,03689	0,69983	1,00334	1,13477
0,45	0,23771	48,3187	65,4336	72,8643	450			695,801						
0,4	0,20871	52,0059	67,0326	73,5568	400	496,618	640,113	$\Sigma \Delta t =$	0,69983	0,3035	0,13143			

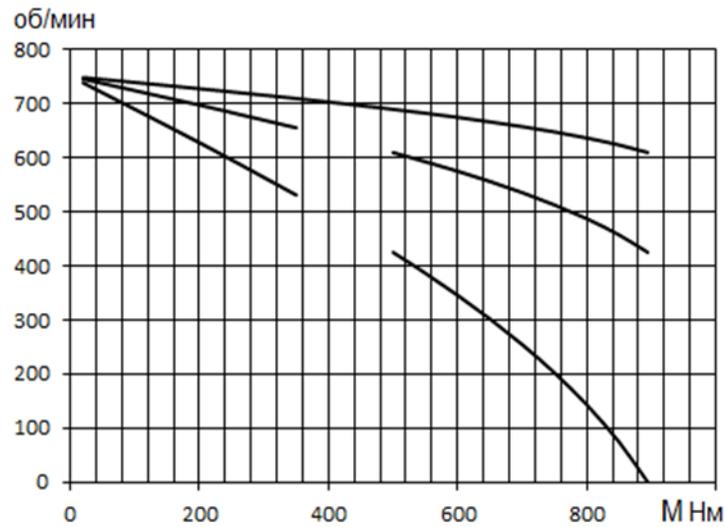


Рис.1. Пусковая диаграмма

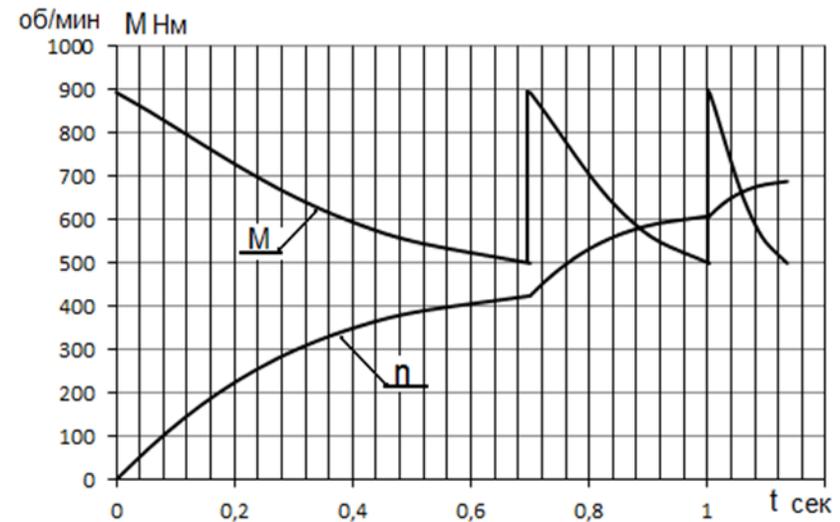


Рис.2. График разгона двигателя

Список литературы

1. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе/ Москва, «Энергия» 1977 г. 432 с.
2. Савин А.Г. Аналитический метод расчёта пускового реостата для асинхронного двигателя с фазным ротором/ Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твёрдых тел, деталей технологического и энергетического оборудования: межвуз. сб. научн. тр. Тверь: ТвГТУ, 2014. с 215-2

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Сафонов А.С.

ФГБОУ ВПО Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), РФ, г.Москва

Около 60% потребляемой в промышленности электроэнергии тратится на электропривод рабочих машин. При этом основными потребителями электроэнергии являются электродвигатели переменного тока. В зависимости от структуры производства и характера технологических процессов доля энергопотребления асинхронных двигателей составляет 50...80%, синхронных двигателей 6...8%. Совокупный КПД электродвигателей составляет около 70%, поэтому уровень их энергоэффективности играет значительную роль в решении задачи энергосбережения.

В сфере разработки и производства электродвигателей с 01.06.2012 г. введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р 54413-2011 [1], основанный на международном стандарте IEC 60034-30:2008 [4] и устанавливающий четыре класса энергоэффективности двигателей: IE1 – нормальный (стандартный), IE2 – повышенный, IE3 – премиум, IE4 – супер-премиум. Стандартом предусмотрен ступенчатый переход производства на более высокие классы энергоэффективности. С января 2015 г. все выпускаемые электродвигатели мощностью 0,75...7,5 кВт должны иметь класс энергоэффективности не ниже IE2, а 7,5...375 кВт – не ниже IE3 или IE2 (с обязательной комплектацией преобразователем частоты). С января 2017 г. все выпускаемые электродвигатели мощностью 0,75...375 кВт должны иметь класс энергоэффективности не ниже IE3 или IE2 (допускается при работе в частотно-регулируемом приводе).

В асинхронных двигателях повышение энергоэффективности достигается [2, 5, 6]:

– Применением новых марок электротехнической стали с меньшими удельными потерями и меньшей толщиной листов сердечников.

– Уменьшением воздушного зазора между статором и ротором и обеспечением его равномерности (способствует снижению намагничивающей составляющей тока обмотки статора, уменьшению дифференциального рассеяния и снижению электрических потерь).

– Снижением электромагнитных нагрузок, т.е. увеличением массы активных материалов при уменьшении количества витков и увеличении сечения проводника обмотки (приводит к снижению сопротивлений обмоток и электрических потерь).

– Оптимизацией геометрии зубцовой зоны, применением современной изоляции и пропиточного лака, новых марок обмоточного провода (увеличивает коэффициент заполнения паза медью до 0,78...0,85 вместо 0,72...0,75 в электродвигателях стандартной энергоэффективности). Приводит к снижению сопротивлений обмоток и электрических потерь.

– Применением меди для изготовления короткозамкнутой обмотки ротора взамен алюминия (приводит к снижению электрического сопротивления обмотки ротора на 33% и соответствующему снижению электрических потерь).

– Применением высококачественных подшипников и стабильных маловязких смазок, выносом подшипников за пределы подшипникового щита (улучшает обдув подшипников и теплоотдачу, снижает уровень шума и механические потери).

– Оптимизацией конструкции и производительности вентиляционного узла с учетом меньшего нагрева электродвигателей повышенной энергоэффективности (снижает уровень шума и механические потери).

– Применением более высокого класса нагревостойкости изоляции F при обеспечении перегрева по классу B (позволяет избежать переустановленной мощности в приводе с систематическими перегрузками до 15%, эксплуатировать двигатели в сетях с существенными колебаниями напряжения, а также при повышенной температуре окружающей среды без снижения нагрузки).

– Учёт при проектировании возможности работы с преобразователем частоты.

Серийное производство энергоэффективных двигателей освоено такими известными фирмами как Siemens, WEG, General electric, SEW Eurodrive, ABB, Baldor, MGE-Motor, Grundfos, ATB Brook Crompton. Крупным отечественным производителем является Российский электротехнический концерн «РУСЭЛПРОМ».

Наибольшего повышения энергоэффективности удастся достичь в синхронных двигателях с постоянными магнитами, что объясняется отсутствием основных потерь в роторе и использованием высокоэнергетических магнитов. В роторе, ввиду отсутствия обмотки возбуждения, выделяются только добавочные потери от высших гармонических в сердечнике ротора, постоянных магнитах и короткозамкнутой пусковой обмотке. Для изготовления постоянных магнитов ротора используется высокоэнергетический сплав на основе неодима NdFeB, магнитные параметры которого в 10 раз выше ферритовых магнитов, что обеспечивает значительное повышение КПД. Известно, что КПД большинства синхронных двигателей с постоянными магнитами соответствует классу энергоэффективности IE3 и в ряде случаев превышает IE4.

К недостаткам синхронных двигателей с постоянными магнитами относятся: снижение КПД с течением времени из-за естественной деградации постоянных магнитов и их высокая стоимость.

Срок службы постоянных магнитов составляет 15...30 лет, однако вибрации, склонность к коррозии при повышенной влажности и размагничивание при температурах 150° С и выше (в зависимости от марки) могут уменьшить его до 3...5 лет.

Крупнейшим производителем и экспортером редкоземельных металлов (РЗМ) является Китай, владеющий 48% мировых ресурсов и обеспечивающий 95% мировых потребностей. В последние годы Китай значительно ограничил экспорт РЗМ, образуя их дефицит на мировом рынке и поддерживая высокие цены. Россия владеет 20% мировых ресурсов РЗМ, однако их добыча составляет лишь 2% мировой добычи, а производство изделий из РЗМ менее 1%. Таким образом, в ближайшие годы цены на постоянные магниты будут высокими, что отразится на стоимости синхронных двигателей с постоянными магнитами.

Ведутся работы по снижению стоимости постоянных магнитов. Национальным институтом материаловедения NIMS (Япония) разработана марка постоянных магнитов на основе неодима NdFe₁₂N с меньшим содержанием неодима (17% вместо 27% в NdFe₁₂B), лучшими магнитными свойствами и высокой температурой размагничивания 200°С [7]. Известны работы по созданию постоянных магнитов без редкоземельных металлов на основе железа и марганца, имеющих, лучшие характеристики, чем с редкоземельными металлами и не размагничивающиеся при высокой температуре.

Синхронные двигатели с постоянными магнитами класса энергоэффективности IE4 производят: WEG, Baldor, Marathon Electric, Nova Torque, Grundfos, SEW Eurodrive, WEM Motors, Bauer Gear Motor, Leroy Somer, Mitsubishi Electric, Hitachi, Lafert Motors, Lönne, Hiosung, Motor Generator Technology, Hannig Electro-Werke, Yaskawa.

Современные серии электродвигателей адаптированы для работы с преобразователями частоты и имеют следующие конструктивные особенности: обмоточный провод с двухслойной нагревостойкой витковой изоляцией; изоляционные материалы, рассчитанные на напряжения до 2,2 от номинального; электрическая, магнитная и геометрическая симметрия электродвигателя; изолированные подшипники и дополнительный болт заземления на корпусе; принудительная вентиляция при глубоком диапазоне регулирования; установка высокочастотных синусоидальных фильтров.

Такие широко известные на рынке производители как Grundfos, Lafert Motors, SEW Eurodrive для повышения компактности и уменьшения габаритов частотно-регулируемого привода производят электродвигатели, интегрированные с преобразователями частоты.

Стоимость энергоэффективных электродвигателей в 1,2...2 раза больше стоимости электродвигателя стандартной энергоэффективности, поэтому срок окупаемости дополнительных затрат составляет 2...3 года в зависимости от среднегодовой наработки [3].

Список литературы

1. ГОСТ Р 54413-2011 Машины электрические вращающиеся. Часть 30. Классы энергоэффективности односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (код IE).
2. Сафонов А.С. Основные мероприятия по повышению энергоэффективности электрооборудования АПК // Тракторы и сельхозмашины. № 6, 2014. с. 48-51.
3. Сафонов А.С. Применение энергоэффективных электродвигателей в сельском хозяйстве // Труды II Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и техники», выпуск II. Россия, г. Самара, 7 апреля 2015. ИЦРОН, 2015. С. 157-159.
4. Стандарт IEC 60034-30:2008 Машины электрические вращающиеся. Часть 30. Классы КПД односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (код IE).

5. Шумов Ю.Н., Сафонов А.С. Энергоэффективные асинхронные двигатели с медной обмоткой ротора, отлитой под давлением (обзор зарубежных публикаций) // Электричество. № 8, 2014. с. 56-61.
6. Шумов Ю.Н., Сафонов А.С. Энергоэффективные электрические машины (обзор зарубежных разработок) // Электричество. № 4, 2015. с. 45-47.
7. NIMS team develops new magnetic compound with lower neodymium content. October 2014. <http://www.greencarcongress.com/2014/10/20141020-nims.html>

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

ВЫБОР ПРИБОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

¹Коротков М.А., ²Осипов В.А., ³Данилов Д.В., ³Шаталов Н.И., ³Шаталов И.Н., ⁴Морозов А.Н.

¹Начальник испытательной лаборатории средств измерений давления и скорости, ООО НПО «ЭКО-ИНТЕХ», РФ, г.Москва

²К.т.н., генеральный директор ООО «Бин-НИТ», РФ, г.Владимир

³Эксперт по промышленной безопасности, ООО «ДиЭксПром», РФ, г.Владимир

⁴Эксперт по промышленной безопасности, ООО «Рассвет», РФ, г.Владимир

Требования промышленной безопасности в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности регламентируют оценку эффективности систем [5, 6, 7]. Устройство систем вентиляции, в том числе аварийной, кратность воздухообмена должны определяться необходимостью обеспечения надежного и эффективного воздухообмена. Основными параметрами воздушного потока, используемыми при оценке эффективности систем вентиляции является скорость и объемный расход [1, 2, 3, 4]. Химически опасные производственные объекты работают с различными средами, температурами и уровнями запыленности, которые могут влиять на ход измерений и на возникновение ошибок. Существует большое количество приборов для измерения параметров воздушного потока: крыльчатые анемометры, термоанемометры, дифференциальные манометры с различными пневмометрическими трубками, комбинированные приборы. Поэтому, мы считаем, что вопрос выбора приборов и методик измерений требует аналитического обоснования.

В настоящей статье приводятся сравнения между приборами по принципу действия, а также даны рекомендации по выбору типов приборов в зависимости от условий измерения.

На Рисунке 1 показана линейка приборов для измерения параметров воздушного потока производства фирмы «KIMO Instruments», в порядке перечисления: термоанемометр, крыльчатый анемометр, дифференциальный манометр, пневмометрические трубки, комбинированный прибор со сменными зондами, воронки для определения объемного расхода. Сравнение приборов по основным характеристикам сведено в Табл.1.



Рис. 1. Приборы фирмы «KIMO Instruments».

Особый интерес представляют комбинированные приборы - многофункциональные средства измерения. Представляющие собой измерительный блок с возможностью подключения различных зондов: пневмометрических трубок, зондов-крыльчаток, термоанемометров, зондов скорости вращения, зондов температуры и влажности, воронок и др.

Воронки используются совместно с анемометрами для измерения объемного расхода на вентиляционных решетках и диффузорах. С воронками процесс измерения становится проще и точнее, так как проводится один замер, в отличие от работы с анемометром. Необходимо, чтобы воронка полностью накрывала решетку (диффузор), то есть размер и форма воронки должны соответствовать размеру и форме решетки. При использовании воронки в прибор вносится ее коэффициент, поэтому анемометр можно использовать только той фирмы, которая производит и воронки к нему.

Таблица 1

Прибор/характеристики	Термоанемометр	Крыльчатый анемометр	Дифференциальный манометр с напорной трубкой
Чувствительный элемент	Обогреваемая струна	Крыльчатка	Датчик давления
Принцип измерения	При прохождении через струну потока воздуха она охлаждается, и меняется ее сопротивление, которое пропорционально скорости воздуха.	Скорость определяется по числу оборотов вращающейся под действием потока воздуха крыльчатки.	Напорные трубки (Пито, НИИОГАЗ) имеют два канала, соединяемые шлангами со штуцерами дифманометра. Они воспринимают полное и статическое давление в воздуховоде, по которым прибор измеряет динамический напор, на основе которого вычисляется скорость потока и объемный расход
Область применения	Измерение скорости потоков в воздуховодах, решетках и в рабочих зонах	Измерение скорости потоков в воздуховодах (D=16-25мм), решетках (D=60-100мм)	Измерение скорости потоков в воздуховодах
Диапазон измерения	0,1...20-30 м/с	0,2...0,6 - 15...40 м/с	4...20-100 м/с (скорость потока в соответствии с [1] должна быть не менее 4 м/с)*
Относительная погрешность по скорости	Около 5 %	3-5 %	3-5 %
Средняя рабочая температура	минус 20 - плюс 70 °С	минус 20 - плюс 70 °С	минус 40 - плюс 600 °С

*Примечание: на практике минимальная скорость может быть от 2-10 м/с в зависимости от диапазона измерения давления. Максимальная скорость ограничивается конструкцией трубки и техническими средствами проведения поверки.

При использовании оборудования необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- не использовать термоанемометры и трубки Пито для измерения в потоках воздуха с большой запыленностью. В трубках Пито отверстие, воспринимающее полное давление, небольшого диаметра и оно может засориться. В термоанемометре может порваться чувствительный элемент - «обогреваемая струна»;

- не использовать термоанемометры в высокоскоростных потоках (более 20 м/с);

- не использовать приборы вне диапазона рабочих температур для измерительного блока и зондов. При высоких температурах рекомендуется использование пневмометрических трубок из нержавеющей стали или высокотемпературные крыльчатки из специальных сплавов;

- не использовать приборы без изучения инструкции по эксплуатации и техники безопасности.

Измерения можно проводить непосредственно на решетке или в воздуховоде (газоходе).

Для измерений на решетке можно использовать анемометр или термоанемометр. Замеры будут точнее если использовать анемометр с крыльчаткой большего диаметра D=60-100 мм, так как в этом случае диаметр крыльчатки будет сопоставим с размерами решетки. Для упрощения измерений и уменьшения погрешности можно использовать воронку. Для измерений в труднодоступных местах можно использовать телескопический зонд или зонд с удлинителем. Анемометр с крыльчаткой малого диаметра D=16-25 мм и термоанемометры используются,

когда требуется провести измерения с учетом геометрии решетки. Это занимает больше времени, а также уменьшает точность измерений ввиду того, что увеличивается вероятность отклонения от оси измерений при каждом замере.

При использовании любого из вышеперечисленных приборов желательно, чтобы он имел функцию расчета объемного расхода, а также усреднения по времени и количеству замеров. Измерения проводятся в два этапа. Сначала необходимо провести измерения скорости потока в нескольких точках, распределенных по решетке см. Рисунок 2, а затем рассчитать среднюю скорость (м/с) и объемный расход по формулам (м³/ч) (1, 2). Существуют анемометры с функциями расчета и усреднения, что облегчает работу наладчика -автоматизирует процесс расчета значений параметров воздушного потока.

$$v_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}, \quad (1)$$

где v_i (м/с)- величина скорости одного измерения; n-количество измерений.

$$Q = v_{\text{ср}} \cdot F \cdot 3600, \quad (2)$$

где $v_{\text{ср}}$ (м/с)-средняя скорость потока; F(м²) –площадь поперечного сечения на измеряемом участке (решетки).

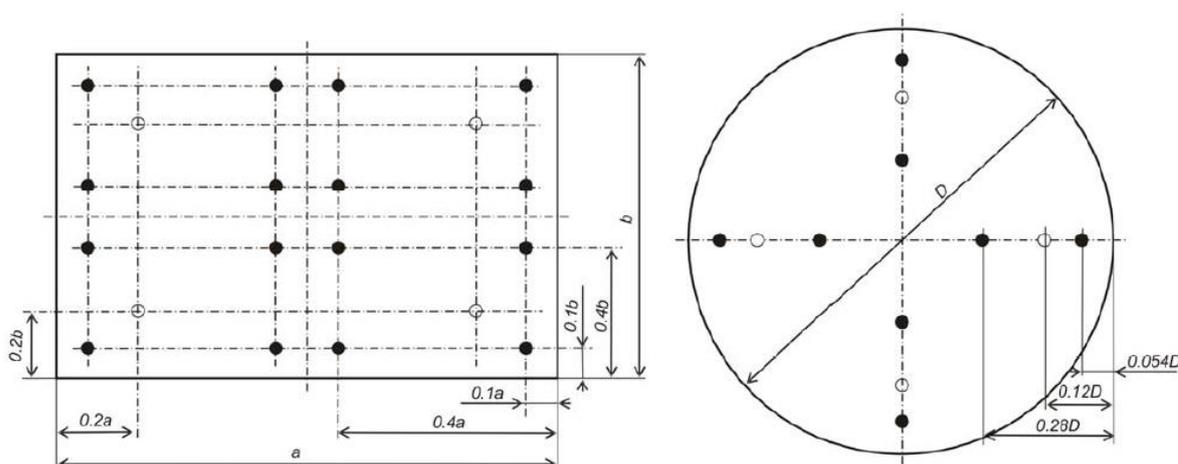


Рис.2. Распределение точек замеров в прямоугольном и круглом сечении воздуховода (решетки).

При использовании прибора с воронкой проводится один замер. Для диффузоров воронка является единственно возможным средством измерения. После установки воронки с анемометром на вентиляционную решетку (диффузор) см. Рисунок 3, поток воздуха будет идти прямо на чувствительный элемент датчика. При этом надо учитывать коэффициент преобразования воронки, который необходимо вводить в прибор.

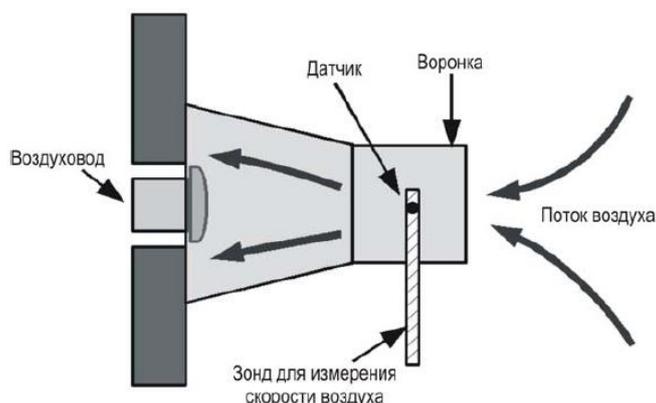


Рис. 3. Установка воронки на вентиляционную решетку

Если прибор не рассчитывает объемный расход, то его можно вычислить по формуле (3):

$$Q = K_a \cdot v_{\text{ср}} \quad (3)$$

где $v_{\text{ср}}$ (м/с)-средняя скорость потока; K_a —коэффициент воронки.

Для проведения измерений в воздуховоде (газоходе) необходимо наличие отверстия диаметр которого соответствует диаметру измерительного зонда. Отверстие должно быть выполнено на прямом участке воздуховода длиной не менее пяти диаметров, где поток максимально однороден. Точка замера выбирается с условием, что до нее должно быть расстояние, равное трем диаметрам воздуховода, и после нее - двум диаметрам. Для замеров используются термоанемометры, крыльчатые анемометры с малым диаметром крыльчатки $D=16-25$ мм и дифференциальные манометры с пневмометрическими трубками. Для измерений скоростей воздуха <2 м/с дифференциальные манометры не рекомендуется использовать. Когда воздуховоды расположены достаточно высоко, можно использовать зонды с телескопической рукояткой или удлинители зондов. Для обеспечения расчетной погрешности чувствительный элемент прибора должен быть направлен строго навстречу потоку.

Анемометры с крыльчаткой $D=16-25$ мм и термоанемометры применяются в чистых воздушных потоках для измерения низких (<2 м/с) и более высоких скоростей, а анемометры с крыльчаткой $D=60-100$ мм в запыленных потоках. При высоких температурах (> 80 °С) используются высокотемпературные крыльчатки.

Дифференциальные манометры с пневмометрической трубкой используются при высоких температурах (> 80 °С) и скоростях (>2 м/с). Приборы можно условно разделить на две группы: одни измеряют только перепад давлений (динамический напор), другие еще имеют функцию усреднения и рассчитывают скорость потока и объемный расход. Не рекомендуется использовать пневмометрическую трубку Пито в запыленных потоках, в этом случае лучше проводить измерения с трубкой НИИОГАЗ. Измерения проводятся в точках см. Рисунок 2.

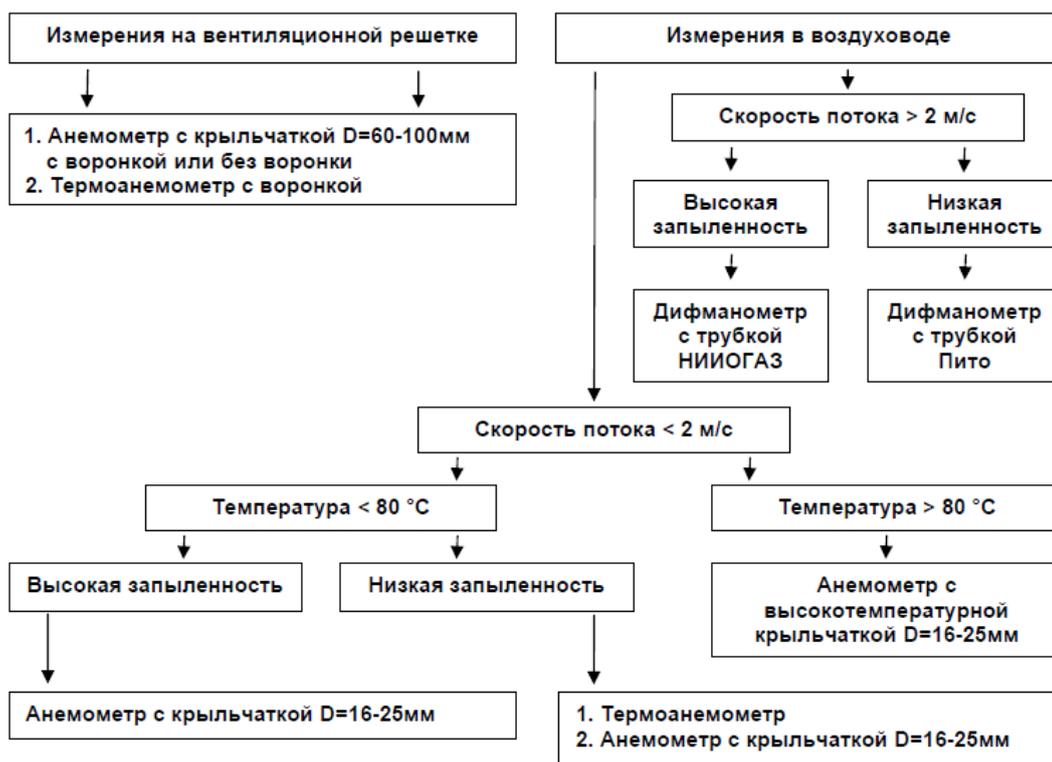


Рис.4. Алгоритм-схема выбора прибора

Для дифманометров из первой группы, которые не имеют функции расчета скорости потока и объемного расхода (например ДМЦ-010), упрощенные формулы для расчета приведены ниже.

Динамический напор, измеряемый прибором, (Па):

$$P_d = P_t - P_s \quad (4)$$

где P_t - полное давление, P_s – статическое давление.

Скорость потока в точке замера:

$$v_i = 0,07523 \cdot \sqrt{P_{di} \cdot (T\delta + 273) \dot{E}_\delta} \quad - \text{ для } P_{di} \text{ в Па} \quad (5)$$

$$v_i = 0,2356 \cdot \sqrt{P_{di} \cdot (T\delta + 273) \dot{E}_\delta} \quad - \text{ для } P_{di} \text{ в мм вод. ст.} \quad (6)$$

Среднее значение скорости потока и объемный расход вычисляется по формулам 1, 2.

По нашему мнению для формирования лаборатории для оценки эффективности работы систем вентиляции необходим следующий перечень приборов:

- Термоанемометр ЭА-70(1) (зонд- «обогреваемая струна») НПО «ЭКО-ИНТЕХ»
- Крыльчатый анемометр анемометр ЭА-70(1) (зонд-крыльчатка) НПО «ЭКО-ИНТЕХ».
- Дифференциальный цифровой манометр с обработкой данных ДМЦ-01М.
- Пневмометрические трубки НИИОГАЗ и Пито.
- Комбинированные приборы КИМО АМІ 300.

Анализируя выше сказанное, мы считаем, что выбор средств измерений для оценки эффективности систем вентиляции должен осуществляться в соответствии с алгоритмом (см. Рисунок 4) и квалифицированным персоналом, аттестованным в соответствии с требованиями промышленной безопасности.

Список литературы

1. ГОСТ 17.2.4.06-90 «Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения».
2. ГОСТ 8.361-79 ГСИ «Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы»
3. ГОСТ ССБТ 12.3.018-79 Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.
4. СП 60.13330.2012 Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
5. Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 21.11.2013 г. № 559.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 11.03.2013 г. № 96.

СНИЖЕНИЕ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА К ВЫСАДКЕ

Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Трунова И.Г.

ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

Обеспечение безопасности производственного оборудования и технологических процессов начинается с их разработки и проектирования [1]. На этапе проектирования безопасность обеспечивается за счет выполнения требований, установленных нормативной документацией по охране труда. Данные требования включают рациональное использование производственных помещений, правильную эксплуатацию оборудования и организацию производственных процессов, защиту работающих от опасных и вредных условий труда, содержание производственных помещений и рабочих мест в соответствии с санитарно - гигиеническими нормами.

В работе предложен способ снижения влияния опасных и вредных факторов в условиях производственной среды при снятии окалины с поверхности и волочении горячекатаного проката.

В начале XXI века в Российской Федерации наблюдается возникновение новых производств, реконструкция имеющихся, переоборудование, внедрение более совершенных, экологичных и энергосберегающих технологий и оборудования. Однако современное производство сопровождается появлением опасных и вредных

производственных факторов, увеличением их энергетического уровня [6]. Поэтому вопросы профилактики травматизма и профзаболеваний на промышленных предприятиях не теряют своей актуальности и по сей день [2].

В производстве крепежа прокат, предназначенный для холодной объемной штамповки, должен иметь чистую и блестящую поверхность, свободную от окалины, жировых и других загрязнений, содержать прочно удерживаемую на поверхности технологическую смазку. С этой целью проводят технологические операции по очистке поверхности от окалины [3,4], нанесение подмазочного слоя и только после этого - нанесение технологической смазки. Удаление с поверхности горячекатаного или термически обработанного проката необходимо для предупреждения износа технологического инструмента и получения чистой и точной поверхности на калиброванном прокате.

Одним из способов удаления окалины с проката, предназначенного для дальнейшего волочения, является [5] его химическое травление в растворах кислот (серной или соляной) при повышенных температурах.

Технологический процесс очистки горячекатаного и калиброванного проката от поверхностной окалины состоит из следующих операций:

- 1 - травление проката в растворах кислот;
- 2 – промывка горячей водой;
- 3 - фосфатирование;
- 4 - промывка теплой водой;
- 5 - известкование или омыливание;
- 6 – сушка.

Относительная простота и доступность такого метода обработки приводят к целому ряду существенных недостатков, касающихся влияния на работающий персонал опасных и вредных условий труда.

Так после травления проката образуются вредные отработанные растворы. Химическая утилизация таких растворов достаточно трудоемка и связана с большими затратами материалов и энергии. При накоплении продуктов взаимодействия кислот с железом и другими компонентами, входящими в состав протравленного металла, раствор срабатывается и подлежит сливу. Любые промышленные отходы, особенно содержащие тяжелые металлы, являются весьма опасными для человека и окружающей среды, а поэтому их нейтрализация является важной экономической и экологической задачей.

Объем сточных вод, который образуется при промывке металла после операции травления, составляет 3,0 м³ на 1 тонну обработанного кислотой металла. На современных производствах объемный расход промывных вод достигает 300-400 м³ в час. При сбросе в водоемы загрязненных сточных вод с перерабатывающих заводов резко увеличивается концентрация вредных веществ, значительная часть которых осаждается вблизи места выпуска.

Во время травления образуются вредные выделения, которые удаляются через бортовые отсосы в течение всего технологического процесса. После травления для удаления травленного шлама и кислоты прокат промывается в горячей и холодной воде. Промывка в горячей воде производится при температуре 50-80⁰С в течение 1-2 минут. Холодная промывка осуществляется под давлением 5-6 атм. в течение 1-2 минут. Для нейтрализации остатков серной кислоты и уменьшения коэффициента трения при волочении и холодной штамповки прокат подвергается известкованию в растворе 3-5% извести. При этом на поверхности проката должна быть сплошная пленка извести. Нейтрализацию кислоты можно производить в водном растворе мылом.

Химический метод травления обладает низкой производительностью. Продолжительность травления зависит от количества окалины на поверхности проката и концентрации раствора кислоты. Поэтому требуется продолжительное время нахождения обслуживающего персонала в рабочей зоне вредного технологического процесса.

В условиях реального производственного процесса травление представляет собой физически тяжелую и опасную операцию для работающего персонала. Все процессы происходят в емкостях, прокат в бунтах или прутках постоянно переносится из одной емкости в другую. Обогрев травильных и других ванн постоянно производится горячим паром. Так как каждая операция протекает при температурах 40-100⁰С, то идет неизбежный процесс испарения, который сопровождается вредными запахами на постоянных рабочих местах травильщиков металла. Концентрация вредных паров в воздухе рабочей зоны часто превышает значения, установленные ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Уровень шума на травильных участках, как правило, превышает допустимые нормы согласно ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» в результате различных технологических перемещений грузоподъемных механизмов, продувки проката после промывки и прогрева насыщенным паром.

Не исключен непосредственный контакт работников с химическими веществами, горячими материалами, которые осуществляют на них опасное воздействие. При этом создаются аварийные ситуации. Вполне возможно попадание вредных веществ в водный и воздушный бассейны.

Использование новой электронно-плазменной технологии очистки металлопроката от окалины (ЭПО) позволяет сократить технологическую цепочку, исключив ряд операций, которые используют при травлении металла в растворах кислот и обеспечить безопасность производственного процесса во время очистки поверхности проката.

Применение технологий ЭПО может стать важным направлением технологического процесса по очистке поверхности проката. Технология обеспечивает повышение качества очистки металлических поверхностей, снизить влияния опасных и вредных факторов в условиях производственной среды и предотвратить загрязнение окружающей среды.

Физическая сущность электро-плазменной очистки заключается в том, что на поверхности металла происходит восстановление окалины и сублимация остальных загрязнений в результате взаимодействия с частицами плазмы. Низкотемпературная плазма создается различными физическими источниками. При данной технологии очистки металлопроката от окалины используется плазмообразующий элемент специальной конструкции. Материалы, обработанные технологией ЭПО, обладают высокой адгезионной способностью. Удельные затраты по электроэнергии в зависимости от состояния металла и решаемых задач составляют 0,3-0,6 квт·ч/м². Энергозатраты на обработку поверхности зависят от степени загрязненности поверхности, скорости обработки материала, площади обрабатываемой поверхности, а также химического состава металла. Стоимость очистки поверхности проката с применением ЭПО почти в 5-7 раз ниже, чем при использовании кислоты и 2-3 раза ниже, чем при использовании очистки дробью.

Вредные выбросы в зону рабочих мест при использовании технологии ЭПО отсутствуют. Характер отходов следующий - H₂O, CO₂, O₂. Все это выносится в атмосферу, но объемы их очень малы. В процессе очистки 1 тонны металлопроката образуется лишь около 0,0001 м³ вышеуказанных газообразных выбросов.

В реальных условиях производственного процесса ЭПО представляет собой высокопроизводительный, автоматизированный и экологически чистый способ очистки металлопроката. Устройство для осуществления предлагаемого способа содержит вакуумную камеру, систему вакуумирования и блок перемещения очищаемого металлопроката. Установки, применяемые для технологии ЭПО, полностью автоматизированы, занимают небольшое пространство и отвечают требованиям охраны труда.

Выводы

- Применение электронно-плазменных методов очистки металлопроката позволяет обеспечить оптимальный состав окружающей среды на постоянных рабочих местах.
- При использовании ЭПО отсутствуют вредные выбросы в атмосферу в отличие от химической поверхности металлопроката.
- Производственный процесс ЭПО высокопроизводительный, автоматизированный, исключается тяжелый физический труд и уменьшает риск травматизма в производственном процессе.
- Снижается влияния опасных и вредных факторов на обслуживающий персонал в условиях производственной среды при снятии окалины с поверхности проката.
- Отсутствует непосредственный контакт работников с химическими веществами, горячими материалами, который позволяет снизить опасное воздействие.
- Уровень шума на рабочих местах при использовании ЭПО не превышает допустимые нормы согласно ГОСТ 12.1.003 ССБТ.
- Концентрация вредных паров в воздухе рабочей зоны при использовании ЭПО соответствует требованиям, установленные ГОСТ 12.1.005 -88 ССБТ.

Список литературы

1. Основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие / Г.В. Пачурин [и др.]; Нижегород. гос. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – 2-е изд. перераб. и доп. – Н. Новгород, 2014. – 269 с.
2. Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И., Филиппов А.А. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2015. – 384 с. (Учебник для вузов. Специальная литература).
3. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Ресурсосберегающая подготовка стального проката к холодной высадке крепежных изделий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 8. (Ч. 4). С. 23-29.
4. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Основные направления развития производства высокопрочного крепежа // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 8. (Ч. 4). С. 30-36.

5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Влияние температуры патентирования после обжата с разной степенью на механические свойства проката стали 40X // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11 (Часть 2). С. 182-190.
6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Подготовка проката для высокопрочных болтов: Учебное пособие / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. 176 с.

СЕКЦИЯ №17.

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

ТЕНДЕНЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИЙ В НАУЧНОМ СООБЩЕСТВЕ

Давлеткиреева Л.З., Скокова И.К.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Аннотация: в статье описаны инструментарии для поведения Интернет-конференций. Как выяснилось, что наибольшую популярность получили виртуальные конференции, так как они позволяют активизировать молодежь к науке. Так же представлен инструмент, без которого не обходится не один современный человек – мобильное приложение, которое активно используется в науке. Анализ технологий позволил рассмотреть перспективы будущего для применения в научном сообществе.

Ключевые слова: сайт, Интернет, Интернет-конференции, 3D, платформа, ИТ, инновация

На сегодня усовершенствование технологических процессов является основной целью любой организации. И стремление к развитию информационных технологий (ИТ) приводит к доступности и массовости той или иной услуги, что необходимо для пополнения базы клиентов, увеличения объема предоставления услуг.

Для любой сферы общества важно вносить изменения в продукт или услугу, которые востребованы на рынке. И сфера образования в данный момент является одной из самых важных в плане как научного, так и экономического развития [15]. Государственные программы, стратегии страны формируют основную цель – активизация научной деятельности. В основные направления развития науки и технологий на период до 2030 г. в отчете на первом месте представлены информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Интернет рассматривается как платформа для экономического и инновационного развития. Так соединение возможностей ИКТ и концепции «открытых инноваций» дает наибольший эффект на корпоративном уровне. Ряд исследователей оценивают Интернет как пространство, в котором зарождаются высокотехнологичные формы коллективного интеллекта и относят его к «подрывным инновациям» [5, 10, 11].

В связи с данными положениями стратегии в настоящее время всё более актуальным становится вопрос о проведении научных мероприятий с помощью веб-технологий – Интернет-конференций, «которые проводятся на сайте конференции или организации, чаще всего на форуме, в виде коллективного обсуждения». Она становится одной из форм обмена опытом между образовательными учреждениями [2, 6, 12].

Преимуществами мероприятий с применением веб-технологий являются: массовость, доступность, экономия финансовых средств и времени, формирование целевой аудитории на тематическом крупном портале или тематическом сайте.

Но и любые технологические новшества приводят к недостаткам, и для Интернет-конференций они отражаются в следующих параметрах:

- отсутствие живого общения между участниками;
- необходимость постоянного доступа к источникам информации;
- мероприятие обычно проходит в форме письменного изложения текста. Для некоторых тем необходимы дополнительные возможности ИКТ.

В век ИТ разработчики и исследователи изучают и внедряют новые технологии, которые бы обеспечили удобство использования и интересный подход для пользователей систем. Новый шаг к развитию применения ИКТ в дистанционных мероприятиях на сегодня являются визуальные (трехмерные) технологии (3D). Данный формат сейчас активно используется в социальной культуре – кино, реклама, СМИ. И внедрение «визуальной» технологии для проведения дистанционных мероприятий позволит реализовать следующие принципы для построения

современной информационно-образовательной среды: интерактивность, многокомпонентность, интегральность и распределенность, адаптивность, оперативность, открытость, информативность.

Формат визуального общения открывает новые возможности, как для участников, так и для организаторов конференции. 3D-технологии раскрывают перспективы очного участия. Не выходя из дома, мы попадаем на виртуальную площадку, которая обладает возможностями визуального представления информации к дополненной реальности. Виртуальная наглядность позволяет участникам лучше понять принцип действия, взаимодействовать с другими участниками, в презентационной форме изучить представленный материал. Инструментарий «расширяет границы восприятия – мыслить быстрее, помнить дольше, принимать решения эффективнее» [3, 4, 13].

То на сколько инновации в образовательном процессе влияют на обучение, проводятся научные работы как в России, так и за рубежом. Одно из таких мероприятий, в рамках проекта «Обучение в образовании будущего», возглавляемая профессором, доктором наук А. Бэмфорд, проведено с целью изучения влияния технологии 3D на обучение. В результате данные исследований показали, что визуализация стала удобным способом подачи информации [7].

Основной особенностью для достижения максимального эффекта дистанционного мероприятия становится практическое применение интегрированных технологий. Эффективность виртуальных систем оценивается как достаточно высокая. Исследования показали, что люди запоминают: 20% - видят; 40% - видят и слышат; 70% - видят, слышат и делают.

Таким образом, визуальные коммуникации позволят использовать технологии «реальности». До сегодняшнего времени использование 3D-конференций становятся востребованными. На рынке ИС предлагаются платформы, которые являются инструментом проведения визуальных Интернет конференций. Анализ платформ, представленный в Табл.1, показал, что каждая из них имеет свои преимущества для определенной области применения.

Таблица 1

Анализ 3D платформ

Параметры	Firestorm-Release	Timvi	vAcademia
Разработчик	Сервис научных связей и возможностей Pax Grid	Avrogor	Виртуальные пространства
Область применения	Образование, бизнес	Бизнес, образование, страхование, туризм, недвижимость, медицина	Образование
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> – голосовой чат; – демонстрация информации; – просмотр материалов; – видеоконференция; – возможность получения сборников конференций – установленная по времени техническая поддержка 	<ul style="list-style-type: none"> – голосовые возможности как в реальном режиме, а также использование мимики и жестов; – видеоконференция – демонстрация информации; – видеоинформация; – слайд шоу; – электронные каталоги; – интерактивные информеры для онлайн редактирования; – чат с аудиторией 	<ul style="list-style-type: none"> – голосовой чат; – демонстрация информации; – видеоконференция – оповещение на занятие; – использование мимики и жестов; – загрузка файлов любого типа; – возможность записи занятий; – выбор инструментов для преподавания

Переход от игровой среды позволит студентам повысить интерес к научной студенческой жизни. Участие такого вида Интернет мероприятия является для учащегося переходом на новый уровень игры. Современная среда позволит: вовлечь учащихся в научную и исследовательскую работу, делая процесс изучения интересным и понятным; стимулировать творческую деятельность студента; повысить уровень подготовки выпускников ВУЗов [15].

В 2013 году компания Avrogor представила платформу Timvi (Рисунок 1) – виртуальный бизнес центр, в котором любая компания может построить себе офис или конференц-зал любого размера и использовать его для встреч с партнерами, клиентами или обучения сотрудников [1].



Рис.1. Виртуальный мир на платформе Timvi

Данная платформа является универсальной, так как ее можно использовать для общения с друзьями, обучения и для построения собственного бизнеса.

В виртуальном пространстве присутствие сопровождается аватаром – виртуальное, многомерное, персонализированное, личное изображение человека, которым он управляет в 3D пространстве, взаимодействуя с другими пользователями. В программе имеются возможности настройки аватара, а также возможность выбора виртуального помещения: офиса, учебный класс «Ломоносов», кинозал, конференц-зал и выставочное пространство, а также индивидуальный выбор.

Платформы станут «программным двигателем» для научного пространства. Но использование визуальных технологий имеют и обратную сторону – виртуализация общения, общение с аватарами, программами и объектами несуществующей реальности.

Использование новшеств расширили возможности, что популярным стало использование мобильных приложений, которые всегда под рукой и в любой момент есть доступ к достоверной информации.

Мобильным приложением является программа, которая устанавливается и запускается на телефоне, коммуникаторе, смартфоне и т.д. Приложения могут быть установлены на устройство в процессе производства, загружены пользователем с помощью различных платформ для распространения ПО или существовать в формате веб-приложений. Основные операционные системы, на базе которых создаются мобильные приложения – Android, iOS, Windows Mobile и др [8].

Данные технологии применяются не только в повседневной жизни, но и в узких сферах деятельности. Главным толчком для Интернет-мероприятий послужило использование средств ИТ, которые способствуют совершенствованию образовательной системы и обеспечения прогресса общества в целом.

Самым ярким примером такой технологии является мобильное приложение «Конферометр», позволяющее работать со списком мероприятий и событий в рамках этих мероприятий, контролировать расписание секций и докладов, оценивать выступления, создавать заметки и оставлять отзывы. На основании полученных оценок и отзывов формируется рейтинг мероприятий и докладов, который публикуется на этом сайте в разделах, соответствующих мероприятию [9]. Интерфейс мобильного приложения представлен на Рисунке 2.



Рис.2. Интерфейс мобильного приложения «Конферометр»

Но в век ИТ не существует ни одного нововведения без рисков. Структурируют следующую категорию рисков:

- технические риски – отказ и сбои в работе оборудования, ошибки в монтаже и т.п.;
- интеграционные риски – риски перехода на новую систему, которые включают в себя расходы на остановку предприятия во время внедрения ИТ решений, обучение персонала и т.д.;
- риски непринятия продукта проекта пользователями – изменение технологии работы;
- коммерческие риски связаны с выбором технологии и методом внедрения. Важным этапом является оценка технологии на рынке, актуальность, анализ конкурентоспособности.

Таким образом, проведение Интернет-мероприятия уже являются инновацией. Использование необходимых прикладных инструментов участники делают процесс более полным, интересным, насыщенным. Необходимость инновационного характера развития научного процесса является тот фактор, что без инновационного прорыва в применении технологий невозможно получить принципиально новое качество уровня образования и развитие студентов.

Список литературы

1. 3D Timvi – ваше собственное виртуальное 3D пространство [Электронный ресурс] // Avtorus. – URL: <http://avtorus.ru/timvi/>.
2. Давлеткиреева Л.З., Скокова И.К. Обоснование инструментальных средств моделирования бизнес-процессов проведения мероприятий с использованием дистанционных технологий/Л.З. Давлеткиреева, И.К. Скокова// Современные технологии и управление: сб. научных трудов III Международной научно-практической конференции. - Светлый Яр.: Филиал ФГБОУ ВПО Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского, 2014. -714 с. -С. 694-697.
3. Давлеткиреева Л.З., Скокова И.К. Реинжиниринг бизнес-процесса организации ежегодной международной интернет-конференции-конкурса // Успехи современной науки. 2015. №1. С. 29 - 32.
4. Давлеткиреева Л.З., Скокова И.К. Инжиниринг бизнес-процессов и разработка системной архитектуры для оптимальной организации Интернет-конференции//Проблемы и достижения в науке и технике: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Омск, 2015. С. 134 - 140.
5. Давлеткиреева, Л.З. Актуальность и преимущества проведения Интернет-конференции как одной из форм обмена опытом между образовательными учреждениями/Л.З. Давлеткиреева, И.К. Скокова//Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов Международной научно-практической

- конференции (23-24 октября 2014 года) - в 4-х томах, Том 1. - Кемерово: ООО «ЗапСибНЦ», 2014 -196 с. -С. 99-101.
6. Давлеткиреева, Л.З., Сухомлин, В.А., Андропова, Е.В., Иванов, Н.Е., Якушин, А.В. Интернет-конференция-конкурс как технология сбора лучшей практики и творчества преподавателей//Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. -2012. -№ 4. -360 с. -С. 86-98.
 7. Кувшинов, С.В., Усков Г.Н. 3D в образовании: восторженные ожидания и реальные тревоги [Электронный ресурс] // 3D Лига: сайт. – URL: <http://www.3dliga.ru/3d-news-3d-in-education.html>.
 8. Мобильное приложение [Электронный ресурс] // TADVISERURL: электронный журнал. – 24 сентября – 2013. – URL: <https://vote.1c.ru/>.
 9. Сайт компании 1С [Электронный ресурс]. – URL: <https://vote.1c.ru/>.
 10. Скокова И.К., Давлеткиреева Л.З. Актуальность и преимущества проведения Интернет-конференции как одной из форм обмена опытом между образовательными учреждениями // Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов Международной научно-практической конференции (23-24 октября 2014 года) – в 4-х томах, Том 1. – Кемерово: ООО «ЗапСибНЦ», 2014. – С. 99-101.
 11. Скокова И.К., Давлеткиреева Л.З. Актуальность проведения заочных конференций посредством применения веб-технологий для удаленной активизации научной деятельности // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы II Международной научно-практической конференции 23-24 октября 2014г. - Т. 4; под ред. С.Л. Иголкина. – Воронеж: ВЦНТИ, 2014. – С. 180-183.
 12. Скокова И.К., Давлеткиреева Л.З. Инновационные информационно-педагогические технологии в образовании: опыт проведения ежегодной одноименной Интернет-конференции-конкурса // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сборник избранных трудов IX Международной научно-практической конференции; под ред. проф. В.А. Сухомлина. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2014. – С. 573-575.
 13. Скокова И.К., Давлеткиреева Л.З. Развитие ИТ-инфраструктуры Интернет-конференций с применением 3D-технологий для усиления связей между научно-исследовательскими группами // Регион в зеркале научного знания (исследования молодых ученых): сборник материалов всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Находка: Институт технологии и бизнеса, 2014. – С.215-217.
 14. Скокова И.К., Давлеткиреева Л.З. Разработка технического задания на модернизацию сайта Интернет-конференции-конкурса «Инновационные информационно-педагогические технологии в образовании» // Студенческий научный форум: материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции URL: <http://www.scienceforum.ru/2015/1005/7941>.
 15. Требования к выпускной квалификационной работе студентов специальности 080801 «Прикладная информатика (в экономике)» (методические рекомендации)/Назарова О.Б., Масленникова О.Е., Махмутова М.В., Белоусова И.Д., Давлеткиреева Л.З., Попова И.В., Новикова Т.Б., Удотов А.С.//Международный журнал экспериментального образования, 2010. -№ 3. -С. 13-14

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

ОПИСАНИЕ МЕТОДА КРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ В ИНТЕРЕСАХ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИС

Кириленко Д.А., Кириленко А.М.

46 ЦНИИ, РФ, г.Москва

В настоящее время во всем мире резко повысилось внимание к проблеме информационной безопасности. Это обусловлено повсеместным использованием информационных технологий в различных сферах человеческой деятельности. К значительной части сектора сетевых информационных систем (СИС) предъявляются требования по обеспечению определенной степени конфиденциальности обрабатываемой внутри него информации. Вместе с тем, анализ существующей литературы в области защиты информации, описывающей в основном механизмы обеспечения компьютерной безопасности, позволяет сделать вывод о явной недостаточности теоретической проработки обозначенного научно-технического вопроса для СИС. Следовательно, разработка вопроса обеспечения информационной безопасности СИС является достаточно актуальной в современных условиях.

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость разработки методики математического анализа, позволяющей оценить по известным характеристикам возмущающих факторов (ВФ) на входе элементов системы защиты (СЗ) и заданным параметрам элементов СЗ, характеристики ВФ, прошедших через элемент СЗ, что позволит качественно оценить уровень защищенности СИС, в том числе качество работы интегрированной в нее СЗ.

Для исследования основных процессов, протекающих в элементах СЗ на основе имитации свойств технических средств защиты и внешних воздействий, необходимо математически описать свойства элементов СЗ и внешних воздействий, то есть построить математические модели, описывающие эволюцию состояний элемента СЗ и появление внешних воздействий. Следовательно, требуется постановка и решение задачи определения характеристик потока воздействий ВФ, прошедших через элемент СЗ. Здесь под ВФ понимается любое вторжение в СЗ, в том числе атака на шифр, наведенные помехи при применении средств РЭБ, случайные и паразитные излучения в зоне работы СИС и др. Ясно, что для СЗ все перечисленные ВФ являются случайными. Данная задача была решена нами ранее, однако описание данного решения выходит за пределы настоящей работы.

Для практической критериальной оценки СЗ имеет значение задача определения вероятностных характеристик потока воздействий ВФ, прошедших через элемент СЗ, решение которой можно получить в явном виде. Элемент СЗ, оказывая противодействие ВФ, в случайные моменты времени может пропустить воздействие, то есть может потерять способность выполнять свои функции. Следовательно, применительно к терминам теории надежности, он может находиться в двух состояниях: работоспособном и неработоспособном. Работоспособность элемента СЗ восстанавливается при проведении технического обслуживания и регламентных работ, в частном случае - при обнулении логического блока. Случайные моменты времени проведения технического обслуживания образуют поток восстановлений работоспособности элемента СЗ.

В случае, когда элемент СЗ находится в работоспособном состоянии, поток ВФ не проходит через элемент СЗ. Если элемент СЗ находится в неработоспособном состоянии, и в этот момент времени действует ВФ, то поток этого ВФ проходит через элемент СЗ.

Неработоспособное состояние элемента СЗ является разрешенным (рабочим) для прохождения потока ВФ. Восстановление элемента СЗ означает невозможность прохождения потока ВФ через элемент СЗ.

На практике часто встречаются случаи, когда приходится иметь дело с редким входящим потоком ВФ, например случайное воздействие наведенных помех, отличных от белого гауссовского шума или единичная атака на шифр. В этом случае элемент СЗ можно представить в виде системы, содержащей бесконечное число каналов, и рассматривать входящий поток ВФ, каждая составляющая которого обслуживается без очереди, что позволяет представить элемент СЗ в виде системы массового обслуживания без ожидания.

Требуется определить характеристики выходящего потока ВФ, прошедшего через элемент СЗ.

Пусть j -ое внешнее воздействие на i -ый элемент системы защиты имеет функцию распределения $\delta_{ji}(t), t > 0$. Поток j -го ВФ характеризуется интенсивностью воздействия γ_j , а вероятность поступления в промежутке времени t ровно K воздействий задается формулой Пуассона.

При показательном законе распределения интервалов времени неисправной работы и интервалов времени восстановления элемента СЗ функция распределения времени неисправной работы $L(t)$ имеет вид:

$$L(t) = 1 - e^{-\lambda_p t}, \lambda_p \geq 0, \quad (1)$$

Вышедший из строя элемент СЗ восстанавливается, а время восстановления – случайная величина с функцией распределения:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu_b t}, \mu_b \geq 0, \quad (2)$$

Для определения функции распределения времени между моментами смежных воздействий потока возмущающих факторов, прошедших через элемент СЗ введем в рассмотрение случайную величину $\xi(t)$, принимающую три возможных значения:

- $\xi(t) = 1$, поток ВФ проходит через элемент СЗ;
- $\xi(t) = 2$, поток ВФ не проходит через элемент СЗ;
- $\xi(t) = 3$, поглощающее состояние.

Поглощающее состояние означает появление события, заключающегося в том, что через элемент СЗ прошло смежное (следующее после предыдущего) воздействие потока ВФ, что на практике означает уязвимость системы.

Требуется найти уравнения, которым удовлетворяются вероятности

$$P_j(t) = P(\xi(t) = j | \xi(0) = 1), j = 1, 2, 3 \quad (3)$$

Для определения вероятностей $P_j(t)$ составляется система уравнений, для решения которой необходимо задать начальные условия. С этой целью рассмотрим стационарное распределение альтернирующего процесса, который имеет место в данном случае. Альтернирующий процесс характеризуется двумя параметрами: λ_p - интенсивностью отказов элемента СЗ и μ_b - интенсивностью восстановления элемента СЗ.

Стационарное (равномерное) распределение альтернирующего процесса имеет вид:

$$\pi_1 = \frac{1/\lambda_p}{(1/\mu_b + 1/\lambda_p)}; \pi_2 = \frac{1/\mu_b}{(1/\mu_b + 1/\lambda_p)} \quad (4)$$

где π_1 - стационарное распределение времени работы элемента СЗ;

π_2 - стационарное распределение времени восстановления элемента СЗ.

Следовательно, начальные условия для системы уравнений имеют вид:

$$t = 0: P_1(0) = \pi_1, P_2(0) = \pi_2, P_3(0) = 0.$$

Интегрирование системы дифференциальных уравнений с начальными условиями (4) даст нам искомую функцию распределения времени между моментами прохода смежных воздействий потока ВФ на выходе элемента СЗ. Эта система уравнений Колмогорова с использованием метода преобразования Лапласа сводится к системе алгебраических уравнений, применяя метод Гаусса к которой, получим решение для изображения (преобразования Лапласа) оригинала функции распределения:

$$P_3(p) = \frac{\lambda \lambda_p (p + \lambda_p + \mu_b)}{(\lambda_p + \mu_b) p (p^2 + p(\lambda_p + \mu_b + \lambda) + \lambda \lambda_p)}. \quad (5)$$

Используя обратное преобразование Лапласа, получим решение для оригинала функции распределения времени между моментами прохода воздействий потока возмущающего фактора на выходе первого элемента системы защиты:

$$P_3(t) = 1 - \frac{\lambda \lambda_p (e^{-a_1 t} - e^{-a_2 t})}{(\mu_b + \lambda_p) \sqrt{(\mu_b + \lambda_p + \lambda)^2 - 4\lambda \lambda_p}}. \quad (6)$$

Анализ выражения (6) показывает нелинейную зависимость функции $P_3(t)$ от параметра λ входного потока возмущающего фактора и нелинейную зависимость от интенсивности восстановления работоспособного состояния μ_b и интенсивности отказов λ_p .

Исходя из полученных результатов, целесообразно поставить задачу на расчет прочих статистических характеристик элементов СЗ СИС.

Использование разработанного метода дает возможность анализировать процесс функционирования сложных по своей структуре СЗ. Полученные результаты могут быть использованы при анализе и выработке решений на применение СЗ в составе СИС, реализации комплекса мероприятий по оптимизации системы защиты, а также на статистической основе определения оптимального времени между плановыми регламентными работами по поддержанию СИС и ее элементов в работоспособном состоянии.

Список литературы

1. С. Семкин и др. Основы организации обеспечения информационной безопасности объектов информатизации – М.: «Гелиос АРВ», 2005 г.

2. Е. Вентцель, Л. Овчаров Теория случайных процессов и ее инженерные приложения – М.: «Высшая школа», 2000 г.
3. В. Смирнов Курс высшей математики в 3 томах – М.1958 г.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Барашков В.М., Задорина Н.А.

РГАТУ имени П.А. Соловьева, РФ, г.Рыбинск

Основным показателем спроса на образовательные услуги конкретного высшего учебного заведения (ВУЗа) является количество поступающих (абитуриентов) в учебное заведение. Поэтому объект прогнозирования в данной работе – количество поступающих в учебное заведение. Математическая статистика располагает несколькими методами прогнозирования. Один из них – прогнозирование на основе временных рядов. Задача анализа временных рядов существует в естественных науках, различных областях техники и экономики. Литература по анализу временных рядов – обширна. Она насчитывает десятки названий и представлена работами по анализу временных рядов произвольной природы [1,4,5]; работами по анализу временных рядов, источником которых являются технические устройства [3,7]; работами по анализу временных рядов экономических показателей [2,6,8,9]. Количество поступающих (и принятых) в высшее учебное заведение - это, в том числе, и экономический показатель для данного учебного заведения. Поэтому при определении прогноза в данной работе используются методы, изложенные в последней группе работ по анализу временных рядов.

В общем случае во временных рядах экономических показателей выделяют следующие составляющие:

- - тренд, или систематическое движение;
- - колебания относительно тренда;
- - эффект сезонности.

В изучаемых временных рядах количества поступающих в высшие учебные заведения, с интервалом отсчета – один год, сезонность отсутствует. Поэтому в дальнейшем рассматриваются только ряды, в которых присутствует только тренд и колебания относительно тренда. Колебания относительно тренда, как правило, полагают случайной величиной.

Обозначим: $y(t_i)$ или y_i , $i = 0, 1, 2, \dots$ - значения наблюдаемого временного ряда; t_i - значение (момент) времени наблюдения. В данном случае $t_{i+1} - t_i = const$; константа равна одному году. При прогнозировании количества поступающих в высшее учебное заведение, как и для большинства временных рядов экономических показателей, необходимо решить следующие задачи:

- определить (выбрать) уравнение тренда и вычислить прогноз для исследуемого показателя;
- оценить точность и надежность прогноза.

Определение уравнения тренда

Высшие учебные заведения находятся в неодинаковых условиях. И, как следствие этого, временные ряды количества абитуриентов для различных ВУЗов могут быть весьма различны. Поэтому в разработанной авторами статьи автоматизированной системе прогнозирования количества поступающих в высшее учебное заведение предусмотрен набор уравнений тренда, достаточный для адекватного отображения всех возможных временных рядов. Математическая статистика располагает набором уравнений тренда, который достаточен для решения этой задачи [2,6,8,9]. В программное обеспечение данной системы прогнозирования достаточно включить следующие уравнения трендов.

Уравнение линейного тренда

$$\hat{y}(t) = a + bt. \quad (1)$$

Здесь и в дальнейшем - $\hat{y}(t)$ - значение параметра, вычисляемое по уравнению тренда.

Уравнение параболического тренда

$$\hat{y}(t) = a + bt + ct^2. \quad (2)$$

Уравнение экспоненциального тренда

$$\hat{y}(t) = a + e^{bt}. \quad (3)$$

Уравнение гиперболического тренда

$$\hat{y}(t) = a + \frac{b}{t}. \quad (4)$$

Уравнение логарифмического тренда

$$\hat{y}(t) = a + b \ln(t). \quad (5)$$

Уравнение степенного тренда

$$\hat{y}(t) = at^b. \quad (6)$$

В формулах a , b – константы. В дальнейшем для значений $\hat{y}(t_i)$ будет использоваться также обозначение \hat{y}_i .

Предварительная гипотеза о типе тренда не формулируется. Поэтому в программном обеспечении предусмотрено определение констант для всех уравнений трендов, изначально включенных в систему прогнозирования. Определение констант уравнений трендов реализуется в программном обеспечении классическим методом математической статистики, а именно методом наименьших квадратов.

После определения параметров всех уравнений тренда решается задача определения наилучшего уравнения, которое в дальнейшем будет использовано для прогнозирования. В литературе по анализу временных рядов приводятся различные критерии выбора наилучшего уравнения тренда [2,6,8,9]. В данной системе прогнозирования используется метод, который в [8, стр.19, 20] назван «дисперсионным методом анализа».

Приведем сущность этого метода. В этом методе вычисляются величины:

- общая вариация

$$V_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \quad (7)$$

$$\text{где } \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i;$$

- случайная вариация

$$V_{\text{сл}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2; \quad (8)$$

- вариация вследствие тенденции

$$V_{\text{тен}} = V_{\text{общ}} - V_{\text{сл}};$$

- дисперсия случайного процесса

$$\sigma_{\text{сл}}^2 = V_{\text{сл}} / (n-k); \quad (9)$$

- дисперсия тенденции

$$\sigma_{\text{тен}}^2 = (V_{\text{общ}} - V_{\text{сл}}) / (k-1), \quad (10)$$

где в выражениях (9),(10): k - число параметров уравнений тренда.

При определении наилучшего уравнения тренда используется F – критерий Фишера - Снедекора.

Оценка точности и надежности прогноза

Известны несколько методов оценки точности и надежности прогнозов [2,6,8,9]. В системе прогнозирования реализован наиболее распространенный метод: оценка на основе доверительного интервала для прогнозируемого значения ряда. Предполагается, что прогнозируемое значение ряда – случайная величина, имеющая нормальное распределение. Тогда доверительный интервал определяется выражением:

$$\Delta_i(\alpha) = \hat{y}(t_i) \pm t(\alpha) * \sigma_{\text{прогн}}, \quad (11)$$

где $\hat{y}(t_i)$ - прогноз значения временного ряда, рассчитанный по уравнению тренда для момента времени t_i ; α - уровень значимости; $t(\alpha)$ – доверительное значение критерия Стьюдента; $\sigma_{\text{прогн}}$ – среднеквадратическая ошибка для уравнения тренда.

Выражение для среднеквадратической ошибки $\sigma_{\text{прогн}}$ для уравнения параболического тренда приведено в [2]. Выражение для среднеквадратической ошибки $\sigma_{\text{прогн}}$ для уравнения линейного тренда приведено в [2,6]. Для уравнений трендов (3) – (6) в данной системе прогнозирования среднеквадратическая ошибка $\sigma_{\text{прогн}}$ непосредственно не вычисляется. В программном обеспечении использован метод, изложенный в [6]. Этот метод состоит в следующем. Уравнения трендов (3) – (6) с помощью преобразования независимой переменной t или зависимой переменной y приводятся к виду уравнения линейного тренда. Для этих приведенных уравнений линейного тренда определяется среднеквадратическая ошибка $\sigma_{\text{прогн}}$ и вычисляется доверительный интервал в соответствии с выражением (11). Затем с использованием обратных преобразований определяются границы доверительных интервалов для исходных уравнений трендов.

Приведенная методика выбора наилучшего уравнения тренда и прогнозирования значений временного ряда обеспечивали точность, достаточную для определения мероприятий ВУЗа по увеличению количества абитуриентов.

Список литературы

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. - М.: Мир, 1976.
2. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. - М.: Финансы и статистика, 2001.
3. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. -М.: Мир, 1974.
4. Бриллинджер Д.. Временные ряды. Обработка данных и теория. - М.: Мир, 1980.
5. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: Наука, 1976.
6. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. - М.: Финансы и статистика, 1986.
7. Отнес Р., Эноксон Л.. Прикладной анализ временных рядов. - М.: Мир, 1982.
8. Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. - М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2001.
9. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПОРЯДОК, ХАОС, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРИРОДНЫХ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Светлосанов В.А.

МГУ им. М.В. Ломоносова, г.Москва

«Устойчивость» - одно из фундаментальных понятий при изучении функционирования экологических систем активно используется для оценки последствий сильных антропогенных воздействий на природные системы.

С понятием «устойчивость» тесно связано понятие «устойчивое развитие» (sustainable development) [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 31]. Если мы наберем в интернете поиск слова «устойчивое развитие», то обнаружим на эту тему более полумиллиона сайтов и десятки млн. документов.

В настоящее время практически все факультеты МГУ им. М.В. Ломоносова разрабатывают научную тему «Проблемы устойчивого развития». Ниже представлены некоторые результаты исследований по теме «Проблемы устойчивого развития» [1, 13, 14, 18, 19, 20, 24, 26].

Понятие «устойчивое развитие» является очень широким понятием и связано с проблемами экологическими, экономическими, социальными и политическими [2, 17, 32, 33].

При анализе устойчивости общим для всех подходов является наличие определенной структуры изучаемой экосистемы и наличие воздействий как природного, так и антропогенного характера, стремящихся либо вывести систему из определенных областей, считающихся устойчивыми, либо воздействовать на параметры экосистемы, тем самым в определенных случаях изменяя структуру последней, что тоже соответствует неустойчивости экосистемы. Для количественного исследования проблемы устойчивости экосистем всегда должны быть

определены воздействия и критические значения некоторых (признанных ответственными за устойчивость) компонентов или параметров экосистемы.

Исходя из этих представлений, назовем «устойчивостью» экосистемы, подверженной воздействиям, ее способность сохранить внутренние структурные связи и находиться внутри одной и той же области состояния, характеризуемой как устойчивой. Назовем «упругостью» экосистемы, ее способность под действием возмущений переходить из одной области устойчивого состояния в другую, сохраняя при этом внутренние структурные связи. Отметим, что понятие «упругость» предполагает, что у экосистемы имеется несколько устойчивых положений равновесия. Упругость является лишь разновидностью устойчивости.

Понятие «устойчивость» в течение многих лет успешно применяется в математике. Есть, ставшие классическими, определения типа «устойчивость по Ляпунову». Изучаемый динамический процесс описывается системой дифференциальных уравнений и, используя методы Ляпунова, исследуется реакция системы на возможные воздействия. Однако, здесь не все однозначно. Если метод Ляпунова показывает, что система устойчива к возмущению, то сделанный вывод распространяется на анализируемую экосистему. Но, рассмотрим случай, когда после возмущения система не стремится к невозмущенной траектории, а движется параллельно ей. По Ляпунову система является неустойчивой к воздействию, а с точки зрения экологии происходит устойчивое развитие, когда определен некоторый коридор и считается поведение системы устойчивой, если развитие системы проходит внутри этого коридора. Более того, экологическая система может иметь несколько устойчивых положений равновесия и, если под действием возмущений система переходит из одного устойчивого положения в другое, то по Ляпунову она неустойчива, а с точки зрения экологии, несмотря на переход в другое устойчивое положение, система может рассматриваться как устойчивая. Поэтому, если по Ляпунову система неустойчива, то требуется проводить дополнительное исследование, чтобы сделать вывод об экологической неустойчивости [16].

С классических работ Ляпунова и Пуанкаре характерные точки и линии, к которым стремятся решения дифференциальных уравнений, известны как аттракторы устойчивых систем. В последние годы все большее внимание исследователей, использующих обыкновенные дифференциальные уравнения, привлекают так называемые «странные аттракторы», которые имеют дело с порогами устойчивости и с «точками бифуркации», т.е. связаны с понятием устойчивости. Особенностью является то, что в «точках бифуркации» динамическая система становится неустойчивой относительно флуктуаций. При многократном повторении эксперимента динамическая система может оказаться в разных ветвях бифуркационной диаграммы, что соответствует разным решениям. На практике это может означать структурную перестройку исследуемой динамической системы, происходящей под действием флуктуаций. Именно флуктуация заставляет систему выбрать определенный путь дальнейшей эволюции. Переход через точку бифуркации во многом может быть рассмотрен как случайный процесс, сравнимый с бросанием монеты. Случайность (хаос) в какой – то степени всегда управляет динамикой экосистем. Роль хаоса в точках бифуркации весьма велика. При достижении точек бифуркации нельзя проследить конкретную траекторию экосистемы. Можно говорить только о статистическом описании поведения экосистем. Анализ вопросов взаимоотношения хаоса и порядка дается в книге Нобелевского лауреата И. Пригожина и его соавтора [12].

В последние годы часто появляются работы, в основе исследования которых лежит понятие «динамического хаоса». Появился важный класс систем, где динамические процессы описываются детерминистскими дифференциальными уравнениями, но в этих системах даже малая неточность в определении начального состояния приводит к тому, что детерминистская система ведет себя непредсказуемым образом. Такое хаотическое поведение детерминированных систем связано с нахождением системы в области, где система очень чувствительна к начальным данным. В этой области даже малые возмущения в системе могут привести к большим последствиям, т.е. у материи при определённых условиях появляется способность к самоорганизации.

В настоящее время странные аттракторы обнаружены в разных областях науки. Наша цель - попытка найти аттракторы в экологических исследованиях.

В экологических исследованиях часто используют логистическую кривую, являющуюся решением уравнения Ферхюльста.

Логистическая кривая, рассмотренная с точки зрения «порядка» и «хаоса», является репрезентативным представителем «порядка» в природных системах, когда параметры, входящие в уравнение Ферхюльста, являются постоянными величинами. В реальности эти параметры меняются во времени. Учет изменения параметров уравнения Ферхюльста приводит к далеко идущим последствиям, более точно отражающим реальную ситуацию. Если в классическом варианте уравнения Ферхюльста мы имеем, в конечном счете, единственно возможный финал - достижение предельного состояния, то при варьировании параметров возможны различные варианты, в том числе и вымирание динамической системы, описываемой логистической кривой. Такое поведение системы характеризует «хаос» в природных системах.

В работах [14, 15, 16, 17, 22, 25, 26, 30, 33] рассмотрены два случая исследования логистического уравнения. В первом случае вместо учета варьирования параметров системы будем считать, что система в целом подвержена воздействию малых (по абсолютному значению), но постоянно действующих возмущений.

Логистическое уравнение, описывающее изменение численности популяций, имеет устойчивое состояние, равное α/β , где α и β параметры, входящие в логистическое уравнение. Другим биологически устойчивым состоянием (по Ляпунову это состояние неустойчиво) является отсутствие особей. В работах проведено исследование устойчивости состояния компоненты природной системы по отношению к малым случайным возмущениям типа «белого шума» и показано, что устойчивость состояния системы, описываемой кривой

Ферхюльста, к такого рода возмущениям тем выше, чем больше значение $\frac{\alpha^3}{\beta^2}$ [30, 33].

Второй случай исследования логистической кривой [25] связан со сведением уравнения Ферхюльста к уравнению с одним параметром.

Хотя уравнение Ферхюльста, являясь нелинейным дифференциальным уравнением, имеет аналитическое решение, все же в подавляющем большинстве решение нелинейных дифференциальных уравнений находят с помощью численных методов. При исследовании дискретного уравнения Ферхюльста осуществляется принципиально новая картина, которая фиксирует хаос в природных системах.

Структура региональной математической модели социального и экономического развития с учетом экологических факторов на примере Кировско - Апатитского района Мурманской области рассмотрена в работах [11, 27, 28, 29].

Развитие Кировско - Апатитского региона в пространстве и во времени происходит под действием внешних и внутренних сил. Но это развитие не беспредельно. Лимитирующими факторами могут стать как истощение природных ресурсов, так и ухудшение качества окружающей среды ниже определенного уровня, которые являются критическими значениями для рассматриваемой системы. Все изменения во времени в региональной системе описаны обыкновенными дифференциальными уравнениями. В модели учтены и могут анализироваться последствия различных антропогенных воздействий.

При достижении некоторых предельных (критических) значений характеристик компонентов Кировско - Апатитского региона, система переходит в состояние неустойчивого развития.

Работа выполнена при поддержке РГНФ и БРФФИ (проект № 15-22-01008)

Список литературы

1. Алексеев В.В., Светлосанов В.А. Оценка времени жизни системы хищник-жертва при условии случайной миграции жертв. М.: Журнал: Экология. 1974. № 1. с.91-95
2. Кирста Ю.Б. Устойчивое развитие этноэкосистемы России - стратегическая задача экологического образования в Сибири. Экологическое образование для устойчивого развития: Сб. тр. ЮНЕСКО. – Барнаул. 1997. с. 57-65.
3. Кирста Ю.Б., Ловцкая О.В. Информационно-иерархическая организация биосферы и проблемы ее устойчивого развития. Известия Алтайского гос. ун-та. – 2001. № 3. с. 56-63.
4. Кирста Ю.Б. Имитационное моделирование динамики и прогноз климата России до 2020 года. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Мат-лы III Всерос. конф. с междунар. участием, Барнаул, 24 – 28 авг. 2010 г. – Барнаул: Изд-во АРТ., 2010. с. 387-390
5. Кирста Ю.Б., Кирста Б.Ю. Информационно-физический закон построения эволюционных систем. Системно-аналитическое моделирование экосистем: монография. Изд-е второе, испр. и доп. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. 2014. – 283 с.
6. Коломыц Э.Г. Локальные механизмы глобальных изменений природных экосистем (монография). Глава 12: Механизмы устойчивости экосистем. М.: Наука, 2008. с. 315 – 329
7. Коломыц Э.Г. Полисистемное экологическое пространство и устойчивость высокогорных лугов. В книге: Залиханов М.Ч., Коломыц Э.Г., Шарая Л.С., Цепкова Н.Л., Сурова Н.А. «Высокогорная геоэкология в моделях». М.: Наука, 2010. с. 161– 190
8. Коломыц Э.Г., Шарая Л.С. Методы исчисления и картографирования устойчивости лесных экосистем // Известия Ран. Сер. географич. 2013, № 6. 133 – 143
9. Коломыц Э.Г., Сурова Н.А. Экологическое пространство и устойчивость высокогорных лугов (Опыт эмпирико-статистического моделирования) // География и природные ресурсы. 2014, № 4. с. 120–131

10. Коломыц Э.Г., Шарая Л.С. Устойчивость лесных экосистем, методы ее исчисления и картографирования // Известия Сибирского РАН. 2014. Т. 16, № 1. с. 93–107
11. Куликов А.Н., Светлосанов В.А. Методика построения математической модели социально-экономического развития Кировско -Апатитского района Мурманской области с учетом экологических последствий. Журнал: Экологические системы и приборы. 2005. №5. с.41-43
12. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: комКнига, 2005, -296 с.
13. Светлосанов В.А. О стабильности экосистем. Вестник МГУ, сер. геогр., 1976, №4, с.83-94
14. Светлосанов В.А. Расчет меры устойчивости системы к случайным возмущениям. Известия АН СССР, сер. геогр., 1977, №5, с.118-121
15. Светлосанов В. А. Методика прогноза развития природных геосистем во времени // В сб.: Методология и методы географического прогнозирования. - Изд-во МГУ. 1983, с.26-33.
16. Светлосанов В.А. Устойчивость и стабильность природных экосистем (модельный аспект). М.: ВИНТИ, серия «Теоретические и общие вопросы географии», т.8, 1990, -200с.
17. Светлосанов В.А. Устойчивость природных систем к антропогенным и природным воздействиям. М.: Типография «11 формат», 2009.-100 с.
18. Светлосанов В.А. Основы методологии моделирования природных систем (учебное пособие). Москва. 2010 (Изд.2-е, исп.). Издательство УНЦ ДО. -118 с.
19. Светлосанов В.А. Устойчивость и устойчивое развитие. В сборнике: Основные проблемы естественных и математических наук. Выпуск 2, 2015, с. 57-60
20. Светлосанов В.А., Кудин В.Н. Матричный подход при анализе динамики экосистем. Экологические системы и приборы, 2012, № 12, с. 30-33
21. Светлосанов В.А., Кудин В.Н. Системный анализ, риск, порядок и хаос в стратегии устойчивого развития. Экологические системы и приборы, 2012, № 11, с.58-64
22. Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Андреев Ю.Б. Анализ проблем устойчивого развития с точки зрения моделирования. Экологические системы и приборы, 2015, № 10, с.24-29
23. Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Куликов А.Н. О понятиях: «устойчивость» и «устойчивое развитие». Экологические системы и приборы. 2006. № 7, с. 11-15
24. Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Куликов А.Н. О критериях оценки устойчивого развития региона. Юг России: экология, развитие. 2008. № 1, с.6-14
25. Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Куликов А.Н. Логистическая кривая - порядок и хаос в природных системах. Экологические системы и приборы. 2009, № 7, с.42-46
26. Светлосанов В.А., Куликов А.Н. Некоторые количественные подходы к оценке устойчивого развития природных систем. Журнал: проблемы региональной экологии.2004. № 3, с.13-19
27. Светлосанов В.А., Мыслев И. Б. Математическая модель социально-экономического развития Кировско-Апатитского района (компьютерные эксперименты) - Вестник МГУ, сер. геогр., 1991, №4, с.72-76
28. Светлосанов В.А., Мыслев И.Б. Компьютерные эксперименты с математической моделью социально-экономического развития Кировско-Апатитского района. Вестник МГУ, сер. геогр., 1994, № 4
29. Светлосанов В.А., Мягков С. М. Проблемы построения математической социально-экономической модели (на примере Кировско-Апатитского района) - Вестник МГУ, сер. геогр., 1988, №2, с.103-107
30. Фрейдлин М.И., Светлосанов В.А. О влиянии малых случайных возмущений на устойчивость состояний экосистем. Журнал: Общая биология. 1976. № 5. с. 715-721
31. Kirsta Yu.B. Information-hierarchical organization of biosphere and problems of its sustainable development. Ecological Modelling. – 2001. – v. 145. № 1.- p. 49-59.
32. Svetlosanov V.A. The notions of the indexes and criterion for a measurement of ecosystem stability. Ecology (USSR), 1984, №2, p.427-433
33. Svetlosanov V.A. The problem of ecosystem stability and some application of one of stochastic methods in investigation of this problem. Ecological modeling. The Netherlands. 1985. № 28, p.311-322

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

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

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**»,
г.Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

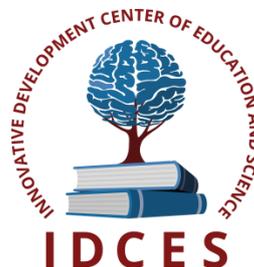
III Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,
г.Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

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

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Развитие технических наук в современном мире

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(8 декабря 2015г.)**

**г. Воронеж
2015 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 9.12.2015.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 21,2.
Тираж 250 экз. Заказ № 427.

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