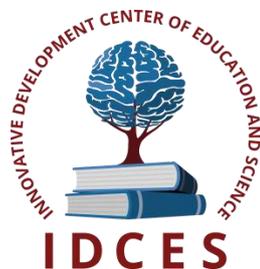


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Развитие технических наук в современном мире

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 декабря 2016г.)**

г. Воронеж

2016 г.

УДК 62(06)
ББК 30я43

Развитие технических наук в современном мире, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. . г. **Воронеж**, 2016. 128 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г.Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам III 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, 2016г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	7
ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ЗАЦЕПЛЕНИЙ В ИЗДЕЛИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ	
Погребняк Г.Е.	7
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	9
НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОРБИТАЛЬНЫМИ СВАРОЧНЫМИ АВТОМАТАМИ	
Губа С.В., Ковшов Е.Е., Попов В.С.	10
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ	
Косач А.А., Ковшов Е.Е.	12
ИНТЕГРАЦИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ (E-LEARNING)	
Савинов И.А.	15
ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА	
Федюшкин Н.А., Федосин С.А.	21
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Широков П.С., Алексеев А.Ф., Нагавкин С.В.	26
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	28
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	28
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	28
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ГТУ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ	
Ануров Ю.М. ¹ , Дубинин А. Б. ² , Николаев Ю. Е., И.А. Вдовенко ³	29
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	32
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	32
АРГОНОДУГОВАЯ НАПЛАВКА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-АЛЮМИНИЙ НА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ ХРОМОНИКЕЛЕВЫЕ СТАЛИ	
Ковтунов А. И., Плахотный Д. И., Бочкарев А. Г., Гушин А. А., Фомин М.С.....	32

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЛИСТОВОЙ СТАЛИ 10, ПОДВЕРГНУТОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ КОВКЕ Прудников А.Н., Прудников В.А.....	39
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	42
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСТАВОК ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ В ПОРТ Левашкин В.В.	42
RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE OF USING COMBINED TICKETS Сухов А. А.	45
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	47
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00).....	47
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ГАЗОПРОВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-СЕРВИСОВ Квятковская И.Ю., Субботин В.А.....	48
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИМЕНЕНИЕМ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ БЕТОНА Могушков Р.Т., Скориков Р.Е., Рыжкин И.А.	50
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ ПРИ ЛИНЕЙНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ Пенкин А. Н., Горчаков А.О., Мурсалова Д.Р.	52
КРОВЛЯ ИЗ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК Сапрыгина Ю.В., Заморов А.А., Ковалёв А.В., Потехин А.А.	57
ЭНЕРГОАКТИВНЫЕ ДОМА КАК СПОСОБ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ Сапрыгина Ю.В., Заморов А.А., Ковалёв А.В., Потехин А.А.	61
ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ 3Д ПАНЕЛИ Стенина А.А., Дрынкина И.П.....	65
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00).....	70
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00).....	70
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФРУКТОВЫХ СОКОВ Белокурова Е.С., Панкина И.А.....	70
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00).....	72
ВЛИЯНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСТЮМА ИЗ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Груздева Л.В.	73

СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	75
АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МАГНИТОМЕТОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ	
СКОРОСТИ КРОВОТОКА	
Бельский А.М., Бельская Т.А.	76
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	78
К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ МУФТЫ СКОЛЬЖЕНИЯ	
В ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ	
Абдулкадыров А.И., Алиев Н.А., Рустамов Р.М.	79
THE APPLICATION OF ELEKTROMAGNETIC CLUTCH IN THE WIND ELECTRIC	
INSTALLATION	
Abdulkadirov A., Aliyev N., Rustemov R.	79
СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ СЛЕДЯЩЕГО ПОЗИЦИОННОГО	
ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
Бутаков В.М., Баязитов В.О., Дудкин И.М.	84
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА,	
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	90
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ	
ПРИ ПОДАЧЕ ВОЗДУХА В НЕПОДВИЖНУЮ ЖИДКОСТЬ	
Караичев И. Е.	91
ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ ПАРКА ФОРМИРОВАНИЯ	
И ОБОРОТА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ	
Крошечкина И.Ю.	95
АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГИДРОСИСТЕМ	
Сауткина А.С, Елькин А.Б., Филиппов А.А., Пачурин Г.В.	98
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	102
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	
КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	102
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ПРИ КОНТРОЛЕ	
КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	
Беякова А.В., Анисимов Э.А., Чернов В.Ю.	102
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	105
ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ	
ЧАСТИЦАМИ В ДВУХСЛОЙНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ	
Бубликов Е.И. ¹ , Кулинич В.И. ² , Басова А.А. ¹ , Семашкевич Р.Д. ¹	105
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	108

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА Барашков В.М., Задорина Н.А.....	108
МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДУБЛИКАТОВ WEB-СТРАНИЦ Капитанова И.И., Капитанов А.И.	112
РЕИНЖИНИРИНГ САЙТОВ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ВИДЫ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АНАЛИЗА Кривцов А. Н., Москалева В. Д.....	115
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЕТОЧНЫХ РАЗБИЕНИЙ РАСЧЕТНОЙ ОБЛАСТИ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ГЕОМЕТРИИ Леонтьев Б.П.	119
СЕКЦИЯ №21. МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08).....	125
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД.....	126

СЕКЦИЯ №1.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ЗАЦЕПЛЕНИЙ В ИЗДЕЛИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Погребняк Г.Е.

ГСГУ, РФ, г. Коломна

В настоящее время практически каждое машиностроительное предприятие использует системы автоматизированного проектирования (САПР) для решения задач инженерного проектирования в условиях современного конкурентоспособного производства. В современном машиностроении САПР, который применяют при конструкторском проектировании, называется САД системой. Использование САД систем значительно помогает решать различные инженерные работы и задачи, например, одной из самых сложных и актуальных направлений в отечественном машиностроении – проектирование зубчатых передач и зацеплений [3]. Зубчатые передачи являются самыми распространенными и широко применяемыми механизмами в машиностроении и приборостроении. Зубчатыми передачами называют механизмы, в которых движение между звеньями передается с помощью последовательно зацепляющихся зубьев [1]. Зубчатая передача является одной из разновидностей механических передач, функцией которых является передача механического движения от двигателя к исполнительным органам машины. Зубчатое зацепление является самым эффективным способом передачи механического движения в машиностроении при КПД $\approx 98\%$ [2]. Практически каждая машина имеет в своем составе зубчатые передачи, которые играют важную роль в их работе, и зарекомендовали себя как надежные и долговечные механизмы при больших вариациях скоростей и мощностей. По неофициальным источникам зубчатое зацепление двух шестерней символизирует собой сферу машиностроения, что подтверждает свою значимость и актуальность применения в современном производственном мире.

Одним из основных недостатков использования зубчатых передач и зацеплений является сложность и точность их проектирования, учитывая широкий диапазон скоростей и мощностей, зубчатые передачи и зацепления могут иметь огромные вариации передаточного отношения и соответственно различных параметров зацепления. Отсюда в современных условиях производства можно выделить следующие четыре основные проблемы [4]:

Первая проблема заключается в том, что проектирование зубчатой передачи или зацепления вызывает большую сложность. При проектировании зубчатого зацепления параметры зацепления обладают определенными зависимостями и выражаются в виде формул. Геометрия такого зацепления обусловлена построениями кривых старшего порядка, в основе которых лежит теория эвольвентного зацепления. Данный тип зацепления обладает весьма высокой трудоемкостью.

Вторая проблема вытекает из первой, т.к. проектирование зубчатого зацепления вызывает не только повышенную сложность при построении, но и подразумевает достаточно большие затраты времени. К тому же еще требует должной внимательности и неторопливости, при этом вероятность допущения ошибки все равно остается.

Третья проблема выражается тем, что зубчатая передача как вид механической передачи обладает значительным количеством параметров, которые взаимосвязаны друг с другом, при изменении одного из них – меняются остальные параметры всех входящих элементов (звеньев) в передаче. Отсюда образуется невозможность быстрого и удобного редактирования и адаптивности модели зубчатой передачи, появляется ограниченность при вариативности и регулировании основного параметра зубчатого зацепления – передаточного отношения передачи, что влечет за собой отсутствие оптимизации выбора точных параметров для определенного диапазона скоростей и мощностей проектируемой машины.

Четвертая проблема исходит из огромнейшего разнообразия видов зубчатых передач и зацеплений: они отличаются как типом зацепления, так и методом и принципом работы. Вследствие этого геометрия зубчатых зацеплений отличается друг от друга, основным отличием принято считать профиль и наклон зуба в зацеплении, параметры которого имеют различные расчетные формулы и зависимости. Поэтому возникает ограниченность при оптимальном выборе и определении, а также замене или изменению необходимого вида зубчатой передачи и зацепления для применения в работе проектируемой машины. Для решения этих проблем предлагается использовать возможность параметризации современных CAD систем. Возможность параметризации позволит добиться высшего уровня автоматизации в среде автоматизированного проектирования при моделировании зубчатых передач и зацеплений.

Что же такое параметризация? *Параметризация* или *параметрическое моделирование* — это моделирование или проектирование с использованием созданных параметров элементов модели и зависимостей между этими параметрами. Параметрическое моделирование значительно отличается от привычного 2D-черчения или 3D-моделирования. Конструктор создаёт математическую модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации изображения, модели детали, взаимных перемещений деталей в сборке и т. д. При помощи параметризации можно быстро и эффективно, используя метод изменения определенных геометрических соотношений или значений параметров, произвести анализ различных конструктивных решений и выбрать из них наиболее оптимальное.

История параметрического моделирования началась в 1989 году. Первыми такими системами были САПР «Pro/ENGINEER» (трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование) от американской компании «PTC» и «T-FLEX CAD» (двухмерное параметрическое моделирование) от российской компании «Топ Системы». Именно одной из самых успешных на российском рынке САПР в области параметризации зарекомендовала себя система «T-FLEX CAD 3D». В основе этой CAD системы лежит метод параметрического моделирования, который предоставляет возможности для решения описываемых проблем.

Под параметрическим моделированием зубчатых передач и зацеплений следует использовать геометрическую параметризацию, при которой геометрия каждого параметрического объекта пересчитывается в зависимости от положения родительских объектов, его параметров и переменных. Параметрическая модель, в случае геометрической параметризации, состоит из элементов построения и элементов изображения. Элементы построения задают параметрические связи. К элементам изображения относятся линии изображения, а также элементы оформления. Одни элементы построения могут зависеть от других элементов построения. Элементы построения могут содержать и параметры. При изменении одного из элементов модели все зависящие от него элементы перестраиваются в соответствии со своими параметрами и способами их задания [5]. Процесс создания параметрической модели методом геометрической параметризации выглядит следующим образом:

- на первом этапе конструктор задаёт геометрию профиля конструкторскими линиями, отмечает ключевые точки;
- затем проставляет размеры между конструкторскими линиями. На этом этапе можно задать зависимость размеров друг от друга;
- затем обводит конструкторские линии линиями изображения — получается профиль, с которым можно осуществлять различные трёхмерные операции.

Геометрическая параметризация даёт возможность более гибкого редактирования модели. В случае необходимости внесения незапланированного изменения в геометрию модели не обязательно удалять исходные линии построения, можно провести новую линию построения и перенести на неё линию изображения.

Решение этих проблем с помощью параметрического моделирования позволит облегчить проектирование зубчатых передач и зацеплений, вследствие чего увеличится производительность труда и снизится трудоемкость на производстве за счет более эффективного и экономичного использования автоматизированного проектирования зубчатых передач и зацеплений, что подтверждает собой актуальность и высокую востребованность исследования избранного направления.

Список литературы

1. Гинзбург Е.Г., Голованов Н.Ф., Фирун Н.Б., Халебский Н.Т., Зубчатые передачи: Справочник/ Под общ. ред. Е.Г. Гинзбурга. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. — 416 с., ил.
2. Павлов А.И., «Современная теория зубчатых зацеплений». – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 100 с.
3. Погребняк Г.Е., Белов В.В., 3D-моделирование изделий машиностроения в "T-FLEX CAD 3D", Вторая международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы технических наук в современных условиях». - г. Санкт-Петербург, 2015, с. 7 – 12.
4. Погребняк Г.Е., Белов В.В., Разработка методов моделирования и проектирования зубчатых соединений изделий машиностроения в среде "T-FLEX CAD 3D", Вторая международная научно-практическая конференция «Наука и образование в современной конкурентной среде». – г. Уфа, 2015, с. 87-89.
5. Рыжов Н.Н., «Параметрическая геометрия». - М.: МАДИ, 1988, - 56 с. : ил.

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОРБИТАЛЬНЫМИ СВАРОЧНЫМИ АВТОМАТАМИ

Губа С.В., Ковшов Е.Е., Попов В.С.

АО «НИКИМТ-Атомстрой», РФ, г. Москва

Современные системы управления (СУ) орбитальными сварочными автоматами, как и вся индустрия электронной и вычислительной техники, динамично развиваются, что позволило существенно расширить их функциональные возможности. Их применение обеспечивает снижение количества дефектов в сварных соединениях, выполняемых автоматическим способом, вкпе с повышением производительности труда и сокращением трудозатрат [1; 3; 4]. Однако, традиционные СУ имеют ряд существенных ограничений, приводящих к повышению зависимости качества выполняемых работ от квалификации сварщика-оператора, что, учитывая дополнительные возмущающие факторы в виде отличия геометрических и иных параметров реальных изделий в монтажных условиях от заводской обработки, приводит к возникновению дефектов в сварном шве при несвоевременном выполнении корректирующих действий.

По мнению авторов, одним из наиболее перспективных направлений для обеспечения контроля и регулирования показателей качества сварного шва является применение распределенных интеллектуальных адаптивных СУ орбитальными сварочными автоматами на основе аппарата нечеткой логики, реализуемого в нечетких микроконтроллерах [1]. Подобные системы позволяют выполнить точное моделирование рассматриваемого процесса, реализовать модели управления посредством программно-аппаратной инфраструктуры, а также обеспечить требуемый уровень качества выполняемых сварных соединений и применить комплексный подход к решению широко спектра технических задач.

При внедрении адаптивной составляющей в программное обеспечение СУ основными информационными источниками, позволяющими реализовать этот вид управления являются:

- система технического зрения;
- сварочная дуга – как комплексный источник информации об иных параметрах процесса.

Каждый из описанных источников выполняет свою функциональную нагрузку, которая может быть эффективно использована для СУ с адаптивным управлением на основе аппарата нечеткой логики, обеспечивающих контроль и регулирование качественных показателей сварного шва.

Следует отметить, что при применении автоматической сварки в условиях производства нередко встречаются ситуации, в которых частично соблюдены те или иные требования к подготовке поверхностей деталей под сварку, организации рабочего места. В такой ситуации внедрение нечеткой логики в СУ сварочными автоматами позволят в дополнение к традиционным способам управления формализовать накопленные экспертные знания и применить их при реализации адаптивного управления для воздействия на качественные показатели сварного соединения.

Адаптивное управление с применением аппарата нечеткой логики для орбитальных сварочных автоматов предполагает введение таких лингвистических переменных, как «угол раскрытия разделки», «притупление кромок», «зазор» и т.д. При этом СУ функционирует по следующей схеме (рис. 1):

- фазификатор выполняет преобразования четких величин, измеренных на выходе объекта управления, в нечеткие величины, описываемые лингвистическими переменными в базе знаний;

- блок решений СУ использует нечеткие условные правила, содержащиеся в базе знаний, для преобразования нечетких входных данных в требуемые нечеткие управляющие воздействия;
- дефазификатор преобразует нечеткие данные с выхода блока решений СУ в четкие величины, которые используются для управления сварочным автоматом.



Рис. 1. Общая схема реализации нечеткого управления

При этом сам нечеткий регулятор выступает в качестве модели эксперта, формирующего управляющие сигналы [4]. Конечный выбор типа нечеткого регулятора осуществляется на основе лабораторных исследований и экспериментов, проводимых, в том числе, в среде MatLab Fuzzy Logic ToolBox [5].

В дополнение следует отметить, что функции, реализуемые в программно-алгоритмическом обеспечении разрабатываемой интеллектуальной СУ на базе аппарата нечеткой логики, изменяются в широком диапазоне в зависимости от требований, предъявляемых к параметрам качества выполняемого сварного соединения. Основные «шероховатости» технологического процесса сварки, в частности, влияние человеческого фактора на качество конечного продукта, нивелируются за счет повышения уровня автоматизации и снижения инерционности процесса принятия решений по управляющим воздействиям путем частичной или полной (в зависимости от регулируемого параметра) передачи этой области как части блока управления СУ.

При реализации предлагаемой структуры СУ на основе нечеткой логики, блок управления оснащается нечеткими промышленными микроконтроллерами (Motorola, Schneider Electric и др.), которые позволяют реализовать так называемое «fuzzy» или нечеткое управление. В этом случае СУ содержат в себе базу знаний (например, лингвистические переменные, нечеткие правила), которая с учетом обработки информации с датчиков, сенсоров и приводов сварочного автомата, электрической дуги и систем технического зрения при помощи аппарата нечеткой логики и микроконтроллеров позволит существенно расширить возможности СУ в части воздействия на показатели качества сварного шва. При этом одним из основных преимуществ описываемой структуры СУ является реализация комплексного подхода к адаптивному управлению сварочным автоматом. Это обеспечивает формирование модели управления, предусматривающей изменение и адаптацию основных параметров режима сварки согласно заданным законам с учетом аппарата нечеткой логики.

Следует отметить, что программно-алгоритмическое обеспечение СУ сочетает в себе преимущества классической программной оболочки при этом обладает значительным потенциалом за счет расширения опциональной и функциональной структуры программного продукта, а также применения в его составе OPC-серверов (OPC - OLE for Process Control).

Архитектура СУ орбитальным сварочным автоматом, несет в себе широкие возможности, прежде всего за счет использования открытого программного обеспечения и промышленных протоколов обмена данными, что снижает затраты на разработку [4] и обеспечивает конкурентоспособность продукта как на внутреннем, так и на международном рынках. Кроме того, применение OPC-серверов, позволяет создать единый интерфейс для различных объектов автоматизации и тем самым обеспечить значительный потенциал СУ для её дальнейшего развития и промышленного применения.

Список литературы

1. Гудим А.С. Системы управления следящими приводами на базе нечеткой логики: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06/ Гудим Александр Сергеевич – Комсомольск-на-Амуре, 2009. – 24 с.
2. Ковшов Е.Е., Волков А.Э., Чараев Г.Г. Сокращение затрат на разработку и эксплуатацию прикладной информационной системы на основе открытых программных решений // Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2013. № 4. с. 136 – 140.
3. Малолетков А.В., Шварц М.В. Исследование чувствительности технологии MIG/MAG сварки корневого слоя шва к геометрическим возмущениям сборки стыка // Наука и образование. 2013. № 10. с. 9 – 22.
4. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. пер. с англ. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
5. Fuzzy Logic Toolbox : [сайт]. URL: <http://matlab.ru/products/fuzzy-logic-toolbox>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Косач А.А., Ковшов Е.Е.

АО «НИКИМТ-Атомстрой», г. Москва

Контроль герметичности один из востребованных методов неразрушающего контроля, который проводится в как процессе изготовления изделия, так и при его эксплуатации. Данный вид контроля основан на регистрации пробного вещества, проходящего через возможные дефекты в изделии.

Зачастую, при контроле наиболее ответственных объектов используются аппаратные методы контроля герметичности [7], которые предполагают управление комплексом сложного оборудования и операции с большим количеством, как правило, слабоструктурированных данных. Достичь необходимой чувствительности помогает полная или частичная автоматизация процесса контроля герметичности. Также для некоторых изделий автоматизация и удалённость процесса контроля являются необходимым условием соблюдения техники безопасности – например, при работе с радиоактивными изотопами.

Автоматизация дистанционного контроля герметичности включает в себя точное следование циклическому алгоритму работы, управление манипуляторами, отслеживание параметров системы и оповещение оператора при возникновении сбоев и ошибок. Благодаря этому обеспечивается безопасность персонала, сокращается время проведения контроля, почти исключается влияние человеческого фактора, и, соответственно, увеличивается достоверность контроля. Но не только процесс контроля герметичности подлежит автоматизации, а также накопление и обработка получаемой во время него информации.

В процессе контроля герметичности необходимо считывать, сохранять и анализировать большие объемы данных, особенно это характерно для поточных линий производства. В обрабатываемых данных обычно присутствуют темпоральные таблицы, которые со временем неравнозначно увеличиваются по сравнению с другими. Обычно они представлены зависимостью получаемого потока пробного вещества от времени. При дальнейшей обработке и оценке годности изделия необходимо, во-первых, найти и удалить «артефакты» – искаженные значения, появляющиеся в результате сбоев в работе системы и возможных ошибок при передаче данных. Во-вторых, очистить получаемый сигнал от шума и фоновой составляющей. И в-третьих, сравнить его с допустимым потоком пробного вещества, который соответствует норме герметичности контролируемого изделия. Если достоверный сигнал превышает допустимый поток, изделие считается негерметичным.

При автоматизации дистанционного контроля герметичности оценка годности изделия проводится в автоматическом или ручном режиме, но подтверждается аттестованным оператором. Это позволяет разгрузить оператора от необходимости анализировать все поступающие в систему данные, то есть принимать решение только в самые ответственные моменты.

Благодаря сохранению данных возможно моделирование процесса дистанционного контроля герметичности в режиме «off-line». Данный режим включает в себя построение графика зависимости потока пробного вещества от времени, повторную фильтрацию данных и оценку годности изделия.

Предлагаемый способ сбора, фильтрации, хранения и анализа данных, получаемых в процессе контроля герметичности основан на использовании реляционной СУБД (системы управления базами данных) [4]. Такие данные обычно приводятся к форме таблиц – основной информационной конструкции реляционных СУБД, которые отличаются простотой организации запросов, доступностью для понимания пользователя и гибкостью изменения как клиентской части программного обеспечения, так и структуры самой базы данных.

Одним из возможных направлений развития автоматизированной дистанционной системы контроля герметичности является построение фильтрации данных на основе генетических алгоритмов [3] и нейронных сетей [5]. При использовании упомянутых технологий система анализа данных становится самообучающейся, может распознавать и удалять недостоверные значения. Список критериев, по которым распознаются эти значения, в процессе работы системы постоянно пополняется. Соответственно, оценка изделия становится все более достоверной и может быть выдана без подтверждения оператора.

На базе представленного подхода разработана автоматизированная система дистанционного контроля герметичности масс-спектрометрическим методом замыкающего сварного шва пеналов после загрузки в них радиоактивных отходов.

Следует отметить, что в качестве системы управления базами данных используется MySQL, которая представляет собой объектно-реляционную систему управления базами данных (СУБД) с открытым программным кодом.

Таблица гиперкуба базы данных информационной системы организуется по радиальной схеме снежинка [6]. Фактологическая таблица представлена датой проведения контроля, номером партии и изделия и оценкой годности. Справочная таблица, описывающая контролируемое изделие, включает в себя основные параметры сварки, ФИО сварщика и нормативно-техническую документацию. Справочная таблица, относящаяся к оценке годности изделия, состоит из показаний датчиков в процессе контроля, результатов настройки приборов (пороговой чувствительности течеискателя), ФИО оператора и полученного потока пробного вещества, по которому производится оценка. В свою очередь, зависимость потока пробного

вещества от времени представлена в виде массива в консольной таблице. Достоинствами данной схемы являются: компактность представления данных, четкая иерархия уровней, определяющих степень детализации данных, и малая вероятность появления ошибок и несоответствия данных.

Выгрузка и обмен данными организован в формате CSV [1]. Это позволяет осуществлять анализ и фильтрацию данных в программе Microsoft Excel или других средствах Microsoft Office, при использовании технологии OLE (Object Linking and Embedding) [2].

Поскольку контролируемое изделие является ответственным и радиоактивно опасным, предусмотрено сохранение журнала отработки параметров и технологических команд системы в отдельную базу данных аудита системы. Анализ этой базы данных помогает выявить причины возникновения аварийных и нестандартных ситуаций при работе системы.

Автоматизированная система дистанционного контроля герметичности построена на основе распределенной системы управления в открытой среде программирования Lazarus на языке Object Pascal для компилятора Free Pascal. Для обмена информацией между частями системы используется технология OPC [2], основанная на универсальном интерфейсе обмена данными. Это позволяет внедрять в систему любое оборудование, вне зависимости от фирмы изготовителя и способа подключения. А уникальный пользовательский интерфейс поддерживает работу в автоматическом и полуавтоматическом режиме.

По результатам эксплуатации следует отметить то, что благодаря автоматизированному хранению и обработке данных контроля увеличилась достоверность дистанционного контроля герметичности, и сократилось время, затрачиваемое как на оценку годности изделия, так и на разработку протоколов испытаний и иной технической документации.

Список литературы

1. CSV Files [Электронный ресурс], 2014. URL: <http://www.csvreader.com> (дата обращения: 28.11.2016).
2. Каратаев А.А. Технология OPC как средство интеграции автоматизированных систем / А.А. Каратаев, В.П. Пальшин, З.М. Ярмухамедова // Вестник КазНТУ. – 2014. – № 3. – С. 138-145.
3. Ковшов Е.Е. Применение генетического алгоритма при оценке рисков инновационных проектов. / Е.Е. Ковшов, О.В. Горяева // Российское предпринимательство. – 2010. – №11-3 – С. 85-91.
4. Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика = Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. / Т. Коннолли, К. Брегг — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2003. — 1436 с.
5. Маткова А.Е. Классификатор интегрированной системы биомедицинского назначения на базе нейросетевых модулей. / Е.А. Маткова, Е.Е. Ковшов // Информационные технологии. – 2008. – №12. – С. 42-45.
6. Панченко Б.Е. Хранилища данных на реляционном каркасе. Информационные и коммуникационные среды. / Б.Е. Панченко // УСиМ – 2013. – №1. – С. 71-84.
7. ПНАЭГ-7-019-89. Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Контроль герметичности. Газовые и жидкостные методы. – Введ. 1990-07-01. – М.: Госатомэнергонадзор СССР, 1990. – 37 стр.

ИНТЕГРАЦИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ (E-LEARNING)

Савинов И.А.

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», РФ, г. Саранск

Аннотация

Студенты могут получать необходимую информацию лабораторных исследований одинаково хорошо из двух типов лабораторий: из виртуальной и физической лабораторий. Существует большой потенциал в применении 3D виртуальной лаборатории, основанный на поддержке преподавания и обучения в областях науки. Кроме того, важно найти практические пути для проектирования и разработки интеллектуальных систем на основе 3D-технологий с ограниченными формами сложности. 3D виртуальные среды обеспечивают погружение в учебное содержание, а также взаимодействие в виртуальном мире в игровой форме, которое регулируется установленными научными принципами. Поэтому люди рассматривают формы компьютерного моделирования - обучения, которые требуют меньших организационных и материально-технических усилий. Среди них, трехмерная виртуальная среда является важной частью этой системы в активизации процесса обучения. Эта статья призвана разработать и внедрить 3D виртуальные лаборатории, которые рассматриваются в качестве недорогой альтернативы для преподавателей и студентов, в электронном обучении. Данное исследование фокусируется на виртуальной сборке инструментов, реализации динамических 3D-измерительных приборов, а также установки систем эмуляции на основе, которые являются ключевыми факторами, чтобы предоставить студентам полное погружение в 3D виртуальную лабораторию. В статье также описана настройка сетевого окружения этой виртуальной лаборатории; в этой сети, сервер контролирует параметры, пользовательские операции и процессы экспериментов. И, наконец, это исследование включает в себя проектирование и развертывание сложных приложений, который сочетает в себе передовые визуализации, интерактивное управление посредством сложных виртуальных устройств и интеллектуальных компонентов.

1. Введение

Крайне желательно, чтобы теоретическая наука была связана с реальным миром. Научные эксперименты рассматриваются как важные методы и процессы, чтобы понять научные явления и дальнейшее изучение их научных принципов. Эксперименты, которые студенты выполняют в реальных лабораториях играют важную роль в преподавании и обучении. Виртуальные лаборатории, в качестве недорогого альтернативного решения вместо реальных лабораторий, набирают все больше и больше внимания в области электронного обучения.

Мунепі и др. [2] разработали платформу моделирования ВИПС для изучения понятий физики в средней школе. С помощью виртуальной настройки системы шкива, пользователь сможет имитировать соответствующие проблемы, возникающие в обучении.

В прежних исследованиях [3], была разработана виртуальная 3D игровая среда для интеллектуального обучения задачам физики и алгебры. Благодаря этой платформе, пользователь может узнать и понять теории физики в притягивающей и интуитивной форме. Теория и практика являются важными в систематической среде обучения.

На западе используют некоторые особенности в школах и колледжах при создании виртуальных лабораторий, например, в Unidad Educativa Señora del Cisne [4] есть виртуальная лаборатория физики, где студенты первого семестра учебного года могут осуществить свои исследования наравне с академическими видами деятельности. Кроме того, различные учебные учреждения в странах Запада оснащены современными компьютерными лабораториями, которые поддерживают, улучшают обучение и повышают образовательную конкурентоспособность. В системе высшего образования есть некоторый опыт [5], который описывает разработку виртуальной лаборатории с интеллектуальным репетитором, для изучения и программирования мобильных роботов. Эта лаборатория позволяет моделировать мобильного робота для определения, внедрения и исполнения планирования пути.

Для преподавания в учебных учреждениях необходимо большое количество научных инструментов. Для примера в эксперименте по физике, нам нужны простой инструмент, такой как линейка для измерения длины, или комплексный для измерения масштаба и взвешивания объекта. Полное понимание структуры лаборатории является важным условием, которое гарантирует правильное выполнение студентами соответствующих экспериментов. Virtual assembly (VA), также хорошо известная нам компьютерная технология моделирования в инженерных областях, обычно используется для сбора информации о продукте, а в дальнейшем для улучшения или изменения его свойств [6]. В то же время, VA также используется в области обучения, чтобы учащиеся освоили структуру и операции продукта [7].

Из этого следует, что идеальная виртуальная лаборатория для электронного обучения должна иметь функциональные возможности для моделирования процессов сборки и разборки инструментов. В этой статье были представлены выводы о строительстве виртуальной лаборатории. Виртуальная лаборатория обеспечивает следующие инструментальные модули: инструмент ручной и автоматической сборки, сборка анимации для обучения и моделирования, с помощью которой пользователь может спроектировать и настроить эксперимент, смоделировать экспериментальные процессы и получить соответствующие экспериментальные данные.

Структура данной статьи состоит из раздела II, информирующего о моделировании сборки, которая представляет собой последовательность, определяющая существующие части, которые в настоящее время эксплуатируются. Раздел III подчеркивает модуль дизайна, который позволяет создавать все категории виртуальных измерительных приборов в 3D. Раздел IV представляет собой модуль моделирования, который обеспечивает основную структуру и архитектуру экспериментального прибора. Раздел V объясняет о сетевом модуле, который может управлять учителем. Раздел VI относится к выводам.

2. Моделирование сборки

Перед процессом сборки необходимо подготовить части системных приборов. Каждая 3D модель в области электронного обучения получают игровую-статистическую модель, а это значит, что не существует ограничения информации в этих моделях, благодаря чему эта модель делается более гибкой. Таким образом, моделирование сборки для электронного обучения может отличаться от тех моделей, которые используются в инженерной области. Ограничение сборки является своего рода важной информации в VA. Все детали расположены в соответствии с их ограничениями. Сдерживающий фактор в системе выражается двумя матрицами, первая является матрицей ограничения близости(смежности) (САМ), а вторая является матрицей «позиция-отношение» (РАМ).

2.1. Планирование последовательности сборки

Принимая во внимание инструменты, которые обычно используются в учебных учреждениях, не являются очень сложными, и каждый из них, как правило, содержит не более чем 20 частей. Таким образом,

для планирования последовательности сборки, матрица ограничения близости(смежности) [7-8] используется в качестве вспомогательного суждения как показано в уравнении (1).

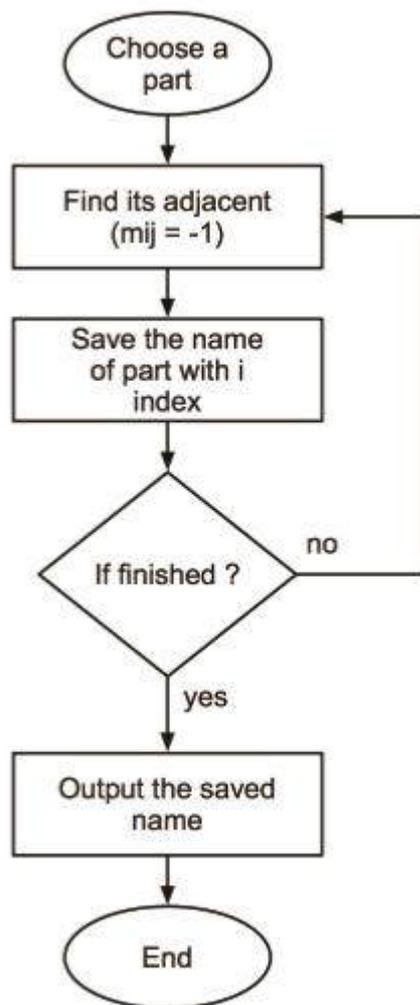


Рис. 1. Алгоритм для определения текущей части

Последовательность сборки определяет текущие части, которые могут быть в настоящее время прооперированы. Как правило, «студент» будет начинаться с базовой части (самый большой компонент, и который подходит для большинства других), а затем будут добавляться другие компоненты базовой части шаг за шагом на основе последовательности сборки. В процессе сборки, может быть больше, чем одна текущая часть. Когда часть выбрана, итеративный процесс выполняется для выяснения того является ли это текущей частью или нет, см. Рис. 1.

Алгоритм планирования последовательности сборки встроен в ручной процесс сборки, показанной на Рис. 2. Когда студент учится сборке, он выбирает и перемещает текущую часть. После того, как текущая часть сталкивается с другой, и они не находятся в группе монтажного узла, появится информационная подсказка, чтобы предупредить, что эти две части могут не собраны вместе.

Если эти две сталкивающиеся части находятся в подгруппе, то студент направляется, чтобы отрегулировать положение и отношение со стороны. Пороговое значение устанавливается для указания, если часть готова к сопряжению. Если относительное положение части меньше этого порогового значения,

то часть отображается в ярком цвете. На этом этапе система автоматически регулирует положение и отношение со стороны, а затем завершается процесс сборки для этой части.

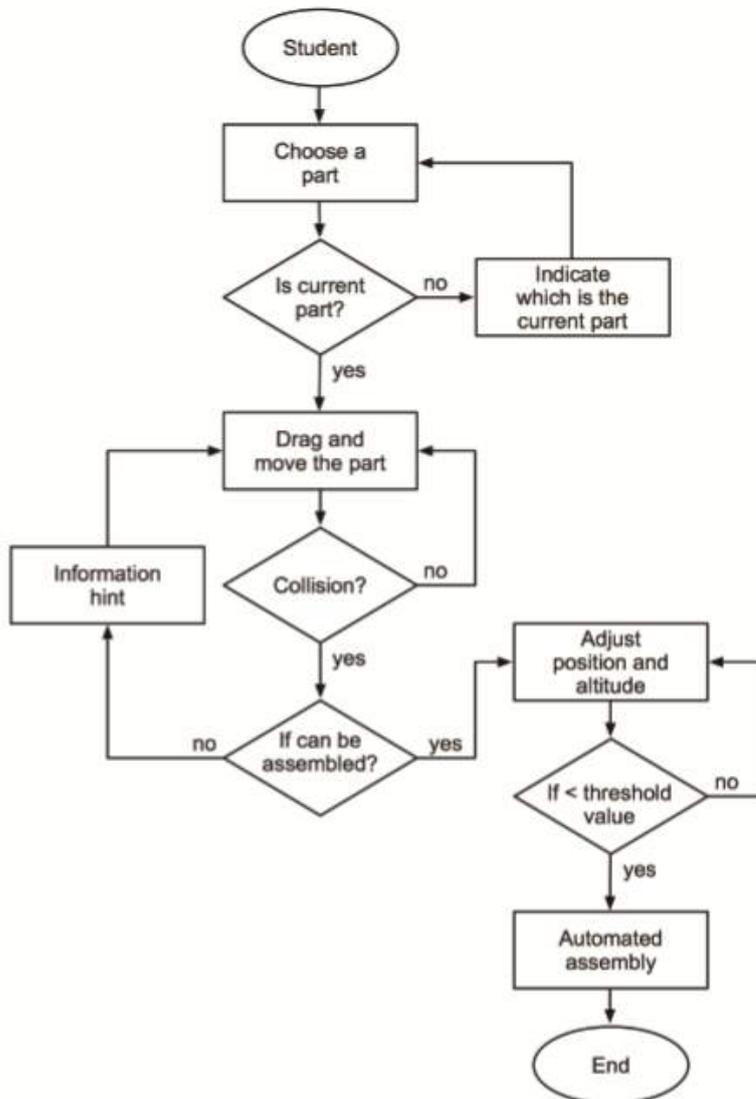


Рис. 2. Алгоритм ручной виртуальной сборки

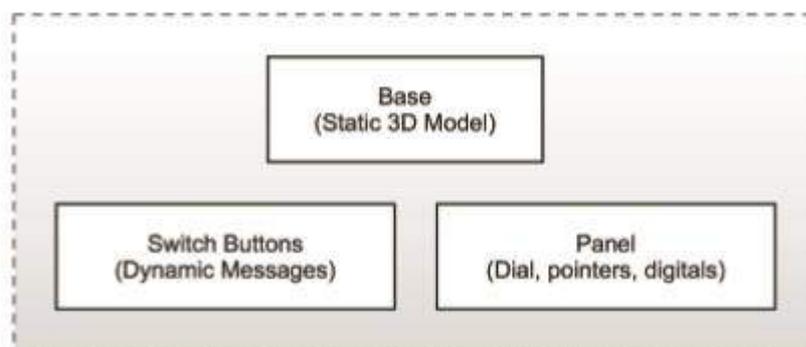


Рис. 3. Структуры 3D датчика

$$M = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -1 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & a_i \text{ прилегает к } a_j, \text{ и } a_i \text{ должна быть собрана перед } a_j; \\ 0 & a_i \text{ не прилегает к } a_j; \\ 1 & a_i \text{ прилегает к } a_j, \text{ и } a_i \text{ должна быть собрана перед } a_j; \end{cases}$$

2.2. Планирование пути сборки.

Путь сборки - это траектория движения частей в виртуальной среде сборки, чтобы обеспечить более быструю и эффективную сборку. В виртуальной среде 3D, путь сборки означает серию точек или кривую от начала в матрице позиция-отношение (РАМ) и конца РАМ. Для ручной сборки, ученик выбирает и перемещает часть, и избегает препятствий посредством обнаружения столкновений. Когда он заканчивает с процессом сборки, путь сборки естественным образом генерируется. Эта путь сборки записывается в файл анимации во время процесса сборки, и будет использоваться для воспроизведения шагов деятельности.

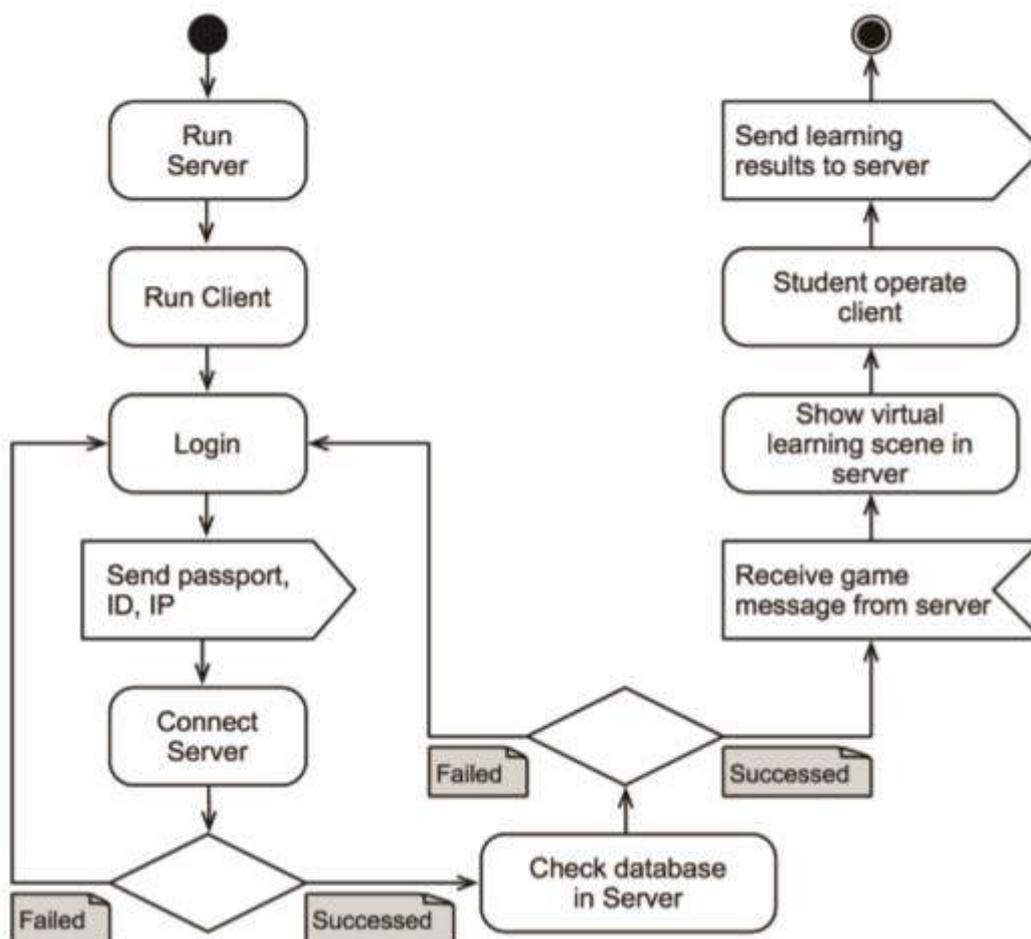


Рис. 4. Диаграмма деятельности в сети

Это очень важно понимать оценку обучения. Помимо этого анимационного файла, созданного студентом, система используется другими для автоматизированной сборки или сборки моделирования. Студент может выбрать автоматическую сборку, чтобы непосредственно наблюдать за процессом и узнать базовые знания об этом экспериментальном приборе.

3. Калибровочное Моделирование

Системы виртуальных экспериментов выходят в 2D-формах [9], этот 2D-интерфейс делает их менее привлекательными и менее популярными среди молодых студентов. В реальных лабораториях нам нужны различные датчики и приборы для измерения и сбора различных физических величин, таких как длина, время, сила, частота электрического тока, электрическое напряжение и т.д. Модуль калибровки предназначен для создания всех категорий виртуальных датчиков 3D. Каждый 3D датчик обычно состоит из трех частей, см. Рис. 3. Один из них является базой, которая, как правило, создается 3D дизайнером. Второй представляет собой панель. Каждый слой датчика предназначен для имитации динамического источника данных. Третий представляет собой контроллер сообщений, который состоит из кнопок. Эти кнопки моделируются акторами, которые могут испускать и принимать сообщения.

4. Модуль Моделирования

Разница с VA в инженерной области, где цель состоит в том, чтобы обучать и совершенствовать навыки сборки. VA используется в электронном обучении только для того, чтобы помочь студентам в понимании основных структур и архитектур экспериментального инструмента, и, наконец, помочь студентам разработать этот инструмент для имитации научного процесса. Модульное моделирование отвечает за имитации установок, созданных обучающимися.

5. Сетевой Модуль

С развитием сетевых технологий используется большинство сетевых систем виртуального обучения, но в основном в военном и промышленном применении. Но, необходимо отметить, что, до сих пор большинство сетевых систем обучения основано на 2D виртуальных инструментах, а также 2D-инструменты в них используются только для статического отображения, а не для динамического моделирования. Виртуальная лаборатория построена на среде локальной сети (LAN), см. Рис. 4. Сервер, который может управляться учителем, контролирует выбор и операции пользователей и контролирует процессы экспериментов.

6. Вывод

С одной стороны, существующие виртуальные лаборатории для обучения должны быть улучшены из-за ряда вопросов, таких как 2D формы учебной среды, слабая привлекательность для молодых студентов, и слабая реальность экспериментов. С другой стороны, виртуальные лаборатории с высоким качеством, реалистичной 3D-графикой и высоким уровнем интерактивности широко используются только в военной подготовке или промышленности. Для построения виртуальных лабораторий высокого уровня это исследование представлено с двух точек: (1) интеграция технологии сборки в виртуальных лабораторных экспериментах; (2) введение 3D-датчиков в виртуальные лаборатории. Эти две точки могут значительно повысить реальность и привлекательность виртуальных лабораторных экспериментов, так как экспериментальные задания в виртуальной лаборатории не только помогут студентам лучше понять научные процессы и правила, но и научить их тому, как применять полученные знания на практике.

Список литературы

1. Mohamed EA, Hasegawa S. An Instructional Design Model and Criteria for Designing and Developing Online Virtual Labs. International Journal of Digital Information and Wireless Communications 2014; 4(3): 355-371.
2. Myneni LS, Narayanan NH, Rebello S. An interactive and intelligent learning system for physics education, IEEE Transactions on Learning Technologies 2013; 6(3): 228-239.
3. Sun DL, Barba Y, Valdiviezo R, Riofrio, G. BDI modeling of the intelligent tutoring actor for a 3D game-based science e-learning platform. Submitted to Journal of Educational Technology & Society.
4. Unidad Educativa Señora del Cisne. Retrieved September 1, 2015 from <http://uenscisne.edu.ec/>
5. Ortiz ME. Desarrollo de un Laboratorio Virtual Básico de robótica móvil con tutor inteligente. Trabajo fin de Carrera presentado en la Escuela politécnica del ejército de Sangolqui en Ecuador, 2006. Available on: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/659/1/T-ESPE021791.pdf>
6. Yang R, Fan X, Wu D, Yan J. Virtual assembly technologies based on constraint and DOF analysis. Robotics & Computer-Integrated Manufacturing 2007; 23(4): 447-456.
7. Zhao H, Zhang Q, Zhu C, Ji L, Xu T. Design of virtual assembly operation evaluation system based on EON platform. Advanced in Computer Science and its Application 2012; 2(1): 295-301.
8. Deshmukh A, Banerjee A, Gupta S. Content based assembly search: A step towards assembly reuse, Computer-aided design 2008; 40(2): 244-261.
9. Hoyer H, Jochheim A, Rohrig C, Bischoff A. A multiuser virtual-reality environment for a tele-operated laboratory. IEEE Transaction on Education 2004; 47(1): 121-126.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА

Федюшкин Н.А., Федосин С.А.

НИ МГУ им. Н.П. Огарева, РФ, г. Саранск

Аннотация. Интеллектуальный анализ текста (ИАТ, англ. text mining) – это многообещающая, сравнительно новая область информатики и вычислительной техники, целью которой является стремление собрать наиболее значимую информацию из текстов на естественном языке. В этой статье охватываются некоторые технологии интеллектуального анализа текста.

Ключевые слова: процесс интеллектуального анализа текста, методы, технологии, text mining, data mining, кластеризация, классификация, визуализация, категоризация текста.

1. ВВЕДЕНИЕ

Принятие правильных решений часто требует анализа больших объемов текстовой информации. Интеллектуальный анализ текста (ИАТ, англ. text mining) – это многообещающая, сравнительно новая область информатики и вычислительной техники, целью которой является стремление собрать наиболее значимую информацию из текстов на естественном языке. Интеллектуальный анализ текста – это процесс применения автоматических методов для анализа и структурирования текстовых данных с целью создания полезного знания из ранее неструктурированной информации. ИАТ является по своей сути

междисциплинарной областью между интеллектуальным анализом данных (data mining) и компьютерной лингвистикой [1].

2. ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ТЕКСТА

Для того чтобы научить компьютеры анализировать, понимать и генерировать текст, производится технологии обработки естественного языка. В процессе интеллектуального анализа текста используются такие технологии, как извлечение информации, обобщение, категоризация, кластеризация и визуализация информации. В следующих разделах мы обсудим каждую из этих технологий и роль, которую они играют в интеллектуальном анализе текста. Также обсуждаются типы ситуаций, в которых каждая технология может быть полезна пользователям.

Извлечение информации

Извлечение информации является начальным шагом для компьютера, чтобы начать анализировать неструктурированный текст путем выявления ключевых фраз и отношений внутри текста. Чтобы осуществить эту задачу используется процесс сопоставления шаблонов или образов для поиска заданных последовательностей в тексте. Задача извлечения информации включает лексимизацию (лексический анализ), идентификацию заданных сущностей, сегментацию предложений и присвоение частей речи (part-of-speech assignment). Во-первых, над фразами и предложениями делается грамматический разбор и семантическое интерпретирование, затем требуемые фрагменты информации вводятся в базу данных. Общий процесс извлечения информации показан на рисунке 1.

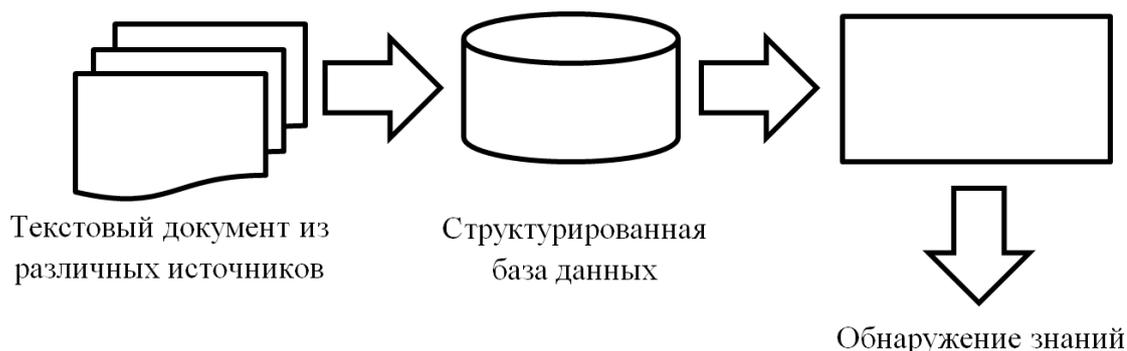


Рисунок 1. Извлечение информации

Наиболее точные системы извлечения информации включают в себя сделанные вручную модули обработки языка, значительный прогресс был достигнут в области применения технологий интеллектуального анализа данных для ряда этих этапов. Эта технология может быть очень полезна при работе с большими объемами текста. Для многих областей применения сложной задачей скорее является электронная информация в форме свободных документов на естественном языке, чем структурированные базы данных в виде реляционных баз данных. Извлечение информации решает проблему преобразования собрания текстовых документов в более структурированную базу данных. Для дальнейшего интеллектуального анализа знаний база данных, построенная с помощью модуля извлечения информации, может быть предоставлена модулю обнаружения знаний в базах данных (KDD (Knowledge Discovery in Databases) module).

Категоризация

Категоризация автоматически устанавливает одну или более категорий для открытого текстового документа. Категоризация является контролируемым методом обучения, потому что она основывается на

входных и выходных примерах для классификации новых документов. Предварительно определенные классы присваиваются текстовым документам на основе их содержания. Типичный процесс категоризации текста состоит из предварительной обработки (preprocessing), индексирования, сокращения или уменьшения размерности и классификации. Целью категоризации является подготовка классификатора на основе известных примеров, а затем неизвестные примеры классифицируются автоматически. Для категоризации текста могут быть использованы такие статистические методы классификации, как наивный байесовский классификатор (Naïve Bayesian classifier), классификатор по типу «ближайшего соседа» (Nearest Neighbour classifier), дерево решений (Decision Tree) и метод опорных векторов (Support Vector Machines).

Кластеризация

Метод кластеризации может быть использован для того, чтобы находить группы документов с аналогичным содержанием. Результатом кластеризации, как правило, является некий раздел кластеров, называемых P , и каждый кластер состоит из ряда документов d . Если содержания документов в пределах одного кластера являются похожими, а между различными кластерами отличаются, то качество кластеризации считается наивысшим. Технология кластеризации, используемая для группировки похожих документов, отличается от категоризации, потому что при кластеризации документы группируются «на лету» в отличие использования predetermined тем в методе категоризации. Кластеризация гарантирует, что нужный и полезный документ не будет исключен из результатов поиска в связи с той ситуацией, что документы могут появляться в нескольких подразделах.

В интеллектуальном анализе данных метод K -средних (K -means) является часто используемым алгоритмом кластеризации. В области интеллектуального анализа текста данный метод также приносит хорошие результаты. Основной алгоритм кластеризации создает вектор тем для каждого документа и измеряет весовые коэффициенты того, насколько хорошо документ вписывается в каждый кластер. Организация информационных систем управления использует технологию кластеризации в качестве организационной базы данных, содержащей тысячи документов.

Визуализация

В интеллектуальном анализе текста методы визуализации могут улучшить и упростить обнаружение релевантной информации. В представлении отдельных документов или групп документов используются текстовые флаги для того, чтобы показать категорию документа. Визуальный интеллектуальный анализ текста приводит большие текстовые источники к визуальной иерархии. Пользователь может взаимодействовать с документом путем увеличения и масштабирования. Визуализация информации применима для задач правительства в целях идентификации террористических сетей или нахождения информации о преступлениях. Рисунок 2 показывает этапы процесса визуализации.

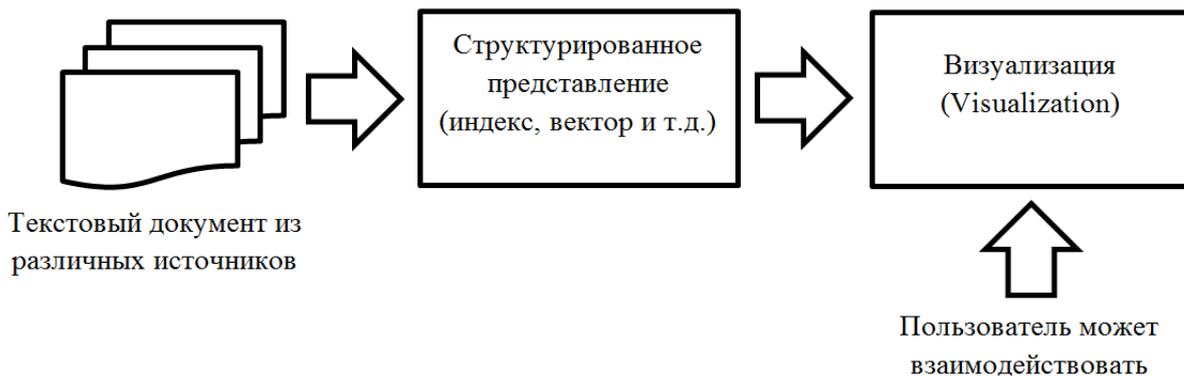


Рисунок 2. Визуализация

Задача визуализации информации делится на три этапа:

- (1) Этап подготовки информации включает принятие решения, получение исходных данных для визуализации и формирование исходного пространства данных.
- (2) Процесс анализа и извлечения данных визуализации, необходимых для исходных данных и для формирования пространства данных визуализации, является вторым этапом задачи визуализации.
- (3) Этап визуального отображения использует определенный алгоритм отображения для отражения пространства данных визуализации на цель визуализации.

Обобщение (Summarization)

Обобщение текста – это уменьшение длины и детализации документа, с сохранением при этом наиболее важных моментов и общего смысла. Обобщение текста полезно для выяснения ответа на вопрос, удовлетворяет или нет длинный документ потребностям пользователя, и стоит ли его читать для получения дополнительной информации. Таким образом, обобщение является кратким изложением и может заменить набор документов. В то время, которое пользователь тратит на прочтение первого раздела документа, программное обеспечение обобщения текста производит и обобщает длинный текстовый документ. Трудно научить программу анализировать семантику и интерпретировать смысл текстового документа даже в том случае, если компьютеры способны идентифицировать людей, места и время. Люди сначала читают весь текстовый раздел для того чтобы кратко его изложить, затем они пытаются разработать полное понимание, и наконец пишут краткое изложение, выделяя основные моменты раздела [2].

Процесс обобщения текста включает следующие шаги:

- (1) Предварительная обработка полученного структурированного представления исходного текста.
- (2) Для того чтобы преобразовать текстовую структуру в обобщенную структуру, алгоритм применяется на каждом следующем шаге обработки.
- (3) На этапе изобретения конечное краткое изложение текста получается из обобщенной структуры, полученной на втором этапе.



Рисунок 3. Процесс обобщения

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье обсуждались различные технологии и применения интеллектуального анализа текста. Извлечение информации используется для получения структурированной информации из неструктурированного текста. В технологии извлечения информации, могут применяться различные методики интеллектуального анализа данных для получения полезных моделей или знаний из документов. Для получения релевантной информации из набора документов, используется технология обобщения. Классификация – это контролируемая технология, поскольку прежде, чем она может быть использована для классификации новых документов, ей нужно задать все входные и выходные шаблоны или образцы, которые она будет применять для обучения модели. Кластеризация – это неконтролируемая из вне технология обучения, так как для нее не требуются никакие входные и выходные шаблоны. Для обеспечения улучшенного восприятия и понимания информации для интеллектуального анализа документов используется графическая визуализация.

Список литературы

1. Федюшкин Н.А., Федосин С. А. Понятие, проблемы и разновидности интеллектуального анализа текста — Проблемы и достижения в науке и технике. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции — № 3 — г. Омск — 2016 — 206 с.
2. Sonali Vijay Gaikwad, Archana Chaugule, Pramod Patil. Text Mining Methods and Techniques — International Journal of Computer Applications — Volume 85 — No 17 — January 2014.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Широков П.С., Алексеев А.Ф., Нагавкин С.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет –
КАИ им. А.Н.Туполева

Задача планирования потребления электроэнергии всегда была важна для учета затрат на энергопотребление. Активное развитие промышленности ведет к значительному росту потребления энергетических ресурсов. Одновременно просматривается тенденция возникновения дефицита энергоресурсов. В связи с этим возникает острая необходимость рационального использования энергоресурсов в промышленности как крупнейшем потребителе. Решить данную проблему возможно составлением прогноза энергопотребления и дальнейшей оптимизацией расхода ресурсов. Оптимизация расхода электроэнергии несет ряд важнейших преимуществ для предприятия в виде экономической выгоды.

Важнейшая особенность нейронной сети, свидетельствующая о ее широких возможностях и огромном потенциале, состоит в параллельной обработке информации всеми звеньями, что позволяет значительно ускорить процесс обработки информации. Кроме того, при большом числе межнейронных соединений сеть приобретает устойчивость к ошибкам, возникающим на некоторых линиях [1].

Управление различными объектами, в частности с использованием тех же нейронных сетей, должно строиться на полной информации об объекте управления, но в ряде случаев эта информация недоступна вследствие различных причин, например, выхода из строя приборов телеметрии, либо требуется спрогнозировать поведение объекта в будущем, для этого решается задача прогнозирования.

Целью прогнозирования является предсказание значения $y(t_{n+1})$ по заданным n точкам $\{y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)\}$ в последовательные моменты времени t_1, t_2, \dots, t_n в некоторый будущий момент времени t_{n+1} для уменьшения риска при принятии решений.

Проблема обнаружения и восстановления пропущенных числовых данных сопутствует многим практическим задачам. Существует множество причин возникновения пропусков в обрабатываемых данных, среди которых можно назвать выход из строя регистрирующей аппаратуры, плохие условия наблюдений, различные правила формирования данных в разные периоды времени, наконец, просто потеря части данных. Чаще всего эта задача возникает при обработке одномерных процессов, заданных строкой данных, и при обработке двумерных процессов, представляющих, например, изображения фрагментов местности, заданных в виде таблицы данных. К таким задачам относят, в первую очередь, задачи обработки метрологических наблюдений и спутниковой съемки местности. Эти задачи возникают также при обработке данных в геофизике, в жидкостной хроматографии – масс-спектрометрии, в социологических и экономических системах, при обработке двумерных изображений различных сцен и других данных.

Наиболее существенными отличиями НС СМАС от других нейронных сетей являются следующие:

- аргументы запоминаемой и воспроизводимой функций принимают только дискретные значения;
- нелинейное преобразование аргументов функции происходит неявно с помощью алгоритма вычисления адресов ячеек ассоциативной памяти, в которых хранятся числа, определяющие значение функции.

Натренированная нейронная сеть СМАС способна предсказывать значения функции, которые ей не были представлены при обучении. Для этого необходимо на вход сети подать вектор аргументов запрашиваемого значения функции, нейронная сеть по данному вектору вычислит адреса активных ячеек обученной памяти, сумма содержимого которых и будет значением предсказываемой функции.

В качестве тестовой задачи используется система с показаниями одного прибора учета потребления электроэнергии. Постановка задачи в такой форме сделана не случайно, т.к. показания прибора учета расхода электроэнергии включают множество трудно предсказуемых вероятностных факторов.

График показаний прибора учета выглядит следующим образом:



Данные, используемые в обучающей выборке должны быть репрезентативными и непротиворечивыми, т.е. данные должны иллюстрировать истинное положение вещей в предметной области. Противоречивые данные в обучающей выборке приведут к

Пример результирующих нейронных сетей, наибольшим образом подходящие для решения нашей задачи представлены в таблице:

Структура сети	Ошибка обучения	Ошибка тестовых значений	Ошибка валидации	Алгоритм обучения	Функция в скрытом слое	Функция активации
MLP 105-8-1	0,981425	0,756989	0,823210	BFGS 19	Tanh	Exponential
MLP 105-8-1	0,993238	0,743738	0,834802	BFGS 24	Tanh	Logistic





Полученные результаты позволяют утверждать, что выбранный подход может быть использован в дальнейшей работе для применения в реальных производственных задачах.

Список литературы

1. Солдатова О.П., Семенов В.В. «Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования»; Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (СГАУ)
2. Васнев С.А. Статистика: учебное пособие. М.: МГУП, 2001. 170 с.
3. Мищенко В.А., Коробкин А.А. Использование генетических алгоритмов в обучении нейронных сетей [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6 – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5138> (дата обращения: 19.09.2016).
4. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / Под ред. Ю.Ю. Тарасевича. Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2007. 87 с.
5. Махотило К.В. Разработка методик эволюционного синтеза нейросетевых компонентов систем управления: дис. канд. техн. Наук. – Харьков, 1998. 179 с.
6. Буянкин В.М. Синтез нейрорегуляторов для сложных технологических установок с применением бинарных нечетких отношений // Исследования наукограда. 2013. № 1. С. 33-41.

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

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

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ГТУ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ

Ануров Ю.М. ¹, Дубинин А. Б. ², Николаев Ю. Е., И.А. Вдовенко ³

1-Группа компаний АТР, г. С.-Петербург,

2-ООО «Энергомаш-Проект» г. Москва,

3-Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А. г. Саратов, РФ

Перспективное развитие городов и городских поселений требует модернизации существующих и строительство новых коммунальных систем тепло- и электроснабжения на основе энергосберегающих технологий. Наибольшей эффективностью обладают комбинированные технологии производства тепловой и электрической энергии на базе когенерационных газотурбинных, газопоршневых и парогазовых установок, обеспечивающих экономию органического топлива и денежных затрат. На приоритетное развитие таких технологий указано в ФЗ №190 «О теплоснабжении» и последующих нормативно-правовых документах.

В России потенциальными объектами для применения когенерационных установок (КГУ) являются промышленные предприятия, больницы, объекты жилищной сферы, газоперекачивающие станции, компрессорные станции, котельные и т. д. Выбор конкретного типа КГУ и ее электрической мощности определяются на основании технико-экономических расчетов с учетом особенностей энергопотребления [1].

Исходя из номенклатуры выпускаемого оборудования для небольших котельных, в качестве КГУ могут использоваться газопоршневые агрегаты, а для крупных котельных – газотурбинные установки. Отметим, что предлагаемые когенерационные газотурбинные установки, реализующие простой термодинамический цикл Брайтона, заметно проигрывают газопоршневым агрегатам и микро-ГТУ в коммерческой эффективности для достаточно широкого интервала мощностей [1]. Преимуществом ГПА является высокий КПД, достигающий 40-42%, который мало меняется при изменении нагрузки. Недостатком ГТУ, работающих по простому циклу, является относительно низкий КПД (26-30%), который при уменьшении электрической нагрузки существенно снижается. В то же время ГТУ позволяют покрывать более высокие тепловые нагрузки при высокой степени утилизации отводимой от термодинамического цикла теплоты. Для когенерационных установок КПД не является определяющим. Системная топливная экономичность зависит от трех взаимосвязанных величин – электрического КПД, коэффициента использования теплоты топлива КИТТ и степени утилизации отводимой теплоты.

При разработке схем теплоснабжения или новом строительстве выделяют несколько компоновочных решений применения когенерационных установок:

- 1) строительство малой ТЭЦ с КГУ на отдельной площадке, интеграция в схему теплоснабжения города для энергоснабжения различных инфраструктур;
- 2) установка в котельных для энергообеспечения предприятия или комплекса;
- 3) установка КГУ в действующей котельной в виде надстройки (модернизация).

Во всех рассматриваемых вариантах приоритетной является электрическая нагрузка потребителей. Тепловая нагрузка обеспечивается за счет утилизации тепловых потоков КГУ и котлов котельной или пикового котла малой ТЭЦ. Эксплуатация КГУ по тепловому графику требует дополнительных затрат за

присоединение к сетям при параллельной работе с энергосистемой и в условиях РФ не получила широкого применения.

В вариантах 1 и 2 электрическая мощность КГУ определяется нагрузкой потребителя. Отношение максимальной электрической нагрузки к расчетной тепловой для разных потребителей изменяется в пределах 0,12-0,3 МВт(э)/МВт(т) [2]. В этом случае величина электрической нагрузки потребителя в диапазоне расчетной тепловой нагрузки 10 – 100 МВт будет изменяться в пределах 1,2 – 30,0 МВт. Для обеспечения этой нагрузки могут использоваться когенерационные установки на базе ГПА и ГТУ. При использовании ГТУ, работающих по простой схеме, в летний период дополнительно возникают проблемы использования отводимой в котле-утилизаторе теплоты. Это объясняется меньшей величиной отношения электрической мощности к тепловой у ГТУ по сравнению с ГПА, что приводит к необходимости выброса части уходящих газов в дымовую трубу без утилизации теплоты. В этом случае для повышения системной эффективности необходимо использовать ГТУ с достаточно высоким электрическим КПД и более полной утилизацией отводимой от термодинамического цикла теплоты. В коммунальных системах теплоснабжения целесообразно использовать установки с регенеративным подогревом воздуха. В РФ в эксплуатации находятся около 10 КГУ на базе ГТЭ-009М с регенеративным подогревом воздуха, работающие параллельно с энергосистемой. Необходимо подчеркнуть, что когенерационные ГТУ, реализующие регенеративные термодинамические циклы с многоступенчатым сжатием воздуха и промежуточным охлаждением позволяют иметь КПД не меньшие, чем ГПА, но с более высокой степенью утилизации отводимой теплоты. Это обстоятельство делает оправданной работу в данном направлении.

Для систем ЖКХ наиболее привлекательным является третий вариант. По данным ИНЭИ РАН в России за счет реконструкции котельных мощностью до 100 МВт на базе когенерации возможна экономия до 11млн. т у. в год [3].

Одним из наиболее подготовленных вариантов надстройки является установка на территории отопительных котельных газотурбинных установок. Предполагается, что вырабатываемая когенерационной установкой электроэнергия будет частично или полностью расходоваться на собственные нужды котельной, а теплота на обеспечение отопления и горячего водоснабжения. При этом снижаются расходы на приобретение энергоносителей – электроэнергии и топлива, что приведет к экономии денежных средств. Уровень электрической мощности ГТУ должен согласовываться с потребляемой электрической мощностью на собственные нужды.

Такой способ собственного энергообеспечения котельной соответствует современным представлениям о надежности теплоснабжения. По мнению многих специалистов, необходимо, чтобы каждая котельная работала независимо от внешних электросетей. Это связано с тем, что серьезной проблемой стали довольно частые отключения оборудования, связанные с кратковременными посадками напряжения в электрических сетях, которые в настоящее время не могут обеспечить надежное электроснабжение с требуемым качеством электроэнергии.

При отношении электрической мощности электроприемников котельной к тепловой 10-20 кВт(э)/МВт(т) электрическая мощность КГУ может находиться в пределах от 100 кВт до 3 МВт. Первая цифра для котельной тепловой мощностью 10 МВт, вторая – для 100 МВт. При снижении тепловой нагрузки в летний период до 20 % от расчетной электрическая нагрузка снижается до 20-400 кВт, то есть примерно в пять раз. Очевидно, что необходима разработка нового мощностного ряда ГТУ на электрическую мощность 2-3 МВт.

Группой компаний АТР (г. С.-Петербург) разработан проект нового газотурбинного двигателя ГТЭ-2,8 с регенеративным подогревом воздуха, масштабированного с установки ГТ-009М. Технические характеристики показаны в табл.1, на рис.1 и рис.2.

Таблица 1. Технические характеристики КГУ на базе ГТЭ-2,8 в условиях ISO

Наименование показателя и единицы измерения	Величина	Наименование показателя и единицы измерения	Величина
1. Расход воздуха, кг/с	11,8	11.Степень регенерации	0,8
2.Степень повышения давления в компрессоре	7	12.Нагрев воздуха в регенераторе, °С	277
3.Температура воздуха за компрессором, К	528	13.Тепловая мощность регенератора, МВт	3,1
4. Температура воздуха на входе в камеру сгорания, К	853	14.Температура воды на входе/выходе котла-утилизатора, °С	70/115
5.Расход топлива, кг/ч	550	15.Расход воды, т/ч	2,6
6.Температура газа перед турбиной, К	1370	16. Тепловая мощность котла-утилизатора, МВт	3,0
7.Температура газа за турбиной, К	877	17.Охлаждение газов в котле-утилизаторе, °С	237
8. Эффективная мощность ГТД, МВт	2,92	18.Температура уходящих газов, °С	130
9.Электрическая мощность, МВт	2,8	19.Коэффициент использования теплоты топлива, %	77
10.Электрический КПД, %	37	20.Удельный расход условного топлива, кг у.т./кВт ч	0,332

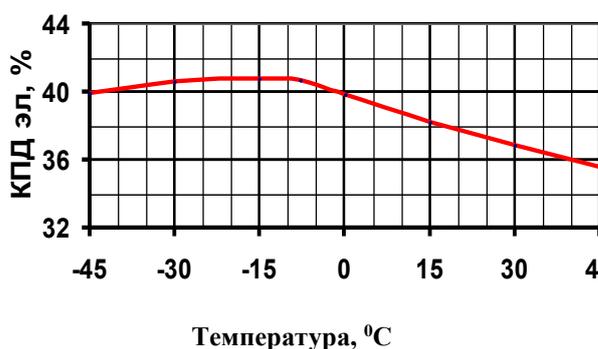


Рисунок 1 - Влияние температуры наружного воздуха на электрический КПД ГТУ

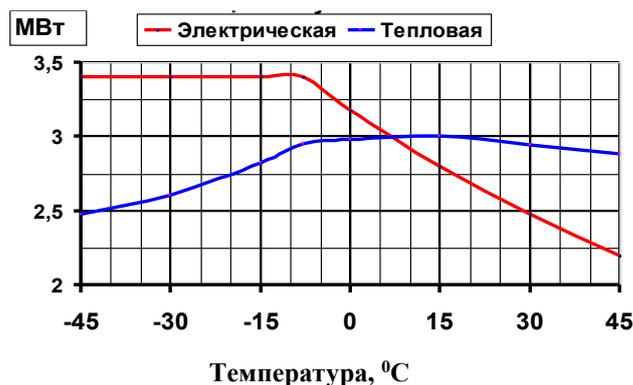


Рисунок 2 - Влияние температуры наружного воздуха на электрическую и тепловую мощность

В качестве примера рассмотрена районная котельная города населением 80 тыс. человек, расположенного в Центральном федеральном округе. Располагаемая мощность котельной составляет 112,8 МВт, присоединенная – 44,7 МВт. Фактическое потребление тепловой энергии составляет 54,9 МВт, в том числе 4,9 МВт на горячее водоснабжение.

Анализ потребления электроэнергии за период 01.01.2012 по 31.12. 2015 показывает, что на собственные нужды расходуется (суммарно с ЦТП №№ 4,5,6 и 8, находящихся в зоне действия котельной №1) 7558293...203880 кВт ч/год. С 01.01.2016 по 30.04.2016 потребление электроэнергии на собственные нужды составило 2797540 кВт ч, что соответствует необходимой электрической мощности ГТУ 0,8-1,35 МВт. При увеличении отпуска тепловой энергии до расчетной тепловой мощности котельной (примерно 112,8 МВт) электрическая мощность ГТУ, необходимая для покрытия собственных нужд, составит 1,7-2,7 МВт. При этом необходимо, чтобы когенерационная ГТУ работала при постоянной электрической нагрузке.

Это требование выполнимо, если утилизируемая теплота будет расходоваться на горячее водоснабжение, так как графики электрической и тепловой нагрузок на ГВС имеют идентичную конфигурацию.

В настоящей работе проведены технико-экономические расчеты с целью определения характера и степени влияния сроков различных факторов на сроки окупаемости капитальных вложений. В расчетах приняты: число часов использования установленной мощности когенерационной ГТУ 7000 ч/год, срок службы основного оборудования 25 лет, тариф на электроэнергию $C_{Э} = 3,34 - 4,0$ руб./кВт ч, тариф на теплоту $C_{Q} = 326 - 755,6$ руб./ГДж, тариф на природный газ $C_{Т} = 3,95$ руб./кг у.т. Изменение электрического КПД определялось в зависимости от степени регенерации и параметров термодинамического цикла. Наибольшее влияние на срок окупаемости оказывают экономические факторы. С ростом тарифов на энергоносители срок окупаемости уменьшается на 1,2 – 1,8 лет. При $C_{Э} = 4,0$ руб./кВт ч и $C_{Q} = 755,6$ руб./ГДж срок окупаемости составляет около 5 лет. Степень влияния на срок окупаемости тарифов на теплоту и электроэнергию сопоставимы.

Влияние термодинамических факторов неоднозначно. Полученные результаты указывают на необходимость оптимизации степени регенерации и температуры уходящих из котла-утилизатора газов и его тепловой мощности.

Список литературы

1. Семенов В.Г. Совершенствование государственной политики в области когенерации. Ежемесячный деловой журнал «Коммунальный Комплекс России» № 9 (123) сентябрь 2014. С. 2-5.
2. Применение ПГУ на ТЭЦ/ В.М. Батенин, Ю.А. Зейгарник, В.М. Масленников, Ю.Л. Шехтер, А.Г. Ротин // Теплоэнергетика. 2008. №12. С. 39-43.
3. Дильман М.Д., Филиппов С.П., Ионов М. Проблемы и перспективы использования когенерационных установок при реконструкции систем теплоснабжения. VII Мелентьевские чтения «Прогнозирование развития мировой и российской энергетики: подходы, проблемы, решения». 17-19 апреля 2013 г.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

АРГОНОДУГОВАЯ НАПЛАВКА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-АЛЮМИНИЙ НА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ ХРОМОНИКЕЛЕВЫЕ СТАЛИ

Ковтунов А. И., Плахотный Д. И., Бочкарев А. Г., Гуцин А. А., Фомин М.С.

Россия, Самарская область, г. Тольятти

Ключевые слова: дуговая наплавка, алюминий, сплавы железо-алюминий, аустенитная сталь, интерметаллиды, износостойкость, твердость

Аннотация: Представлены результаты исследований процессов аргонодуговой наплавки сплавов

системы железо-алюминий на аустенитные стали. Установлено влияние режимов наплавки на химический состав, структуру и свойства наплавленного металла.

Введение

Интерметаллидные сплавы на основе системы железо-алюминий имеют высокую твердость [1], износостойкость, жаростойкость [2] и могут применяться для наплавки стальных изделий из углеродистых сталей [3,4], работающих при повышенных температурах в условиях абразивного износа. Для изделий из высоколегированных хромоникелевых сталей, работающих в условиях абразивного износа, наплавка покрытий на основе алюминидов железа позволит так же повысить срок их эксплуатации.

Методика проведения эксперимента

Наплавку интерметаллидных покрытий системы железо-алюминий на образцы из высоколегированных хромоникелевых сталей производили на постоянном токе прямой полярности с использованием вольфрамового электрода. Ток дуги при этом составлял $I=270\text{А}$, напряжение на дуге - $U=15\text{В}$. Скорость подачи присадочной проволоки изменялась в пределах от 0,5 до 2 м/мин. Скорость наплавки при этом оставалась постоянной (0,15 м/мин). Варьирование скоростью подачи присадочной проволоки позволяло формировать наплавленные слои с различным содержанием алюминия и кремния. Для наплавки применялась сварочная проволока Св-АК5. Диаметр присадочных проволок $d_{п/п} = 1,2\text{ мм}$. Присадочная проволока подавалась в хвостовую часть сварочной ванны для уменьшения разбрызгивания и снижения угара алюминия [3]. Наплавка проводилась на пластины из стали 12Х18Н9Т толщиной 14мм. В качестве защитной среды использовали аргон высокой чистоты, расход защитного газа составлял 10-12 л/мин.

Качество наплавленного покрытия определяли методами ВИК, оценивая при этом качество поверхности, стабильность геометрических характеристик наплавляемого валика по всей длине, наличие трещин. Геометрические параметры наплавленных валиков в поперечном сечении измеряли, используя программу Universal Desktop Ruler.

Исследование химического состава наплавленного металла проводилось методами растровой электронной микроскопии на комплексе сканирующего электронного микроскопа LEO 1455 VP (ZEISS, Германия) с блоками рентгеновского энергетического спектрометра INCA Energy-300 и рентгеновского волнового спектрометра INCA Wave-500.

Твердость наплавленных покрытий определялась по методу Роквелла с применением стационарного универсального твердомера HBRV-187.5.

Износостойкость образцов при абразивном изнашивании определялась при трении о закрепленные абразивные частицы и оценивалась относительной износостойкостью:

$$\varepsilon = \Delta l_{\varepsilon} / \Delta l_m$$

где Δl_{ε} — линейный износ эталона;

Δl_m — линейный износ испытуемого материала.

В качестве эталонов использовали сталь 12Х18Н9Т.

Результаты и обсуждение экспериментов

Исследования показали, что в выбранном диапазоне режимов формируются валики со стабильными геометрическими параметрами. На валиках наплавленных со скоростями 1,5 и 2м/мин наблюдались поперечные трещины.

Геометрические характеристики валиков при заданных режимах изменялись в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Геометрические параметры наплавленных валиков

№	Скорость подачи присадочной проволоки, (м/мин)	Высота усиления, (мм)	Ширина, (мм)	Глубина проплавления, (мм)
1	0,5	0,5	13,5	3,4
2	1	0,8	12,5	2,4
3	1,5	1,5	12,1	2
4	2	2,1	10,4	1,8

Увеличение скорости подачи присадочной проволоки способствовало увеличению высоты валика, снижению ширины валика и глубины проплавления (рис.1).

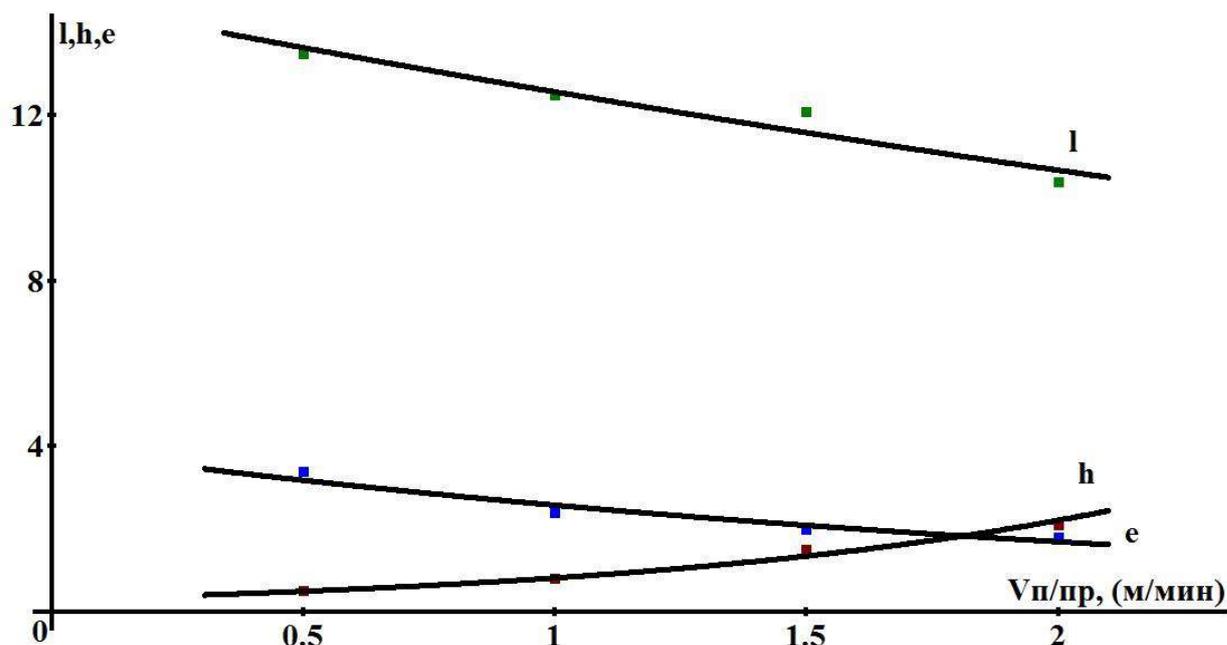


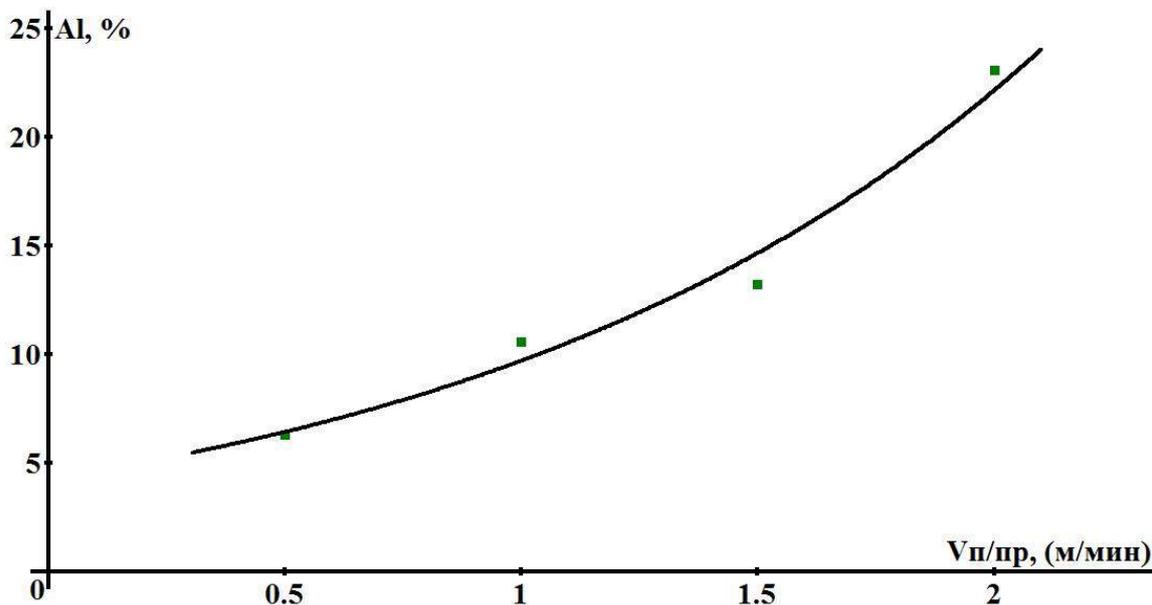
Рисунок 1 – Зависимость геометрических параметров наплавленных валиков от скорости подачи присадочной проволоки: l - зависимость ширины валика от скорости подачи присадочных проволок; h- зависимость величины усиления валика от скорости подачи присадочных проволок; e- зависимость глубины проплавления от скорости подачи присадочных проволок.

Исследования химического состава наплавленного металла показали, что по сечению валика наблюдается неравномерное содержание алюминия, кремния и других легирующих элементов хромоникелевой стали. Степень неоднородности химического состава увеличивается по мере увеличения скорости подачи присадочной проволоки, что связано с увеличением весового расхода присадочной проволоки и, следовательно, с уменьшением длительности пребывания сварочной ванны в жидком состоянии и увеличением скорости охлаждения металла. Содержание алюминия и кремния уменьшается по высоте валика и от центра к линии сплавления. Содержание железа и легирующих элементов стали наоборот увеличивается по высоте валика и от центра к линии сплавления.

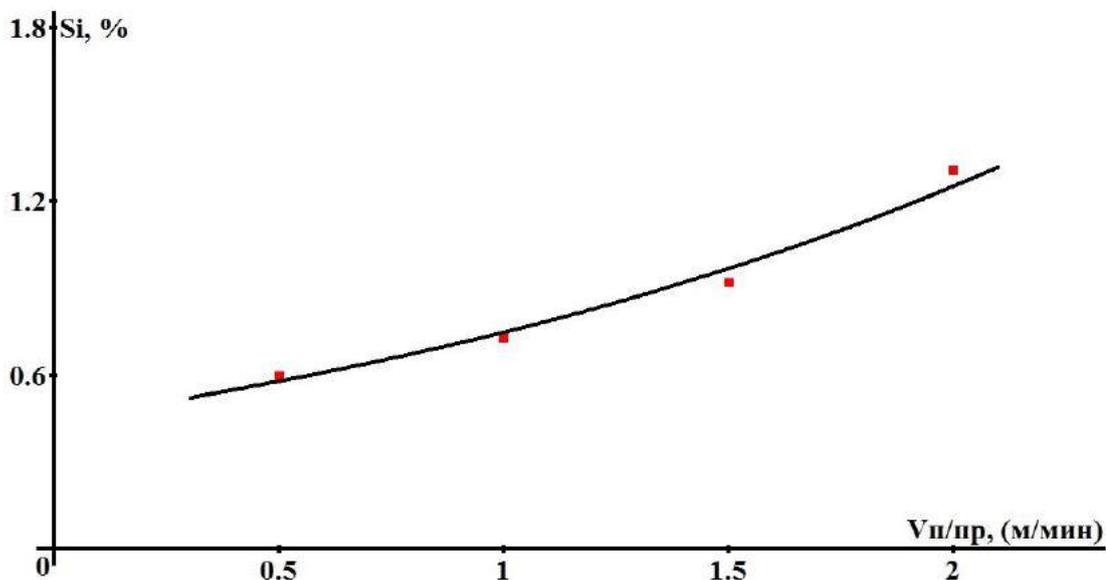
Содержание алюминия и кремния при увеличении скорости подачи проволоки увеличивалось вследствие увеличения весового расхода присадочной проволоки (рис.2)

Металлографический анализ наплавленных валиков показал, что структура металла практически однородная и однофазная (рис.3). Размеры зерна наплавленного металла с увеличением скорости подачи

присадочной проволоки уменьшаются (рис.3) вследствие повышения скорости охлаждения расплава при кристаллизации. На шлифах образцов наплавленных со скоростью подачи 1,5 и 2 м/мин видны холодные трещины, особенно много трещин в последнем образце [рис.3]. Таким образом, с увеличением скорости подачи присадочной проволоки увеличивается склонность к образованию холодных трещин, что связано с увеличением содержания алюминия в наплавленном металле и с увеличением скорости охлаждения наплавленного металла.

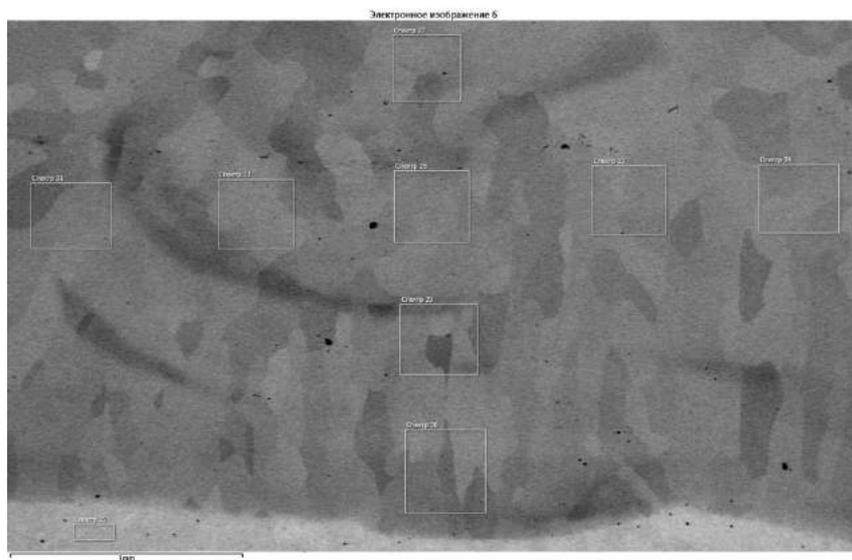


1)



2)

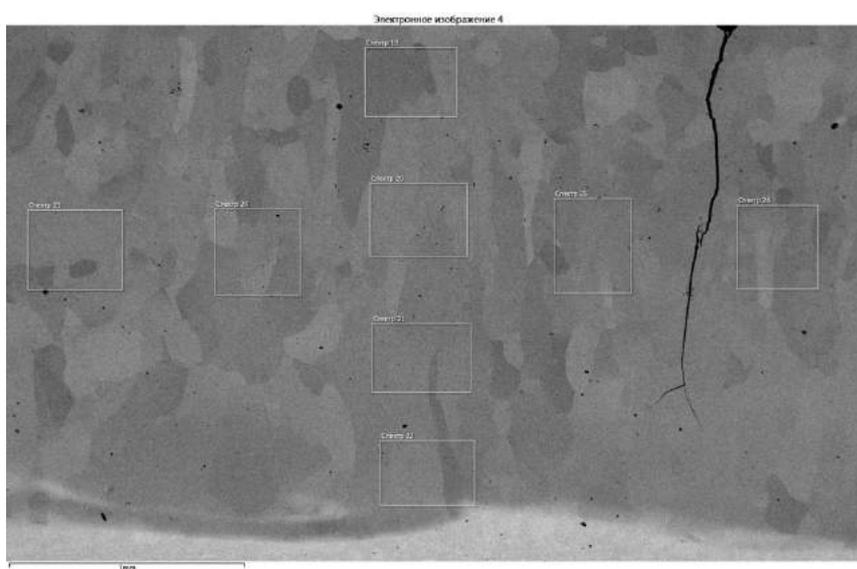
Рисунок 2 – Зависимость содержания алюминия (1) и кремния (2) в наплавленном металле



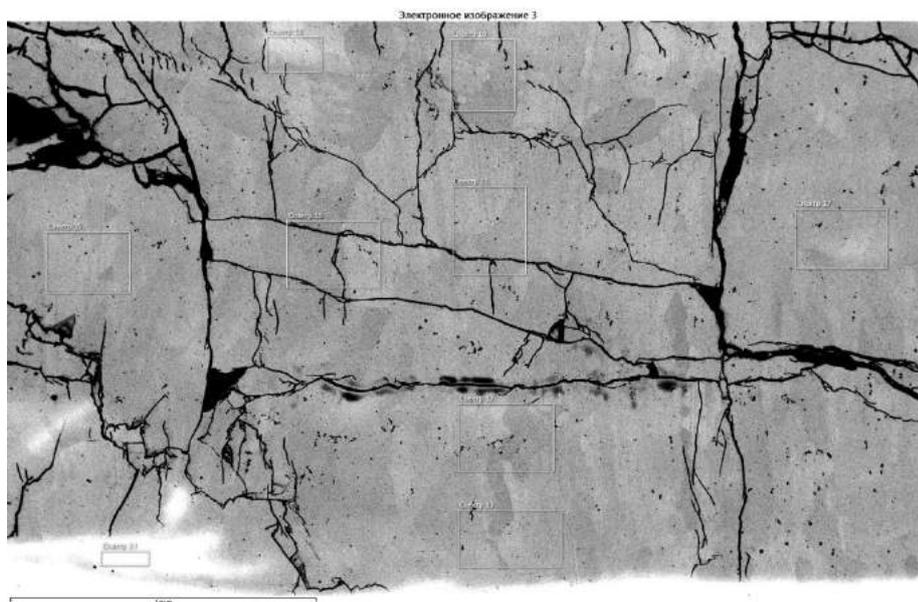
а)



б)



в)



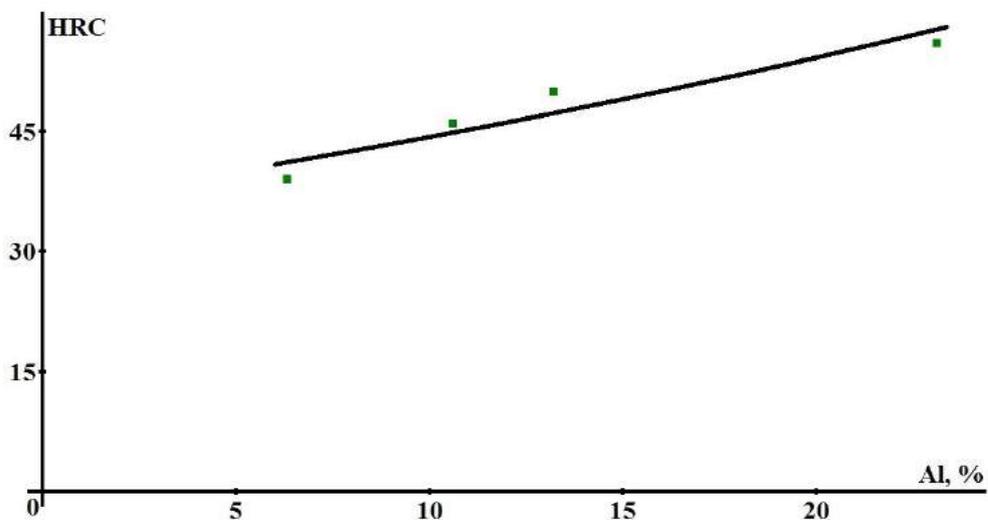
г)

Рисунок 3 – Структура наплавленного металла при скоростях подачи присадочной проволоки: а) 0,5м/мин; б) 1м/мин в)1,5 м/мин; г) 2 м/мин

Твердость наплавленного металла определяясь режимами наплавки и находилась в пределах от 19 до 59 HRC (табл.2, рис.4). С увеличением скорости подачи присадочной проволоки, твердость наплавленного металла увеличивалась, что являлось следствием увеличения содержания алюминия и кремния [3].

Таблица 2 – Механические и эксплуатационные свойства наплавленных валиков

№	Скорость подачи присадочной проволоки, (м/мин)	Твердость, HRC	Относительная износостойкость
1	0,5	39	1,9
2	1	46	3,6
3	1,5	50	4,6
4	2	56	1,5



1)

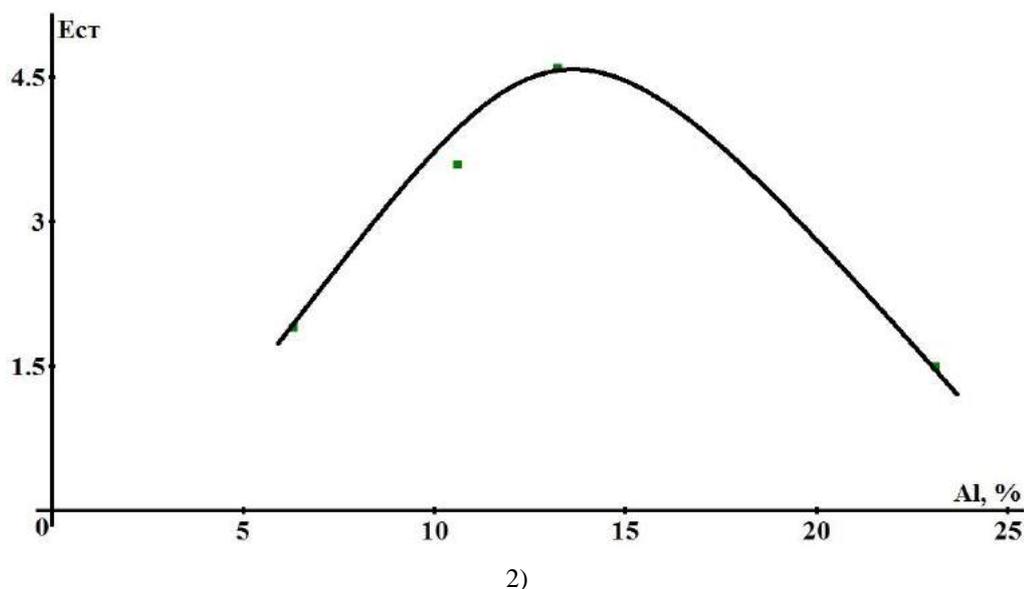


Рисунок 4 Зависимость твердости (1) и относительной износостойкости (2) от содержания алюминия в наплавленном металле

Максимальное значение относительной износостойкости наблюдаются при содержании алюминия в области 15%, дальнейшее повышение содержания алюминия, несмотря на повышение твердости, снижает относительную износостойкость (табл.2, рис.4). Снижение относительной износостойкости при этом связано с охрупчиванием наплавленного металла и увеличением количества трещин в нем.

Выводы:

1. Исследования процесса аргодуговой наплавки интерметаллидных сплавов на высоколегированные хромоникелевые стали с применением присадочной проволоки Св-АК5 в установленных диапазонах изменения режимов наплавки, показали что наплавленные валики имеют стабильные геометрические параметры, однородную и однофазную структуру. При скоростях подачи присадочной проволоки более 1,5 м/мин на поверхности валиков наблюдаются холодные трещины.

2. При повышении содержания алюминия и кремния повышается твердость наплавленного металла. Максимальные значения относительной износостойкости наблюдаются при содержании алюминия в пределах 15%.

Список литературы

1. Павлова Т.С. Не упругость сплавов на основе интерметаллида Fe₃Al: дис. канд. тех. наук: защищена 19.05.2008/ Т.С. Павлова. – Тула, 2008. - 130 с.
2. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов/ Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – М.: МИСИС, 2005 – 432 с.
3. Ковтунов, А.И. Аргодуговая наплавка сплавами на основе системы железо-алюминий: монография/ А.И. Ковтунов. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – 140 с.
4. Ковтунов А.И. Физико-химическая кинетика взаимодействия алюминия со сталью при формировании металла шва с заданными свойствами: дисс. док. тех. наук: защищена /А.И. Ковтунов – Тольятти, 2011. – 357 с.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЛИСТОВОЙ СТАЛИ 10, ПОДВЕРГНУТОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ КОВКЕ

Прудников А.Н., Прудников В.А.

СибГИУ, РФ, г. Новокузнецк

Деформационная термоциклическая обработка (ДТЦО) относится к комплексным упрочняющим технологиям, которая основана на одновременном воздействии на металл температуры и деформации. Для более эффективного накопления положительных изменений в структуре металлов и сплавов эти воздействия проводятся циклически. Причем в зависимости от химического состава материала температура деформирования, степень и вид деформации, а также количество циклов обработки могут быть различными. Как упрочняющая обработка ДТЦО довольно часто используется для средне- и высокоуглеродистых сталей, легированных сталей и чугунов, алюминиевых сплавов [1-6, 10]. В меньшей степени используются режимы ДТЦО для улучшения структуры и свойств низкоуглеродистых сталей, в том числе и физических свойств [7-10]. Поэтому целью работы явилось исследование воздействия режима деформационной термоциклическойковки на структуру и свойства листовой стали 10.

Исследовали сталь 10, изготовленную в ОАО «НКМК» (г. Новокузнецк), с содержанием углерода 0,13 %, кремния и марганца – 0,22 и 0,42 % соответственно. Количество примесей составляло серы – 0,018 %; фосфора – 0,014 %. В качестве ДТЦО сляба (900×700×500 мм) из исследуемой стали использовали однопроходную протяжку плоскими бойками на гидравлическом ковочном прессе усилием 20 МН в ОАО ЗСМК (г. Новокузнецк). Перед каждым цикломковки заготовки нагревали и выдерживали 2 ч при 1250°С, после окончания цикла деформации заготовки охлаждали на воздухе до 200-300°С. Количество цикловковки составляло – 10. Технологические параметрыковки по циклам приведены в таблице 1. После окончания термоциклическойковки высота поковки составляла 300÷310 мм. В дальнейшем заготовки были прокатаны на стане 810 по промышленной технологии на лист толщиной 3 мм. Более подробно технологический режим изготовления листа с использованием ДТЦО приведен в работе [7].

Таблица 1 – Параметры термоциклическойковки заготовок из стали 10сп

Цикл	$T_{ков.н}, ^\circ C$	$T_{ков.к}, ^\circ C$	$S_n, мм$	$S_k, мм$	K_n
1	1250	1100	500×700	500×655	1,069
2	1250	1100	500×655	470×655	1,063
3	1250	1100	470×655	470×615	1,065
4	1250	1100	470×615	440×615	1,068
5	1250	1100	440×615	440×575	1,069
6	1250	1100	440×575	415×575	1,060
7	1250	1100	415×575	415×540	1,065
8	1250	1050	415×540	390×540	1,064
9	1250	1050	390×540	390×505	1,069
10	1250	1050	390×505	365×505	1,069

Примечание: $T_{ков.н}$, $T_{ков.к}$ – температура начала и окончанияковки; S_n , S_k – размеры поперечного сечения заготовки начальные и послековки; K_n – коэффициент уковки в цикле n; общий коэффициент уковки $K_{общ.} = 1,90$

Для исследования микроструктуры стали использовали оптический микроскоп OLYMPUS-GX51F. Для оценки загрязненности стальных листов неметаллическими включениями (НВ) применяли металлографический метод их определения по ГОСТ 1778-70 на образцах, вырезанных из центральной

части листов, изготовленных по промышленной технологии и с использованием ДТЦО. Механические характеристики определяли при испытании на статическое растяжение плоских образцов на машине Instron 3369 в соответствии с ГОСТ1497-84.

Анализ распределения и количества НВ различного типа показал, что степень горячей деформации и предварительная термоциклическая ковка заготовок практически не сказываются на загрязненности и распределении НВ по сечению полосы различной толщины (таблица 2). В большей мере распределение включений в прокате является случайным и определяется тем, из какой части слитка изготовлен тот или иной сляб, а также технологией выплавки стали.

Таблица 2 – Оценка загрязненности неметаллическими включениями горячекатаного листового проката из стали 10, изготовленного по промышленному режиму и с использованием ДТЦО

Толщина листа, мм	Оценка в баллах				
	Оксиды		Силикаты		Сульфиды
	строчеч-ные	точеч-ные	недеформируемые	хрупкие	
6	3/1	0/1	1/1	0/0	2,5/3
5	0/2	3/3	0/1	1/0	2/1,5
4	0/1	3/3	1/0	0/0	1,5/2
3	0/0	2/1	1/1	0/0	1/1,5
Средний балл	0,8/1	2/2	0,8/0,8	0,3/0	1,8/2
Примечание: в числителе данные для листа из стали 10, изготовленного с использованием ДТЦО; в знаменателе – для листа, изготовленного по промышленному режиму.					

Металлографический анализ образцов из стали 10, прокатанной по промышленной технологии и с использованием режимов ДТЦО показал, использование предварительной термоциклической ковки перед горячей прокаткой листа позволяет существенно измельчить структуру стали 10. Максимальный размер колоний перлита в листе толщиной 3 мм снижается от 22×60 до 7×19 мкм, а их средний размер уменьшается почти в 3 раза от 20±2 до 7±2 мкм (рисунок).



а



б

Рисунок – Микроструктура горячекатаной листовой стали 10 (толщина 3 мм), изготовленной по промышленной технологии (а) и с использованием предварительной термоциклической ковки (б)

Предварительная термоциклическая ковка, вызывающая измельчение структуры, повышает прочностные характеристики (временное сопротивление разрыву - σ_B , предел текучести - σ_T) листовой горячекатаной стали 10 почти на 30 % при незначительном снижении пластичности (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние ДТЦО на механические характеристики листовой горячекатаной стали 10

Режим	Механические характеристики				
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	Ψ , %	Твердость, НВ
промышленный	370	305	26	42	127
с ДТЦО	478	390	24	38	170

Таблица 4 – Влияние ДТЦО на физические свойства листовой горячекатаной стали 10

Режим	Физические свойства			
	Коэрцитивная сила, H_c , А/м	ТКЛР, $\alpha \cdot 10^6$, град ⁻¹ в интервале температур, °С		
		50-150	50-300	50-450
промышленный	214	10,7	12,1	13,3
с ДТЦО	232	11,3	12,5	13,2

Влияние предварительной ДТЦО при изготовлении листа на физические свойства также обусловлено изменениями в структуре стали. Так, некоторое повышение коэрцитивной силы (около 8 %) связано с измельчением ферритного зерна, и, следовательно, увеличением протяженности границ зерен, которые затрудняют процессы намагничивания и перемагничивания в материале. Изменения ТКЛР в различных температурных интервалах носит более сложный характер. Можно отметить, что в низкотемпературной области до 300°С способность к тепловому расширению стали 10, изготовленной с использованием ДТЦО, незначительно возрастает на 3-5 %. Однако уже в интервале до 450°С средние значения коэффициентов выравниваются (таблица 4).

Таким образом, показано, что использование термоциклической ковки для низкоуглеродистой стали позволяет повысить ее прочностные характеристики на 30 % при сохранении достаточного уровня пластичности. Изменение физических свойств стали (H_c , ТКЛР) не превышает 8 %, поэтому возможность их улучшения связана с применением термической обработки.

Список литературы

1. Prudnikov A.N. Hardening low carbon steel 10 by using of thermalcyclic deformation and subseautent heat treatment// A.N. Prudnikov, V.A. Prudnikov // Materials science. Nonequilibrium pahse transformations. – 2016. – №4. – pp. 10-13.
2. Патент 20130084 РФ Способ термоциклической обработки чугуна / В.В. Афанасьев, Н.В. Чибряков, А.Н. Прудников и др, – Заявл. 07.07.1998. – Опубл. 10.05.1999. – Б. И. № 13. – С. 455.
3. Прудников А.Н. Комплексное воздействие отжигов и термоциклической ковки на структуру и свойства заэвтектических силуминов // Деформация и разрушение материалов.– 2014.– № 2.– С.14 - 20.
4. Прудников А.Н. Структурно-технологические основы разработки прецизионных силуминов с регламентированным содержанием водорода / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.16.09 / НГТУ, Новосибирск, 2013. – 40 с.

5. Прудников А.Н. Поршневые деформируемые заэвтектические силумины // Технология металлов.– 2014.– № 2.– С. 8 - 11.
6. Прудников А.Н. Технология производства, структура и свойства поршней двигателей из заэвтектического деформируемого силумина // Изв. ВУЗов. Черная металлургия.– 2009.– № 5.– 45-48.
7. Прудников А.Н. Оценка воздействия термоциклической деформации и последующей термической обработки на электрофизические свойства низкоуглеродистой стали / А.Н. Прудников, В.А. Прудников и др. // Актуальные проблемы в машиностроении: – 2015.– №2.– С. 396-400.
8. Прудников А.Н. Влияние термической обработки на электрические свойства низкоуглеродистой стали, изготовленной с использованием ДТЦО / А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Инновации в машиностроении: Сб. материалов VII Межд. науч.-практ. конф.– Кемерово: КГТУ, 2015.– С. 377-380.
9. Прудников А.Н. Влияние термоциклическойковки и последующего отжига на коэрцитивную силу и линейное расширение стали 10 / А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Актуальные проблемы в машиностроении: – 2016.– №3.– С. 451-456.
10. Федюкин В.К. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин/ В.К. Федюкин, М.Е. Смагоринский – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.– 255 с

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСТАВОК ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ В ПОРТ

Левочкин В.В.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова, РФ, г. Санкт-Петербург

Задача оптимальной поставки лесоматериалов в порт, требует определения совокупности критериев оптимизации J_i ($i = 1, 2, \dots, N$).

Основой технологии организации работы с грузопотоками, идущими в порт, стала концентрация руководства ими у главного диспетчера порта. Ежедневно проводится сменно-суточное (со сроком до двух суток) планирование работы порта по специально разработанному графику. При этом совместно с работниками железной дороги и автотранспортных предприятий, доставляющими лесоматериалы, определяются очередность и время прибытия полувагонов (железнодорожных платформ) и автолесовозов в порт с учетом обеспечения их разгрузки в максимально короткое время. По итогам совместного совещания даются конкретные распоряжения диспетчерскому отделу на выполнение необходимых регулирующих действий, и осуществляется контроль над их исполнением.

Эффективность принятых решений при описанном подходе зависит только от опыта лиц, принимающих участие в совещании. Из-за того, что в обсуждении участвуют как работники порта, так и работники железной дороги и автотранспортных предприятий, принять правильное решение довольно часто затруднительно. Цели, которые они преследуют при определении порядка доставки грузов, не всегда совпадают.

Задачи принятия решения в случаях, когда в модели присутствует несколько (возможно, конфликтующих между собой) целевых функций, известны как методы целевого программирования (многокритериальной оптимизации) [1, 2].

В подобных ситуациях иногда невозможно найти единственное решение, оптимизирующее все конфликтующие целевые функции. Достаточно искать компромиссное решение, учитывающее важность каждой целевой функции.

Пусть X – множество альтернатив, Y – множество возможных последствий (исходов, результатов). Предполагается существование причинной связи между выбором некоторой альтернативы $x_i \in X$ и наступлением соответствующего результата $y_i \in Y$. Кроме того, предполагается наличие механизма оценки такого выбора, которым обычно является качество исхода.

Далее целесообразно определить характер связи альтернатив с исходами. Связь может быть детерминированной, в этом случае существует однозначное отображение:

$$x \xrightarrow{\varphi} Y, \quad (1)$$

т.е. реализуется функция $y = \varphi(x), x \in X, y \in Y$ (рис. 1).

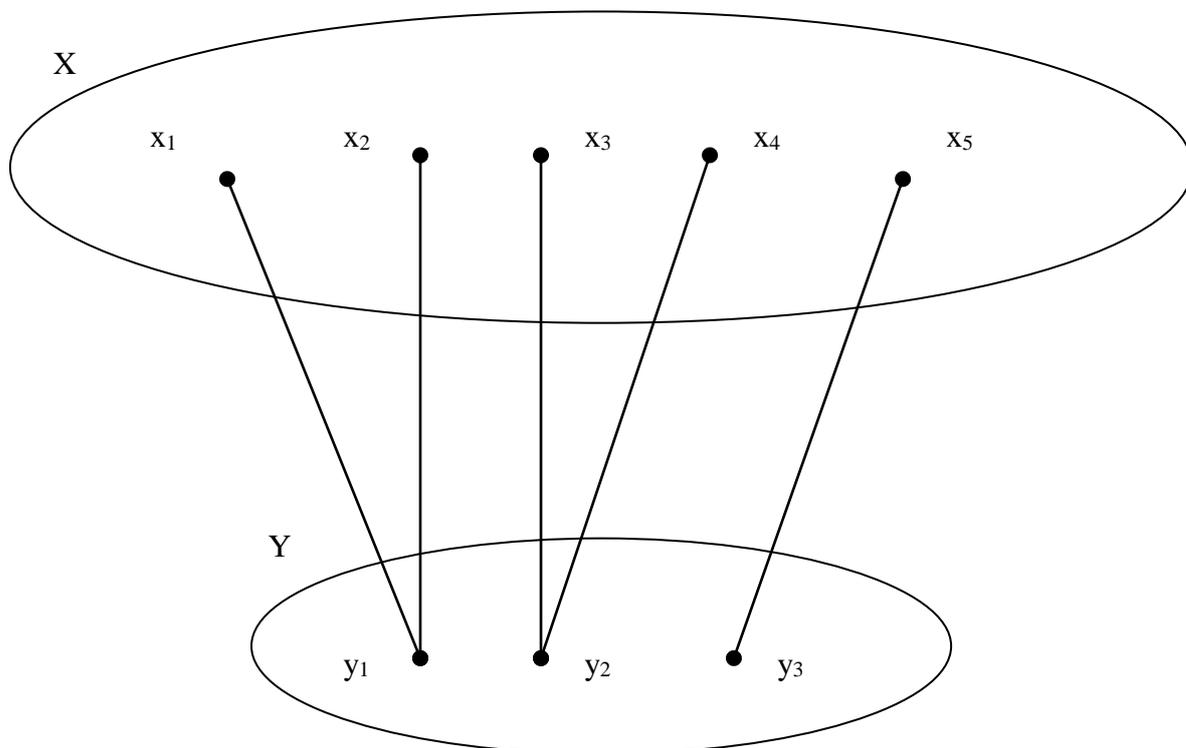


Рис. 1. Детерминированная связь альтернатив с исходами

Связь может иметь вероятностный характер, если выбор x определяет некоторую плотность распределения вероятностей на множестве Y . В этом случае выбор x_i уже не гарантирует наступление определенного исхода y_i , а сама задача принятия решения (ПР) называется задачей ПР в условиях риска

(рис. 2). Граф, представленный на рис. 2, является взвешенным, т.е. каждое ребро характеризуется значением P_{ij} – вероятностью наступления исхода y_j при выборе альтернативы x_i . Очевидно,

$$\forall i : \sum_j P_{ij} = 1. \quad (2)$$

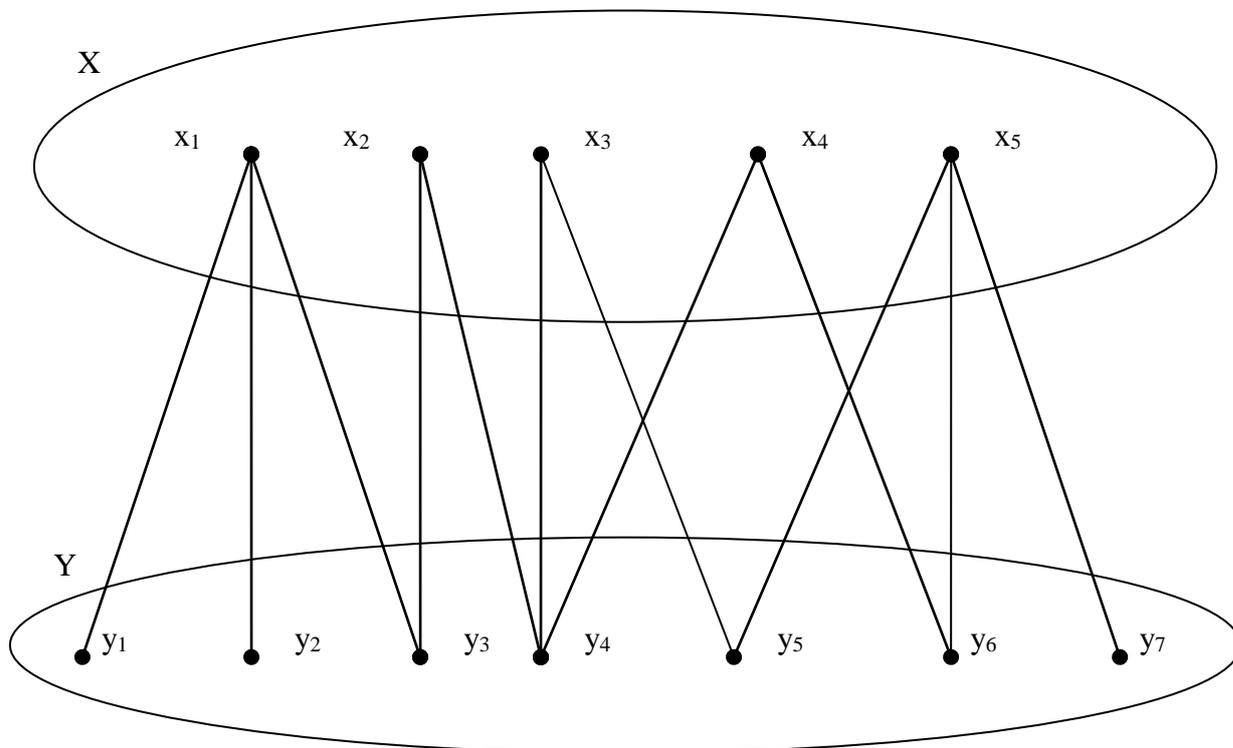


Рис. 2. Вероятностная связь альтернатив с исходами

Среди известных методов решения задач многокритериальной оптимизации можно отметить следующие [1, 2]:

- метод главного критерия;
- метод линейной свертки;
- метод максиминной свертки;
- метод приоритетов.

Для разработки математических методов оптимального управления поставками лесоматериалов в порт необходимо определить критерии оптимизации.

В качестве показателей функционирования сложной системы могут выступать следующие числовые характеристики: среднее время обслуживания заявки системой, средняя длина очереди на входе, среднее ожидание заявки в очереди, среднее количество занятых каналов обслуживания.

Набор критериев оптимизации J_i ($i = 1, 2, \dots, N$) должен в полной мере отражать цель и задачи функционирования порта. Это очень важно при определении параметров поставки лесоматериалов, как железнодорожным, так и автомобильным транспортом. Действительно, если какой-либо из критериев останется не учтенным, то это будет означать, что он не важен для исследования конкретной системы.

С точки зрения эффективности работы порта можно отметить следующие основные критерии:

- сокращение времени простоя транспортных средств в порту под технологическими операциями и в ожидании подачи на причал;
- равномерность распределения загрузки всех портовых мощностей;

- увеличение количества транспортных средств, обрабатываемых в течение суток;
- повышение интенсивности использования причалов и кранового оборудования;
- уменьшение количества ожидающих обслуживания транспортных средств на подходах к порту;
- снижение времени простоя судна на внутреннем рейде;
- сокращение продолжительности обработки судов.

Ежедневно главный диспетчер порта, на основании данных, полученных из информационно-справочной системы о грузопотоках, сообщает номенклатуру товаров, которые порт готов принять на следующие сутки. Используя данные из автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП) о грузовых поездах, вагонах и контейнерах, ожидающих обслуживания на подходах к порту, заместитель начальника припортовой станции по оперативной работе совместно с заместителем начальника железной дороги, примыкающей к порту, и главным диспетчером порта составляют график движения подвижного состава таким образом, чтобы максимально использовать возможности порта. Данная задача характеризуется большим числом критериев, которые необходимо учитывать при принятии решений. Многие критерии трудно формализуемы, и для их учета требуется привлечение специалистов, которые обладают достаточным опытом работы и способны принять участие в экспертной комиссии.

Список литературы

1. *Таха, Х. А.* Введение в исследование операций: [пер. с англ.] / Х. А. Таха. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
2. *Черноруцкий, И. Г.* Методы оптимизации. Компьютерные технологии / И. Г. Черноруцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 384 с.

RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE OF USING COMBINED TICKETS

Сухов А. А.

МГУПС (МИИТ), РФ, г. Москва

Transport plays an important part in the development of every country. It is impossible to imagine modern state without transport infrastructure. The transportation of passengers and cargoes is one of the most important country's needs, which determines its economic development. It is needed to provide passenger with transportation directly from one point to another in order to make his trip as comfortable as possible. However, this is impossible without the cooperation of different kinds of transport. The right of passage between two points with using various kinds of transport can be provided by the combined ticket.

Usually these tickets are offered by almost each airline such as Luftgansa or Finnair and also by large railway companies like RZD and Deutsche Bahn. The existence of combined tickets is the result of successful cooperation of transport companies controlling different kinds of transport.

So why do these systems exist? Why do transport companies and countries pay attention to the development of such systems?

Advantages of these systems should be considered from three points of view.

1) From the passenger's point of view:

A passenger chooses one or the other way to move basing on three factors:

- price – combined tickets practically always give passenger possibility to save money on transportation, because such ticket, as usual, costs cheaper than two tickets to different kinds of transport.
 - time – obviously, using of such systems gives passenger gain in time. First of all, he doesn't need to stay in queues after arriving, secondly, the time of transfer from one transport to another will be reduced to minimum.
 - quality – the transportation of passenger between two points is provided by one ticket to a few kinds of transport, what significantly eases the transportation of passengers from one point to another, and, as a result, increases comfort and quality of transportation.
- 2) From the transporter's point of view a benefit is obvious too. Using of such systems lets transporter plan arrival of rolling stock to destinations of passengers transfer from one kind of transport to another, to provide steadier workload of different kinds of transport.
- 3) From the government's point of view the introduction and the development of these technologies will be useful. The development of multimodal transportation of passengers will increase the mobility of passengers and, as a result, the quality of population's life. The increase of tourists attraction should be noticed too.

In Germany

The Rail&Fly system has been used in Germany for many years.

Rail&Fly lets passenger get to the place of departure of international flight easily and for the profitable price by train. In cooperation with Deutsche Bahn passenger can travel to all airports of Germany, provided by Lufthansa, by train.

In Japan

JR Pass (Japan Rail Pass) is a voucher which can be changed in any ticket office after arriving in Japan to limitless ticket. It lets passenger travel by intercity buses and trains in any directions and it saves a lot of money, especially if you plan dense trips.

Vouchers JR Pass can be bought only by foreigners and only out of the territory of Japan. It is some kind of a program of tourist's attraction increase.

In Great Britain

The tickets of Plusbus type are used in Great Britain. To your ticket for a train you can add a day ticket for public transport at the point of departure or at the point of arrival (except London). In general this ticket costs additional 2-3 pounds. The map of the operation and ticket's price can be found in the site of the company, which serves railway transportation.

Such tickets can be acquired at the box offices of all railway transport companies included into the Association of Train Operation Companies, for example, the National Express or the National Rail.

In Switzerland

It is profitable to buy Swiss Pass when you travel actively in Switzerland. With this ticket you can travel unlimitedly in the territory of Switzerland by trains, by buses of Postauto, by steamships, and by public transport in 37 cities. Also it works in panoramic trains, but you need to pay for the place separately. Moreover it gives discount for cableways and mountain trains (for example, the train and the cableway to Pilatus or Rigi), free visit of museums. The ticket can be bought at railway stations, at airports and online.

In Sweden

The highly effective system of railway transport, which provides travelling with comfort by contemporary trains, works in the territory of Sweden. The railway network is appended by bus routes, providing regular service with small towns and cities. The ticket to these buses can be bought with railway ticket through the service of Sweden railways SJ (only when you buys railway ticket in Sweden).

In Russia

The most comfortable way to reach Crimea is to use unified ticket, which is the successful alternative to the train from Moscow to Simferopol. Unified transport directory distributes unified tickets to Crimea.

Unified ticket to Crimea is the combined coupon which involves ground as well as water transport. Namely you pay for travelling by train, ferry and bus.

Passenger buys a ticket for a long-distance train from any station to Krasnodar or Anapa, and then he will be taken to the port "Caucasus" by bus. It will be a ferriage after that and travelling by bus to the destination. When you use unified ticket you can get to lovely cities or resorts – Feodosiya, Sudak, Yalta, Simferopol, Sevastopol, Eupatoriya, Kerch.

Coupon is formed when you are buying a ticket for the long-distance trains (to Anapa or Krasnodar) in box offices or in the site of RZD. If the ticket was bought earlier, the formation of coupon is finished 24 hours before the time of the arrival at the destination.

The introduction of the tickets like Plusbus can be considered. Such system can be introduced in large cities, which have developed transport system, for example, in Moscow. When buying a train ticket or plane ticket a passenger can acquire unlimited passage in all kinds of public transport over a certain period. Obviously, the cost of unlimited passage in a city must be included to the price of train or plane tickets. As a result, the introduction of such idea allows visitors using the services of public transport without buying a ticket after arrival, and as a result it will reduce queues to box offices of a public transport.

References

1. <https://www.bahn.de/p/view/index.shtml>
2. <http://www.jr.cyberstation.ne.jp/>
3. <http://www.rail.co.uk/>
4. <http://www.sbb.ch/en/home.html>
5. <https://www.sj.se/en/home.html#/>
6. <http://rzd.ru/>

СЕКЦИЯ №9.

**АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ГАЗОПРОВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-СЕРВИСОВ

Квятковская И.Ю., Субботин В.А.

ФГОУ ВО "АГТУ", г. Астрахань

ООО "Газпром трансгаз Самара", г. Самара

Развитие Интернет-технологий организации межпрограммного взаимодействия, таких как службы Web Services (далее - веб-сервисы), дает возможность организовать работу распределенных информационно-вычислительных систем, функционирующих на базе нескольких организаций, каждая из которых может выступать в роли провайдера или потребителя специализированных расчетно-аналитических услуг.

Веб-сервисы - это XML-приложения, осуществляющие связывание данных с программами, объектами, базами данных либо с производственными операциями целиком. Веб-сервисы определяют не только данные, но и порядок обработки и преобразования этих данных в форматы, используемые базовыми программными приложениями и обратно [1-3]. Веб-сервисы представляют собой оболочку, обеспечивающую стандартный способ взаимодействия с прикладными программными средами, такими как системы управления базами данных, приложения, созданные на платформе Microsoft .NET, системы планирования ресурсов предприятия и т.д. Веб-сервисы обеспечивают возможность интеграции нескольких различных приложений одного предприятия, а также объединения приложений, выполняемых различными организациями, в один производственный процесс.

В работе рассматривается возможность применения подхода с использованием веб-сервисов при создании распределенной автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП) ремонтно-восстановительных работ (РВР) на промышленных объектах, характеризующихся повышенным риском эксплуатации [4-6].

В состав методологического обеспечения АСТПП включены методы, которые обеспечивают формирование ремонтной программы производственного предприятия исходя из оценки показателей промышленных объектов. Порядок вывода объектов в ремонт определяется величиной относительного риска их эксплуатации, которая определяется экспертным путем с использованием метода анализа иерархий [7-9].

В рассматриваемой распределенной АСТПП целесообразно выделить определенный набор вычислительных задач, которые могут быть реализованы как услуги достаточно универсального характера, предоставляемые специализированными веб-сервисами технологического назначения. Так, организации, проводящие прикладные исследования в области технологий подготовки ремонтно-восстановительных работ на промышленных объектах, могут поддерживать в актуальном состоянии базу данных и алгоритмическое обеспечение специализированного веб-сервиса для расчета приоритетов объектов по выводу их в ремонт в соответствии с критериями минимизации эксплуатационного риска. Клиенты - потребители вычислительных услуг в этом случае автоматически получают наиболее достоверные результаты благодаря постоянному доступу к наиболее отработанным функциональным информационно-вычислительным возможностям, находящимся в состоянии непрерывного развития и накопления экспертной информации.

В течение ряда лет авторами АСТПП РВР велась работа по созданию программного обеспечения по оценке технического состояния промышленных объектов и оценке относительного риска их эксплуатации с помощью среды разработки Microsoft Visual FoxPro. Несмотря на то, что технологии веб-сервисов гораздо проще интегрировать в системы, созданные с помощью платформы Microsoft .NET, наличие значительного объема существующих пакетов прикладных программ, разработанных с помощью Visual FoxPro, определило выбор способа повторного использования функциональных возможностей этих автономных программ для создания распределенных информационно-вычислительных систем на основе веб-сервисов. Способы создания, публикации и использования веб-сервиса для программного обеспечения, разработанного с помощью Visual FoxPro. При создании веб-сервиса используется также пакет SOAP Toolkit.

В качестве примера рассмотрим процесс создания веб-сервиса по анализу приоритетов промышленных объектов с помощью метода анализа иерархий. Приоритеты по выводу объектов в ремонт определяются таким образом, чтобы в условиях существующих ограничений обеспечить минимизацию риска эксплуатации системы промышленных объектов. Ранжирование объектов по степени эксплуатационного риска производится на основании их попарных сравнений по системе критериев и анализа результатов сравнения с помощью разработанной экспертами доминантной иерархии. Наиболее высокие приоритеты объектов соответствуют таким сочетаниям показателей, которые связаны с высокой вероятностью аварии и тяжестью ее последствий. Необходимость разделения ответственности и проведения границ между провайдером и потребителем услуг веб-сервиса связана с тем, что задачи формирования и совершенствования доминантной иерархии, ведения системы критериев, расчет приоритетов самих критериев по их влиянию на цель требуют экспертной квалификации и выполняются научно-исследовательской организацией, а ввод показателей объектов и окончательная обработка результатов (виды работ, не требующие привлечения эксперта) выполняются на производственном предприятии, эксплуатирующем данную систему объектов.

Основными этапами разработки веб-сервиса с помощью Visual FoxPro и SOAP Toolkit являются: проектирование алгоритмического и программного обеспечения веб-сервиса; компиляция программы как многопоточного и многопользовательского COM-сервера (DLL-библиотеки) и регистрация его в системном реестре; преобразование DLL-библиотеки в службу Web Service - создание WSDL- и WSML-файлов и публикация веб-сервиса на сервере; регистрация веб-сервиса для обеспечения доступа потребителя к его услугам; тестирование веб-сервиса. Все вышеописанные действия составляют часть процесса разработки и проверки веб-сервиса на инструментальной машине. Развертывание веб-сервиса на эксплуатационном сервере требует, помимо создания компонентов веб-сервиса, формирования автоматизированного инсталляционного пакета для корректной установки компонентов на сервере; установки на том же сервере пакета SOAP Toolkit для обеспечения взаимодействия веб-сервиса и потребителя с использованием протокола SOAP; настройки компонентов веб-сервиса и сервера, тестирования рабочего развертывания веб-сервиса.

Список литературы

1. Томас Д., Хэнссон Д.Х. Гибкая разработка вебприложений в среде Rails. - СПб.: Питер, 2008. - 715 с.
2. Крюков А.П., Демичев А.П., Поляков С.П. Веб-платформы для научных исследований. –

- Программирование. 2016, № 3, с. 12-30.
3. Кошкарев А.В., Медведев А.А., Вишняков Ю.С. и др. Виртуальная ГИС-лаборатория как инструмент анализа пространственных данных. - Труды Института системного программирования РАН, 2012, т. 23, с. 245-256.
 4. Махутов Н.А., Пермяков В.Н., Ахметханов Р.С. и др. Анализ рисков и обеспечение защищенности критически важных объектов нефтегазохимического комплекса. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. - 559 с.
 5. Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Земцов С.П. и др. Система оценки рисков при техническом регулировании. - М.: Изд-во ОВЛ, 2006. - 96 с.
 6. Егоров А. Ф., Савицкая Т. В. Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических и производств. - М. : КолосС, 2010. - 526 с.
 7. Колотиллов Ю.В., Решетников А.Д., Короленок А.М. и др. Экспертная система мониторинга линейной части магистральных газопроводов. - М.: Известия, 2009. - 445 с.
 8. Колотиллов Ю.В., Решетников А.Д., Воеводин И.Г. и др. Аналитическое планирование ремонта магистральных газопроводов в информационной среде. - М.: Известия, 2009. - 464 с.
 9. Колотиллов Ю.В., Решетников А.Д., Воеводин И.Г. и др. Функционально-технологический мониторинг системы обслуживания и ремонта газопроводов. - М.: Известия, 2009. - 512 с.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИМЕНЕНИЕМ САМОВОССТАНОВЛИВАЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

Могушков Р.Т., Скориков Р.Е., Рыжкин И.А.

ЮРГПУ (НПИ) им. М. И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

Одним из наиболее сложных вопросов в строительстве является долговечность конструкций. Бетон – прочный и относительно недорогой строительный материал, поэтому в настоящее время он является одним из наиболее часто используемых продуктов по всему миру. Тем не менее, бетон имеет свои недостатки, в частности растрескивание поверхностного слоя.

Возникновение трещин в железобетонных конструкциях вызывает коррозию арматуры и приводит к быстрому износу всего сооружения. Коррозия стальной арматуры требует дорогостоящей процедуры ремонта для предотвращения преждевременного выхода из строя конструкций. Хотя на этапе строительства проводится ряд профилактических мер, проблема коррозии возникает очень часто. Основной причиной разрушения арматуры является попадание в образовавшиеся трещины воды, кислорода, хлорида и других агрессивных веществ [1].

В данной статье описан новый метод применения биохимического вещества, которое при внедрении в бетонную смесь придает ей свойства самовосстановления.

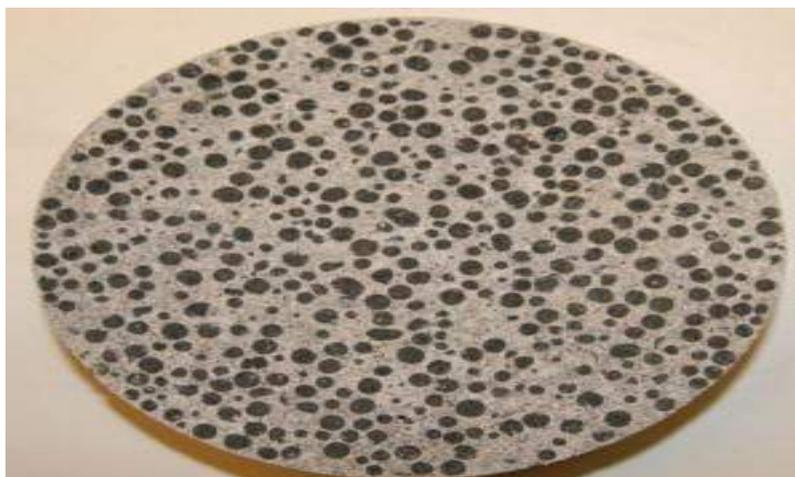


Рисунок 1. Внешний вид био-бетона

В процессе изготовления в бетон добавляются специальные капсулы с лактатом кальция и бактериями. После возникновения в конструкции трещин, бактерии «оживают» и в процессе жизнедеятельности соединяют кальций с ионами углерода. В результате образуется кальцит, который постепенно заполняет трещину.

В качестве активных микроорганизмов используются палочковидные бактерии. Они комфортно чувствуют себя в щелочной среде и создают споры, которые в течение многих лет могут оставаться живыми без доступа кислорода и питания. При попадании в трещину конструкции влаги бактерии активизируются, а после устранения дефекта в конструкции, снова «засыпают» до возникновения новых трещин.

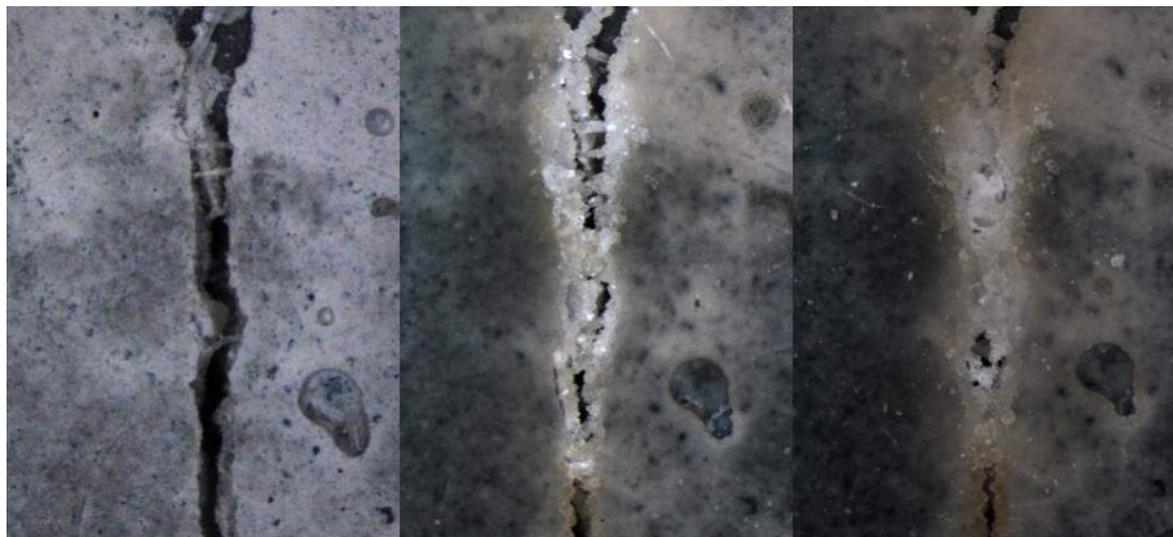


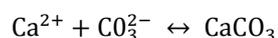
Рисунок 2. Восстановление трещин

Процесс самовосстановления можно описать следующим образом:

1) Гидроксид кальция является продуктом реакции гидратации бетона. Гидроксид кальция в области трещины растворяется в воде и выпадет в осадок на поверхности трещины:



2) Вода, содержащая углекислый газ попадает в трещину. Далее следует реакция образования карбоната кальция:



В некоторых конструкциях образование трещин является недопустимым, например, в резервуарах с жидкостями. Самовосстанавливающийся бетон может предотвратить протекание через щели [2].

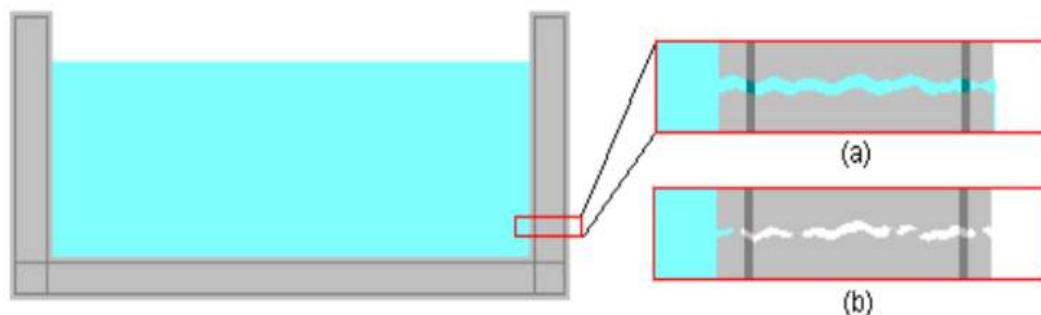


Рисунок 3. Утечка в бетонном резервуаре (а), и закрытие трещины через некоторое время (b)

Механические характеристики биологического бетона не отличаются от обычного.

Данный вид бетона можно применять в строительстве подводных и подземных сооружений, складов с радиоактивными отходами и других объектов, доступ к которым затруднен или небезопасен.

Применение био-бетона может быть востребовано в сейсмически опасных районах, где восстановление зданий часто требует значительных расходов.

По статистике, около 5% выбросов двуокси углерода приходится на изготовление бетона. Продление срока службы конструкций с его применением позволит снизить вред, наносимый экологии.

Самовосстанавливающийся бетон сможет значительно увеличить сроки службы конструкций, а также снизить расходы по их ремонту, благодаря этому в будущем био-бетон может получить широкое применение.

Список литературы

1. Земсков С, Джонкерс Х.М., Вермхолен Ф.Д. Математическая модель для бактериального восстановления бетона. Бат, Великобритания, 2011 – 27 с.
2. Хайде Н, Бреугел К. Восстановление ранних трещин в бетоне. Берлин, Германия. 2006 – 273 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ ПРИ ЛИНЕЙНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Пенкин А. Н., Горчаков А.О., Мурсалова Д.Р.

СКФУ, РФ, г. Ставрополь

В настоящее время закономерности малоциклового разрушения материалов при линейном напряженном состоянии достаточно хорошо изучены, особенно для жесткого режима нагружения. На основании большого объема экспериментальных данных для жесткого режима малоциклового нагружения установлено уравнение Коффина-Мэнеона. При мягком режиме нагружения стабильных и разупрочняющихся материалов этого уравнения, как правило, недостаточно, так как в процессе деформирования происходит одностороннее накопление пластических деформаций, особенно при асимметричном нагружении. Кроме того, для разупрочняющихся материалов петля пластического гистерезиса часто не обладает стабильностью. В зависимости от режима нагружения и типа материала разрушение может быть: усталостным, квазистатическим или промежуточным. Усталостное разрушение

происходит вследствие образования и развития усталостной трещины и имеет место в случае жесткого режима нагружения всех трех типов материалов или мягкого нагружения разупрочняющихся материалов. Квазистатическое разрушение, точнее потеря несущей способности, происходит вследствие локализации пластических деформаций в виде шейки с последующим дорывом. Промежуточное разрушение предполагает одновременную локализацию пластических деформаций и возникновение усталостной трещины.

Экспериментальные исследования проводились на серийной испытательной машине УМЭ-10, позволяющей испытывать образцы в условиях линейного напряженного состояния как при постоянной нагрузке, так и в условиях малоциклового нагружения (растяжение-сжатие) с любым коэффициентом асимметрии цикла с частотой от 0,01 до 12 циклов в минуту, кроме того, данная установка позволяет проводить испытания при мягком и жестком режимах нагружения, при этом уровень нагрузки или деформации поддерживается автоматически. Для измерения продольных деформаций при линейном напряженном состоянии использовался тензометр, входящий в комплект испытательной машины. В процессе испытаний проводилась непрерывная запись диаграмм деформирования (петель пластического гистерезиса) на двухкоординатном самописце ЛКД-004. В качестве материала для исследований принята широко применяемая в промышленности сталь 45. Размеры рабочей части образца назначались исходя из требований обеспечения плоского однородного напряженного состояния в стенке образца. Допуск на разностенность по длине и диаметру рабочей части образца составлял 0,02 мм. Образцы изготавливались из круглых прутков одной плавки. Перед чистовой механической обработкой заготовки подвергались нормализации (нагрев до 850°C, выдержка 1,5 часа и охлаждение на воздухе), обеспечивающей стабильность структуры в процессе испытаний. Измерение наружного диаметра образцов производилось микрометром в четырех сечениях по длине рабочей части и в двух перпендикулярных направлениях в каждом сечении. Измерение толщины стенки производилось в четырех сечениях по длине рабочей части и в четырех взаимно перпендикулярных направлениях в каждом сечении. При постановке образца на испытательную машину каждый образец центрировался в захватах установки с помощью тензометров Гугенберга в четырех перпендикулярных направлениях срединного сечения рабочей части образца. При этом добивались такого положения образца в захватах машины, при котором погрешность распределения нагрузки по рабочей части не превышало 0,5%. При линейном напряженном состоянии большинство образцов разрушалось в пределах рабочей части, однако были и такие образцы, разрушение которых происходило в зоне перехода от рабочей части к головкам. Подобные образцы были исключены из дальнейшего рассмотрения. Для построения кривой усталости были проведены эксперименты на малоцикловую усталость при жестком режиме нагружения, с коэффициентом асимметрии по деформациям равным - 1,1. На рис. 1 показаны экспериментальные точки, по которым построена с помощью стандартной программы статистической обработки экспериментальных данных соответствующая кривая в координатах

$$\lg(\Delta E^{(P)}) - \lg N_p.$$

Причем долговечности N определялись в момент падения нагрузки на 50%. Эксперименты, проведенные на этом же материале при мягком режиме нагружения и симметричном цикле ($R_\sigma = -1.0$) изменения нагрузки показали, что данная сталь 45 является циклически разупрочняющимся материалом. Как известно, у таких материалов при мягком режиме нагружения кроме возникновения петель пластического гистерезиса происходит одностороннее накопление пластических деформаций. Однако указанное разупрочнение для данного материала выражено слабо. На участке стабилизации ширина петли незначительно увеличивается. С учетом вышесказанного при построении графика зависимости ширины

петли пластического гистерезиса $\Delta E^{(P)}$ от числа циклов до разрушения N_p принимается средняя величина $\Delta E^{(P)}$, отвечающая примерно 50% долговечности.

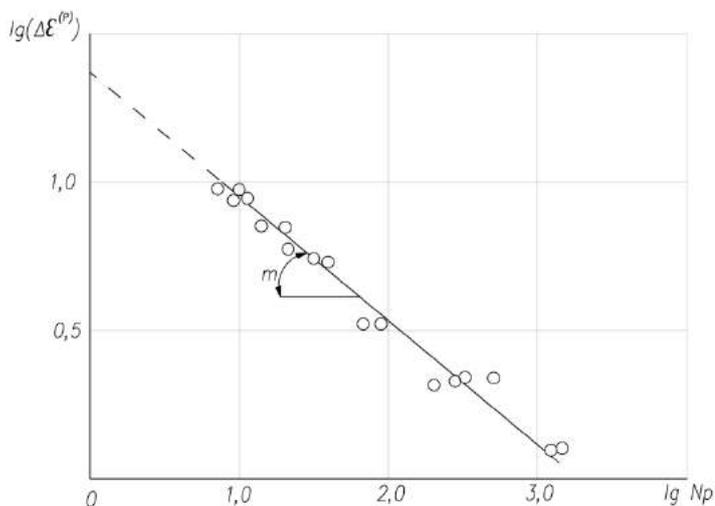


Рисунок 1 – Кривая усталости при жестком нагружении

На рис. 2 показано изменение величины односторонне накопленной пластической деформации за один цикл в процессе нагружения. Начиная с первых циклов, накопленная пластическая деформация уменьшается, а перед самым разрушением резко возрастает. В дальнейшем используется осредненная величина односторонне накопленной пластической деформации за один цикл, которая также соответствует примерно 50% долговечности образца. На рис. 3 приведены кривые малоциклового усталости при мягком режиме нагружения для различных значений коэффициента асимметрии.

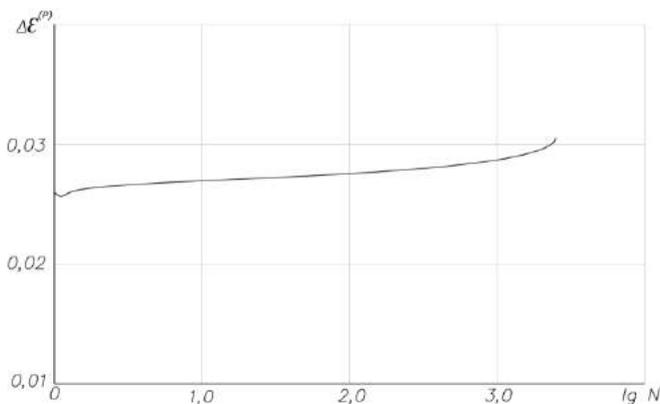


Рисунок 2 – Изменение ширины петли пластического гистерезиса

Как уже отмечалось ранее, мягкое нагружение разупрочняющейся стали 45 при $R_\sigma = -1,0$ сопровождается некоторым односторонним накоплением пластических деформаций. При асимметричном нагружении процесс одностороннего накопления пластических деформаций происходит более интенсивно. Так например, если при коэффициенте асимметрии $R_\sigma = -1,0$ односторонне накопленная пластическая деформация за один цикл δ составляет примерно тридцатую часть ширины петли пластического гистерезиса, то при $R_\sigma = -0,5$ величина δ составляет пятую часть ширины петли пластического гистерезиса. Односторонне накопленная пластическая деформация не обнаружена при $R_\sigma = -1,035$.

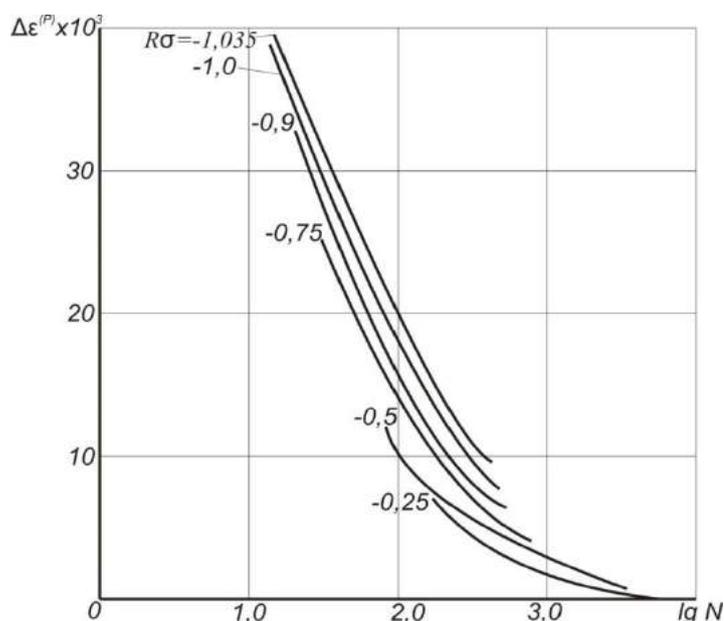


Рисунок 3.1 – График зависимости $\Delta\varepsilon(P)$ от N_p при различных значениях R_σ

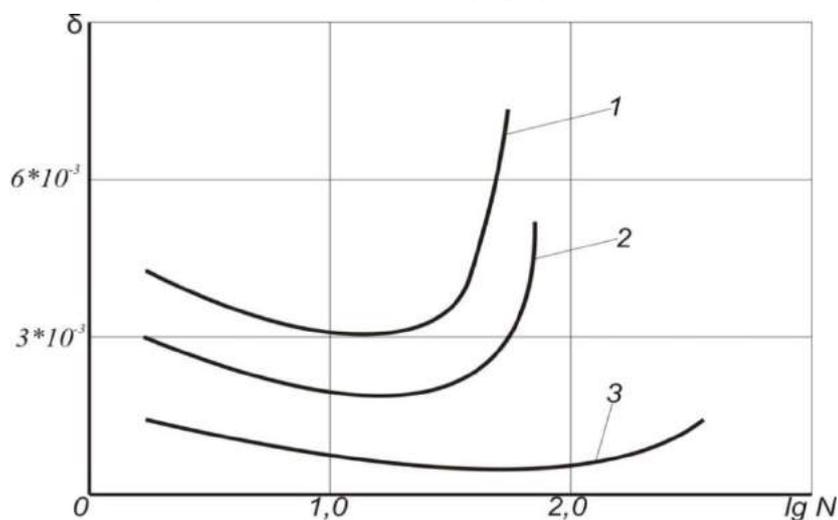


Рисунок 3.2 – Изменение величины односторонне накопленной пластической деформации (1- $R_\sigma=0,75$, 2- $R_\sigma=1$; 3- $R_\sigma=0,5$)

Из рис. 3.2 видно, что наибольшее накопление пластических деформаций за один цикл происходит при значении коэффициента асимметрии равном $-0,75$.

На рис. 3.2 представлены кривые зависимости величины односторонне накопленных пластических деформаций за один цикл от числа циклов до разрушения при различных значениях коэффициента R_σ , причем кривые имеют одинаковый вид, но с увеличением R_σ сдвигаются в область больших долговечностей.

Экспериментально установлено, что процесс одностороннего накопления пластических деформаций зависит от уровня максимальных напряжений и от коэффициента асимметрии R_σ , причем эту зависимость (рис. 3.2) можно представить в виде произведения двух функций:

$$\delta = \alpha(R_\sigma)\beta(\sigma_{max}) \quad (1)$$

На основании опытных данных график изменения функции $\beta(\sigma_{max})$ может быть описан степенным уравнением:

$$\beta(\sigma_{max}) = \sigma_{max}^\alpha, \quad (2)$$

где α - постоянная, для данного материала $\alpha = 13,4304$, представленная на рис. 3.2 может быть описана уравнением параболы:

$$\alpha(R_\sigma) = bR_\sigma^2 + cR_\sigma + d, \quad (3)$$

где $b=-23,21$; $c=-34,82$; $d=-11,24$.

Предложенная эмпирическая зависимость (1) позволяет рассчитывать односторонне накопленную пластическую деформацию за один цикл при известных значениях максимального напряжения цикла и коэффициента асимметрии приложения нагрузки.

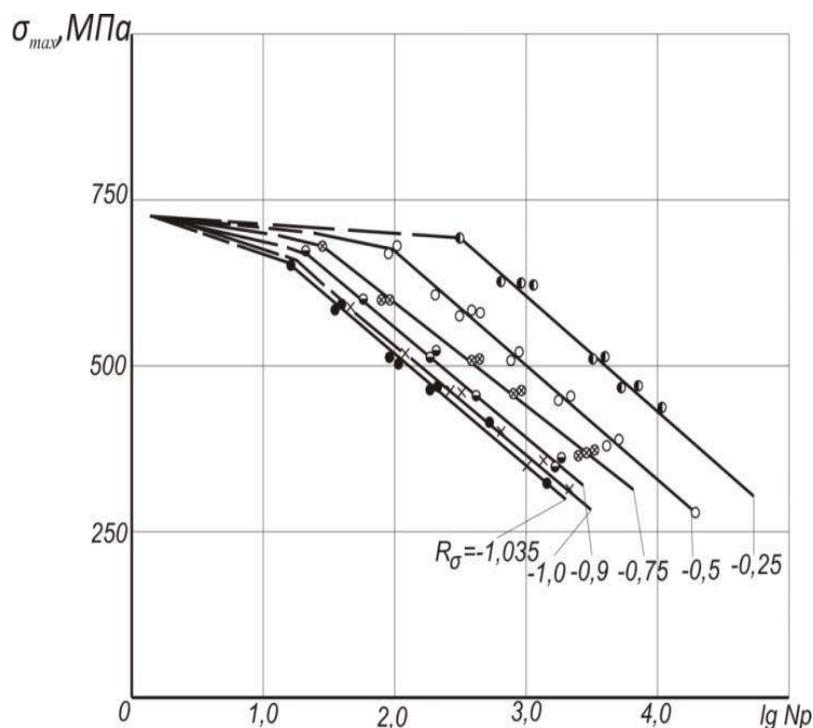


Рисунок 4 – Кривые малоциклового усталости при мягком режиме нагружения

Известно, что одностороннее накопление пластических деформации отсутствует при жестком режиме нагружения всех трех типов материалов упрочняющихся, стабильных, разупрочняющихся, а также при мягком режиме упрочняющихся материалов. Однако механизмы деформирования и разрушения при жестком и мягком режимах нагружения сильно отличаются друг от друга. Поэтому для определения зависимости ширины петли пластического гистерезиса от числа циклов до разрушения в отсутствие одностороннего накопления пластических деформации была проведена серия опытов при ряде значений коэффициента асимметрии $R_\sigma < -1,0$. Эти эксперименты показали, что одностороннее накопление пластических деформации отсутствует при $R_\sigma = -1,035$ (рис. 5). При $R_\sigma < -1,035$ происходит одностороннее накопление пластических деформаций в сторону сжатия с последующей потерей устойчивости равномерного деформирования. При $R_\sigma > -1,035$ происходит одностороннее накопление пластических деформаций в сторону растяжения.

В итоге проведенных экспериментальных исследований малоциклового усталости образцов стали 45 установлено, что одностороннего накопления деформаций для циклически нестабильной стали при мягком режиме нагружения можно избежать или свести её к минимуму при определенном коэффициенте асимметрии цикла. В данном случае при $R = -1,035$.

Список литературы

1. Коффин: Л.Ф. Исследование термической усталости применительно к компенсационной усталости высокотемпературных трубопроводов - в КН. Жаропрочные сплавы при изменяющихся температурах и напряжениях М.; Л.: Госэнергостандарт, 1960, с 259-279.
2. Павлов П.А. Основы инженерных расчетов элементов на усталости длительную прочность. – Л.: Машиностроение, 1988. с. 252.
3. Пенкин А.Н. Построение диаграмм циклического деформирования при расчетах на малоцикловую усталость в условиях сложного напряженного состояния. – М: Машиностроение, 1989, с. 11-14.

КРОВЛЯ ИЗ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Сапрыгина Ю.В., Заморов А.А., Ковалёв А.В., Потехин А.А.

ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

Сейчас строительство очень активно развивается. Об этом свидетельствует реализация необычных и сложных проектов. Например, центр молекулярных исследований в Мельбурне – здание выглядит как огромная разноцветная молекула или небоскреб Сауан Tower в Дубаи высотой 300 м. – самое массивное изгибающееся здание, чьи верхние этажи повернуты на 90⁰ по отношению к основанию. Вместе с ростом технологических новшеств, человечество стало уделять большое внимание окружающей среде. Вследствие чего стали появляться мусороперерабатывающие комбинаты, а при изготовлении строительных материалов стали применяться по возможности экологически чистые вещества, которые не причиняют вреда окружающей среде.

Одной из таких экологических новинок является резиновая черепица. Примерно 75% резиновой черепицы составляет резина, полученная при помощи повторной переработки старых автомобильных покрышек. До недавнего времени, эти самые покрышки являлись фактически обузой многих городов, поскольку они не только портили вид и загрязняли окружающую среду, но еще были бесполезным хламом, который складировался в специально отведенных местах. Теперь же этот самый хлам стал главной составляющей частью резиновой черепицы, в которой помимо резины с покрышек также добавляют различные добавки, улучшающие качество готовой черепицы. Такая синтетическая черепица является экологически чистой и не приносит вред окружающей среде, напротив, она позволяет ликвидировать залежи старых покрышек. Новая черепица представляет собой резиновые плитки (рисунки 1).



Рисунок 1. Резиновая черепица

Ее создание довольно трудный процесс, сначала удаляется корд, затем сам протектор делится на части. Полученные куски проходят тщательную полировку, выравниваются и их покрывают древесной мукой либо шиферной пудрой. На конечном этапе производства материал проходит термическую обработку.

Чтобы симитировать фактуру черепицы, резиновые куски разогревают в специальных формах. В основном черепица из резины имитирует шифер, древесину и бетон, также в состав добавляют краску и добиваются различных цветовых гамм.

Благодаря фиксатору, расположенному на каждой плитке, черепицу легко соединять, что обеспечивает простой и быстрый монтаж кровельного материала. Рекомендуемый уклон крыши для использования этого материала - не меньше 10 градусов (при этом в заснеженных районах, чтобы не скапливалось много снега, желателен уклон от 25 градусов).

Сырье, из которого производится кровельный материал, очень влияет на его характеристики. Какие преимущества у материала из автомобильных покрышек?

- Прочность – это качество получилось само собой, ведь резина имеет способность растягиваться и сжиматься.
- Долговечность – без потери первоначальных качеств резиновая черепица простоит 50 лет, но на самом деле эксплуатационный период намного длиннее. На ней не образуются трещины, сколы, гниль. Она не подвержена коррозии.
- Устойчивость к погодным условиям – мороз и палящее солнце не испортят кровли, выдерживает она ветер, сильные дожди и даже град. Плитки резиновой черепицы со временем не потеряют свой цвет и форму, потому что она практически не деформируется.
- Легкость монтажа – материал небольшого веса с ним просто работать, к тому же сама кровельная конструкция не утяжеляется, не давит на стены и фундамент дома. Такая черепица способна выдерживать вес человека, что тоже упрощает монтаж.
- Экологичность – такая черепица не выделяет опасных веществ и не вредит здоровью, единственный минус – запах резины, который несколько дней будет выветриваться.

- Многообразие цветов и фактур. Кровельный материал продается в достаточном ассортименте, чтобы создать самую оригинальную крышу.
- Пожаробезопасность.
- Резиновая кровля не гремит во время грозы и града, а значит, в доме не будут нарушены тишина и покой.
- Производство резиночерепицы способствует очищению окружающей среды и благоприятно влияет на экологию.
- Простой ремонт – при необходимости можно заменить один элемент, не разбирая всю кровлю.

Из минусов можно добавить, что под воздействием погодных условий и времени поверхность кровли может расширяться и сокращаться. В результате этого резиновая черепица может получить порезы или разрывы или даже отпасть. И сразу после установки владельцев здания может беспокоить неприятный запах, который выветрится через 10 дней.

Рассмотрим подробнее происхождение и марки резиновой черепицы.

EUROSHIELD появилась на американском кровельном рынке с 2000 года и представляет черепицу, созданную из старых автомобильных шин. Компания EUROSHIELD использует для производства черепицы более 75 процентов вторичного сырья. На рынке Америки продается под брендом EuroTile.

На рынок компания EUROSHIELD вывела три марки синтетической черепицы EuroTile: EuroSlate, EuroTile, EuroShake. Продукция компании тестирована на стойкость к воздействию огня и отвечает классу С пожаростойкости. Черепица EuroTile не трескается и стойка к воздействию сильного ветра. Выдерживает вес человека на кровле. Цветовые оттенки сохраняются на весь период эксплуатации и лишь слабо выгорают с течением времени.

Компания EUROSHIELD представляет пятидесятилетнюю гарантию на замену материала в случае обнаружения производственных дефектов, которые приводят к нарушению гидроизоляции.

1. Марка EuroSlate черепицы EuroTile EUROSHIELD. Имитация под битумную черепицу. Для изготовления кровельного покрытия одного дома утилизируется более восьмисот автомобильных шин. Новинка 2009 года, повторяет стиль и красоту отделки сланца на кровле. Создает подобие стиля сланца по уменьшенным ценам. Вес резиновой черепицы подобен весу битумной черепицы, но с отсутствием структурных проблем материала. По сравнению с еврошифером не проваливается под весом человека.



Рисунок 2. Резиновая черепица с имитацией битумной черепицы

2. Марка EUROTILE EUROSIELD. Имитация под сланцевую кровлю. Синтетический аналог цементно-песчаной черепицы марка EuroSlate черепицы EuroTile EUROSHIRLD, но с более легким весом и синим оттенком. Черепица производится с 1999 года и установлена на многих домах США, Канады и стран Северной Америки. Простая в монтаже.



Рисунок 3. Резиновая черепица с имитацией битумной черепицы

3. Марка EUROSHAKE Heritage и EUROSHAKE Contemporary черепицы EuroTile EUROSIELD. Имитация под деревянную кровлю. Резиновая черепица в этом случае повторяет в своем исполнении деревянную кровлю, но, не создавая проблем с возможной быстрой порчей. Имеет низкий вес и стойка к гниению, появления трещин, потере цвета. Изготавливается в двух видах Heritage и Contemporary. Вид Heritage создает на поверхности грубую и волнистую текстуру. Вид Contemporary полностью повторяет отделку текстуры древесины.



Рисунок 4. Резиновая черепица с имитацией деревянной кровли

Резиновая черепица имеет немало положительных сторон, чтобы рассмотреть её как недорогой и практичный вариант. К тому же такая кровля не требует бережного отношения, даже в жестких условиях не образуются сколы и трещины. Но с другой стороны, ещё очень мало информации по исследованию резиновой черепицы и её эксплуатации в России.

Список литературы

1. Демьянова В.С., Гусев А.Д., Денисова Н.А. Гибкая строительная черепица из изношенных автомобильных шин. Научная статья. - Пензенский государственный университет строительства и архитектуры, 2014.
2. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76

ЭНЕРГОАКТИВНЫЕ ДОМА КАК СПОСОБ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ

Сапрыгина Ю.В., Заморов А.А., Ковалёв А.В., Потехин А.А.

ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

В России один из самых больших в мире технический потенциал повышения энергетической эффективности – более 40% от уровня потребления энергии в стране. Использование этого резерва возможно только за счет комплексной политики.

Как показывают результаты прогнозирования энергетических перспектив развития общества, наиболее выигрышны сегодня два пути повышения энергоэффективности объектов строительства:

1. экономия энергии (снижение энергопотребления и энергопотерь, в том числе утилизация энергетически ценных отходов);
2. привлечением возобновляемых природных источников энергии.

Мероприятия, соответствующие преимущественной ориентации на один из этих путей, имеют принципиальные отличия и позволяют выделить два класса энергоэффективных зданий. Первый класс – здания, использующие энергию природной среды. Второй класс - здания, не использующие энергию природной среды.

Энергоэкономичные здания - не применяют альтернативные источники или энергию природной среды, обеспечивают снижение энергопотребления, в основном за счет усовершенствования систем их инженерного обеспечения (как наиболее "энергоемких" составляющих энергетического "каркаса" здания), конструктивных элементов, определяющих характер и интенсивность энергообмена с внешней средой (наружных ограждений, окон и т.п.). Актуальна и оптимизация архитектурных решений (повышение компактности объемов, сокращение площади остекления, использование градостроительных приемов и архитектурных форм, нивелирующих отрицательные воздействия природно- антропогенных факторов внешней среды - ветра, солнца и т.п.), направленная на сокращение потерь в энергетике.

Энергоактивные здания - ориентированы на эффективное использование энергетического потенциала внешней среды (природно-климатических факторов внешней среды) в целях частичного или полного (автономного) энергообеспечения посредством комплекса мероприятий, основанных на применении объемно-планировочных, ландшафтно- градостроительных, инженерно-технических,

конструктивных средств, которые предполагают ориентированность пространств, архитектурных форм и технических систем на энергетические источники внешней среды (солнце, ветер, грунт и др.).

В данной статье будет рассказано об энергоактивных зданиях.

Идея этаких зданий явилась результатом поиска путей наиболее экономичных средств энергоснабжения объектов строительства. Эта цель достигается за счет возможности производства энергии непосредственно на объекте, сулящей перспективу полного отказа от устройства дорогостоящих и ненадежных в эксплуатации внешних инженерных сетей (тепло-, электросетей, сетей горячего водоснабжения).

При транспортировке любого вида энергии происходят большие ее потери. Отказ от устройства подводящих сетей позволяет исключить эти потери. Суммарная величина этих и других возможных экономических "выигрышей", соотнесенная со стоимостью необходимых для их получения мероприятий и средств, определяет в итоге целесообразную степень энергоактивности проектируемого здания. В современных экономических и технических условиях, как показывает практика, далеко не всегда экономически оправдано полное замещение традиционных энергоносителей возобновляемыми. В ряде случаев это объясняется невысоким коэффициентом полезного действия имеющихся сегодня технологических средств утилизации энергии природной среды при довольно значительной их стоимости. Разнообразные комбинированные схемы энергоснабжения, которые сочетают использование традиционных и одного (или нескольких) видов альтернативных средств, являются наиболее целесообразными.

Таким образом, мощность и доступность имеющихся на месте строительства природных и других энергетических ресурсов, характер, производительность и стоимость средств их использования определяют целесообразную степень энергоактивности объекта. По этому признаку различают здания:

- с малой энергоактивностью (замещение до 10% энергопоступлений);
- средней энергоактивностью (замещение 10 - 60%);
- высокой энергоактивностью (замещение более 60%);
- энергетически автономные (замещение 100%);
- с избыточной энергоактивностью (энергопоступления от природных источников превышают потребности здания и позволяют передавать излишки энергии другим потребителям).

Экспериментальное строительство 1970 - 1980-х годов показало, что экономически эффективными (по соотношению цена/ производительность), а следовательно, наиболее популярными сегодня и на видимую перспективу стали здания со средней энергоактивностью, в которых энергией возобновляемых природных источников обеспечивается от 40% до 60% общей потребности.

При проектировании зданий, использующих энергию природной среды, наиболее важной проблемой является поиск путей и средств эффективного управления процессами распределения энергетических (воздушных, тепловых, световых и др.) потоков с целью поддержания оптимальных микроклиматических параметров помещений в условиях циклических (суточных, сезонных) и периодических (облачность, осадки) изменений параметров внешней среды. При этом ключевое значение имеет решение трех задач:

1. как собрать энергию (как получить необходимое количество энергии, учитывая ее определенную рассеянность во внешней среде, т.е. компенсировать недостаточную мощность естественных энергетических потоков);
2. как хранить (аккумулировать) собранную энергию (как компенсировать характерное несовпадение во времени периодов и суточно-сезонную неравномерность поступления и потребления энергии);

3. как распределять энергию (как обеспечить регулируемое распределение энергии в здании для обеспечения требующихся в данный момент и в данное время функционально-технологических и микроклиматических параметров его элементов).

Существует два принципиально отличных подхода к организации среды обитания человека - техноцентрический и экологический. Они определяют две группы средств для решения указанных задач, обуславливая, как показывает практика, совершенно разные качества получаемых в результате архитектурно-градостроительных, конструктивных и инженерно-технических решений.

1. Техноцентрический или традиционный подход, рассматривающий здание как внутренне замкнутую систему, предполагает приоритетность задач по усилению изоляционных свойств ограждений и выражается использованием, преимущественно, инженерно-технических, или активных, средств повышения энергоэффективности здания, и в частности, использования природных источников энергии: сбор, хранение и распределение энергии осуществляется с помощью специальных систем технического оборудования, которыми оснащаются здания, а также других инженерных объектов, что предполагает "принудительный" характер протекания энергетических процессов, обеспечивающий возможность получения большого количества высококонцентрированной энергии. Однако, при этом инженерно-технические средства не только "дают", но и "берут": помимо довольно высокой себестоимости, они требуют расходов на содержание, технической осведомленности пользователя и квалифицированного обслуживающего персонала, что в сумме ограничивает область их экономически эффективного применения крупными общественными зданиями и промышленными объектами с высокой и избыточной энергоактивностью.

2. Экологический подход к проектированию энергоэффективных (и в частности, энергоактивных) зданий, рассматривая здание как изначально тесно взаимосвязанный с внешней средой организм и следуя логике природных явлений, ставит целью решение энергетических задач на основе целенаправленной организации особой материально-пространственной среды, обеспечивающей регулируемое, но естественное протекание требующихся энергетических процессов: само здание, его конструкции и пространства, объекты окружающей среды выполняют роль энергетической установки. Таким образом, приоритетное значение приобретают задачи по организации эффективных естественных обменных процессов внутри объема здания и с внешней средой, (в т.ч. в целях использования энергии природной среды), решаемые, преимущественно, ландшафтно-градостроительными, объемно-планировочными и конструктивными, или пассивными, средствами; технические системы при этом выполняют простые вспомогательные (в основном, корректирующие) функции. Строительством пассивных систем можно обеспечить около 50% потребности зданий в энергии, то есть энергетическая эффективность пассивных систем пока невысока. Однако, их хорошие эксплуатационные характеристики, простота использования, сравнительно небольшая себестоимость и подчеркнутая экологичность обусловили целесообразность их применения при проектировании любых архитектурных объектов. Более того, результаты многих программ по энергосбережению в строительстве, полученные в конце 1980-х годов, в целом, показали более высокую экономическую эффективность пассивных энергосистем относительно большинства активных: решающее значение приобрели стоимостные и эксплуатационные качества. (Т. А. Маркус, Э. Н. Моррис).

Методы проектирования энергоактивных зданий:

А) На уровне градостроительства:

1. выявление факторов внешней среды (природно-климатических и антропогенных) как благоприятных так и неблагоприятных с энергетической точки зрения в районе строительства и оценка их возможных

воздействий на энергетический баланс проектируемого объекта (в том числе с целью использования в качестве источника энергии);

2. выбор площадки строительства с наибольшим потенциалом энергетически благоприятных факторов и наиболее высокой степенью естественной защищенности от неблагоприятных;

3. организация новых природных и антропогенных форм ландшафта и целенаправленное использование существующих с целью концентрации энергетически благоприятных и защиты от неблагоприятных воздействий факторов внешней среды.

Б) На уровне объемно-планировочного решения:

1. с целью снижения удельной площади поверхности теплоотдачи повышение компактности объемных форм зданий;

2. оптимизация формы и ориентации объекта, направленная на максимальное использование благоприятных и нейтрализацию неблагоприятных воздействий внешней среды в отношении энергетического баланса здания;

3. обеспечение объемно-пространственной трансформативности здания как средства адаптации к меняющимся воздействиям внешней среды;

4. включение (или предусмотрение возможности включения) в объемно-пространственную структуру здания элементов, обеспечивающих приток и эффективное использование энергии внешней среды.

В) На уровне конструктивного решения:

1. оптимизация энергетической проницаемости (изолирующих свойств) ограждений с целью защиты от неблагоприятных и использования благоприятных воздействий внешней среды;

2. придание конструкциям здания дополнительных функций (введение дополнительных конструктивных элементов), обеспечивающих эффективное регулируемое распределение внешних и внутренних энергетических потоков в процессе эксплуатации объекта;

3. обеспечение геометрической трансформативности конструкций как основных средств адаптации объекта к изменению условий внешней среды.

Г) На уровне инженерно-технического обеспечения:

1. снижение энергопотребления системами инженерно-технического обеспечения зданий и территорий за счет улучшения их технико-эксплуатационных параметров;

2. утилизация вторичных энергетических ресурсов, образующихся в процессе функционирования систем инженерно-технического обеспечения зданий и территорий;

3. обеспечение автоматического контроля и регулирования процессов распределения энергии в системах инженерно-технического обеспечения зданий.

Таким образом, наиболее выгодны здания со средней энергоактивностью с экологическим подходом к проектированию. При этом применяются пассивные энергосистемы, способные обеспечить только половину потребностей в энергии здания, которые в то же время имеют низкую стоимость, просты в использовании, а потому более рациональны.

Список литературы

1. Гительман Л.Д, Ратников Б.Е. Энергетический бизнес. – М.: Дело, 2006. – 600 с.– 521 с.
2. Пилепенко В. Строительство энергоэффективных зданий/ В.Пилепенко, Л.Данилевский // Наука и инновации. - 2010. - № 6. - С. 22-24.

3. Ковалев В. Цель - экономия, или "Зеленый дом" - наше будущее?// В.Ковалев // Идеи вашего дома. - 2010. - № 11. - С. 188-198.
4. Воротницкий В., Калинкина М., Апрыткин В. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии. // <http://www.elcp.ru>
5. Самарин О.Д. О методике оценки энергоэффективности зданий. (Сб. трудов «Современные системы теплогаснабжения и вентиляции» к 75-летию факультета ТГВМГСУ) – М., 2003, с. 25-31.

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ. ДЕКОРАТИВНЫЕ 3Д ПАНЕЛИ.

Стенина А.А., Дрынкина И.П.

МГУДТ, РФ, г. Москва

Актуальность исследования

В последние несколько лет при создании декора современных интерьеров и помещений активно стали использоваться декоративные 3д панели. Они служат одновременно звукоизоляционным материалом и утеплителем стен, помогают создавать впечатляющую атмосферу благодаря тому, что придают поверхности объем и фактурность.

Особенности применения

Панели можно использовать почти повсеместно: как в квартирах, загородных домах, офисах, так и в торговых центрах, аэропортах, банках, ресторанах и клубах. Панели также крепятся на потолок, мебель и прочие предметы интерьера при помощи монтажных уголков, пластин или специального клея.

Особенности технологии изготовления

Рельефные настенные покрытия изготавливают из самых разнообразных материалов: гипса, стекла, МДФ, фанеры, алюминия, полимерных композитов или ценных пород древесины и бамбука. Технология изготовления, не зависимо от их типа, состоит из 3 основных этапов: создание дизайнерами эскизов и построение компьютерных 3д-моделей, машинная обработка материала с заданными параметрами (глубина рисунка, его положение, фактура) и в последнюю очередь - отделка панелей и покрытие их эмалью.



стекло

мдв

бамбук

пластик

гипс

Виды.

Стеновые панели 3д из гипса

Уникальная структура гипса позволяет создавать рельефный объем самых разных форм и фактур. Если правильно вмонтировать плиты и обработать швы, можно добиться эффекта сплошной композиции

или, иными словами, монолитной картины, без стыков и переходов. В отличие от пластиковых и мдф панелей, гипсовые сравнительно тяжелее, но на порядок крепче.



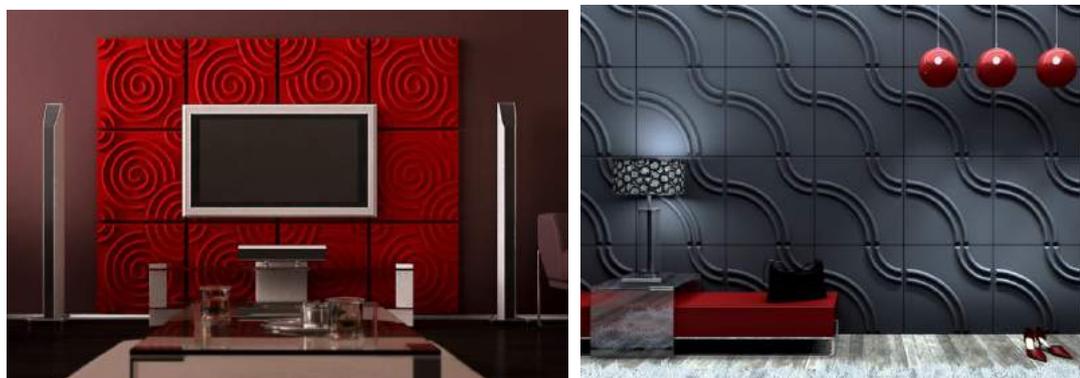
3D стеновые панели из стекла

Являются роскошным и неповторимым элементом дизайна. Сквозь них тонкими лучами будет сочиться солнечный свет, бликуя и переливаясь множеством огоньков в вашем интерьере. При создании стеклянных панелей используется только закаленное стекло, плотность которого в несколько раз превышает плотность обычного. Панели украшаются узорами и абстракциями, которые создают трехмерный эффект.



Стеновые панели 3д из бамбука

Если есть сомнения касательно токсичности материала, то можно остановить свой выбор на 3д панелях из бамбука. Технология производства подразумевает измельчение этого растения, после чего из полученной массы посредством специальных форм делается необходимый рельефный рисунок.



Пластиковые 3д панели для стен

Этот вариант отлично подходит для тех, кто не располагает слишком широкими финансовыми возможностями. Но это не значит, что такие панели будут плохого качества. Данный декор чаще всего имитирует кафель, кирпич или различные ткани. Огромным достоинством пластиковых 3д панелей является легкий вес, за счет которого с ними легко проводить монтажные работы. К тому же пластик имеет хорошие влагоотталкивающие свойства и его легко приводить в порядок.



Стеновые панели 3д из дерева

На сегодняшний день существует несколько видов деревянных панелей.

Натуральное дерево — наиболее дорогостоящий вариант отделки. Но высокая стоимость компенсируется неповторимым видом и долгим сроком службы.



МДФ — самый оптимальный и практичный вариант. Плиты МДФ производят из древесной пыли, являются экологичным материалом. Характеризуется высокой звуко- и теплоизоляцией, не боится перепадов температур и механической нагрузки.



ДСП/ДВП — наиболее экономный вариант. Легкость монтажа и доступность материала выгодно его отличают. Минус - материал не любит влагу.



Определяющие характеристики 3D пластин

Благодаря безграничным вариациям настенные панели могут использоваться в интерьерах, выполненных в различных стилях. Панели изготовлены из экологически чистых, безотходных материалов, которые, в свою очередь, не вредят окружающей среде и абсолютно безопасны и для взрослых и детей. Также они не поддерживают горение и создают условия для дополнительного утепления и звукоизоляции стен, обладают высокой плотностью и устойчивостью к повреждениям.

Примерные габариты и цены на 3д панели из разных материалов:

Материал	Толщина	Габариты	Цена за 1 панель
3D панели из стекла	4-6 мм	60x60 см 20x30см	1700 -7000 руб (в ср-м 2500-4000 руб)
3D панели из гипса	40-60 мм	60x60 см 100x100 см	1500-5000 руб (в ср-м 2000-3000 руб)
3D из бамбука	15-25 мм	50x50 см 30x80 см	170-1000 руб (в ср-м 250-500 руб)
3D из пластика	3-10 мм	50x50 см 40x3100 см	100 -3000 руб (в ср-м 500-1500 руб)
3D из ПВХ	5-8 см	50x60 см 50x 270 см	100-1500 руб (в ср-м 150-800 руб)

Дизайнерские 3д стеновые панели с LED подсветкой

Уникальная технология в декоре – сочетание 3d панелей и светодиодных элементов. Благодаря встроенным лед светильникам, рельеф стеновых панелей подсвечивается, что создает невероятный эффект.



С помощью 3д панелей можно:

- Зонировать большие пространства на тематические секторы, не нарушая при этом общую композицию
- Визуально увеличить пространство
- Благодаря широкому спектру цветов и фактур, воссоздать необходимое настроение интерьера
- Воплотить в жизнь ваши самые нетривиальные архитектурные замыслы, так как панели можно изготавливать на заказ
- Мастерски копировать любую фактуру

Заключение

На сегодняшний день декоративные 3д панели - это один из самых оригинальных, модных и эстетичных способов оформления стеновых плоскостей. Благодаря своей универсальности и разнообразию рисунков и эффектов, настенные панели органично впишутся в интерьер любого стиля. С их помощью можно привнести в интерьер оригинальные визуальные эффекты, сделать его объемным для восприятия и изменить стиль пространства.

Список литературы

- 1 www.artpole.ru
- 2 www.atrade.com
- 3 www.kniga-stroitelia.ru
- 4 www.letostyle.ru
- 5 www.mywallart.com

**СЕКЦИЯ №11.
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)**

**СЕКЦИЯ №12.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФРУКТОВЫХ СОКОВ

Белокурова Е.С., Панкина И.А.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
РФ, г.Санкт-Петербург

Медицинские исследования, проведённые отечественными и зарубежными специалистами в области физиологии питания в последние годы, доказывают, что физическое здоровье населения в значительной степени зависит от качества пищи, поэтому одно из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в настоящее время – это обеспечение населения страны качественными продуктами питания. Основные задачи в этом направлении: увеличение отечественной сырьевой базы для пищевой промышленности, расширение производства продуктов функционального назначения и т.д. [1].

Функциональные пищевые продукты должны содержать функциональные ингредиенты или продукты можно обогащать незаменимыми микронутриентами в процессе производства. Примером таких продуктов являются фруктовые соки. Несмотря на большое количество воды в соках достаточно высокое содержание важных для организма человека ингредиентов: углеводов, минеральных веществ, витаминов и микроэлементов. Отечественные производители выпускают соки осветленные и соки с мякотью. Основное отличие состоит в том, что в мякоти содержится большое количество пектиновых полисахаридов, а по содержанию других ингредиентов соки с мякотью практически не отличаются от осветлённых соков. В структуре производства соков по видам сырья наибольшую долю составляет яблочный сок, т.к. он является самым популярным в России. Объясняется это многими факторами, одним из важнейших является то, что яблоки - это плоды, которые выращивались на Руси с глубокой древности [2].

На отечественном потребительском рынке преобладают восстановленные соки. Практически все компании – производители соков импортируют основное сырьё для производства соковой продукции – концентрат или концентрированный сок из-за рубежа. Только в последние годы активно начал развиваться сегмент соков прямого отжима, которые затем обрабатывают и упаковывают. Но, к сожалению, таких соков мало, так как их могут выпускать только те производители, которые имеют полный цикл производства и могут сами перерабатывать сырьё на сок.

Для экспериментального исследования качества фруктовых соков были выбраны широко представленные в розничной торговой сети Санкт-Петербурга яблочные и апельсиновые соки. Выбор был сделан не случайно: апельсиновые соки любого производителя изготавливаются из концентрированного сока, т.к. цитрусовые в нашей стране не произрастают. Поэтому качество апельсинового сока напрямую зависит от используемого концентрата и методов восстановления сока. Концентраты соков часто импортируют из Испании, Китая, Израиля и других стран. При восстановлении сока используется вода

питьевая, которая у разных производителей проходит разную очистку. При восстановлении некоторые производители дополнительно обогащают сок, добавляя сахар, минеральные вещества, витамины и другие добавки экзогенного происхождения. Поэтому соки, изготовленные даже из одного и того же концентрата, у разных производителей существенно отличаются друг от друга. При изготовлении яблочного сока производители могут использовать концентрат как импортного, так и отечественного производства. Отечественные концентраты яблочного сока часто имеют кислый вкус и повышенную титруемую кислотность из-за большого содержания органических кислот, т.к. из-за климатических условий нашей страны яблоки обычно набирают меньше сахаров.

В лабораториях Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий СПбПУ Петра Великого мы проводили экспериментальное исследование качественных показателей яблочных и апельсиновых соков разных торговых марок. Объектами исследования служили яблочные и апельсиновые соки торговых марок «ФрутоНяня», «Rich», «Тонус», «Добрый», «Фруктовый сад», «Tropicana».

При экспериментальном исследовании проводился сенсорный анализ и определялись физико-химические показатели качества: массовая доля сухих веществ, титруемая кислотность, активная кислотность, содержание пектина и количество биологически-активного вещества – витамина С. Все исследуемые показатели определяли стандартными методиками, а содержание пектина весовым методом по количеству пектата кальция, образующегося в кислой среде от реакции взаимодействия пектина с хлористым кальцием [2].

Сенсорный анализ показал, что все яблочные соки получились хорошего уровня качества, они были насыщенного тёмно-жёлтого цвета, имели приятный аромат и гармоничный вкус с кислинкой, слегка терпкий, характерный для яблок, без посторонних привкусов. Апельсиновые соки получились более низкого уровня качества из-за водянистости во вкусе и излишней кислотности, имели большой диапазон цвета от светло-жёлтого до тёмно-жёлтого. Физико-химические показатели исследованных образцов фруктовых соков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества соков

Наименование видов соков	Массовая доля сухих веществ, %	Титруемая кислотность, %	Активная кислотность	Содержание витамина С, мг/л	Содержание пектина, г/ л.
Апельсиновые соки	11,5-12,1	0,774-0,885 (по лимонной кислоте)	3,9-4,0	168-226	2,0-2,6
Яблочные соки	11,0-12,2	0,424-0,542 (по яблочной кислоте)	4,0- 4,2	21-42	0,5-1,2

Анализ экспериментальных данных, представленных в таблице 1, показывает, что по нормируемым показателям качества все образцы отвечали требованиям технического регламента на соки и соковую продукцию. По органолептическим показателям были отмечены существенные различия в соках из одного того же вида фруктов, но из разной ценовой категории, поэтому нами дополнительно были определены такие показатели как содержание аскорбиновой кислоты и пектина.

Из источников литературы известно, что в соках из фруктов и ягод наибольшее количество аскорбиновой кислоты отмечается в соках из цитрусовых: апельсиновый, грейпфрутовый, лимонный, в ананасовом соке и черносмородиновом. Во всех других фруктово-ягодных соках её содержится незначительное количество. По результатам многих исследований известно, что витамин С – самый нестойкий из всех витаминов, он быстро окисляется на всех стадиях технологического процесса, поэтому в готовом продукте, его содержание от первоначального количества может снижаться более чем на 50 % [3]. В

проведённых нами исследованиях в яблочных соках наибольшее количество аскорбиновой кислоты 42 мг/л было обнаружено в соке прямого отжима. В апельсиновых соках содержание аскорбиновой кислоты было в 4-5 раз больше, чем в яблочных соках. Необходимо отметить, что исследуемые образцы содержали только природную аскорбиновую кислоту и не содержали витамина С экзогенного происхождения. Согласно методическим рекомендациям по потреблению биологически активных веществ, разработанными российскими специалистами в области физиологии питания, [5,6] для витамина С адекватный уровень потребления составляет 70 мг, а верхний допустимый - 700 мг в сутки. Поэтому согласно полученным нами данным, стакан апельсинового сока в день покрывает суточную потребность человека в витамине С, поэтому апельсиновый сок можно отнести к функциональным продуктам питания.

Апельсиновые соки выпускаются с мякотью, а яблочные соки бывают осветлёнными и с мякотью. В яблочных и апельсиновых соках наличие мякоти влияет на сенсорный анализ и позволяет сделать вывод о «натуральности» соков, поэтому в исследованных нами образцах соковой продукции было определено содержание пектина. В апельсиновых соках его количество в 2- 4 раза больше, чем в яблочных соках. Пектин не только снижает количество холестерина, но и способен очищать организм человека от вредных веществ (радиоактивные элементы, пестициды и ионы токсичных металлов) [3].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что по пищевой и биологической ценности полезнее употреблять соки прямого отжима. В качестве функционального продукта лучше употреблять соки прямого отжима с мякотью, но, к сожалению, их в торговой сети не так много. На международном рынке такие соки обозначаются аббревиатурой nfc (notfromconcentrate). Во многих европейских странах такие соки завоевали популярность, хотя и стоят дороже. В последние годы в нашей стране ряд отечественных компаний активно используют для производства соков и нектаров яблоки, выращенные в Краснодарском и Ставропольском краях, Волгоградской, Липецкой областях, но соков из отечественного сырья на рынке ещё не очень много. В связи с тем, что более 80,0 % рынка соковой продукции производится из импортного сырья, то цены на соки растут, и за последние 3 года в период 2012-2015 гг. средние цены производителей на соки фруктовые и овощные выросли на 37,1%. По этой причине на протяжении последних трех лет в России наблюдается спад производства соков фруктовых и овощных. Изменить ситуацию может переориентация Российских производителей соковой продукции на отечественные сырьевые ресурсы.

Список литературы

1. Бюллетень трудового и санитарного законодательства Российской Федерации 2010, № 12, с.64-67.
2. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Качество соковой продукции. Сборник материалов Международной заочной научно-практической конференции «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли» (Екатеринбург, 28 октября 2013 г.); М-во образования и науки Рос.Федерации. Урал.гос.эконом.ун-т.-Екатеринбург: [Изд-во Урал. Гос.эконом.ун-та], 2014.-с.7-8
3. В.А. Тутельян, А.Н. Разумов, А.И. Вялков и др. Научные основы здорового питания. М.: Издательский дом «Панорама», 2010 г., 816 с.

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

ВЛИЯНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСТЮМА ИЗ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Груздева Л.В.

АОУ ВПО ЛГУ им. А.С. Пушкина, РФ, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин

Появление новых волокон для текстильной промышленности из переработки возобновляемого сырья и продуктов химической промышленности привело к необходимости разработки качественно новых технологий дизайн проектирования современной одежды и развитию модных трендов.

Следует отметить, что ранее, в первой половине XX века, в начале развития производства искусственных и химических волокон для текстильной промышленности стояла единственная задача расширения ассортимента материалов и удешевления их стоимости, наряду с производством традиционных тканей из натуральных волокон. А поиски модельеров, стремящихся найти новую модную форму костюма и разработать новый крой, не связывались с появлением новых материалов.

Положение изменилось во второй половине XX века. И сегодня явно лидируют тенденции постоянного использования новых инновационных материалов. Возрастают требования к конкурентоспособности, разнообразию, качеству, дизайну и даже бренду изделий, в том числе и одежды.

Известно, что текстильные материалы являются отправной точкой при разработке дизайн – концепции проектирования одежды и оказывают максимальное влияние на её конечный результат. Изобретение химических волокон, стало настоящим прорывом научной мысли в модной индустрии, на что, несомненно, влияют процессы глобализации и информатизации общества. Отсюда следует, что появление материалов с новыми свойствами и параметрами размеров ширины привлекли, в первую очередь известных модельеров и дизайнеров это - Пако Рабанн (Paco Rabann), Мэри Куант (Mary Quant), Пьер Карден (Pierre Cardin). Поиски модельерам новых форм, силуэтов и конструктивного решения моделей из новых материалов привели к необходимости разработки нового оборудования и инновационных технологий при изготовлении одежды. Так Мадлен Вионне (Madeleine Vionnet), используя ширину новых материалов, применила крой по косой нити и получила новую пластику и формообразование платья прилегающего силуэта. Впервые появилось сотрудничество модельера Мадлен Вионне с крупнейшими французскими текстильными производителями Бьянчини-Ферье (Bianchini-Férier), специально для ее платьев изготавливавших широкие полотна из шелка с вискозой. [1] Появление новых материалов позволило разработать новые технологии, применить лазер как способ раскроя одежды, и изобрести термо - швы для соединения деталей одежды.

Таким образом, влияние творческих идей известных модельеров привело к эффективным способам взаимодействия моды и технологий. Выявлено, что модельеры, привлекая внимание потребителей к своим разработкам на подиуме, на следующем этапе адаптируют использование инноваций в промышленных коллекциях Prêt-a-porter. И именно на этапе проектирования формы изделий для массового производства разрабатываются основные передовые технологии для индустрии моды.

Анализ показывает, что тенденции влияния основных формообразующих факторов ведут к изменению способа создания конструктивной формы изделий, сокращению влажно тепловой обработки, росту технологичности изготовления его изготовления и в итоге - повышению экономичности.

Известно, что поиск новых форм одежды, и в первую очередь из инновационных материалов, базируется на поиске геометрических форм на визуально-модных фигурах, и дальнейшей проработкой перехода (адаптация) на типовых фигурах или «персонифицированных» с целью гармоничного восприятия проектируемой модели на любой фигуре.

На этапе технического предложения необходимо исследовать взаимосвязь между свойствами нового материала и поиском новой формы, в том числе при конструктивном моделировании. Исследование влияния пластических свойств материала на величину трансформации конструктивных параметров деталей одежды, выполненных на макете, показывает, что формообразование напрямую связано с поверхностной плотностью, жесткостью и драпируемостью. Фактор жесткости материала напрямую связан с поверхностной плотностью и вместе они наиболее значимы. Поэтому при разработке новых форм изделий перспективной моды устанавливается показатель условной жесткости швейных материалов по основе. Известно, что жесткость является показателем, противоположным драпируемости. Для проектирования новой формы из пластичных материалов используют визуальные методы: накладка, макетирование, потому что инструментальные методы исследования этого показателя несовершенны.

Анализ современной моды показывает, что наиболее часто повторяющимися формообразующими факторами являются:

- задание геометрической формы изделия с учетом характера его поверхности;
- задание геометрической формы изделия с учетом свойств инновационного материала;
- задание геометрической формы с учетом модных элементов формы (МЭФ);
- задание геометрической формы по типу конструкция - «макет» или «модуль»;
- задание геометрической формы с использованием влажно – тепловой обработки (ВТО).

Наибольший интерес, как показывает анализ, является разработка формы одежды из новых материалов, и исследование и прогнозирование формообразования с учетом модных элементов формы (МЭФ). Положительные результаты дает анализ частоты встречаемости МЭФ за периоды развития и цикличности моды и прогноз повторяемости моды. Выявлено, что наиболее востребованными для формообразования являются следующие МЭФ: складки, горизонтальные и вертикальные сборки, подрезы, драпировки, фалды, геометрическое расширение или сужение детали. Таким образом, установлено, что проектирование формы нового изделия в своей основе базируется на свойствах нового материала и МЭФ.

Результаты анализа цикличности моды позволили установить, что выбор места расположения МЭФ позволяет проектировать форму одежды по известным конструктивным поясам фигуры и, таким образом, влиять на формообразование изделия не только в целом.

Проектирование формы ведет к разработке проекта конструктивного решения, поэтому объективным фактором станет гармоничность будущего изделия. Известным параметром, разработанным Е.Б.Кобляковой, в иерархической схеме групповых показателей качества является – эстетичность внешнего вида «степень совершенства композиции» K_{231} . Оценка выполняется экспертной оценкой или опросом.

Установлено, что поиск формы и процессы формирования модных тенденций под влиянием инновационных технологий и материалов при проектировании одежды предполагает и проектирование поисковых экспериментов по технологии изготовления и конструктивного решения. Исследование конструктивных формообразующих факторов (ФФ) позволяет дизайнеру точно установить их параметры для проектирования первичной конструкции (ПК). Так установление экспериментальным путем ФФ - прибавки на свободное облегание (P_r) позволит установить объем будущего изделия. Анализ новой формы одежды во фронтальной и в саггитальной проекциях выявит силуэтное решение, величину ФФ - прибавки в

области линии талии (P_T) или её отсутствие и кривизну боковых срезов деталей. Положение ФФ - линии плеч и соотношение её к проекции линии бедер покажет модное направление и конструктивное решение за счет места расположения окончания плечевого среза (стесненное, спущенное, приподнятое, криволинейное) и возможного применения плечевой накладки и её величины. Изложенные выше ФФ - характеристики свойств материалов позволят определить выбор покрова рукава, места расположения конструктивных членений одежды и максимально допустимые величины отклонения нитей основы и утка ткани.

Таким образом, после эскизного поиска, выполнения проекта макета изделия в материале известными в моделировании методами макетирования, муляжирования необходимо четко представлять образ потребителя нового модного решения формы, пропорции, силуэта и цветовой гаммы изделия, его возраст и социальную нишу.

Проектирование одежды на визуально-модные фигуры используется для представления творческого решения коллекции и создания имиджа дизайнера.

Затем выполняется проектирование промышленных коллекций с учетом сегментов потребителей российского рынка и типоразмеров одежды. Так сегмент потребителей российского рынка верхний люкс ориентирован на Haute couture - единичное изготовление, Prêt-a-porter – высокая цена, Bridge (нижний люксовый) для высшего уровня среднего класса. Сегмент потребителей – средний подразделяется на верхний средний и нижний средний – это потребители, имеющие средний доход. Нижний сегмент (масс-маркет) – это молодежный сегмент потребителей подразделяется на верхний нижний и эконом.

Проектирование одежды по ранее изложенным параметрам выполняется для промышленного производства по типоразмерам одежды, и образ потребителя дополняется его антропоморфологическими особенностями. Известно, что встречаемость фигур потребителей, близких по строению к визуальной модной фигуре (например, модные дефиле) составляет всего лишь около до 6 %. Встречаемость фигур средних типовых размеров и ростов, составляет около 46%. Встречаемость же фигур размеров - X, больших полнотных групп, крайних ростов или непропорциональных фигур достаточно велика. Специалисты в области проектирования швейных изделий выявили, что от 20% до 30% фигур потребителей имеют ярко выраженные особенности строения.

Таким образом, установлено, что поиск формообразования новой модной одежды из новых инновационных материалов является актуальным, и позволяет выполнить разработки качественно новых технологий дизайн проектирования одежды на фигуры различного телосложения.

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МАГНИТОМЕТОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ КРОВОТОКА

Бельский А.М., Бельская Т.А.

КНИТУ (КАИ) им. А.Н. Туполева, РФ, г. Казань

Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из главнейших причин смертей во всем мире. По данным ВОЗ - это около 30% всех смертей. Важнейший фактор уменьшения смертности - своевременное выявление заболеваний на ранней стадии развития.

Один из параметров, характеризующий состояние системы кровообращения – скорость кровотока. Из всего многообразия существующих методов и средств измерения скорости наиболее приемлемым, с практической точки зрения, является метод магнитной метки, позволяющий оперативно выявлять патологические участки кровеносно-сосудистой системы с целью дальнейшего проведения медикаментозного или хирургического лечения.

Известно [1], что магнитные свойства крови связаны с наличием в составе молекулы белка *гема*, который представляет комплексное соединение *порфирина* с двухвалентным железом. В гемоглобине крови этот *гем* соединен с белком, при этом сам *пофириновый комплекс*, в смысле проявления магнитных свойств, является диамагнетиком, а парамагнитные свойства его обусловлены присутствием атома железа.

Устройство для измерения скорости кровотока [2,3] состоит из генератора магнитной метки, измерительного канала и канала компенсации, каждый канал состоит из последовательно соединенных датчика магнитной индукции, усилителя и полосового фильтра, при этом выходы полосовых фильтров измерительного и компенсационного каналов, подключены ко входам дифференциального усилителя, выход которого через первый формирователь импульса подключен ко входу сравнивающего устройства, к другому входу которого через второй формирователь импульса подключен генератор магнитной метки. В измерительный и компенсационный каналы установлены концентраторы магнитного поля, на которых установлены датчики магнитной индукции (преобразователи Холла). На концентраторах измерительного и компенсационного каналов расположены обмотки отрицательной обратной связи.

Устройство работает следующим образом. Генератор магнитной метки излучает магнитный импульс, который оказывает влияние на пространственную ориентацию *гемов* крови, т.е. образует магнитную метку. За время t метка вместе с потоком крови перемещается в сторону приемника (датчика магнитной индукции) на расстояние S . С целью повышения чувствительности датчик Холла помещен в кольцевом концентраторе магнитного поля. Применение концентратора позволяет существенно увеличить магнитную индукцию, воздействующую на датчик Холла, что в свою очередь позволяет увеличить чувствительность всего тракта преобразования, одновременно увеличивая соотношение «сигнал - шум». Сигнал с датчика Холла усиливается усилителем измерительного канала, фильтруется и поступает на обмотку отрицательной обратной связи, размещенную на соответствующем концентраторе магнитного поля. Сигнал отрицательной обратной связи уравнивает входной сигнал таким образом, что на выходе датчика Холла напряжение становится близким нулю, т. е. датчик Холла работает в области индукций близких нулю, что позволяет уменьшить аддитивную составляющую суммарной погрешности. Сигнал, пропорциональный амплитуде измеренного импульса, поступает на дифференциальный усилитель, на второй вход которого поступает сигнал с компенсационного канала, датчик которого воспринимает только помехи, шумы и наводки,

воздействующие на основной, измерительный датчик магнитной индукции. Сигналы с измерительного и компенсационного каналов вычитаются на дифференциальном усилителе, из полученного разностного сигнала формирователем импульсов формируется прямоугольный импульс, который поступает на сравнивающее устройство. На сравнивающее устройство также подается сигнал с генератора магнитной метки, приведенный формирователем импульса к прямоугольному виду. На выходе сравнивающего устройств получаем импульс, длительность которого пропорциональна временной задержке появления метки на датчике магнитной индукции, функционально связанной со скоростью перемещения массы крови.

Очевидно, что суммарная погрешность измерителя скорости кровотока обусловлена в основном двумя составляющими – инструментальной, связанной в первую очередь с первичным преобразователем и методической, связанной с косвенным методом измерения скорости.

Для биомедицинских исследований наиболее перспективными являются датчики Холла (ДХ) [4]. Они обладают достаточно высокими метрологическими и эксплуатационными характеристиками, а современные технологии производства делают их доступными для широкого применения.

Запишем выражение для суммарной погрешности ДХ в виде [5]

$$\delta_{\text{дх}} = \delta_{\text{дх}}^0 + \delta_{\text{дх}}^{\gamma}, \quad (1)$$

здесь $\delta_{\text{дх}}^0$ – аддитивная составляющая (погрешность нуля); $\delta_{\text{дх}}^{\gamma}$ – мультипликативная составляющая (погрешность чувствительности).

В [5] показано, что погрешность $\delta_{\text{дх}}^0$ обусловлена в первую очередь неравномерностью распределения полупроводникового материала (его физических свойств) в объеме рабочего тела пластины, что в соответствии с мостовой эквивалентной схемой вызывает разбаланс моста и соответственно появление напряжения неэквипотенциальности $U_{\text{нэ}}$ в виде систематической погрешности. Существуют различные схемотехнические решения компенсации этого напряжения. Однако, в соответствии с эквивалентной мостовой схемой, сопротивления плечей моста сами являются зависимыми от индукции и температуры, т.е. в напряжении неэквипотенциальности присутствует недокомпенсированный остаток $\Delta U_{\text{нэ}}$

$$\Delta U_{\text{нэ}} = f(B, T). \quad (2)$$

Следовательно, чтобы минимизировать аддитивную составляющую суммарной погрешности необходимо стабилизировать температуру рабочего тела датчика, а также с помощью схемотехнических методов исключить влияние измеряемой индукции B на $\Delta U_{\text{нэ}}$.

Мультипликативная составляющая погрешности $\delta_{\text{дх}}^{\gamma}$ также связана с влиянием измеряемой индукции и температуры на ДХ. В [5] показано, что постоянная Холла существенно зависит от концентрации носителей тока (электронов, дырок) и их подвижности, геометрических размеров, условий теплообмена и др. При этом токовая чувствительность, соответствующая току I_x , равна:

$$\gamma(I_x) = (a \sqrt{\frac{2}{d}}) \sqrt{\nu} (R_H \sqrt{g \Delta T}),$$

где a, d – геометрические размеры пластины ДХ; ν – коэффициент теплоотдачи через поверхность ДХ; R_H – постоянная Холла; g – удельная электрическая проводимость (в случае электронно-дырочной проводимости:

$$g = g_n + g_p);$$

ΔT – изменение температуры рабочего тела ДХ относительно температуры окружающей среды.

Скорость кровотока в предлагаемом устройстве вычисляется в соответствии с выражением

$$V = \frac{S}{t}; \quad (3)$$

Определим абсолютную погрешность. Для этого (3) разложим в ряд Тейлора, ограничиваясь линейными членами разложения

$$V = \frac{S}{t} + \frac{\partial V}{\partial S} \Delta S + \frac{\partial V}{\partial t} \Delta t = \frac{S}{t} + \frac{1}{t} \Delta S - \frac{S}{t^2} \Delta t,$$

тогда выражение для абсолютной погрешности в линейном приближении будет иметь вид

$$\Delta V = \frac{1}{t} \Delta S - \frac{S}{t^2} \Delta t. \quad (4)$$

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что для получения приемлемых метрологических характеристик измерителя скорости кровотока необходимо использовать схемотехнические решения, позволяющие осуществить возможно полную компенсацию напряжения неэквипотенциальности, а также использовать термостабилизацию пластины ДХ. В соответствии (4) составляющие абсолютной суммарной погрешности входят с разными весовыми коэффициентами, что тоже необходимо учитывать при разработке подобных устройств.

Список литературы

1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. -Киев: Наукова думка, 1990. -224с.
2. Бельский А.М., Дмитриев С.В. А.с.№1521061 от 8.07.89. Зонд для контроля магнитных систем.
3. Бельский А.М., Бердников А.В. Патент на полезную модель №102481 от 9.07.10. Устройство для измерения скорости кровотока.
4. Бельский А.М., Бердников А.В. Патент на полезную модель №149843 от10.06.14. Устройство для измерения скорости кровотока.
5. Вайс Г. Пер. с нем. Под ред. О. Хомерики. Физика гальваномагнитных полупроводниковых приборов и их применение. М.: Энергия, 1974.

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ МУФТЫ СКОЛЬЖЕНИЯ В ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Абдулкадыров А.И., Алиев Н.А., Рустамов Р.М.

(Абдулкадыров Абдулла Ильясович - доктор технических наук, профессор Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, Баку;
Алиев Надир Абдурахман оглы - кандидат технических наук, доцент Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, Баку;
Рустамов Рамиз Меджнун оглы- ЗАО Каспийское Морской Судохоство (КАСПАР)
Каспийское Морской Нефтяной Флот (КМНФ))

THE APPLICATION OF ELEKTROMAGNETIC CLUTCH IN THE WIND ELECTRIC INSTALLATION

Abdulkadirov A., Aliyev N., Rustemov R.

(Abdulkadirov Abdulla, Doctor of Science, professor of Azerbaijan State University Oil and Industry
Aliyev Nadir, Candidate of Science, associate professor of Azerbaijan State University Oil and Industry
Rustemov Ramiz, Caspian Sea Oil Fleet)

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена задача оптимизации параметров электромагнитной муфты скольжения, предлагаемой использовать в ветроэлектрической установке в качестве демпфирующего элемента, методом планирования эксперимента. Данная задача может быть поставлена в двух аспектах: оптимизация механической характеристики муфты, или же оптимизация ее весогабаритных показателей. Здесь дано решение первой задачи.

ABSTRACT

The article considers the problem of optimization the parameters of electromagnetic clutch, offered in a wind electric installation as a damping element, the method of experiment planning. This problem can be supplied in two aspects: the optimization of the mechanical characteristics of the clutch or the optimization of its weight and dimensional parameters. Here we solve the first problem.

Ключевые слова: ветроэлектрическая установка, электромагнитная муфта скольжения, оптимизация параметров.

Keywords: wind electric installation, electromagnetic clutch, optimization of parameters.

Электромагнитные муфты скольжения (ЭМС) находят широкое применение в различных электроустановках, в том числе ветроэлектрических установках (ВЭУ), и позволяют существенно повысить эффективность их работы. Поэтому разработка методов оптимизации параметров таких муфт на стадии проектирования является весьма актуальной задачей.

Существует большое разнообразие электромеханических преобразователей, применяемых в ВЭУ. По своим энергетическим показателям среди них особое место занимает синхронный генератор с возбуждением от постоянных магнитов [1,2].

Однако динамические показатели их оставляют желать лучшего. Порывы ветра, вызывающие значительные колебания вала ветродвигателя и, соответственно, синхронного генератора, приводят к колебаниям электромагнитной мощности. Как видно, реакция синхронного генератора на порывы ветра очень сильная, что нередко приводит к выпадению его из синхронизма. Отсутствие возможности воздействовать на этот процесс через магнитный поток возбуждения генератора усугубляет этот недостаток.

Одним из способов демпфирования динамических процессов в такой системе является применение электромагнитной муфты скольжения [1]. В данной работе рассматривается метод оптимизации параметра ЭМС по моменту.

Конструктивно ЭМС состоит из массивного цилиндрического якоря и явнополюсного индуктора с массивным сердечником. Известно, что проектирование и исследование режимов работы ЭМС с учетом изменения магнитной проницаемости и удельного электрического сопротивления стали, краевого эффекта и потерь на гистерезис методом эквивалентирования массивного магнитопровода сосредоточенными контурами сопряжены с большими трудностями [3]. Эти трудности особенно возрастают при оптимизации проектирования таких машин по техническим или экономическим критериям. В качестве технического критерия оптимума часто используют обеспечение рациональной формы механической характеристики $M(n)$ ЭМС, отвечающей технологическим требованиям электроустановки.

Известно, что электромагнитный момент ЭМС существенно зависит от геометрических размеров, материалов активных частей, индукции магнитного потока в воздушном зазоре, реакции якоря и частоты вращения ротора. Эти зависимости являются сложно-нелинейными и определяются в результате проведения почти полного объема проектирования машины.

Из изложенного следует, что большую актуальность представляет определение удобной формы выражения электромагнитного момента в зависимости от всех основных факторов и решение задачи оптимизации на ее основе. Таким выражением $M = f(n)$ может служить регрессионное уравнение

$$M = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{1n}x_1x_n. \quad (1)$$

Здесь $x_1; x_2; \dots x_n$ - независимые переменные факторы.

В качестве этих факторов принимаются геометрические и электромагнитные параметры машины, существенно влияющие на величину и форму электромагнитного момента.

Нами приняты следующие факторы: длина якоря и сердечника полюса l_z ; удельное электрическое сопротивление стали ρ ; индукции в воздушном зазоре при холостом ходе B_{1mo} ; степень уменьшения индукции k_1 ; коэффициент учета зубчатости якоря α .

Все эти факторы варьируются на основе их базовых значений в определенном интервале. Отметим, что скольжение не введено в число факторов в явной форме. Оно задается дискретными значениями, например, $s = 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1$ и регрессионное уравнение (1) определяется для каждого значения скольжения. Нами применен дробно-факторный эксперимент, позволяющий сократить число экспериментов до $N = 2^{n-1} = 16$ [4].

Проведенный анализ показывает, что тройными и более высокими порядками взаимодействия факторов можно пренебречь из-за их малости. Исходя из изложенного, составлена матрица проведения экспериментов (таблица):

t α	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₁ ·x ₂	x ₁ ·x ₃	x ₁ ·x ₄	x ₁ ·x ₅	x ₂ ·x ₃	x ₂ ·x ₄	x ₂ ·x ₅	x ₃ ·x ₄	x ₃ ·x ₅	x ₄ ·x ₅
1	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
3	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
4	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-
5	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
6	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
7	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
8	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+
9	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-
10	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+
11	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+
12	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-
13	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
14	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
15	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Проведены все 16 экспериментов и сделаны расчеты электромагнитного моменты для всех шестнадцати элементов матрицы планирования по полному алгоритму проектирования. По данным этих расчетов определены все коэффициенты уравнений регрессий: $b_{ij} = \sum_{i,j=1}^N M_{ij} x_{ij} / N$. Далее проведена проверка значимости коэффициентов и адекватности полученных уравнений регрессий электромагнитного момента машины известным методом [4].

Полученная система уравнений $M = f(x_1; x_2; \dots x_5)$ для пяти значений скольжения позволяет оптимизировать ЭМС по форме моментной характеристики.

В качестве примера рассмотрим оптимизацию спроектированной, изготовленной и испытанной ЭМС типа ИЭМ-800 со следующими базовыми значениями факторов и областями их вариации: длина якоря и полюса индуктора $l_z = (26 \pm 2,6)$ см; удельное электрическое сопротивление стали $\rho = (245 \cdot 10^{-9} \pm 24,5 \cdot 10^{-9})$ Омсм; индукция холостого хода $B_{1m0} = (1,02 \pm 0,102)$ Тл; степень уменьшения индукции $k_1 = 0,8364 \pm 0,418$; коэффициент учета зубчатости якоря $\alpha = 1,5 \pm 0,5$.

Следует отметить, что в качестве базовых значений факторов приняты значения их для ИЭМ-800 с гладким массивным якорем и когтеобразными массивными полюсами.

Полученная система регрессионных уравнений для пяти значений скольжения после проверки значимости и адекватности имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
M_{s=0,05} &= 6090 + 2056\alpha + 757l_z - 601\rho + \\
&\quad + 1710B_{1mo} + 598\alpha B_{1mo}; \\
M_{s=0,1} &= 10509 + 3507\alpha + 1276l_z - 1013\rho + \\
&\quad + 2979B_{1mo} - 1279k_1 + 598\alpha B_{1mo}; \\
M_{s=0,2} &= 16286 + 5441\alpha + 1995l_z - 1590\rho + \\
&\quad + 4622B_{1mo} - 3891k_1 + 598\alpha B_{1mo} - \\
&\quad - 1345\alpha k_1; \\
M_{s=0,5} &= 21734 + 7254\alpha + 2736l_z - 2215\rho + \\
&\quad + 6169B_{1mo} - 11792k_1 + 2201\alpha B_{1mo} - \\
&\quad - 3968\alpha k_1 - 1376l_z\rho - 1627l_z k_1 - \\
&\quad - 3390B_{1mo}k_1 + 1382\alpha k_1; \\
M_{s=1,0} &= 19204 + 6448\alpha + 2453l_z - 2006\rho + \\
&\quad + 5492B_{1mo} - 16087k_1 + 1202\alpha l_z - \\
&\quad - 1156\alpha\rho + 1994\alpha B_{1mo} - 5418\alpha k_1 - \\
&\quad - 1735l_z\rho + 1162l_z B_{1mo} - 2105l_z k_1 - \\
&\quad - 1160\rho B_{1mo} + 1745\rho k_1 - 4620B_{1mo}k_1. \quad (2)
\end{aligned}$$

Здесь все факторы приняты в относительных единицах (± 1), а значения моментов в Нм.

На рис. 1 показана область возможных изменений механических характеристик ЭМС, построенная по формулам (2), подстановкой в них соответствующий граничных значений факторов (кривые 1, 2). Оптимизация формы механической характеристики объекта заключается в том, чтобы задавая в области (1-2) рис. 2 нужную по техническим и технологическим соображениям форму $M = f(s)$, например, в виде кривой 3, определить соответствующие экстремальные значения факторов. Таким образом, задав оптимальную форму $M = f(s)$ (кривая 3), определяем значения соответствующий моментов для скольжения $s = 0,05$; $s = 0,1$; $s = 0,2$; $s = 0,5$; $s = 1,0$ и, решая совместно все уравнения системы (2), получаем значения факторов.

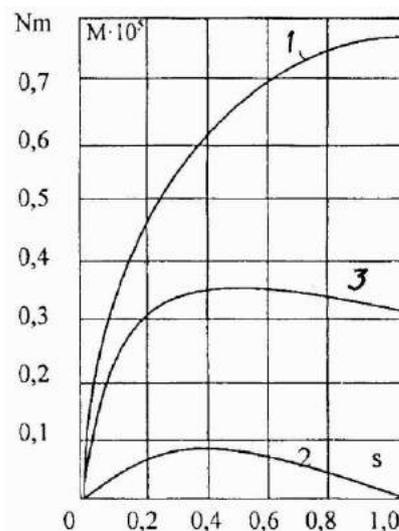


Рис. 1. Расчетные механические характеристики ИЭМ-800: 1,2 – граничные, 3 – оптимальная

Эти алгебраические уравнения являются нелинейными и решение их производится на ЭВМ применением градиентного метода (координатного спуска) следующим образом [5]: 1. Задаем левые части всех уравнений; 2. Всем переменным (факторам) присваиваем их базовые значения; 3. Вычисляем правые части уравнений; 4. Определяем разность левых и правых частей уравнения; 5. Вычисляем погрешность всех уравнений по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (y_{zi} - y_{pi})^2}{5}}, \quad (3)$$

где y_{zi} - численные значения левых частей уравнений; y_{pi} - численные значения правых частей уравнений.

6. По координатной вариации шагом 0,001 при закрепленных других координатах вычисляем и минимизируем σ по (3).

Найденные значения факторов затем переводятся из относительных единиц в абсолютные.

Решением системы уравнений (2) получены следующие значения факторов: а) в относительных единицах: $\alpha = 0,4$; $l_z = 0,41$; $\rho = 0,401$; $B_{1mo} = 0,2$; $k_1 = 0,602$; б) в абсолютных единицах: $\alpha = 1,5$; $l_z = 27,6$ см; $\rho = 236 \cdot 10^{-9}$ Ом; $B_{1mo} = 1,04$ Тл; $k_1 = 0,725$.

Сравнение результатов эксперимента (кривая 1) и расчета (кривая 2) рис. 2 показывает, что механические характеристики, построенные для базовых значений факторов, практически совпадают. Эта проверка является дополнительным подтверждением адекватности полученных уравнений регрессии.

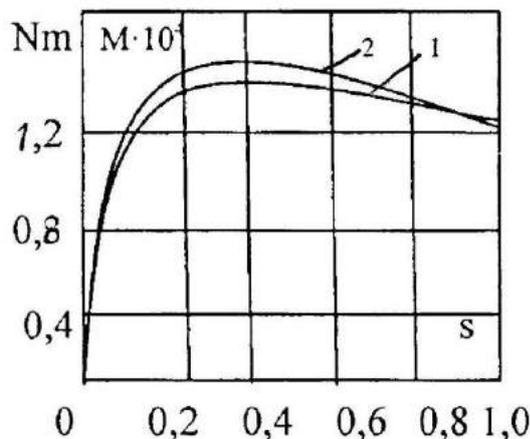


Рис. 2. Механические характеристики электромагнитной муфты скольжения ИЭМ-800: 1 – экспериментальная, 2 – расчетная.

Список литературы

1. Windenergetic. 2006. Bundecverband Wind Energetic Service GmbH 2006. (Справочник)
2. Мустафаев Р.И., Гасанова Л.Г. Сравнительная оценка эффективности функционирования современных ветроэлектрических установок // Изв. Вузов. Электромеханика. 2008. №4. с. 57-60.
3. Куцевалов В.М. Асинхронные и синхронные машины с массивными роторами. М.: Энергия, 1979.
4. Ивоботенко Б.А., Ильинский Н.Ф., Копылов И.П. Планирование эксперимента в электромеханике – М.: Энергия, 1975.
5. Уайлд В. Методы поиска экстремума. – М.: Наука, 1967.

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ СЛЕДЯЩЕГО ПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Бутаков В.М., Баязитов В.О., Дудкин И.М.

КГЭУ, РФ, г. Казань

В современной инженерной практике широкое распространение получили электроприводы (ЭП), построенные по принципу подчиненного регулирования, когда система разбивается на несколько контуров и к каждому контуру в отдельности применяется стандартная настройка.

Настройку начинают с внутреннего контура. Внешний контур по отношению к настраиваемому внутреннему (подчиненному) контуру является задающим. Последовательная коррекция такого рода сводится к получению стандартных показателей качества, логарифмических частотных и переходных характеристик [1].

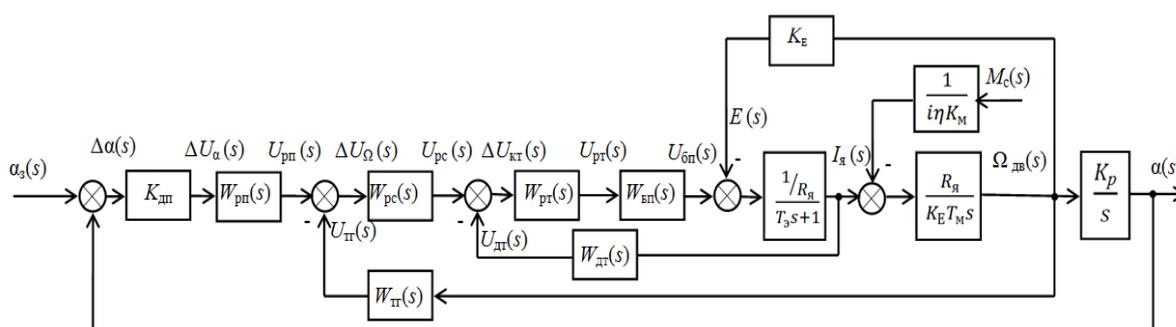
Структурная схема динамической модели позиционного следящего электропривода изображена на рис. 1. Система состоит из трех контуров: контура тока (КТ), контура скорости (КС) и контура положения (КП). В качестве электромеханического преобразователя силового канала применен двигатель постоянного тока с независимым возбуждением и управлением по цепи якоря (ДПТЯУ).

Требуемые показатели качества переходного процесса обеспечиваются с помощью последовательных корректирующих устройств (КУ): регулятора тока (РТ), регулятора скорости (РС) и регулятора положения (РП).

В процессе синтеза РТ и РС добиваются компенсации больших постоянных времени (T_3 , T_m) электродвигателя (ЭД) за счет настройки КТ и КС на оптимум по модулю (ОМ). Определение структуры и параметров РП зависит от требуемой точности и определяется структурой неизменяемой части ЭП.

Синтез регулятора тока. В рассматриваемой структурной схеме (см. рис. 1) КТ состоит из РТ, блока питания (БП) якорной цепи ЭД и датчика тока (ДТ). Изменение ЭДС $E(s)$ при изменении угловой скорости вращения вала $\Omega_{дв}(s)$ является возмущающим воздействием для ЭД. Однако если принять во внимание, что изменение $\Omega_{дв}(s)$ в значительной степени определяется электромеханической постоянной времени T_m , а быстродействие процессов, протекающих в КТ достаточно велико, то внутренней обратной связью по ЭДС при настройке КТ на ОМ можно пренебречь.

Рис. 1. Структурная схема динамической модели позиционного следящего электропривода



БП ДПТЯУ, как правило, включает широтно-импульсный преобразователь и является существенно нелинейным звеном. Вместе с тем, частота среза КТ находится значительно ниже зоны рабочих частот БП, поэтому, с большой степенью точности можно считать, что динамические свойства преобразователя описываются инерционным звеном

$$W_{\text{бп}}(s) = \frac{K_{\text{бп}}}{T_{\text{бп}}s + 1}.$$

Учитывая, что динамические свойства ДТ определяются также инерционным звеном, запишем передаточную функцию разомкнутого КТ

$$W_{\text{кт}}(s) = W_{\text{рт}}(s) \frac{K_{\text{бп}} K_{\text{дт}} / R_{\text{я}}}{(T_{\text{бп}}s + 1)(T_{\text{дт}}s + 1)(T_{\text{э}}s + 1)}. \quad (1)$$

Постоянные времени БП и ДТ ($T_{\text{бп}}$, $T_{\text{дт}}$) относятся к малым постоянным времени. Постоянная времени ЭД $T_{\text{э}}$ подлежит компенсации. Поэтому для настройки КТ на ОМ следует выбрать ПИ-регулятор с передаточной функцией

$$W_{\text{рт}}(s) = \frac{K_{\text{рт}}(T_{\text{рт}}s + 1)}{T_{\text{рт}}s}. \quad (2)$$

Расчетные формулы параметров РТ принимают вид

$$K_{\text{рт}} = \frac{R_{\text{я}} T_{\text{рт}}}{2T_{\Sigma}^{\text{КТ}} K_{\text{бп}} K_{\text{дт}}}; \quad T_{\text{рт}} = T_{\text{э}}, \quad (3)$$

где $T_{\Sigma}^{\text{КТ}} = T_{\text{бп}} + T_{\text{дт}}$ – суммарная малая постоянная времени КТ.

После подстановки (2) и (3) в (1), получаем передаточную функцию разомкнутого КТ, настроенного на ОМ,

$$W_{\text{кт}}(s) = \frac{1}{2T_{\Sigma}^{\text{КТ}} s (T_{\Sigma}^{\text{КТ}} s + 1)}. \quad (4)$$

Передаточная функция замкнутого КТ примет вид

$$\Phi_{\text{кт}}(s) = \frac{W_{\text{кт}}(s)}{[1 + W_{\text{кт}}(s)]W_{\text{дт}}(s)} = \frac{T_{\text{дт}}s + 1}{K_{\text{дт}} [2T_{\Sigma}^{\text{КТ}} s (T_{\Sigma}^{\text{КТ}} s + 1) + 1]} \quad (5)$$

Из полученного выражения следует, что длительность переходного процесса КП не зависит от постоянной времени $T_{\text{э}}$ ЭД и определяется суммарной малой постоянной времени $T_{\Sigma}^{\text{КТ}}$.

Синтез регулятора скорости. Преобразуем структурную схему ЭП, для чего перенесем точку приложения момента $M_{\text{с}}$ против хода прохождения сигнала на вход КС. В результате получим структурную схему ЭП, изображенную на рис. 2.

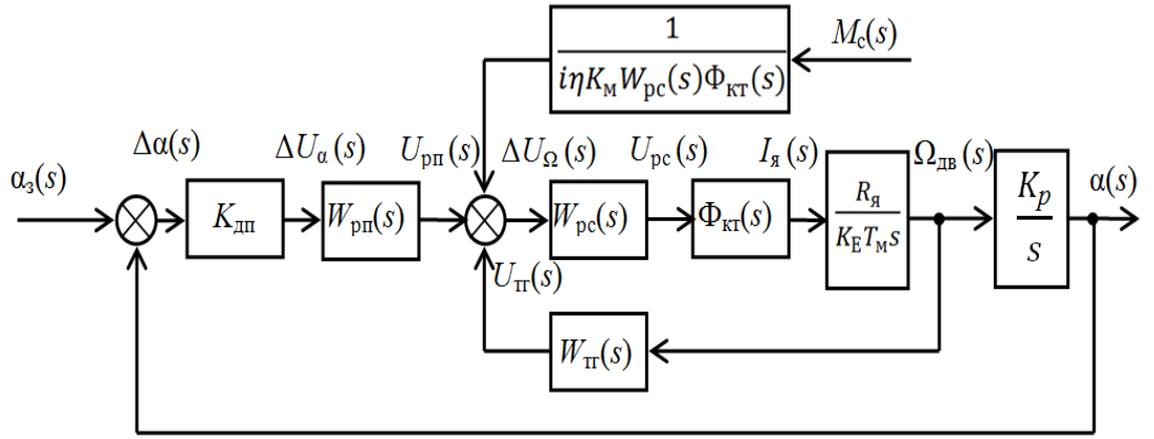


Рис. 2. Преобразование структурной схемы для синтеза регулятора скорости

Динамические свойства ТГ описываются инерционным звеном

$$W_{ТГ}(s) = \frac{K_{ТГ}}{T_{ТГ}s + 1}. \quad (6)$$

При настройке КС на ОМ полагают, что в диапазоне рабочих частот передаточная функция замкнутого КТ имеет вид

$$\Phi_{КТ}(s) \cong \frac{1/K_{ДТ}}{2T_{\Sigma}^{КТ}s + 1}. \quad (7)$$

На основании (6) и (7) передаточная функция разомкнутого КС, настроенного на ОМ, определится из выражения

$$W_{КС}(s) = W_{рс}(s) \frac{1/K_{ДТ}}{2T_{\Sigma}^{КТ}s + 1} \cdot \frac{R_я}{K_E T_M s} \cdot \frac{K_{ТГ}}{T_{ТГ}s + 1}. \quad (8)$$

В выражении (8) электромеханическая постоянная времени ЭД T_M подлежит компенсации, а $2T_{\Sigma}^{КТ}$ и $T_{ТГ}$ являются малыми постоянными времени КС. Наличие в структуре КС интегрирующего звена позволяет выбрать в качестве РС П-регулятор с передаточной функцией

$$W_{рс}(s) = K_{рс}, \quad (9)$$

где

$$K_{рс} = \frac{K_{ДТ} K_E T_M}{2T_{\Sigma}^{КС} R_я K_{ТГ}}, \quad T_{\Sigma}^{КС} = 2T_{\Sigma}^{КТ} + T_{ТГ} - \text{суммарная малая постоянная времени КС.}$$

Подставляя (9) в (8), будем иметь

$$W_{КС}(s) = \frac{1}{2T_{\Sigma}^{КС} s (T_{\Sigma}^{КТ} s + 1)}. \quad (10)$$

Передаточная функция замкнутого КС, согласно (10), запишется в виде

$$\Phi_{КС}(s) = \frac{T_{ТГ} s + 1}{K_{ТГ} [2T_{\Sigma}^{КС} s (T_{\Sigma}^{КТ} s + 1) + 1]}. \quad (11)$$

Быстродействие настроенных на ОМ КТ и КС зависит от суммарных малых постоянных времени $T_{\Sigma}^{КТ}$ и $T_{\Sigma}^{КС}$. Соотношение частот среза $\frac{1}{2T_{\Sigma}^{КТ}} > \frac{1}{2T_{\Sigma}^{КС}}$ говорит о том, что быстродействие КТ выше, чем у КС.

Несмотря на то, что КС является астатическим ($\nu = 1$) по управляющему воздействию, при наличии постоянного возмущающего воздействия ($M_c = \text{const}$) будет иметь место статическая ошибка.

Рассмотрим реакцию КС на ступенчатое изменение нагрузки M_c .

Передаточная функция КС по возмущению определится в виде

$$\Phi_{\Omega}^M(s) = \frac{-1}{i\eta K_M W_{pc}(s)\Phi_{кт}(s)} W_{pc}(s)\Phi_{кт}(s) \frac{R_y}{K_E T_M s} \cdot \frac{1}{1 + W_{pc}(s)\Phi_{кт}(s) \frac{R_y}{K_E T_M s} W_{тг}(s)} \quad (12)$$

Подставив в (12) выражения (5) и (6) и обозначив $K_d = \frac{K_E K_M}{R_y}$, получим

$$\Phi_{\Omega}^M(s) = -\frac{\frac{K_{дт} K_E}{i\eta K_d} [2T_{\Sigma}^{КС} s(T_{\Sigma}^{КТ} s + 1) + 1](T_{тг} s + 1)}{K_{дт} K_E T_M s [2T_{\Sigma}^{КС} s(T_{\Sigma}^{КТ} s + 1) + 1](T_{тг} s + 1) + K_{pc} R_y K_{тг} (T_{дт} s + 1)} \quad (13)$$

По теореме о предельном значении будем иметь

$$(\Omega_{дв})_{ст} = \lim_{s \rightarrow 0} s\Phi_{\Omega}^M(s) \frac{-M_c^0}{s} = \frac{K_{дт} K_E M_c^0}{i\eta K_d K_{pc} R_y K_{тг}} \quad (14)$$

С учетом (9), выражение (14) переписывается в виде

$$(\Omega_{дв})_{ст} = \frac{2[2(T_{бп} + T_{дт}) + T_{тг}]}{i\eta K_d T_M} M_c^0$$

Следовательно, при ступенчатом изменении момента нагрузки на исполнительном валу ЭП имеет место отклонение угловой скорости вращения ЭД, которое зависит от соотношения суммарной малой постоянной времени ЭД. Если жесткость механической характеристики β не удовлетворяет требованиям механизма, то необходимо увеличить коэффициент демпфирования K_d . Если и в этом случае не удастся получить удовлетворительный результат, то следует применить ПИ-регулятор и настроить КС на СО.

Синтез регулятора положения. При синтезе РП для КП необходимо исходить из требований по точности, сформулированных в техническом задании на проектирование. Поскольку КП содержит интегрирующее звено, то при выборе П-регулятора ($W_{рп} = K_{рп}$) без статической ошибки будет обрабатываться ступенчатое задающее воздействие.

При воспроизведении задающего воздействия, изменяющегося с постоянной скоростью $\alpha_3(t) = \Omega_0 t$ скоростная ошибка определится в виде

$$\Delta\alpha_{ск} = \lim_{s \rightarrow 0} s\Phi_{\Delta\alpha}(s) \frac{\Omega_0}{s^2}, \quad (15)$$

где $\Phi_{\Delta\alpha}(s)$ – передаточная функция замкнутого ЭП относительно ошибки $\Delta\alpha(s)$ по задающему воздействию.

По структурной схеме (рис. 2) определяем передаточную функцию

$$\Phi_{\Delta\alpha}(s) = \frac{1}{1 + K_{\text{дп}} K_{\text{рп}} \Phi_{\text{кc}}(s) \frac{K_{\text{p}}}{s}}.$$

Подставляя в последнее выражение (11) и учитывая, что $K_{\text{p}}=1/i$, будем иметь

$$\Phi_{\Delta\alpha}(s) = \frac{iK_{\text{тг}}s[2T_{\Sigma}^{\text{кc}}s(T_{\Sigma}^{\text{кт}}s+1)+1]}{iK_{\text{тг}}s[2T_{\Sigma}^{\text{кc}}s(T_{\Sigma}^{\text{кт}}s+1)+1] + K_{\text{дп}}K_{\text{рп}}(T_{\text{тг}}s+1)}. \quad (16)$$

После подстановки (16) в (15) получаем расчетное значение скоростной ошибки

$$\Delta\alpha_{\text{ск}} = \frac{iK_{\text{тг}}\Omega_0}{K_{\text{дп}}K_{\text{рп}}}. \quad (17)$$

При ступенчатом изменении момента нагрузки M_c моментная составляющая ошибки определится в виде

$$\Delta\alpha_{\text{ст}}^M = \lim_{s \rightarrow 0} s\Phi_{\Delta\alpha}^M(s) \frac{-M_c^0}{s}, \quad (18)$$

где $\Phi_{\Delta\alpha}^M(s)$ – передаточная функция замкнутого ЭП относительно ошибки $\Delta\alpha(s)$ по моменту нагрузки.

Преобразуем структурную схему (рис. 2) к виду, изображенному на рис.3 ($\alpha_3 = 0$).

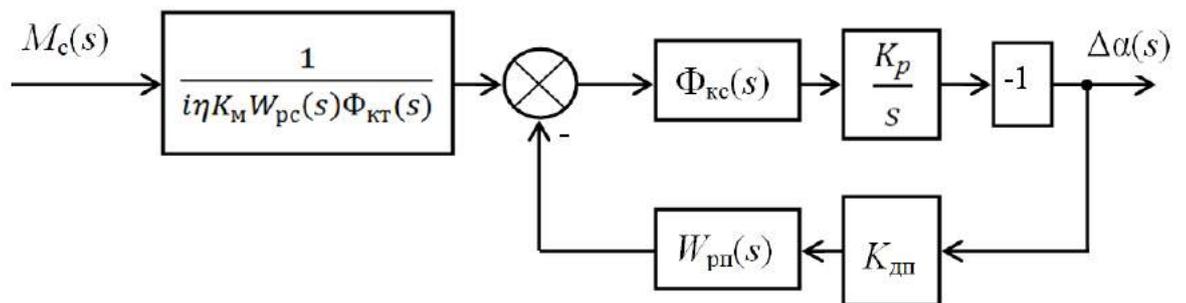


Рис. 3. Преобразование структурной схемы для оценки моментной составляющей ошибки

Тогда

$$\Phi_{\Delta\alpha}^M(s) = \frac{1}{i\eta K_{\text{м}} W_{\text{pc}}(s) \Phi_{\text{кт}}(s)} \cdot \frac{-\Phi_{\text{кc}}(s) \frac{K_{\text{p}}}{s}}{1 + \Phi_{\text{кc}}(s) \frac{K_{\text{p}}}{s} W_{\text{рп}}(s) K_{\text{дп}}}. \quad (19)$$

После преобразований будем иметь

$$\Phi_{\Delta\alpha}^M(s) = \frac{-K_{дт} [2T_{\Sigma}^{кк} s(T_{\Sigma}^{кт} s + 1) + 1] (T_{тг} s + 1)}{i\eta K_{рс} K_{м} (T_{дт} s + 1) \{iK_{тг} s [2T_{\Sigma}^{кк} s(T_{\Sigma}^{кт} s + 1) + 1] + (T_{тг} s + 1) K_{рп} K_{дп}\}} \quad (20)$$

Подставляя полученную передаточную функцию (20) в формулу (18), вычисляем моментную составляющую ошибки

$$\Delta\alpha_{ст}^M = \frac{K_{дт} M_c^0}{i\eta K_{м} K_{рс} K_{рп} K_{дп}}. \quad (21)$$

На основании требований технического задания к допустимой ошибке $\Delta\alpha_{доп}$ составляем условие $\Delta\alpha_{доп} \leq \Delta\alpha_{ск} + \Delta\alpha_{ст}^M$.

С учетом расчётных значений (17) и (21) получим

$$\Delta\alpha_{доп} \leq \frac{iK_{тг} \Omega_0 + \frac{K_{дт} M_c^0}{i\eta K_{м} K_{рс}}}{K_{рп} K_{дп}}. \quad (22)$$

На основании (22) определяем ограничение на коэффициент передачи РП

$$K_{рп} \geq \frac{iK_{тг} \Omega_0 + \frac{K_{дт} M_c^0}{i\eta K_{м} K_{рс}}}{\Delta\alpha_{доп} K_{дп}}. \quad (23)$$

Из полученного выражения следует, что для обеспечения заданной точности для следящих позиционных ЭП с астатизмом 1-го порядка необходимо, чтобы расчетное значение $K_{рп}$ ПИ-регулятора удовлетворяло условию (23).

Для повышения точности обработки задающего воздействия в качестве РП следует применить ПИ-регулятор с передаточной функцией

$$W_{рп}(s) = \frac{K_{рп} (T_{рп} s + 1)}{T_{рп} s}. \quad (24)$$

и настроить КП на СО [2].

Передаточная функция разомкнутого ЭП запишется в виде

$$W(s) = K_{дп} W_{рп}(s) \Phi_{кк}(s) \frac{K_p}{s}. \quad (25)$$

Предположив, что в зоне рабочих частот

$$\Phi_{кк}(s) \cong \frac{1/K_{тг}}{2T_{\Sigma}^{кк} s + 1}.$$

перепишем (25) следующим образом

$$W(s) = \frac{K_{\text{дп}} K_{\text{рп}} K_{\text{р}} (T_{\text{рп}} s + 1)}{K_{\text{тг}} T_{\text{рп}} s^2 (2T_{\Sigma}^{\text{кк}} s + 1)}. \quad (26)$$

В настроенном режиме параметры РП следует рассчитать по формулам

$$K_{\text{рп}} = \frac{K_{\text{тг}}}{2 \cdot 2T_{\Sigma}^{\text{кк}} K_{\text{дп}} K_{\text{р}}}; \quad T_{\text{рп}} = 4 \cdot 2T_{\Sigma}^{\text{кк}}.$$

Тогда передаточная функция (26) примет вид

$$W(s) = \frac{8T_{\Sigma}^{\text{кк}} s + 1}{32(T_{\Sigma}^{\text{кк}})^2 s^2 (2T_{\Sigma}^{\text{кк}} s + 1)}, \quad (27)$$

где $T_{\Sigma}^{\text{кк}} = 2(T_{\text{бп}} + T_{\text{дт}}) + T_{\text{тг}}$.

Анализ полученной передаточной функции (27) показывает, что применение ПИ-регулятора привело к повышению порядка астатизма ($\nu = 2$) системы. При такой структуре ЭП скоростная ошибка $\Delta\alpha_{\text{СК}}$ и моментная составляющая ошибки $\Delta\alpha_{\text{СТ}}^M$ будут равны нулю и ограничение на допустимую ошибку $\Delta\alpha_{\text{ДОП}}$ будет складываться из ошибки $\Delta\alpha_{\text{УСК}}$ при обработке задающего воздействия, изменяющегося с постоянным ускорением и моментной составляющей ошибки $\Delta\alpha_{\text{СК}}^M$ при изменении момента нагрузки с постоянной скоростью.

Если повышение порядка астатизма ν системы нежелательно, например, по причине значительного уменьшения запасов устойчивости (L_s, θ_s) и недопустимого увеличения показателя колебательности, то следует применять методы повышения точности, основанные на комбинированном управлении с коррекцией по задающему воздействию или с использованием дополнительных измерительных связей по моменту сопротивления.

Список литературы

1. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Павлов С.В. Стандартные настройки и их применение // Актуальные вопросы науки и техники: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. – Самара, 2016. – С. 141–144.
2. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М. Основные этапы проектирования электроприводов // Развитие технических наук в современном мире: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. – Воронеж, 2015. – С. 180–183.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ПРИ ПОДАЧЕ ВОЗДУХА В НЕПОДВИЖНУЮ ЖИДКОСТЬ

Караичев И. Е.

МГСУ, г. Москва

Водоёмы, реки, моря и океаны подвержены загрязнению от попадающих в них сточных вод образующихся в результате хозяйственно-бытовой деятельности человека. Очистка сточных вод является одной из самых важных экологических проблем нашего времени. В ряде методов очистки, таких как барботаж и флотация очистка воды происходит за счет массообменных процессов [2]. На интенсивность массообмена главным образом влияет площадь контакта фаз, в первую очередь определяемая характеристиками образующихся пузырей [3].

Формирование газового пузыря в жидкостях зависит от различных системных параметров. В литературе эти факторы обычно делятся на: конструктивные параметры (материал, диаметр и конструкция сопла), системные параметры (поверхностное натяжение, вязкость жидкости и газа, влияние которых рассмотрены в работах Акиты и Йошиды [5] и Шэфера и др. [6].) и режимные параметры (расход газа, гидростатическое давление, размер емкости с жидкостью).

Образование одиночных пузырьков газа из погруженного в воду капилляра может проходить в нескольких режимах [1]: квазистатическом, динамическом, и струйном. В квазистатическом режиме расход диспергируемой фазы очень мал и не влияет на отрывающийся объем пузырька, а частота образования пузырей увеличивается с увеличением расхода. При увеличении расхода газа значительную роль играют динамические эффекты, которые, в основном, связаны с ускорением масс жидкости, присоединенных к образующемуся пузырю. В этом режиме, который называется динамическим, увеличение расхода газа ведет к росту отрывного объема пузырька. В свою очередь частота образования так же увеличивается, но достигнув определенного уровня, остается примерно постоянной. Струйный режим существует при высоких скоростях истечения (30-40 м/с).

Исследования по данной тематике, как правило, имеют ограничения по диапазону варьируемых параметров и обнаруживают разногласия в результатах, что подтверждает актуальность дальнейших экспериментальных исследований.

Выполненная работа описывает влияние ряда факторов влияющих на образование пузырьков воздуха при вдуве воздуха в покоящуюся жидкость из одиночного капилляра. Эксперимент выполнялся на опытном стенде фотографическим методом [4], принципиальная схема которого изображена на рис. 1.

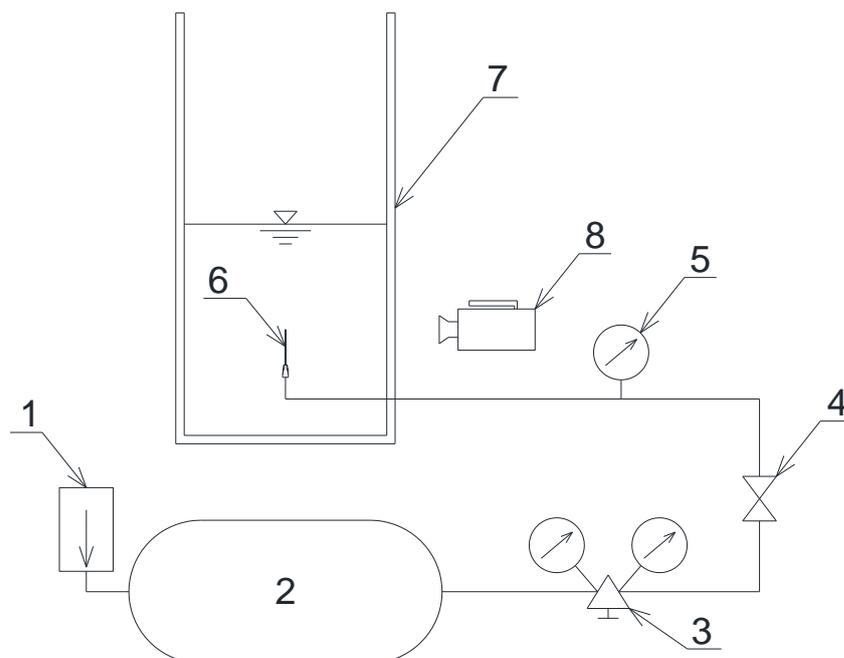


Рис. 1 Принципиальная схема экспериментальной установки (1 – компрессор, 2 – резиновый ресивер, 3 – газовый редуктор низкого давления, 4 – регулировочный вентиль, 5 – наклонный микроманометр, 6 – выходное отверстие капилляра, 7 – стеклянная емкость прямоугольного сечения с водой, 8 – скоростная видеокамера и фотоаппарат)

Воздух от компрессора (1) подается в резиновый ресивер (2), для сглаживания возможных пульсаций давления, создаваемых компрессором. Из магистрали высокого давления через газовый редуктор (3) и регулировочный вентиль (4) воздух поступает в вертикальный капилляр (6), расположенный в емкости (7) прямоугольного сечения 10x10 см и высотой 50 см.

В качестве переменных факторов были приняты: внутренний диаметр капилляра (0,26 мм, 0,34 мм, 0,41 мм, 0,51 мм, 0,6 мм, 0,69 мм, 0,84 мм.), скорость истечения воздуха (от 150 см/с до 850 см/с) и гидростатическое давление над устьем капилляра (2 см. и 7 см.)

Результатами эксперимента служат полученные зависимости влияния варьируемых факторов на характеристики крупность образующихся пузырей. Данные представленные на рис. 2 показывают, что размер пузырьков возрастает с увеличением диаметра капилляра и скорости истечения воздуха из него.

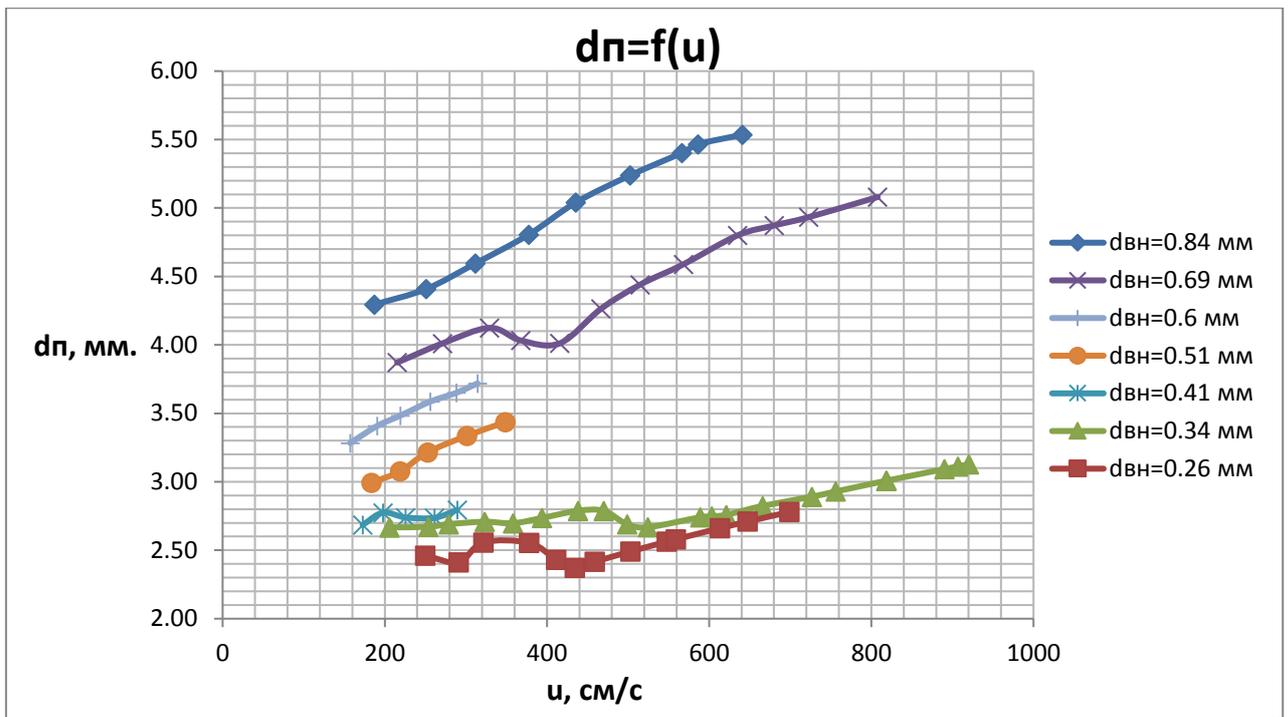


Рис. 2. График зависимости диаметра пузырька от скорости истечения воздуха и диаметра капилляра.

Наглядно рост крупности с увеличением скорости истечения воздуха из затопленного капилляра с внутренним диаметром $d_{вн} = 0,84$ мм. продемонстрирован на рис. 2, где несколько снимков образующихся пузырьков, сделанные при различных скоростях истечения воздуха объединены в один. Определение объема пузырьков производилось с помощью графического комплекса AutoCad, после чего высчитывался диаметр эквивалентный шара d_p .



Рис. 3. Фото образующихся пузырьков воздуха из затопленного капилляра $d_{вн} = 0,84$ мм., при скоростях истечения от 187 см/с до 641 см/с.

Фотографирование пузырьков в процессе их роста, когда они связаны с капилляром, показало, что их форма близка к шарообразной. После отрыва форма пузырьков меняется и на некотором расстоянии от устья она становится дискообразной.

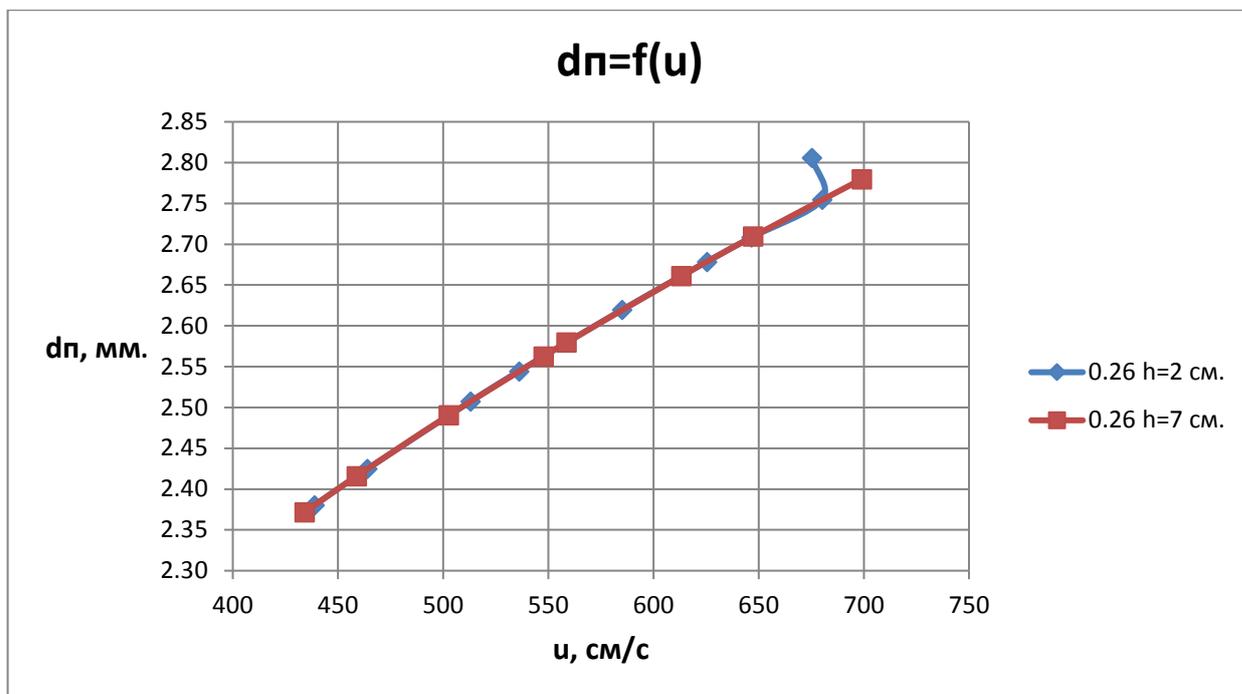


Рис. 4. График зависимости диаметра пузырька от гидростатического давления над устьем капилляра.

На рис. 4 показаны данные измерения диаметра пузырька воздуха для капилляра $d_{вн} = 0,26$ мм. при гидростатическом давлении равном $h=2$ см и $h=7$ см. Видно, что изменение гидростатического давления в 3,5 раза не оказывает существенного влияния на крупность образующихся пузырей. При увеличении гидростатического давления, требуется более высокое давление подводящей магистрали для получения большей скорости истечения воздуха из капилляра.

На основе выполненных измерений можно сделать вывод о том, что изменение диаметра капилляра от 0,26 мм. до 0,84 мм. вызвало увеличение крупности образующихся пузырьков в два раза. В свою очередь увеличение скорости выдуваемого воздуха от 200 см/с до 800 см/с приводит к росту крупности пузырьков воздуха в 1,25 раза. Полученные зависимости могут быть использованы при дальнейшем анализе исследуемого процесса.

Список литературы

1. Броунштейн Б.И., Щеголев В. В. Гидродинамика, массо- и теплообмен в колонных аппаратах. – Л.: Химия, 1988. – 336 с.
2. Ксенофонов Б. С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы. – М.: Новые технологии, 2010. – 272 с.
3. Кутателадзе С.С. Гидродинамика газожидкостных систем / С.С. Кутателадзе, М.А. Стырикович. – М.: Энергия, 1976. – 296 с.
4. Сухарев И.С., Экспериментальное определение размеров пузырьков газа при истечении в системе воздух/вода / Вестник волжской государственной академии водного транспорта – 2016.
5. Akita, K. Bubble size, interfacial area, and liquid-phase mass transfer coefficient in bubble columns / K. Akita, F. Yoshida // Industrial and Engineering Chemistry Process Design and Development. – 1974. – Vol. 13. – P. 84-91.
6. Schafer, R. Bubble size distributions in a bubble column reactor under industrial conditions / R. Schafer, C. Marten, G. Eigenberger // Experimental Thermal and Fluid Science. – 2002. – Vol. 26. – P. 595-604.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ ПАРКА ФОРМИРОВАНИЯ И ОБОРОТА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

Крошечкина И.Ю.

к.т.н., доц.

Российская открытая академия транспорта ФГБ ОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II», г. Москва

Экологические факторы, по последним данным, формируют до 25% патологий человека, а в отдельных регионах процесс экологически обусловленных заболеваний существенно выше. Сегодня в Российской Федерации экологическая ситуация оказывается одной из главных причин ухудшения здоровья населения, снижения средней продолжительности жизни и роста смертности.

В связи с этим, огромное значение приобретает установление факторов, оказывающих вредное воздействие на человека, и их оценку; определение неотложных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия вредных факторов среды обитания человека на здоровье населения; разработка предложений для принятия решений в области обеспечения экологического благополучия населения.

К приоритетным факторам, формирующим негативные тенденции в состоянии здоровья населения Российской Федерации, относится как комплексная химическая, так и биологическая нагрузка, определяемая химическим и микробиологическим загрязнением почвы [1].

Железнодорожный транспорт и его предприятия являются природопользователями и постоянно воздействуют на природную среду. Уровень воздействия может находиться в допустимых равновесных и кризисных границах [5]. Характер воздействия транспорта на окружающую среду определяется составом техногенных факторов, интенсивностью их воздействия, экологической весомостью воздействия на элементы природы. Техногенное воздействие может быть локальным (от единичного фактора) или комплексным – от группы различных факторов, характеризующихся коэффициентами экологической весомости, которые зависят от вида воздействия (механическое, тепловое, биологическое, химическое, электромагнитное и др.), их характера (кратковременное, долговременное), объекта воздействия (функционирование железных дорог, их предприятий).

Вопросы оценки источников и видов загрязнений почвы, отведенной под земли железнодорожного транспорта, путей трансформации в ней загрязняющих веществ и степени их воздействия на окружающую среду, а также на здоровье человека являются актуальными, так как имеют важное значение как для понимания процессов, протекающих в экосистемах, так и для решения многих практических задач, связанных с охраной окружающей среды и здоровья населения [2].

В настоящее время недостаточно изучены проблемы качества почвогрунтов участков обслуживания и экипировки пассажирского подвижного состава. Большая часть технологического процесса подготовки пассажирских составов в рейс в пунктах формирования и оборота проводится не в цехах, а на открытых площадках, что связано с химическим, физическим и бактериальным загрязнением природных сред, в том числе и почвы [4].

Для настоящего исследования были выбраны участки парков формирования и оборота пассажирских поездов, расположенных в разных климатических зонах, а именно в г. Казани (Республика Татарстан) и г.

Новый Уренгой (Ямало-Ненецкий автономный округ). Выбор железнодорожных путей обусловлен их технологическим назначением. Проба №1 отбиралась на путях, на которые, как правило, принимаются для обслуживания составы, оборудованные экологически чистыми туалетными комплексами (ЭЧТК), проба №2 - без ЭЧТК. Проба № 3 отбиралась на путях, которые предназначены для перестоя пассажирских вагонов, не используемых в перевозочном процесс; работы по обслуживанию и подготовки составов в рейс на них не проводятся.

Отбор проб проводили по методу конверта путем усреднения 12 точечных проб, отобранных на глубине 0-5 см вдоль железнодорожных путей в летний период.

Для определения токсических свойств почвы все чаще используют методы биотестирования (Сан ПиН 2.1.7.573-96). Как правило, биотестирование не дает ответа на вопрос о характере загрязняющего вещества, вызывающего ту или иную реакцию тест-объекта. Тест-функции носят общий неспецифический характер. Однако количество загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду, неуклонно возрастает, и не исключено, что какое-либо вещество или смесь веществ, может привести к возникновению специфических реакций у тест-объектов [3].

Оценку фитотоксичности почвы участков парков формирования и оборота пассажирских поездов проводили на проростках семян редиса *Raphanus sativus*. Методика основана на оценке влияния водного экстракта или водных растворов индивидуальных соединений на интенсивность прорастания семян редиса *Raphanus sativus*.

Исследования фитотоксического влияния загрязнений показали (табл. 1, табл. 2), что присутствие загрязнений в почве в значительной мере ингибирует рост и развитие растений и отрицательно сказывается на всхожести семян, а также длине проростков.

Таблица 3 – Всхожесть семян редиса *Raphanus sativus* (экспериментальный участок в г. Казани)

Варианты в опыте	повторность	Число посеянных семян, шт.	Число проросших семян, шт.	Средняя длина корней проростков, мм	T, %
1	2	3	4	5	6
контроль	1	30	25	10±0,21	-
	2	30	23	12±0,34	-
	3	30	27	13±0,28	-
среднее		-	25	11,5±1,32	-
№ 1	1	30	13	3,8±1,3	-
	2	30	12	3,8±1,0	-
	3	30	10	4,0±1,1	-
среднее		-	11	3,8±1,1	67,0
№ 2	1	30	15	7,8±1,1	-
	2	30	17	6,5±1,8	-
	3	30	15	7,9±1,0	-
среднее		-	15	7,4±1,3	35,6
№ 3	1	30	19	4,9±0,2	-
	2	30	21	4,3±0,5	-
	3	30	18	5,1±0,3	-
среднее		-	19	4,6±0,33	60,0

Таблица 4 – Всхожесть семян редиса *Raphanus sativus* (экспериментальный участок в г. Новый Уренгой)

Варианты в опыте	повторность	Число посеянных семян, шт.	Число проросших семян, шт.	Средняя длина корней проростков, мм	T, %
1	2	3	4	5	6
контроль	1	30	25	10±0,21	-
	2	30	23	12±0,34	-
	3	30	27	13±0,28	-
среднее		-	25	11,5±1,32	-
№ 1	1	30	10	4,0±0,9	-
	2	30	9	3,7±0,2	-
	3	30	12	4,3±0,7	-
среднее		-	10	4,0±0,6	65,2
№ 2	1	30	12	5,9±0,8	-
	2	30	10	5,7±1,0	-
	3	30	14	9,0±0,9	-
среднее		-	12	6,8±0,9	40,8
№ 3	1	30	18	5,2±0,7	-
	2	30	17	5,3±0,3	-
	3	30	15	5,5±0,8	-
среднее		-	17	5,3±0,6	53,9

Установлено, что всхожесть редиса в негативной почве, отобранной на производственном участке в г. Новый Уренгой, незначительно ниже по отношению к результатам всхожести, полученным в образцах почвы, отобранной на производственном участке в г.Казани. Показано, что всхожесть редиса в образцах №1, №2 и №3, отобранных в г. Казани, снизилась по отношению к контрольному образцу в 2,3; 1,7 и 1,3 раза соответственно, и в 2,5; 2,1 и 1,3 раза в аналогичных образцах, отобранных в г. Новый Уренгой.

Можно предположить, что на результаты всхожести оказывают влияние агрохимические характеристики образцов почвы. Ранее нами установлено, что более обогащенными являются почвы экспериментального участка в г. Казани.

При оценке длины проростков редиса наблюдается аналогичная ситуация. В загрязненной почве полосы отвода длина проростков снизилась в 1,5-2,8 раза, в зависимости от места отбора проб, по сравнению с контрольным образцом.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о токсичности почвы парков формирования и оборота пассажирских поездов. Причем, наименьшей токсичностью обладают образцы почвы, отобранные на железнодорожных путях, где принимаются составы без ЭЧТК. Можно предположить, что на количественные и качественные показатели всходов оказывает влияние присутствие свежего фекального загрязнения на данном участке [2].

Список литературы

- 1.Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата / Под

- общей редакцией академика А.И. Григорьева; Российская академия наук. – М.: Наука, 2014.
2. Крошечкина И.Ю., Зубрев Н.И. Загрязнение поверхностных горизонтов почвы при эксплуатации железнодорожного транспорта // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2016, № 1 (65), с. 11-17
3. Крошечкина И.Ю., Ведихина Л.И. Системы защиты среды обитания: практикум / И.Ю. Крошечкина; Л.И. Ведихина. – Казань: Издательский дом «Мир без границ», 2016. - с. 96.
4. Руководство по текущему обслуживанию и техническому ремонту 023 ПКБ ЦЛ-2010 РЭ. Вагоны пассажирские.
5. Федеральный закон от 25.08.1995 № 153-ФЗ «О федеральном железнодорожном транспорте».

АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГИДРОСИСТЕМ

Сауткина А.С., Елькин А.Б., Филиппов А.А., Пачурин Г.В.

ФГБОУ ВО Нижегородский государственный технический университет

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

Современное человечество постоянно вынуждено находиться в условиях различных опасностей: природных, технических, антропогенных, экологических, социальных и других [1-4]. В настоящее время активно внедряются более совершенные экологичные и энергосберегающие технологии и оборудование, модернизируются действующие и появляются новые производства [5-7]. При этом они остаются источником опасных и вредных производственных факторов [8-11]. Важное место в структуре промышленных предприятий занимает металлургическое производство, поэтому вопросы профилактики профзаболеваний и травматизма на металлургических предприятиях на сегодняшний день актуальны и требуют постоянного внимания [12]. Существенную роль в решении этого вопроса играет совершенствование технологических процессов [13-16] и устранение или сведение до минимума, так называемого «человеческого фактора» [17,18].

Правильная оценка производственной безопасности и ее эффективное управление возможно на пути оптимизации задач активного управления качеством производственной среды, которая, в свою очередь, возможна на лишь основе адекватной оценки ее неблагоприятных факторов [19-22].

В работе проведен анализ травматизма и профзаболеваемости на предприятии по производству гидросистем.

К большим потерям рабочего времени приводят травмы на производстве и профессиональные заболевания. Обусловлены они в основном неблагоприятными условиями труда и плохой его организацией. Конечно, на уровень общей заболеваемости влияют как производственные, так и непрофессиональные факторы. Однако существует прямая связь между некоторыми видами заболеваний (сердечно-сосудистыми, респираторными) и состоянием условий труда на предприятии. Производственный травматизм, так же как и профессиональная заболеваемость, в значительной степени связан с неблагоприятными условиями труда.

Для определения величины потерь из-за травматизма используют следующие данные:

- число дней нетрудоспособности;

- затраты времени на оказание первой помощи пострадавшему и на доставку его в медсанчасть;
- время недоработанной пострадавшим части смены;
- затраты на лечение.

Следует отметить, что внутрисменные потери рабочего времени, связанные с производственным травматизмом (микротравматизм), не всегда учитываются. По виду воздействия травмы делятся:

- механические (ушибы, переломы, раны);
- тепловые (ожоги, обморожения, тепловые удары);
- химические (химические ожоги, острые отравления, удушье);
- электрические;
- комбинированные.

На предприятии большинство травм носят механический и электрический характер.

В законодательстве по охране труда применяется классификация травм по иному принципу – по тяжести:

- микротравмы (нарушение работоспособности обычно на 15-20 минут; сюда относятся легкие ушибы, порезы, занозы и т.д.);
- легкие травмы (работоспособность нарушается на смену и более);
- тяжелые (с возможным инвалидным исходом);
- смертельные;
- групповые (пострадало два и более человек).

По тяжести на предприятии преобладают легкие травмы, но иногда случаются и групповые.

Профессиональное заболевание – заболевание, которое развивается в результате воздействия на работающего специфических для данной работы вредных производственных факторов и вне контактов с ними возникнуть не может. Частным случаем профзаболевания является профессиональное отравление. Отравления бывают острые (возникли в течение одной рабочей смены) и хронические.

Различают также производственно обусловленные заболевания. Это обычные заболевания, отягощенные производственными факторами. Травмы и острые отравления объединены понятием «несчастный случай».

Согласно исследованиям, проведенным на предприятии, основными причинами несчастных случаев являлись:

1) Организационные (давали 80% всех случаев).

Конкретные организационные причины:

- нарушение пострадавшим требований и инструкций по технике безопасности ТБ (20 из 80%);
- невнимательность пострадавшего (20%);
- некачественный инструктаж по ТБ (7%);
- несоблюдение норм ТБ в организации труда и рабочего места (11%);
- несогласованность в работе, нарушение требований ТБ другими рабочими (5%);
- отсутствие обучения и инструктажа по ТБ (3%);
- отсутствие контроля и надзора за соблюдением правил ТБ (6%);
- прочие.

2) Материально-технические (давали 20% всех случаев). Сюда относятся неисправность приборов, оборудования и спецодежды, конструктивные недостатки машин.

3) Санитарно-гигиенические (давали 3% всех случаев). Сюда относятся ненормальные метеоусловия, шум, вибрация и т.д.

4) Психофизиологические (2%):

- ошибки от усталости;
- ошибки от несоответствия (монотонность, скорость реакции и т.д.).

Основные направления борьбы с травматизмом:

- ограждать движущиеся части оборудования;
- применять устройства, останавливающие оборудование в случае угрозы;
- внедрять системы сигнализации, оповещающие о приближении критической ситуации;
- устанавливать предупредительные знаки, надписи, помогающие работнику ориентироваться;
- испытывать машины и механизмы на прочность, герметичность, непроницаемость;
- осуществлять контроль за соблюдением правил профилактики травматизма;
- автоматизировать отдельные процессы, вывести работников из непосредственной опасности;
- проведение повторного инструктажа;
- проведение курсового обучения с аттестацией;
- привлечение лиц административно-управленческого персонала к ответственности;
- привлечение к ответственности пострадавших;
- проведение собраний коллектива с обсуждением причин несчастных случаев;
- издание приказов, распоряжений по материалам расследования несчастных случаев.

Из профессиональных заболеваний наиболее распространенными оказались следующие:

1. Тугоухость;
2. Сердечно-сосудистый заболевания;
3. Гипертония;
4. Ухудшение зрения.

В табл. приведены данные за последние 5 лет по профессиональным заболеваниям.

Таблица - Профессиональные заболевания на предприятии

Показатель	Тугоухость	Сердечно-сосудистые заболевания	Гипертония	Ухудшение зрения
Количество заболевших людей	34	39	43	26

Из анализа таблицы следует, что среди профессиональных заболеваний на производстве гидравлических систем за последние 5 лет, преобладают гипертония и сердечно-сосудистые заболевания, на втором месте тугоухость и затем ухудшение зрения.

Список литературы

1. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И., Филиппов А.А. Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие / Г.В. Пачурин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.
2. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45-50.

3. 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.
4. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И. и др. 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.
5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Ресурсосберегающая технология подготовки калиброванного проката под холодную высадку изделий // Успехи современного естествознания. – 2007. – №12. – С. 139-139.
6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-1. – С. 38-43.
7. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28. – № 7. – S. 670–673.
8. 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.
9. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Матвеев Ю.И., Кузьмин А.Н. Сравнение технологических методов подготовки структурно-механических свойств поверхности проката для высадки метизов с целью снижения воздействия на работников опасных и вредных факторов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-1. – С. 88-96.
10. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Горшкова Т.А., Ляуданкас Т.П. Обеспечение безопасности жизнедеятельности образовательного учреждения // Современные наукоемкие технологии. - 2016 - № 9 (часть 3). - С. 545-549.
11. Галка Н.В., Пачурин Г.В., Шевченко С.М. Опасные и вредные факторы производственного процесса в учреждении быстрого питания // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 10 (часть 1). - С. 43-49.
12. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Ресурсосберегающая технология подготовки калиброванного проката под холодную высадку изделий // Успехи современного естествознания. – 2007. – №12. – С. 139-139.
13. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Оценка опасных и вредных факторов при производстве калиброванного проката и их устранение технологическими методами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-2. – С. 161-164.
14. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. - 2008. - Т. 38. - №3. - S. 217-220.
15. Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. - 2016. - Vol. 59. - Nos. 9-10. January. - S. 810-815.
16. 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.
17. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Психологический акцент в анализе производственного травматизма и его профилактики // Современные проблемы науки и образования. - 2009. - № 4. - С. 162-169.
18. Щенников Н.И., Пачурин Г.В. Пути снижения производственного травматизма // Современные наукоемкие технологии. - 2008. - № 4. - С. 101-103.

19. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Ляуданкас Т.П. Система управления охраной труда в образовательном учреждении // Современные наукоемкие технологии. - 2016 - № 9 (часть 1). - С. 149-153.
20. Галка Н.В., Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Горшкова Т.А. Оценка тепловой нагрузки в производственном помещении учреждения быстрого питания // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9-3. – С. 390-393.
21. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Состояние охраны труда в ОАО «Павловский автобус» // Фундаментальные исследования. - 2009. - № 1. - С. 44-44.
22. Елькин А.Б. Система управления охраной труда: учеб. пособие / А.Б. Елькин, Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2015. - 101с.

СЕКЦИЯ №17.

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

СЕКЦИЯ №18.

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

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Белякова А.В., Анисимов Э.А., Чернов В.Ю.

(Белякова А.В., магистрант, Анисимов Э.А., к.т.н., доцент ПГТУ, Чернов В.Ю., к.т.н., доцент ПГТУ)

ПГТУ, РФ, г. Йошкар-Ола

Сегодня для обеспечения высокого качества продукции и эффективного управления технологическими процессами (далее – ТП) её изготовления применяют такие достаточно эффективные способы создания информационной базы, включающей разработку комплекса математических моделей и информационно-аналитических моделей для исследования закона распределения показателей качества продукции [1]. При этом для разработки математических моделей применяют общеизвестные методы корреляционного и регрессионного анализа, что на современных реальных производственных процессах не сложно применить [5]. Немаловажной задачей является повышение достоверности идентификации законов распределения случайных значений, характеризующих показатели качества изготовления продукции. Как правило, для её решения обращаются к классическим методикам – формирование конкретной гипотезы с последующей её проверкой с помощью критериев согласия Пирсона, Колмогорова или Мизеса [3]. Однако необходимо отметить, что использование данных критериев эффективно для выборок большого и среднего объема и малоэффективно для выборок малого объема (2 ... 10 изделий). Выполненные ранее исследования [7] показывают, что для решения задачи идентификации или распознавания закона распределения значений случайных величин при незначительных объемах статистической информации могут быть применены методы порядковых статистик или методы нейронных сетей [6]. Эффективность применения

представленных методов для решения задач обеспечения качества подтверждается результатами научно-исследовательской и практической деятельности [6, 2].

Понятия нейросетевые методы и технологии относительно молодые и новые даже для многих ученых и специалистов в области управления качеством ТП. Естественно мы поймём вышеуказанный метод тогда, когда выясним суть нейронных сетей. Одно из основных понятий звучит так: *нейронные сети – метод моделирования, позволяющий воспроизводить сложные нелинейные зависимости, который основан на параллельно распределенной структуре обработки информации, состоящей из нейронов, которые соединены между собой связями* [1].

Развитие нейронных сетей (далее – НС) достаточно продолжительно и состоит из множества «белых» и «чёрных» полос. Впервые упоминание о НС можно связать с работами Дж. Фон Неймана по концептуальному сравнительному анализу работы биологических нейронных сетей и компьютеров и по разработке принципов построения надежных вычислительных систем из ненадежных компонент (фактически формальных нейронов). Первый период становления научных исследований над методом лежал в промежутке с 1940 по 1960-е гг., был связан с сравнительно небольшим прогрессом нейрокибернетики (особенно в области практического применения) приведшего в последующем к спаду активности исследований искусственных нейронных сетей. Многие исследователи ушли в те области, которые показались им более привлекательными. Однако в середине 1980-х гг. снова возник нейросетевой бум. Причиной тому послужил постоянный интерес человечества к изучению работы нервной системы и ряд новых интересных моделей, разработанных к этому времени. Одной из таких "стимулирующих" моделей стали работы, которые позволили привлечь методы теоретической физики к исследованию нейронных сетей. Во второй половине 1980-х гг. был предложен целый ряд интересных и содержательных моделей нейронных сетей. Несмотря на то, что ряд исследований и был посвящен анализу характеристик нейронных сетей с целью понимания свойств естественных нейронных систем, в отличие от первого периода, основная часть работ относилось к исследованию алгоритмов нейросетей с прагматическими целями, что позволило привлечь дополнительные финансовые ресурсы для их поддержки. Все это привело к тому, что в 1990-х гг. Нейросетевые автоматические системы прочно вошли в инженерный обиход, и сейчас продолжается активная работа по их реализации для различных задач анализа и распознавания информации.

Сегодня при ближайшем рассмотрении в каждой научно-практической области можно найти постановки задач имеющих решение при применении нейронных сетей:

- *в экономике и бизнесе* нейронные сети используются для прогнозирования временных рядов (курсов валют, объемов продаж и т.д.), предсказания банкротства, оценки стоимости недвижимости, оптимизации товарных и денежных потоков;
- *в интернете* применяется для ассоциативного поиска информации, фильтрации информации, блокировки спама;
- *в автоматизации* производства используется для оптимизации режимов производственного процесса, контроля качества продукции, предупреждения аварийных ситуаций, робототехника;
- *ввод и обработка информации*: распознавание рукописных текстов, почтовых, платежных, финансовых и бухгалтерских документов.

Среди наиболее известных и доступных программных пакетов моделирования и анализа данных, включающих нейросетевую методику, следует выделить STATISTICA (Statsoft , США). Стратегии построения нейронных сетей здесь следующие: автоматизированные нейронные сети; пользовательские нейронные сети и метод многократных подвыборок. В STATISTICA Automated Neural Networks (SANN)

реализованы мощные и оптимизированные алгоритмы обучения нейронных сетей, включая методы сопряженных градиентов, алгоритм Левенберга-Маркара, BFGS, алгоритм Кохонена. Для решения проблемы переобучения используется механизм контрольной кросс-проверки [4].

Кластерный анализ в SANN позволяет распознавать кластеры в данных, а также устанавливать близость этих кластеров. В нейронных сетях кластерный анализ осуществляется с использованием сетей Кохонена, рассчитанных на неуправляемое обучение, поскольку анализируемые данные содержат только значения входных переменных.

Сети Кохонена имеют два слоя: 1) входной слой, содержащий по одному нейрону для каждой входной переменной; 2) выходной слой, нейроны которого упорядочены, как правило, в одномерную или двухмерную решетку прямоугольной формы. Обучается сеть Кохонена методом последовательных приближений. Начиная со случайным образом выбранного исходного расположения центров, алгоритм постепенно улучшает его так, чтобы уловить кластеризацию обучаемых данных. Алгоритм обучения является итерационным и осуществляется по эпохам, которые задает пользователь. Нейроны входного слоя не участвуют в процессе обучения [4].

Выбор лучших нейронных сетей осуществляется по следующим параметрам: 1) высокая производительность на контрольной, тестовой и обучающей подвыборках, 2) близость гистограммы распределения остатков к нормальному закону распределения, 2) матрица ошибок, 3) лифтовые карты, 4) срез поверхности отклика, 5) диаграмма рассеивания целевых и выходных переменных, 6) график проекции временного ряда. Полученные в STATISTICA нейронные сети можно сохранить в файлах и использовать для дальнейших предсказаний.

Среди основных выводов по применению нейросетевых методов при статистическом анализе и повышении достоверности идентификации законов распределения случайных значений в области контроля качества продукции по отношению к другим известным методам следует выделить ряд преимуществ и недостатков. К преимуществам применения нейронных сетей можно отнести: отказ от дорогостоящих приборов; сокращение продолжительности измерений; сокращение времени на подготовку, регистрацию и обработку измерений; повышение объективности; позволяет строить эффективные линейные модели.

К недостаткам следует отнести необходимость предварительной настройки нейронных сетей и предварительную обработку исходных данных по выявлению ошибок и выбросов.

Нейронные сети являются высокоэффективной интеллектуальной технологией для прогнозирования показателей качества продукции в различных отраслях.

Список литературы

1. Григорович, В.Г. Информационные методы в управлении качеством / В.Г. Григорович, С.В. Юдин, Н.О. Козлова, В.В. Шильдин В.В.. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2001. - 208с.
2. Дэйвид, Г. Порядковые статистики / Г. Дэйвид.- М.: Наука, 1979. - 335с.
3. Миттаг, Х.-Й. Статистические методы обеспечения качества / Х.-Й. Миттаг, Х.Ринне. - М.: Машиностроение, 1995. - 616 с.
4. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: методология и технологии современного анализа данных / под редакцией В. П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия, 2008. – 392 с.

5. Управление качеством продукции / Под ред. В.В.Бойцова, А.В. Гличева. - М.: Издательство стандартов, 1985. - 464 с.
6. Федин, С.С. Обеспечение качества типовых деталей машиностроения методом нейросетевой классификации статистических законов распределения / С.С. Федин, Р.М. Триц // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2006. - №3/2 (21). - С.93 - 100.
7. Идентификация законов распределения показателей качества по выборкам методом нейронных сетей [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.nbuu.gov.ua/old_jrn/natural/vejpt/2006_6_2/EEJET_6_2_2006_29-32.pdf/ (доступ свободный).- Дата обр.27.11.2016 г.

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

В ДВУХСЛОЙНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Бубликов Е.И. ¹, Кулинич В.И. ², Басова А.А. ¹, Семашкевич Р.Д. ¹

¹ ДГТУ, РФ, г. Ростов на Дону,

² ЮРГПУ, РФ, г. Новочеркасск

Развитие нанотехнологий привело к появлению разнообразных способов получения наноразмерных порошков металлов. Метод получения ультрадисперсных, коллоидных металлов с применением двухслойной ванны предложил Натансон Э.К. [1]. Электролизёр такой ванны имеет два слоя «нижний слой» заполняется водным раствором соли выделяемого металла, а верхний слой представляет раствор поверхностно-активного вещества (ПАВ) в органической жидкости. Ниже границы раздела слоев, пересекая верхний слой периодически погружается в водный раствор рабочая поверхность катода. Одним из видов периодического погружения поверхности катода является применение вращающегося диска или цилиндра. Ось такого вращающегося катода параллельна поверхности раздела слоёв. Боковая поверхность катода опущена ниже этой границы. Металлические аноды располагаются в водном растворе. При пропускании тока на катоде выделяются очень мелкие порошковые частицы, слабо связанные с поверхностью катода. С переходом рабочей поверхности катода в верхний слой частицы отделяются от неё. Смоченные органическим раствором, они накапливаются в верхнем слое, образуя органозоль. Органический слой оказывался хорошей защитой от окисления весьма активных частиц порошков металлов.

В качестве ПАВ в двухслойной ванне чаще всего применяют олеиновую кислоту. В процессе исследования в верхний слой вводились и другие вещества (эпоксидно-диановая смола, пальмитиновая и стеариновая кислоты, соли металлов этих кислот, воск, каучук и др.). Органической жидкостью для растворения ПАВ были использованы октан, бензол, ксилол и др. Поверхность катода в процессе вращения покрывается пленкой, состоящей из компонентов верхнего слоя. Условия электролиза при получении высокодисперсных порошков характеризуются высокой скоростью вращения катода (30 - 60 оборотов в минут), низким содержанием ПАВ в ее верхнем слое (0,03 - 0,3 % объёмных) [2].

Образование мелкодисперсных частиц можно объяснить тем, что рост кристаллов происходит только на активных участках поверхности катода, расположенных ниже границы раздела слоев в местах десорбции ПАВ. Процесс идёт с высокими скоростями, **что** в присутствии ПАВ обеспечивает малые размеры отдельных **частиц**. При прохождении катодом органического слоя, поверхность пассивируется растворенными в нём поверхностно-активными веществами. При этом **катод** в рассматриваемых условиях полностью покрывается неэлектропроводящей плёнкой раствора верхнего слоя, смачивающего поверхность. Процесс **электрокристаллизации** возможен только после продавливания силами электрического поля этой плёнки, а потом десорбции ПАВ на активных участках поверхности катода и появление зародышей на пассивированной поверхности.

Составом пленки и её толщиной в значительной мере определяются условия выделения металла на вращающемся катоде и характеристики получаемых мелкодисперсных порошков металлов. Наличие верхнего слоя непосредственно в зоне реакции и лиофильность образующихся кристаллов позволяет утверждать, что при определенных условиях боковые поверхности растущих кристаллов будут смачиваться неэлектропроводящим раствором из этой пленки, изолируя ей их от раствора нижнего слоя. В этом случае возможен рост нитевидных кристаллов. Плёнка непроводящего верхнего слоя, покрывающая боковую поверхность кристаллов, создаёт условия получения НК многих металлов и при больших токах. Проведенные исследования по выделению порошков железа в двухслойной ванне с верхним слоем, содержащим олеиновую кислоту (0,33 % объёмных), показали, что в некоторых условиях на катоде выделяются нитевидные дендриты. По форме они напоминали ESD - частицы, получаемые на ртутном катоде [3]. Эти условия отличались дополнительной выдержкой раствора верхнего слоя в контакте с нижним [4], в течение 30-60 часов. Анализ результатов показал, что при этой выдержке испарялся толуол, в котором была растворена олеиновая кислота. Это позволило предложить увеличение её концентрации. Одновременное уменьшение скорости вращения катода [5] привело к образованию на катоде монокристаллических нитей с гладкой поверхностью. Большое значение при этом имеет чистота применяемых реактивов, которые не должны содержать примесей положительных ионов, не разряжающихся на катоде с образованием металла [6].

В двухслойной ванне были получены монокристаллические нитевидные ультратонкие частицы железа, кобальта, никеля, меди, серебра, сплавов металлов [7].

Электролизом в двухслойной ванне получены нитевидные кристаллы нескольких видов, существенно отличающихся по форме и свойствам. Каждому виду соответствует интервал условий, при **которых** они кристаллизуются.

Одним из видов является кристаллы нитевидные с **совершенной** структурой. Эти кристаллы называют "нитевидными кристаллами" (НК). Кроме совершенной упорядоченной структуры такие кристаллы имеют ровную гладкую поверхность. Размеры кристаллов могут изменяться от 10 до 500 нм по толщине и от 0,5 до нескольких десятков мкм по длине. Размеры зависят от условий процесса, но и при одинаковых условиях имеет место разброс, соответствующий нормальному логарифмическому распределению. Толщина отдельных нитей в основном одинакова по всей длине. Многие нити могут быть изогнуты, что определяется как условиями электрокристаллизации, так и последующей обработкой. Нитевидные кристаллы растут в определенном диапазоне плотностей тока. Этот диапазон ограничен с одной стороны значениями близкими к нулю, с другой стороны - критической плотностью тока. Критическая плотность тока на видимую поверхность катода, находящуюся в зоне реакции, зависит от

концентрации соли выделяемого металла в растворе нижнего слоя, концентрации ПАВ в верхнем слое. При высоких концентрациях соли выделяемого металла в нижнем слое критическая плотность тока роста нитевидных кристаллов больше, чем в менее концентрированных растворах. Но в этом случае кристаллизующиеся нити толще и длиннее. Из концентрированных растворов со специальными добавками ПАВ в нижний слой можно получить тонкие нити.

Другим видом кристаллов является витые нитевидные кристаллы. Этот вид нитей кристаллизуется при электролизе из более концентрированных растворов. Они похожи на продольно сросшиеся и завитые один вокруг другого два или три нитевидных кристалла. Их развитию соответствует повышенные значения тока на один кристалл.

Меньшей упорядоченностью формы и структуры обладают дендритные нити. Они имеют центральный остов, по толщине сравнимый (или меньше) с толщиной НК. Остов характеризуется субзернистой структурой и состоит из сросшихся друг с другом в длину кристалликов. От центрального остова отходят два ряда боковых ответвлений. Дендритные нити растут при более высоких плотностях тока, но в тех же других условиях, что и НК. Переход от НК к дендритным осуществляется с повышением плотности тока постепенным увеличением содержания дендритов в порошковом осадке. Количество НК при этом уменьшается. Дендритные нити похожи на частицы, растущие при электролизе на ртутном катоде.

Пучки толстых и длинных кристаллов, образуется в двухслойной ванне из водного раствора с высокой концентрацией соли выделяемого металла. Каждый пучок растет из одного центра. Концы кристаллов пучка совпадают со сферической поверхностью. Нити в пучках направлены по радиусам этой сферы. При обработке в ультразвуковом поле пучки разбиваются на отдельные нитевидные кристаллы. Толщина таких кристаллов порядка 0,1 – 0,5 мкм при длине 5 - 10 мкм. За пределами интервала условий выделения каждого из перечисленных видов (по концентрациям олеиновой кислоты, добавок и др.) могут возникать и другие морфологические формы кристаллов.

Таким образом, проведенные исследования позволили за счет выбора состава электролита и режима электролиза управлять размерами и формой металлических нанопорошков.

Список литературы

1. Натансон В.М. Колоидные металлы. Киев: АН УССР, 1959 – 169 с. Ил.
2. Натансон В.М., Ульберг В.Р. Колоидные металлы и металлополимеры. – Киев: Наукова думка, 1971 – 348 с., ил.
3. Luborsky F.E. The Formation of Elongated Iron and Iron-Cobalt Particles by Electrodesition into mercury. – Journal of the Electrochemical Society, 1961, № 12, p. 1138 – 1146.
4. Кукоз Ф.И., Волосюк Ю.М., Бондаренко А.В. Временные изменения в двухслойной ванне. – В сб.: Кристаллизация и свойства кристаллов., Новочеркасск, 1971, с. 99.
5. Ялюшев Н.И., Бондаренко А.В., Кулинич В.И. Условия образования нитевидных порошков железа в двухслойной ванне. – В сб.: Исследования в области прикладной электрохимии, Новочеркасск, 1973, с. 12 – 13.
6. Кукоз Ф.И., Бондаренко А.В., Ялюшев Н.И., Кулинич В.И. Влияние добавок на образование нитевидных кристаллов железа. – В сб.: Кристаллизация и свойства кристаллов, Новочеркасск, 1974, с. 34 – 89.

7. Бондаренко А.В. Электрокристаллизация порошков металлов: монография/ Бондаренко А.В., Бубликов Е.И., Кулинич В.И. и др. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2013. - 121с.

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Барашков В.М., Задорина Н.А.

РГАТУ имени П.А.Соловьева, РФ, г. Рыбинск

В настоящее время финансовое положение высшего учебного заведения существенно зависит от количества обучающихся. Как следствие, учебные заведения стремятся обеспечить ежегодные показатели набора студентов. Но если для одной части учебных заведений набор студентов сложности не представляет, то для другой части решение этой задачи предполагает дополнительные усилия. То есть проведение мероприятий, способствующих повышению спроса на услуги конкретного высшего учебного заведения. Необходимым условием эффективности этих мероприятий является прогнозирование спроса на образовательные услуги данного учебного заведения и понимание влияния на этот спрос различных факторов.

Из множества факторов выделим те факторы, которые выражаются численно. К ним могут быть отнесены:

- уровень заработной платы работников по конкретным специальностям;
- востребованность профессии на предприятиях и организациях города;
- количество высших учебных заведений в городе или области;
- количество выпускников школ;
- результаты сдачи единого государственного экзамена;
- количество выпускников школ, уезжающих для обучения в другие города;
- ежегодное количество иногородних студентов, которые были приняты для обучения в ВУЗе в предшествующие годы.

Существуют факторы, также влияющие на спрос на образовательные услуги, численная характеристика которых затруднительна. К ним могут быть, отнесены: желание выпускников школ учиться в ВУЗе, советы родителей и знакомых, экономическое состояние и перспективы развития города и др.

В настоящей работе исследуется влияние на спрос на образовательные услуги только факторов первой группы.

Из множества существующих методов прогнозирования выделим статистические методы, среди которых основными являются прогнозирование на основе временных рядов и прогнозирование на основе регрессионного анализа. Прогнозирование спроса на образовательные услуги на основе временных рядов позволяет обеспечить точность и надежность прогноза, приемлемые для руководства ВУЗа, однако не позволяют оценить влияние отдельных факторов на прогнозируемую величину. Методы прогнозирования на основе регрессионного анализа позволяют оценить это влияние.

Если рассматривать прием студентов в высшее учебное заведение, как «операцию», то среди факторов (переменных) можно выделить факторы, которые не зависят от руководства ВУЗа (по терминологии «Исследования операций» – это неуправляемые переменные [6, стр.11]), и факторы, на которые руководство ВУЗа может влиять (по терминологии «Исследования операций» – это управляемые переменные [6, стр.11]). Достоинство методов прогнозирования на основе регрессионного анализа состоит в том, что они позволяют оценить влияние каждого отдельного фактора на прогнозируемую величину и тем самым предоставляют потенциальную возможность руководству ВУЗа воздействовать на управляемые переменные, то есть активно формировать спрос на образовательные услуги конкретного ВУЗа.

При прогнозировании спроса на образовательные услуги методами прикладного регрессионного анализа необходимо решить следующие задачи:

- определение уравнения регрессии, включающее выбор независимых переменных (факторов), определение формы уравнения регрессии и оценивание параметров уравнения регрессии;
- оценка точности и надежности прогноза.

При определении уравнения регрессии и его последующем анализе будем исходить из предположения, что все факторы являются независимыми. В [3] приведены формальные методы выбора переменных для уравнения регрессии. Эти методы могут быть использованы при прогнозировании спроса на образовательные услуги. Однако представляется предпочтительным осуществить выбор независимых переменных на основе анализа зависимостей по «существованию». При этом окончательное решение о включении конкретной переменной в уравнение регрессии остается за человеком.

Обозначим: x_1, x_2, \dots, x_m – независимые переменные, входящие в уравнение регрессии; y – зависимая величина; $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ – вектор независимых переменных; α – вектор постоянных параметров регрессионного уравнения.

В общем случае уравнение регрессии предполагает, что зависимость между переменными имеет вид

$$y = y(x_1, x_2, \dots, x_m | \alpha), \quad (1)$$

где α – вектор параметров, истинные значения которых неизвестны. В реальности фактические значения y отличаются от значений y , получаемых в соответствии с (1). Это учитывается в уравнении регрессии, и оно в общем виде выглядит так:

$$y = y(x_1, x_2, \dots, x_m | \alpha) + \varepsilon. \quad (2)$$

Здесь ε – случайная величина, учитывающая отклонение значений y от теоретических значений, определенных по формуле (1), и называемая возмущением. Зависимость (2) в общем случае может быть нелинейной как по переменным x_1, x_2, \dots, x_m , так и по параметрам. При прогнозировании спроса на образовательные услуги, содержательный анализ зависимостей дает основания предполагать (в некоторых приемлемых пределах изменения величин x_1, x_2, \dots, x_m) зависимость (2) – линейной как по переменным, так и по параметрам. Учтем также следующее известное общее утверждение [7, стр.91]: «именно такие регрессии используются наиболее широко в силу своей простоты, относительно малой трудоемкости их получения и, наконец, поскольку они изучены достаточно глубоко». Поэтому в дальнейшем полагаем, что зависимость имеет вид

$$y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_m x_m + \varepsilon. \quad (3)$$

Тогда в каждом i -ом наблюдении

$$y_i = \alpha_1 x_{i1} + \alpha_2 x_{i2} + \dots + \alpha_m x_{im} + \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4)$$

где n – число наблюдений. Для возмущения ε сохраним допущения, характерные для классического регрессионного анализа [2,3,7]: Величина $\varepsilon_i, i=1,2,\dots,n$, – есть случайная величина, математическое ожидание которой равно нулю, а дисперсия постоянна.

В уравнение (3) обязательно должны входить переменные, отражающие в совокупности все множество выпускников, из которого формируется множество абитуриентов данного ВУЗа в текущем году. Эти переменные могут называться так: x_1 – количество выпускников в городе в текущем году; x_2 – количество выпускников прошлых лет в городе, не продолживших образование в каких-либо учебных заведениях; x_3 – количество иногородних выпускников, часть которых традиционно подает заявления о приеме в данное учебное заведение. Если переменные: $x_1=0, x_2=0, x_3=0$, то количество абитуриентов в текущем году $y=0$. Следовательно, иным переменным, входящим в (3) и формально влияющим на величину y , просто не на что влиять, ввиду отсутствия объекта влияния. Поэтому случай $x_1=0, x_2=0, x_3=0$ исключим из условий задачи прогнозирования, как не соответствующий действительности, и считаем, что $x_1>0, x_2>0, x_3>0$. По этой же причине (по смыслу задачи) в уравнении (3) и последующих уравнениях отсутствует коэффициент a_0 . Аналогичные соображения применимы и к части других переменных x_j . Поэтому допустимую область изменения переменных следует определять на основе содержательного анализа влияния каждой переменной на величину y .

Для использования уравнения (4) для прогнозирования необходимо оценить параметры a_1, a_2, \dots, a_m и возмущение ε . Решение этой задачи приводится во всех монографиях по регрессионному анализу, в том числе и в работах [2,3,7]. Приведенные решения одинаковы по содержанию и отличаются обозначениями. Ниже будем придерживаться обозначений, принятых в [7].

Пусть в многомерном пространстве определена гиперплоскость

$$\hat{y} = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m \quad (5)$$

где $a_j, j=1, \dots, m$, – оценки параметров a_j . Тогда для i -го наблюдения получим

$$\hat{y}_i = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_mx_{im}, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (6)$$

и
$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad (7)$$

Тогда оценка y_i по результатам наблюдений будет иметь вид

$$y_i = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_mx_{im} + e_i, \quad i=1,2,\dots,n. \quad (8)$$

Определение величин a_j произведем методом наименьших квадратов.

Однако прогнозирование спроса на образовательные услуги – прогнозирование процесса, протекающего во времени. Поэтому в (6), (7) и (8) величины y_i и x_{ij} следует представить, как зависящие от времени t_i , тогда (6), (7) и (8) примут вид

$$\hat{y}(t_i) = a_1x_1(t_i) + a_2x_2(t_i) + \dots + a_mx_m(t_i) \quad (6^*)$$

$$e_i = y(t_i) - \hat{y}(t_i) \quad (7^*)$$

$$y(t_i) = a_1x_1(t_i) + a_2x_2(t_i) + \dots + a_mx_m(t_i) + e_i \quad (8^*)$$

В выражениях (6*), (7*), (8*) индекс $i=1,2,\dots, n$.

Для определения прогноза величины $y(t_{n+1})$ необходимо знание величин $x_j(t_{n+1})$. Однако, в момент прогнозирования истинные значения величин $x_j(t_{n+1})$ – отсутствуют. Из существующих для этих условий способов прогнозирования величины $y(t_{n+1})$ на основе уравнения регрессии выберем способ,

закрывающийся в предварительном прогнозировании величин $x_j(t_{n+1})$ на основе уравнений трендов для каждой из них. Исходные фактические данные для определения уравнений для величин x_j – существуют. Методы определения уравнений трендов, кроме приведенной работы [7], изложены также в работах [1,5]. Значение прогноза $y(t_{n+1})$ будет определяться формулой

$$y(t_{n+1}) = y(t_{n+1}) + e_{n+1} \quad (9)$$

$$\text{где } \hat{y}(t_{n+1}) = a_1 x_1(t_{n+1}) + a_2 x_2(t_{n+1}) + \dots + a_m x_m(t_{n+1}) \quad (10)$$

и величины $x_j(t_{n+1})$ – это прогнозные значения, определенные на основе уравнений трендов.

Оценка точности и надежности прогноза

Из известных характеристик точности и надежности прогноза при прогнозировании спроса на образовательные услуги целесообразно определять дисперсию (или среднеквадратическое значение) оценки $y(t_{n+1})$, определяемой (9), и доверительный интервал для нее. При этом полагаем, что $y(t_{n+1})$ – случайная величина, имеющая нормальное распределение. Методика определения этих для $y(t_i)$ по фактическим значениям $x_j(t_i)$, $i \leq n, j = 1, \dots, m$ – известна. Однако в определении прогноза для $y(t_{n+1})$ (в соответствии с (9) и (10)) участвуют величины $x_j(t_{n+1})$, $j = 1, \dots, m$, не являющиеся фактическими. Величины $x_j(t_{n+1})$ – это прогнозы, полученные на основании уравнений трендов и вносящие в прогнозное значение $y(t_{n+1})$ дополнительную погрешность. Анализ влияния этой дополнительной погрешности на величину $y(t_{n+1})$ в известных авторам источниках отсутствует. Поэтому при оценке точности и надежности прогноза спроса на образовательные услуги будем придерживаться существующей методики, приведенной, в частности, в [7, стр. 80-86], учитывая, что фактическая точность и надежность прогноза будет несколько «хуже» расчетной.

Для оценки дисперсии величины $y(t_{n+1}) = y_{n+1}$ необходимо найти оценку величины $\hat{y}(t_{n+1}) = \hat{y}_{n+1}$. В дальнейшем для удобства записи вместо $y(t_{n+1}) = y_{n+1}$ будем также писать просто y ; а вместо $\hat{y}(t_{n+1}) = \hat{y}_{n+1}$ будем также писать просто \hat{y} . Тогда в соответствии с ранее указанной методикой оценка дисперсии величины \hat{y} [7, стр.85]

$$s_{\hat{y}}^2 = s^2 \mathbf{X}'_{n+1} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}_{n+1} \quad (11)$$

$$s^2 = \frac{\sum e_i^2}{n - m - 1} \quad (12)$$

где

- дисперсия погрешности (отклонения), n – число наблюдений и m – число переменных x_i . Другие обозначения в (12) имеют следующий смысл:

$\mathbf{X}_{n+1} = (x_{n+1,1}, x_{n+1,2}, \dots, x_{n+1,m})$ – вектор значений независимых переменных; \mathbf{X} – матрица значений факторов, в которой вместо индекса n следует подставить индекс $n + 1$. Дисперсия y_{n+1} в соответствии с (9) – это сумма дисперсий величины \hat{y} и дисперсии отклонения, то есть

$$s_{n+1}^2 = s^2 (1 + \mathbf{X}'_{n+1} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}_{n+1}) \quad (13)$$

Так как, по предположению, отклонение – нормальная случайная величина, то доверительный интервал для $y_{n+1} = y(t_{n+1})$ определяется по формуле

$$I = \hat{y}_{n+1} \pm t_{\alpha} s_{n+1}, \quad (14)$$

где α – уровень значимости; t_{α} – доверительное значение распределения Стьюдента.

Приведенная методика прогноза спроса на образовательные услуги обеспечивает точность, достаточную для определения мероприятий ВУЗа по увеличению количества абитуриентов.

Список литературы

1. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. - М.: Финансы и статистика, 2001.
2. Вучков И., Бояджиева Л. Прикладной линейный регрессионный анализ. - М.: Финансы и статистика, 1987.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1973.
4. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: Наука, 1976.
5. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. - М.: Финансы и статистика, 1986.
6. Таха Х. Введение в исследование операций, том 1. - М.: Мир, 1985.
7. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977.

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДУБЛИКАТОВ WEB-СТРАНИЦ

Капитанова И.И., Капитанов А.И.

НИУ МИЭТ, РФ, г. Москва

В настоящее время постоянно увеличивается количество информации в сети Интернет. Среди представленных в сети web-документов встречается немало дубликатов. При этом в результате поисковых запросов пользователь получает ссылки на страницы с идентичным или похожим содержанием. Сообщения, публикуемые одним источником, зачастую многократно перепечатываются другими – в исходном виде или с небольшими изменениями. В этом случае возникает необходимость фильтрации схожих ресурсов.

Проблема обнаружения нечетких дубликатов является одной из наиболее важных задач анализа web-данных и информационного поиска. Актуальность этой проблемы определяется широким практическим применением алгоритма выявления схожих текстовых документов: улучшение качества индекса и архивов поисковых систем за счет удаления избыточной информации; объединение новостных сообщений в сюжеты на основе сходства этих сообщений по содержанию; фильтрация спама (как почтового, так и поискового); установление нарушений авторских прав при незаконном копировании информации (проблема плагиата) и ряд других.

В зависимости от степени сходства различают точные (полные) и нечеткие (частичные) дубликаты. *Точные дубликаты* web-страниц обычно представляют собой одну и ту же страницу, которая имеет разную адресацию из-за ошибок программирования сайта. *Нечеткими дубликатами* называют страницы, содержание которых различается незначительно: такое очень часто встречается в интернет-магазинах. К нечетким дубликатам относятся и различные версии страницы. Нечеткие дубликаты имеют незначительные отличия даже для визуального восприятия пользователя в виде перестановки блоков навигации, новостей или других элементов сайта.

Дубликаты страниц на сайте делают текст, размещенный на них неуникальным. К тому же снижается доверие к подобному web-ресурсу со стороны поисковых систем. В сети Интернет также встречается немалое количество дубликатов, нарушающих законные права их создателей на размещение исключительно на своих ресурсах.

Основной проблемой при выявлении схожести web-страниц является необходимость обработки больших объемов данных, что делает попарное сравнение документов по каждому слову довольно сложной задачей, требующей большой вычислительной мощности. Поэтому в последнее время особое внимание уделяется разработке методов снижения вычислительной сложности создаваемых алгоритмов за счет применения различных эвристик.

Один из подходов для решения данной задачи основан на использовании сигнатурных методов. Основной идеей таких методов является вычисление «сигнатуры» – числового значения, соответствующего тексту документа. Соответственно если эти сигнатуры совпадают, то документы считаются похожими.

Для обнаружения точных копий web-документов можно использовать в качестве сигнатур контрольные суммы документов. Для этого текст приводится к канонической форме: удаляются лишние пробелы, символы перевода строк, все буквы приводятся к нижнему регистру. Приведение страниц к канонической форме необходимо для того, чтобы исключить случайные изменения при дублировании документа. Контрольная сумма вычисляется с помощью алгоритма CRC32.

Существующие специализированные средства поиска дубликатов web-страниц обычно используют метод шинглов, предложенный Андреем Бродером в 1997 году [1]. В данном методе документ представлялся в виде множества всевозможных подпоследовательностей фиксированной длины, состоящих из соседних слов. Такие последовательности были названы «шинглами». Два документа считались схожими, если множества их шинглов существенно пересекались.

Для каждого шингла вычисляются контрольные суммы с помощью статических хэш-функций. Поскольку число шинглов для каждого документа было примерно равно длине этого документа в словах, было предложено ограничиться 84 значениями [2]. Эти 84 шингла разбиваются на *супершинглы*: 6 групп по 14 шинглов в каждой. Затем каждый документ представляется всевозможными попарными сочетаниями из 6 супершинглов – всего 15 сочетаний, или *мегашиглов*. Два документа сходны по содержанию, если у них совпадает хотя бы один мегашингл.

Данный метод с довольно высокой точностью выявляет полные и нечеткие дубликаты. Основным недостатком метода шинглов является высокая чувствительность к перестановке фраз или предложений, т.е. небольшому изменению структуры текста.

Для решения данной проблемы был предложен другой популярный метод, основанный на использовании меры TF-IDF [3]. TF-IDF – статистическая мера, используемая для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов. Вес некоторого слова пропорционален количеству употребления этого слова в документе, и обратно пропорционален частоте употребления слова в других документах коллекции.

TF (term frequency) – отношение числа вхождения некоторого слова к общему количеству слов документа. Таким образом, оценивается важность слова t в пределах отдельного документа:

$$tf(t, d) = \frac{n_t}{length(d)},$$

где n_t – число вхождений слова t в документ d ; $length(d)$ – общее число слов в документе d .

IDF (inverse document frequency) – инверсия частоты, с которой некоторое слово встречается в документах коллекции. Учёт IDF уменьшает вес широкоупотребительных слов. Для каждого уникального слова t в пределах конкретной коллекции документов существует только одно значение IDF:

$$idf(t, D) = \log \frac{N}{|\{d \in D : t \in d\}|},$$

где $D = \{d_1, \dots, d_N\}$ – множество документов в коллекции; N – количество документов в коллекции; d – документ, в котором встречается слово t .

Мера TF-IDF является произведением двух сомножителей:

$$tfidf(t, d, D) = tf(t, d) \cdot idf(t, D).$$

Для задачи выявления нечетких дубликатов с помощью меры TF-IDF вычисляются веса для каждого слова документа. После этого 6 слов с наибольшим значением веса сортируются в алфавитном порядке и сцепляются в строку. В качестве сигнатуры документа вычисляется контрольная сумма CRC32 полученной строки. Два документа считаются похожими, если у них совпадают сигнатуры.

Описанный выше метод способен выявлять дубликаты с небольшими изменениями, однако точность данного метода существенно ниже по сравнению с методом шинглов.

Принципиально другим подходом при выявлении схожих документов является использование векторной модели представления текста, предложенной впервые Джерардом Салтоном в 1994 году [4]. Идея данной модели заключается в представлении документа в виде вектора в n -мерном евклидовом пространстве, причем размерность документа определяется числом термов во всей коллекции документов:

$$X_j = [x_j^{(i)}]^T,$$

где i – номер термина ($i = 1, \dots, M$; M – количество терминов после удаления служебных слов); j – номер документа в выборке ($j = 1, \dots, N$; N – количество документов в выборке); $x_j^{(i)}$ – вес i -го термина в j -м документе.

Для выявления степени близости содержания текстов используется мера близости $\rho(X_j, X_l)$, значения которой изменяются в интервале $[0;1]$:

$$\rho(X_j, X_l) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_j^{(i)} \cdot x_l^{(i)})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_j^{(i)})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_l^{(i)})^2}}.$$

Мера близости должна равняться единице в случае, если документы X_j и X_l – дубликаты, и стремиться к нулю, если X_j и X_l – взаимно уникальные ресурсы. Два документа X_j и X_l являются полными дубликатами, если мера их близости равна единице, и нечеткими дубликатами, если мера их близости превосходит экспериментально (или экспертно) установленный порог $\theta \in [0;1]$, т.е. $\rho(X_j, X_l) \geq \theta$.

Алгоритм, основанный на векторном представлении текстов, учитывает недостатки сигнатурных методов и позволяет увеличить показатель полноты при сохранении максимально возможного показателя точности. Алгоритм выявления дубликатов web-страниц может быть использован в системах антиплагиата

для проверки текстовых документов на наличие заимствований из открытых источников в сети Интернет. Алгоритм также может быть полезен при автоматической агрегации новостей.

Список литературы

1. A. Broder, S. Glassman, M. Manasse and G. Zweig. Syntactic clustering of the Web. Proc. of the 6th International World Wide Web Conference, April 1997.
2. D. Fetterly, M. Manasse, M. Najork. A Large-Scale Study of the Evolution of Web Pages, WWW2003, May 20-24, 2003, Budapest, Hungary.
3. S.-T. Park, D. Pennock, C. Lee Giles, R. Krovetz, Analysis of Lexical Signatures for Finding Lost or Related Documents, SIGIR'02, August 11-15, 2002, Tampere, Finland.
4. G. Salton, J. Allan, and C. Buckley. Automatic structuring and retrieval of large text files. Communications of the ACM, 37(2), February 1994.

РЕИНЖИНИРИНГ САЙТОВ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ВИДЫ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АНАЛИЗА

Кривцов А. Н., Москалева В. Д.

СПбГУ, РФ, г. Санкт-Петербург

На сегодняшний день интернет-сайт, являясь эффективным инструментом для продвижения и укрепления положения компании на рынке, играет важную роль в развитии бизнеса. Грамотный компетентный подход в формировании функционального назначения и структуры сайта ведёт к расширению целевой аудитории и успешному продвижению сайта на просторах сети. Вопросы качественного анализа сайта являются актуальными для любой компании, так как позволяют не только отыскать имеющиеся ошибки, но и оценить потенциальные возможности и перспективы его развития, своевременно внедрять изменения по оптимизации веб-ресурса, повышая его эффективность.

Качественный, грамотно проведённый анализ является неотъемлемой частью реинжиниринга сайта. Предпосылками для проведения анализа сайта являются следующие факторы: необходимость качественной оптимизации веб-ресурса, планирование маркетинговой или рекламной кампании фирмы, создание нового или обновление старого проекта, потребность в определении перспектив продвижения и развития сайта, а затем- оценки эффективности внедрённых изменений. При планировании проведения анализа сайта важно заранее определить цель будущего исследования и на её основе выбрать методы для дальнейшего проведения анализа.

Прежде чем анализировать и оптимизировать веб-ресурс, необходимо определить, с какой целью и для решения каких задач он был создан.

Сайты классифицируются по различным признакам. Жесткой стандартизации по классификации не существует, но можно вполне уверенно перечислить основные типовые модели сайтов, имеющие наибольшее распространение в интернете.

Кратко охарактеризуем эти модели.

1) Интернет-представительство.

Сайты, относящиеся к данному типу, содержат самую общую информацию о компании: перечень услуг, историю, контактную информацию, схему проезда.

2) Промо-сайт.

Сайты данного типа создаются для продвижения товара или услуги определённой торговой марки.

3) Каталог продукции.

Сайт-каталог содержит подробные характеристики товаров и услуг, отзывы покупателей.

4) Интернет-магазин.

Интернет-магазин представляет собой сайт-каталог, с помощью которого клиент может совершить покупку.

5) Корпоративный сайт.

Корпоративный сайт является интернет-представительством, дополненным интерактивными элементами взаимодействия с посетителями сайта таких, как предоставление дополнительной информации зарегистрированным постоянным пользователям.

6) Интернет-портал.

Порталом является крупный многофункциональный сайт [1], содержащий интегрированную информацию и привлекающий все категории пользователей.

Оптимизация каждого из вышеперечисленных видов сайтов имеет свои ключевые аспекты. Для начала, определим основные этапы анализа сайта, без которых в дальнейшем невозможно провести качественный реинжиниринг.

1. Прежде всего, перед тем, как внедрять какие-либо изменения, необходимо определить целевую аудиторию анализируемого сайта. Целевая аудитория – это маркетинговое понятие, обозначающее группу людей, которые заинтересованы результатами какого-либо проекта. Успех любого проекта зависит от того, насколько грамотно на стадии планирования рекламной кампании и определения стратегии деятельности фирмы был определён среднестатистический портрет целевого потребителя. Также это способствует правильному выделению тематики ресурса и качественному составлению семантического ядра, формирование которого происходит на основе пользовательских запросов. При анализе целевой аудитории исследуются такие элементы как глубина просмотров, поведенческие факторы, количество и качество переходов пользователя по сайту и многое другое.

2. Далее необходимо проанализировать рекламные стратегии, цитируемость ресурсов и анализ ссылок сайтов конкурентов. Ни для кого не секрет, что в сети Интернет имеет место жёсткая конкуренция, ведь между различными веб-ресурсами расстояние фактически составляет всего несколько кликов мыши, а у потенциальных клиентов отсутствует необходимость преодолевать естественные барьеры, например, расстояние до магазина. Поэтому в борьбе за внимание потребителей побеждает тот, кто владеет большей информацией о рынке, а также умеет грамотно её использовать для оценки перспектив выбранного направления и сложности раскрутки сайта. Конкурентов следует искать по самым популярным запросам, предварительно проведя исследование ключевых запросов. Полученные результаты исследования помогут сформировать оптимальную стратегию продвижения, учитывающую сильные и слабые стороны конкурентов.

3. Также неотъемлемой частью продвижения и внутренней оптимизации любого сайта является грамотное формирование семантического ядра. Семантическое ядро формируется из ключевых слов и фраз, которые выступают в качестве поисковых запросов по тематике сайта. При составлении и анализе семантического ядра используются специализированные статистические сервисы, ассоциативные плагины и собственные наработки [2].

4. Анализ ссылочной массы—еще один стандартный этап анализа сайта, выполняемый автоматически. Внешними называют ссылки с других сайтов. При этом значение имеет также и авторитетность источника ссылки, то есть веб - мастеру необходимо стремиться продвигать сайт, помещая внешнюю ссылку на него из как можно более достоверных и известных сайтов. К примеру, внешние ссылки на сайте какого-нибудь научного издания и на сайте развлекательного журнала будут являться разными по значимости. Качество и объём накопленной ссылочной массы учитываются поисковыми системами при ранжировании поисковой выдачи [3]. На основе результатов проведённого анализа оцениваются авторитетность, цитируемость и реальную востребованность веб-ресурса среди целевой аудитории.

5. После определения целевой аудитории, следует продумать структуру и содержание сайта, чтобы соответствовать и ожиданиям потенциальных клиентов, и требованиям поисковых систем. Анализ и оценка структуры сайта позволяют выявить ошибки в логике структурной организации веб-ресурса, определить, насколько качественно и грамотно сформированы внутренние взаимосвязи, удобно ли пользователям находить необходимую информацию, а также помогают выработать стратегию оптимизации структуры для дальнейшего продвижения сайта в поисковых системах [4]. Важно помнить, что содержимое страницы должно быть оптимизировано в соответствии с семантическим ядром, то есть списком запросов, наиболее соответствующих смыслу сайта, по которому оценивается продвижение сайта в поисковых системах [3].

6. С какой целью проводится оптимизация и продвижение сайта? Чтобы повысить посещаемость, то есть обобщающий показатель, включающий в себя различные поведенческие факторы, например, глубину просмотра страницы пользователем, и позволяющий оценить популярность сайта среди целевой аудитории и востребованность среди поисковых систем. Для анализа посещаемости используют сервисы статистики, размещаемые на сайте, и различные рейтинги.

7. Анализ юзабилити, или, другими словами, проверка удобства использования сайта, позволяет дать оценку оформлению, дизайну, удобству навигации и другим факторам, влияющим на результаты поисковой выдачи. Проведение данного анализа перед реинжинирингом сайта даёт возможность выявить узкие места в структуре и логике представления информации на веб-ресурсе. Контролируя результат внедрения изменений в структуру и контент с помощью отслеживания поведения пользователей, можно обнаружить и устранить ошибки функционирования сайта [2].

Если, например, рассматривать особенности модернизации сайта, имеющего вид интернет-представительства, можно отметить, что ключевыми параметрами оптимизации такого сайта являются грамотная структура и качественный полезный контент. Другими словами, посетитель не может тратить много времени на поиск интересующей его информации о компании, поэтому содержательное наполнение каждой страницы сайта должно быть четким, кратким, но достаточным для понимания, а внутренние взаимосвязи между страницами должны быть удобными и интуитивно понятными.

Обобщая вышеназванные этапы анализа, в зависимости от поставленной цели, проверяемых параметров и выполняемых операций можно выделить следующие виды аудита сайта:

1. Технический аудит.
2. Маркетинговый аудит.
3. Поисковый (SEO - Search Engines Optimization) аудит.
4. Текстовый аудит.
5. Юзабилити аудит.

Технический аудит. Основная цель проведения данного аудита – это выявление ошибок технического характера, которые мешают полноценному использованию и продвижению сайта. Технический аудит считается обязательным элементом при проведении комплексной поисковой оптимизации веб-ресурса и при планировании дальнейшей стратегии развития сайта. Данный аудит затрагивает проверку таких параметров как надежность и стабильность работы хостинга, корректность кода, фактическая скорость загрузки страниц, ссылочная структура, наличие несуществующих страниц и других технических ошибок.

Маркетинговый аудит. основополагающей целью проведения данного аудита является выявление проблем, оказывающих прямое негативное влияние на конверсию сайта. Маркетинговый аудит затрагивает проверку таких параметров как статистика посещаемости, корректность восприятия сайта различными поисковыми системами, удобство использования, архитектура страниц, качество представленного на страницах контента, эффективность рекламных элементов. Также без внимания не остаются сайты конкурентов, подробный анализ которых необходимо проводить в обязательном порядке для выработки оптимальной стратегии развития.

Поисковый аудит. Поисковый аудит, или другими словами SEO-аудит, проводят с целью выявления проблем, связанных с индексацией поисковыми системами и с продвижением сайта по ключевым запросам. Прежде всего, сайт целиком и каждую его страницу по отдельности необходимо проверить на соответствие требованиям поисковых систем. Также в рамках данного вида аудита осуществляется проверка наличия сайта в ведущих каталогах, видимость в различных поисковых системах, соответствие представленного на сайте контента тематике сайта, наполненность текстов ключевыми словами и фразами, объём и качество ссылочной массы. Нельзя забывать и о важности мониторинга сайтов, конкурирующих с нашим сайтом по ключевым запросам.

Текстовый аудит. Необходимость своевременного проведения текстового аудита обусловлена зависимостью посещаемости сайта и его рейтингов в поисковых системах от текстового наполнения страниц. Если посетители, попадая на сайт, видят полезную, актуальную, грамотно составленную и соответствующую их запросам информацию, то контент данного сайта будет пользоваться доверием и у людей, и у поисковых систем.

Юзабилити аудит. Юзабилити – это удобство сайта для посетителя, преследующего достижение определённой цели. Необходимо понимать, что любая проблема с сайтом, с информацией на сайте только усиливает недоверие со стороны потенциальных клиентов, поэтому важно своевременно проводить аудит юзабилити, чтобы избежать проблем с функциональностью, неудачным дизайном, некорректной структурой, низкой конверсией и усложнённой навигацией сайта. В процессе данного аудита проводят проверку множества параметров, например, анализируют удобство навигации по сайту, достоверность, актуальность и полезность информации с точки зрения целевой аудитории сайта, удобство восприятия текстовых, графических и мультимедийных элементов, представленных на сайте, адекватность и корректность структуры, а также адаптивность и кроссбраузерность сайта [5].

Из вышесказанного следует, что при оптимизации сайтов, их качественном анализе, перечисленные виды аудита с одной стороны взаимосвязаны, с другой стороны, обладая собственными уникальными критериями, имеют и неравнозначное влияние на то, что мы хотим получить от сайта. Например, улучшая показатели маркетингового аудита, можно снизить показатели юзабилити, и наоборот.

Таким образом, реинжиниринг существующего сайта предполагает, прежде всего, определение критериев его оптимизации.

Список литературы

1. Дронова Е.А. Разработка корпоративного сайта фирмы как эффективного инструмента маркетинга // Вестник академии: вопросы информатизации, 2011 г. № 1. стр. 142-144
2. Инновационная система автоматической раскрутки сайтов [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://livesurf.ru/analiz-sajta-onlajn> (Дата обращения: 21.10.2016)
3. Ашманов И., Иванов А. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2011. - 464 с.: ил.
4. Gilbert WEBKONTOR [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.web-patrol.net/audit-site-struktur.html> (Дата обращения: 21.10.2016)
5. Корпоративный сайт WaterMillSky^R [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.watermillsky.ru/статьи/аудит-и-анализ-сайта> (Дата обращения: 21.10.2016)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЕТОЧНЫХ РАЗБИЕНИЙ РАСЧЕТНОЙ ОБЛАСТИ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Леонтьев Б.П.

ТТГТСО, РФ, Г.ТАШТАГОЛ

Для упрощения инженерной разработки визуализаций с последующим включением их в научно-технический и дидактический контент мы разрабатываем модель создания визуализаций в форме периодических таблиц обобщенных методов визуализации [2]. В данной статье мы описываем разработку таких визуализаций, как сеточные разбиения и анализируем инструкции пакета Ху-рiс, использованные при их разработке.

В технологических устройствах с реакторными вихревыми каналами малого радиуса с нерегулярной геометрией поперечного сечения могут проводиться тепло-, массо- обменные и гидродинамические процессы с образованием динамического многофазного слоя в пристенной области. Расчетная область показана на рис. 1. Мы вывели определяющие уравнения модели [7], [8], решили их численно для ламинарного и турбулентного режимов, определили оптимальный угол раскрытия канала.

При построении сеточного разбиения расчетной области в естественной системе координат (рис. 1) мы видим, что сеточное разбиение получается косоугольным, что затрудняет конечно-разностную аппроксимацию уравнений модели. Чтобы сделать сеточное разбиение прямоугольным отображаем исходную нерегулярную расчетную область в цилиндрическую (рис. 2).

Для получения уравнений модели в вычислительной системе координат мы раскрываем ковариантные производные контравариантных компонент вектора в уравнениях (1), (2), используем физические значения векторов скорости, уравнение неразрывности и получаем определяющие уравнения модели в вычислительной системе координат в консервативной форме. Далее мы конструируем контрольные объемы и осуществляем конечно-разностную аппроксимацию уравнений модели с последующим численным решением.

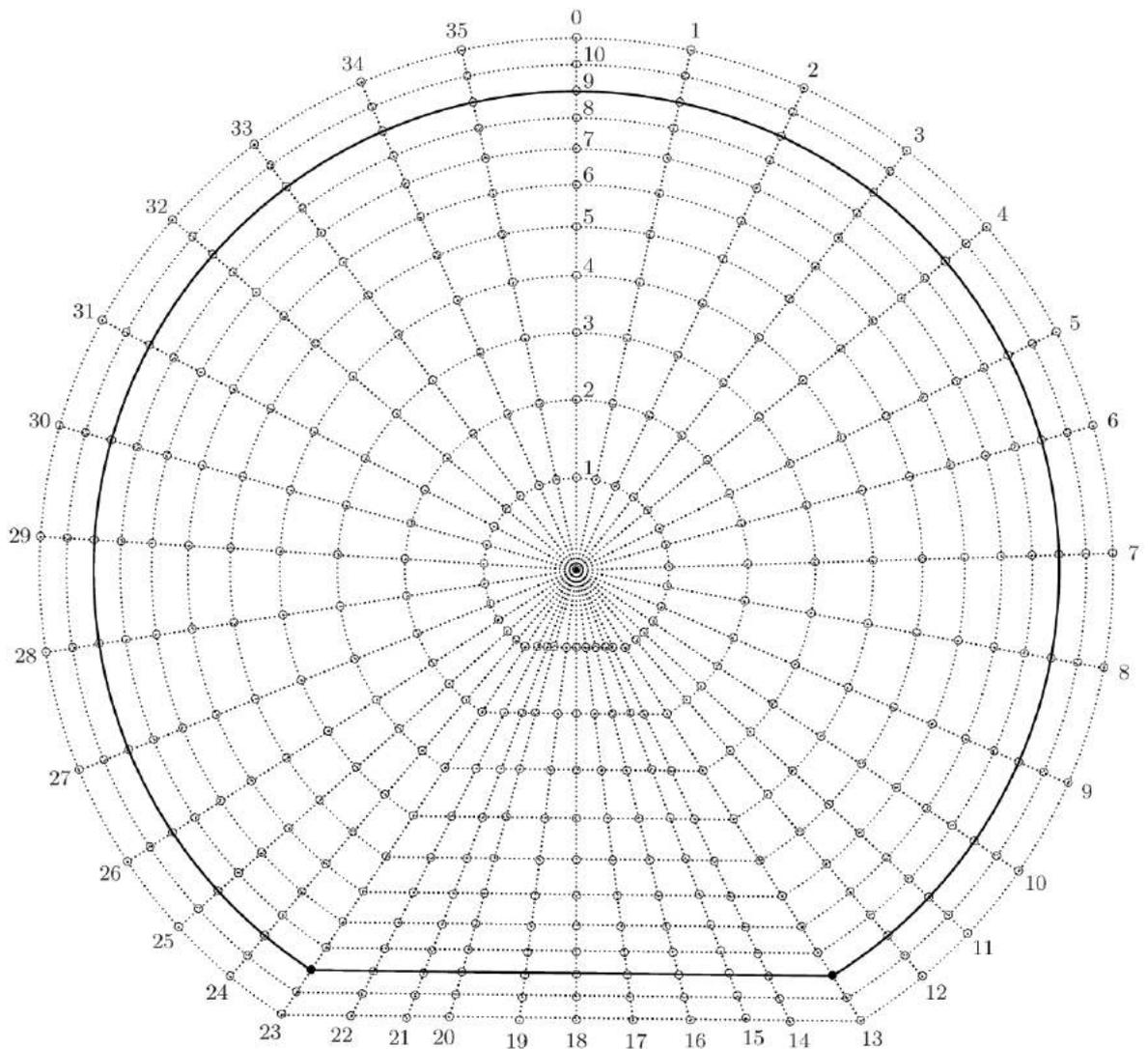


Рис. 1. Сеточное разбиение расчётной области в естественной системе координат при угле раскрытия 65 градусов

Далее мы описываем получение визуализаций сеточных разбиений расчетных областей в естественной (рис. 1) и вычислительной (рис. 2) системах координат посредством графического пакета Xy-pic.

Принимаем, что внешний поток, индуцирующий вихревое движение внутри канала, движется слева направо. На рисунке точки набегания и отрыва показаны залитыми кружками.

При выборе графического пакета для разработки визуализаций наших объектов мы проанализировали источники [6] (обзор графических расширений LaTeX), [3] (пакет Xy-pic), [5] (пакет PSTricks), [4] (пакет TikZ/PGF), [1] (пакет XyMTeX), установили и протестировали пакеты и остановили свой выбор на пакете Xy-pic.

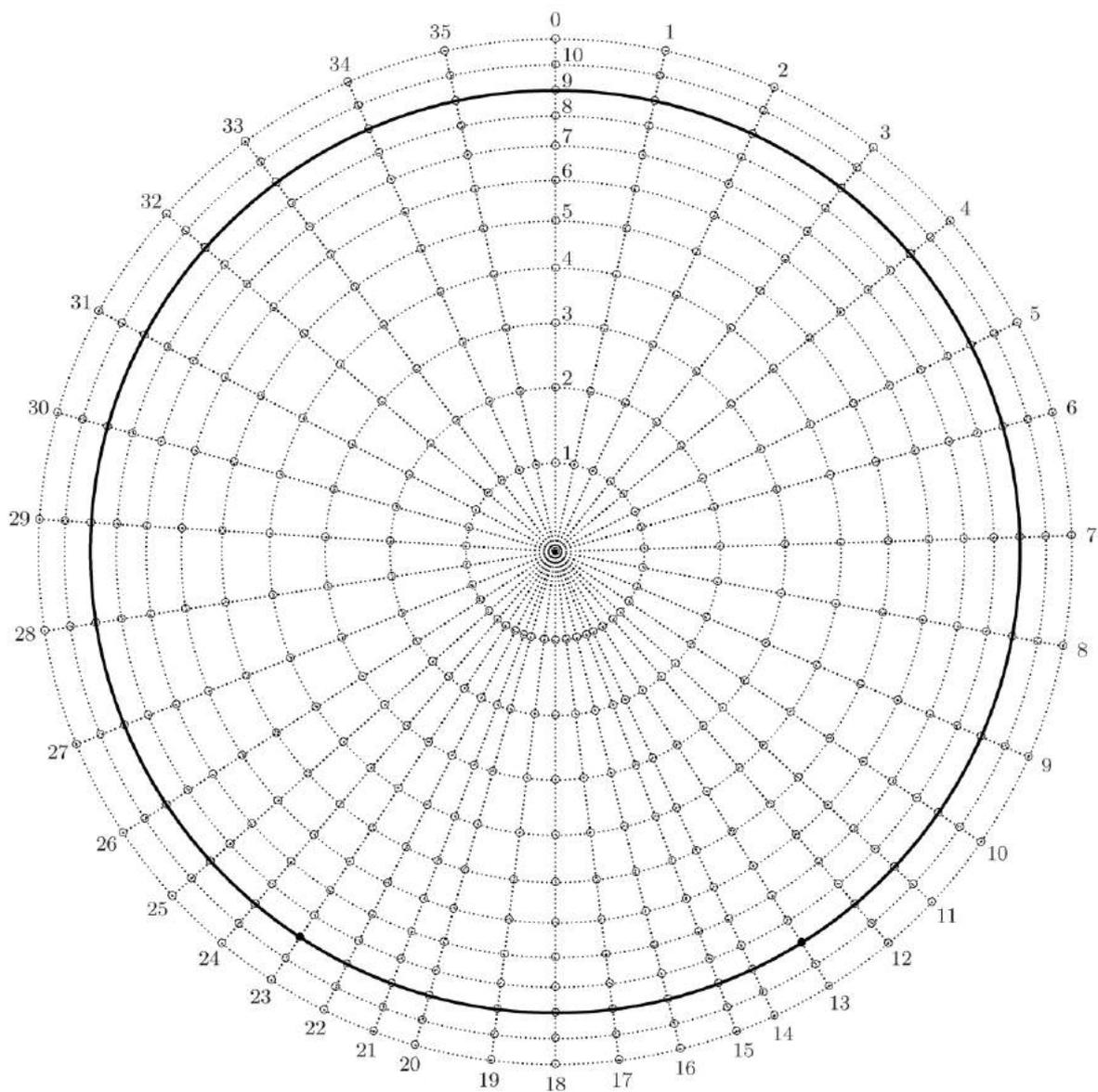


Рис. 2. Сеточное разбиение расчётной области при угле раскрытия 65 градусов в вычислительной системе координат

Из набора использованных инструкций пакета Ху-рис мы выделили набор полиморфных методов (повернуть, задать позицию, задать тип линии, задать цвет и т.д.) и показали их применимость к ряду объектов (эллипс, дуга, сплайн, прямолинейная стрелка, текст, направленные объекты), что дает предпосылки для обобщенной интерпретации инструкций.

Зададимся некоторыми характеристиками сеточных разбиений. Будем считать, что в радиальном направлении номера узлов изменяются от 0 в центре до 9 на твердой границе, что узлы с номерами 10 и 11 находятся за пределами твердой границы и значения параметров течения в этих узлах принимаются равными нулю.

Принимаем, что номера линий сеточных разбиений в окружном направлении изменяются в диапазоне от 0 до 38. Линии со значениями индексов, равными $i=0$ и $i=36$, $i=1$ и $i=37$, $i=2$ и $i=38$ считаем эквивалентными.

Использованное сеточное разбиение является неравномерным с коэффициентами неравномерности в радиальном, и в окружном направлении равными 0.85. Соответственно, мы рассчитываем шаги сетки в обоих направлениях, формируем из них массивы шагов, радиусов, углов.

Принимаем, что положительным направлением при отсчете углов является направление по часовой стрелке, отсчет начинается от крайней верхней точки $i=0$.

Приведем коды инструкций для элементов визуализации на языке Xy-pic.

Рассмотрим инструкцию для рисования дуг сеточного разбиения (рис. 3)

```
<0mm,0mm>*[blue][[(1.5)]{\ellipse<56.3200mm,56.3200mm>:a(270),_:a(122)}{.
```

которая дает элемент визуализации в виде

Эта инструкция строит дугу сеточного разбиения, используя объект эллипс (`\ellipse`) из функции (feature) «Circle, ellipse, arc», конечные точки дуги задаются через углы и радиусы. Радиусы и углы являются изменяемыми параметрами, таких дуг мы строим 11 штук.

Вышеприведенную команду можно интерпретировать следующим образом.

1. Текущей “,” сделать позицию с координатами, определяемыми вектором “<0mm,0mm>”.

Инструкцию можно рассматривать как реализацию полиморфного метода `Object::SetPosition()`.

2. В текущей позиции «уронить» “*” объект, что соответствует реализации полиморфного метода `Object::Drop()`.

3. Объектом является эллипс, из которого берется дуга

```
“{\ellipse< 56.3200mm, 56.3200mm>: a(270),_:a(122)}{.”
```

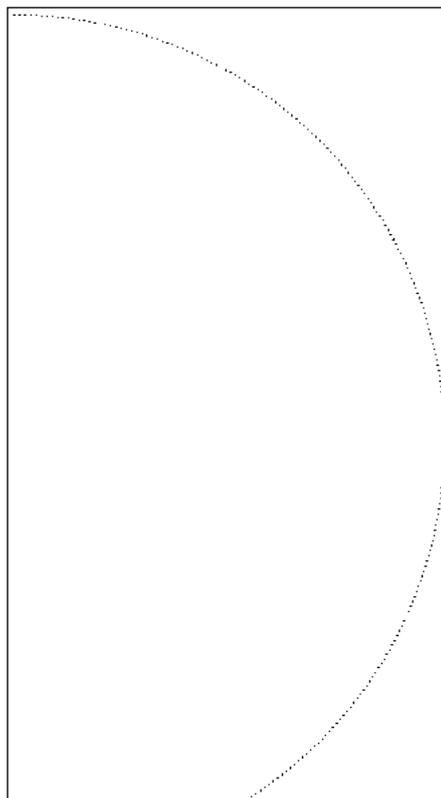
4. Оси эллипса равны

```
“{< 56.3200mm, 56.3200mm>”, т.е. строится окружность.
```

5. Начальная точка дуги определяется углом “: a(270)” в текущей системе координат, конечная точка дуги находится в направлении по часовой стрелке “, _,” до положения, определяемого углом “:a(122)”. Дуга выполняет функции соединителя.

6. Линия дуги задается пунктирной “{.”. Это реализация полиморфного метода задания типа линии.

7.



8. Рис. 3. Дуга сеточного разбиения

Дугу модифицировать параметрами в угловых скобках, а именно, цвет сделать синим “[blue]”, толщину линии задать форм-фактором равным 1.5 “[1.5]”. Здесь используется реализация полиморфного метода задания цвета для эллипса Object::SetColor().

Радиальные отрезки сеточного разбиения (рис. 4) рисуются командами наподобие следующей, которая проводит радиус для $i=9$, используя объект «прямолинейная стрелка» из функции «Arrow and Path».

“\POS<0mm,0mm>+v<0mm,10mm>:a(247) 0.0000mm\ar@{.}@*{[(1.5)][blue]} /v<0mm,10mm>:a(247) 77.8000mm/*\txt{ }=" 9"\POS" 9"+/3mm/*\txt{\small 9}”.

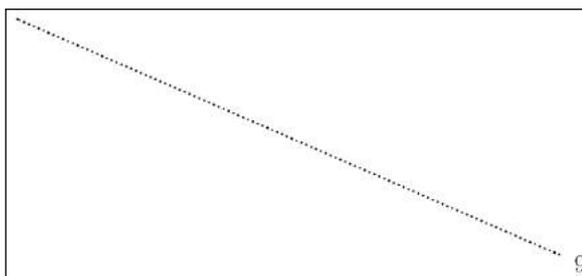


Рис. 4. Радиальная отрезок сеточного разбиения

Дадим интерпретацию инструкции.

Текущей становится позиция, соответствующая началу координат рисунка $Xy-pic$ “\POS<0mm,0mm>”, что реализует полиморфный метод Object::SetPosition().

Относительно текущей позиции задается исходная позиция для проведения линии “+v<0mm,10mm>:a(247) 0.0000mm/”. Здесь “v<0mm,10mm>” — это вектор, относительно которого производится отсчет угла для задания исходной позиции для проведения вектора. “:a(247)” — угол для задания направления радиального отрезка, отсчитывается против часовой стрелки. “0.0000mm” — расстояние, которое отсчитывается от основания луча для определения начальной точки для проведение радиального отрезка.

Проводится отрезок

“\ar@{.}@*{[(1.5)][blue]}” до точки “+v<0mm,10mm>:a(247) 77.8000mm/”. Линия проводится пунктирная “\ar@{.}” толщины с форм-фактором 1.5 “@*{[(1.5)]” синего цвета “[blue]”.

В конечной точке линии «фоняется» пустой объект “*\txt{ }”.

Позиции, в которой «урунили» объект, присваивается имя “=" 9”.

Интерпретируем позицию “\POS" 9”.

Относительно нее смещаемся на вектор “+/3mm/” в текущем направлении и «бросаем» объект “*\txt{\small 9}”, который является текстом, набранным размером “\small”. Получаем метку 9, соответствующую текущей радиальной линии сеточного разбиения. Таким образом строим 36 радиальных отрезков.

Расставляем номера линий сетки по j .

\POS<0mm,0mm>+v<0mm,10mm>:a(0)61.5800mm+/r1.0mm+/u0.5mm/*!LD\txt{\small 7}.

Новым в этой команде является то, что точкой привязки «бросаемого» объекта становится левый нижний угол объекта “!LD\txt{\small 7}”.

Рисуем точки набегания и отрыва

“\POS<0mm,0mm> +v<0mm,10mm>:a(212) 70.0000mm/*[red]{\bullet }”.

Присваиваем имена положениям для проведения горизонтальных линий в секторе угла раскрытия для точек набегания и отрыва, например,

```
"\POS<0mm,0mm> +/v<0mm,10mm>:a(212) 61.5800mm/* {}=" 13 7"
```

Реализация полиморфного метода `Object::SetLabel()`.

Проводим горизонтальные отрезки в секторе угла раскрытия (рис. 5), например, `"\POS" 23 7"\ar@{.}@*{[(1.5)][blue]}" 13 7"`.



Рис. 5. Горизонтальный отрезок в секторе угла раскрытия

Проставляем узлы сеточного разбиения, например,

```
"\POS<0mm,0mm> +/v<0mm,10mm>:a(347) 61.5800mm/ *[blue]{\circ}"
```

Инструкция с изменяемыми параметрами выполняется в цикле 396 раз.

На этом построение сеточного разбиения расчетной области в естественной системе координат для текущей геометрии заканчивается.

Построение сеточного разбиения расчетной области в вычислительной системе координат строится аналогично, но чуть проще, поскольку отсутствует нерегулярный сектор.

При построении визуализаций сеточных разбиений `Xy-pic`-код генерируется автоматически программами на языке C.

В статье приведены сеточные разбиения расчетных областей, необходимые для конечно-разностной аппроксимации уравнений модели гидродинамики реакторных вихревых каналов малого радиуса с нерегулярной геометрией поперечного сечения и описаны использованные инструкции.

Мы выполнили обобщенную интерпретацию инструкций пакета `Xy-pic`, на основе которой могут быть предложены шаблоны проектирования.

При продолжении исследований мы предполагаем использовать продемонстрированный подход в случаях других репрезентативных визуализаций, конструируя шаблоны проектирования и реализуя их на языке программирования C++. Это позволит охарактеризовать ячейки периодической таблицы методов визуализации, относящиеся к другим группам обобщенных объектов (фреймам, путям, матрицам, графам, многоугольникам, “умным” путям и т.д.) и репрезентативных визуализаций.

Список литературы

1. Fujita S. *XyMTeX: Reliable tool for drawing chemical structural formulas.* — Kanagawa, Japan: Shonan Institute of Chemoinformatics and Mathematical Chemistry, 2013. — 760 p.
2. Leontyev, B. P. Enhancement of a periodic table and generic visualization methods // Proc. 10th IASTED International Conference Computers and Advanced Technology in Education (CATE-2007). — Beijing, China: 2007. — Oct. — P. 96-101.
3. Rose S. R. , Moore R. *Xy-pic reference manual* — IBM Thomas J. Watson Research Center, USA. Macquarie University, Australia, 2013. — 82 p.
4. Tantau T. *The TikZ and PGF Packages. Manual for version 3.0.1* — Institut für Theoretische Informatik, Universität zu Lübeck, 2013. — 1110 pp.— URL: <http://sourceforge.net/projects/pgf> (дата обращения 6.05.2016).
5. Zandt T. *PSTricks: PostScript macros for Generic TeX. User's guide.* — 2007. — 127 p.

6. Гуссенс М., Ратц С., Миттельбах Ф. Путеводитель по пакету LaTeX и его графическим расширениям. Иллюстрирование документов при помощи TeX'a и PostScript'a — М.: Мир, 2002. — 621 с.
7. Леонтьев Б. П., Крайнюков Н. И., Щукин В. П. Уравнения трехмерной модели для ядра течений в областях нерегулярной геометрии // Труды 13-ой межд. конф. по химическим реакторам «Химреактор-13» / Госуд. научный центр РФ «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». — Новосибирск: 1996. — С. 171-173.
8. Леонтьев, Б. П. Контекстно-ориентированные гиперсреды: Монография. — Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. — 228 с.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД

Январь 2017г.

IV 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 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2017г.

Февраль 2017г.

IV 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 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2017г.

Март 2017г.

IV 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 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2017г.

Апрель 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2017г.

Май 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 мая 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2017г.

Июнь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 июня 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2017г.

Июль 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 июля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2017г.

Август 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 августа 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2017г.

Сентябрь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2017г.

Октябрь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 октября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2017г.

Ноябрь 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**», г. Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2017г.

Декабрь 2017г.

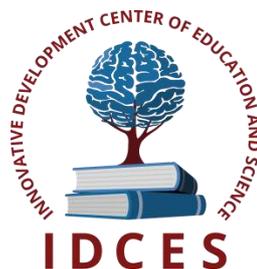
IV Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**», г. Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2018г.

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 III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 декабря 2016г.)**

г. Воронеж

2016 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.12.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,5.
Тираж 250 экз. Заказ № 123.

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