



**МАТЕРИАЛЫ IX МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Новосибирск, 2012 г.

УДК 62
ББК 30
Т 38

Т 38 «Технические науки — от теории к практике»: материалы IX международной заочной научно-практической конференции. (17 апреля 2012 г.); [под ред. Я. А. Полонского]. Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — 160 с.

ISBN 978-5-4379-0073-4

Сборник трудов IX международной заочной научно-практической конференции «Технические науки — от теории к практике» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных технических наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям в области прикладной науки и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития технических наук.

ББК 30

ISBN 978-5-4379-0073-4

Рецензенты:

- кандидат физико-математических наук, Зеленская Татьяна Евгеньевна, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)
- кандидат технических наук, Полонский Яков Аркадьевич, эксперт высшей квалификации Единой Системы Оценки Соответствия (г. Волгоград)

Оглавление

Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление 7

ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ
УПРАВЛЕНИИ АВТОРОДОЖНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ
РЕГИОНОВ 7

Бирюков Дмитрий Сергеевич
Заславский Владимир Анатольевич
Сидляренко Андрей Игоревич

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В СТЕГАНОГРАФИИ 17
Коваленко Михаил Павлович

«ШАЛА — РУССКИЙ ЯЗЫК» — ПИДЖИН ЯЗЫК
С УПРОЩЁННЫМИ ПРАВИЛАМИ ГРАММАТИКИ 21
Попов Андрей Владимирович

АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ МАНЕВРА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ
ПАРКОВКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА 26
Саловская Анна Алексеевна
Буйвал Александр Константинович

АСПЕКТЫ ПРОВЕРКИ ПОДЛИНОСТИ СООБЩЕНИЙ
КЛИЕНТОМ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ СОМЕТ 30
Тюлькин Михаил Валерьевич
Капгер Игорь Владимирович
Кротов Лев Николаевич
Кротова Елена Львовна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА
К АНАЛИЗУ ДАННЫХ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ 37
Гаибова Татьяна Викторовна
Хабибулина Диля Закиржановна

Секция 2. Машиностроение и машиноведение 42

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЯ МУП «ВОЛЖСКАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ
КОЛОННА № 1732» И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА 42
Алексеева Кристина Владимировна
Санинский Владимир Андреевич

ПРОТИВОРЕЧИЕ В ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ ЛАМЕ О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ УПРУГОГО ЦИЛИНДРА Абдеев Борис Масгутович Муслиманова Гульнар	46
СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ РЕМЕННЫХ И ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ. ИНЕРЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В РЕМЕННЫХ И ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧАХ Егоров Алексей Васильевич Козлов Константин Эдуардович	51
РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ПЛЕНКИ НЕФТЕПРОДУКТА НА ЭЛЕМЕНТАРНОМ ВОЛОКНЕ Фонарева Ксения Александровна Сентяков Борис Анатольевич	57
РАСЧЕТ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ЗАЗОРОВ МЕЖДУ ПЯТОЙ И ПОДПЯТНИКОМ СФЕРИЧЕСКОЙ ГАЗОСТАТИЧЕСКОЙ ОПОРЫ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНОЙ ДРОБИЛКИ Хозей Александр Борисович Макаров Александр Николаевич	61
Секция 3. Энергетика и энергетические техника и технологии	66
РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТИВОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПРУЖИНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОГРАНИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ВЭУ Петько Виктор Гаврилович Пугачёв Владимир Валерьевич	66
Секция 4. Материаловедение и металлургическое оборудование и технологии	74
КАРБОН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ Разина Ольга Михайловна	74
ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЮ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ТРУБ И СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В БИОКОРРОЗИОННЫХ СРЕДАХ Чупракова Любовь Юрьевна Коростелев Алексей Борисович Волгина Наталья Ивановна Камаева Светлана Сергеевна	81

Секция 5. Сельское и лесное хозяйство, агроинженерные системы	88
РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА Смирнов Виктор Александрович Семенов Александр Михайлович	88
Секция 6. Технология продовольственных продуктов	94
ОБОГАЩЕНИЕ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕТЧИН БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ МОРСКИХ ГИДРОБИОНТОВ Гаврилова Наталья Владимировна Ситун Наталья Викторовна Текутьева Людмила Александровна Сон Оксана Михайловна Фищенко Евгения Сергеевна	94
АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ Набиева Жанар Серикболовна Кизатова Майгуль Жалеловна Витавская Анастасия Васильевна	101
Секция 7. Приборостроение, метрология, радиотехника	107
МЕТОД ЛИНЕАРИЗАЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ, ОСНОВАННЫЙ НА МЕТОДЕ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ Панюков Алексей Геннадьевич	107
Секция 8. Электротехника	113
УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА НАГРУЗКИ Кирилина Ольга Ивановна Козлов Павел Михайлович Массов Александр Александрович	113

Секция 9. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология **122**

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУНГИТОВЫХ ПОРОД С БАКЫРЧИКСКОГО И КАРЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ 122
Казанкапова Майра Куттыбаевна
Бекжанова Айгерим Жамбуловна

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ 130
Григорьев Сергей Михайлович

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ) 135
Потапова Вера Андреевна
Иванов Алексей Алексеевич

Секция 10. Организация производства и менеджмент, системы управления качеством **140**

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИКИ 140
Семушкин Дмитрий Анатольевич

Секция 11. Нанотехнологии и наноматериалы **146**

НЕКОТОРЫЕ МОДИФИКАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРИБОРНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР 146
Прокофьева Елена Васильевна
Прокофьева Ольга Юрьевна
Саунин Владимир Сергеевич
Алексеев Валерий Валерьевич
Киселев Александр Юрьевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНОВ В АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ 151
Стамбакио Егор Сергеевич

СЕКЦИЯ 1.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ АВТОДОРОЖНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ РЕГИОНОВ

Бирюков Дмитрий Сергеевич

канд. техн. наук, старший консультант, НИСИ, г. Киев, Украина

E-mail: biryukov@niss.gov.ua

Заславский Владимир Анатольевич

*д-р техн. наук, профессор, КНУ имени Тараса Шевченко, г. Киев,
Украина*

E-mail: zas@unicyb.kiev.ua

Сидяренко Андрей Игоревич

аспирант, КНУ имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина

E-mail: ideolog@ua.fm

PROBLEMS OF DECISION MAKING SUPPORT FOR ROAD FACILITIES MANAGEMENT IN REGIONS

Dmytro Biriukov

Candidate of Technical Science, Senior Consultant, NISS, Kyiv, Ukraine

Volodymyr Zaslavskii

*Doctor of Technical Science, Professor, Taras Shevchenko National
University of Kyiv, Ukraine*

Andrii Sidlyarenko

PhD Student, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

АННОТАЦИЯ

В работе мы рассматриваем проблемы разработки и внедрения математического и программного обеспечения при автоматизации процессов информационной поддержки управления автодорожным хозяйством в регионах Украины.

ABSTRACT

In paper we consider problems of development and implementation of mathematical methods and software for automation processes of information support of road facilities management in regions of Ukraine.

Ключевые слова: автодорожное хозяйство; модели и методы оптимизации; информационные технологии и управление.

Keywords: road facilities; optimization models and methods; information technologies and management.

1. Введение

Строительство автомобильных дорог, как показывают многочисленные исследования и практика их эксплуатации, оказывает позитивный мультиплицирующий эффект на социально-экономическое развитие регионов, территорий и отдельных населенных пунктов [12]. На сегодняшний день в странах СНГ капиталовложения в крупномасштабные инфраструктурные проекты, такие как строительство или капитальный ремонт транспортных коридоров и автомобильных магистралей, осуществляется преимущественно за счет государственного бюджета. Это вызвано рядом экономических причин, в первую очередь: длительностью срока окупаемости инвестиций при значительных объемах требуемых капиталовложений [13]. Так стоимость строительства одного километра автомобильной дороги в Украине составляет в среднем 5 млн. долл. США [8] и может варьироваться в зависимости от категории автодороги (количества полос, типа и ширины покрытия), наличия искусственных сооружений, рельефа местности, необходимости выкупа земель и построек, переноса коммуникаций и пр.

В работах экономистов отмечается, что потенциал автодорожной сети Украины используется не в полной мере эффективно, а наиболее перспективное направление — развитие транспортных коридоров требует значительных инвестиций [14]. Сеть автомобильных дорог общего назначения в Украине по протяженности и плотности покрытия территорий обеспечивает местные транспортные связи, но не соответствует современным требованиям по скорости движения, безопасности и комфорту прилегающей инфраструктуры. Государственная целевая экономическая программа развития автомобильного

транспорта определяет направления, средства и механизмы развития автодорожной отрасли [15]. Среди приоритетных задач выделяются: создание соответствующих международным нормам транспортных коридоров, развитие придорожной инфраструктуры, повышения качества автомобильных дорог.

В связи с этим в условиях ограниченных ресурсов актуальным является создание и внедрение средств и методов поддержки принятия решений для научно-технического сопровождения автодорожного хозяйства, которые основываются на использовании информационного и математического обеспечения, а также территориально распределенных программно-аппаратных комплексов.

2. Информационный аспект управления автодорожным хозяйством регионов

Если посмотреть на поставленную задачу в более широком плане, то следует отметить, что идеи комплексного управления экономикой (отдельными её отраслями) на основе математического моделирования и широкого использования вычислительной техники активно развивались с начала 60-х годов прошедшего столетия [9, 10]. В первую очередь большое значение в этом плане имеет опыт создания в СССР общегосударственной автоматизированной системы управления (ОГАС) [4]. По совокупности различных причин (управленческие сложности внедрения системы, отсутствие компьютерных сетей и вычислительных машин, соответствующего программного обеспечения) ОГАС не была реализована. Не смотря на это, в СССР в 70—80-х годах было создано и внедрено множество автоматизированных систем управления на предприятиях и организациях, принадлежащих к разным отраслям экономики, государственного управления, обороны [5]. В отличие от ОГАС, в начале 70-х под научным руководством создателя Модели жизнеспособной системы С. Бира [1] в Чили был реализован проект Киберсин. В рамках этого проекта менее чем за год около 70 % экономики страны, включая примерно 400 промышленных предприятий, было охвачено кибернетической системой с единой компьютерной сетью [18].

С развитием информационных технологий, снижением стоимости аппаратного обеспечения, распространением компьютерных сетей, а также в условиях внедрения и нормативно-правовой поддержки концепции электронного правительства эти идеи переживают ренессанс в научном и технологическом мире. В условиях открытой конкурентной (рыночной) экономики необходимо вносить коррективы в процедуры функционирования таких систем, поскольку для плановой экономики риски и неопределенность не так существенны как при рыночных отношениях.

Рассматривая информационные потоки Укравтодора (государственной организации, отвечающей за управление автодорожным хозяйством Украины), можно определить следующие основные элементы информационных потоков и циклов документооборота (рис. 1). Отправным этапом каждого цикла можно считать представление отчетов из регионов, а завершающим — формирование аналитических отчетов на основе представленных регионами годовых отчетов.



Рис. 1. Упрощенная схема информационного обмена между организационными подсистемами Укравтодора

Значительное число разнообразие показателей в отчетах создает принципиальную сложность аналитической обработки информации и ее представления для принятия решений. Поэтому автоматизированная (или полуавтоматизированный режим) обработка и визуализация данных, представляемых региональными службами автомобильных дорог в центр — Укравтодор, качественно улучшает оперативность принятия управленческих решений, позволяет сократить время на обработку информации и уделять больше времени для её качественного анализа и динамики изменения.

3. Программные средства поддержки принятия решений при управлении автодорожным хозяйством регионов

Разработанная в 2011 г. пилотная версия информационно-аналитической системы (ИАС) Укравтодора — это распределенная на основе технологий клиент-сервер программная система с поддержкой многих пользователей, администрированием прав их доступа к разнообразным функциям и работе с базами данных (БД). ИАС имеет

модульную структуру, в состав которой входят подсистемы управления пользователями, управления модулями (программными компонентами), управления параметрами (показателями) и хранилищем данных, разнообразные функциональные модули, которые реализуют конкретные задачи обработки информации (рис.2).



Рис. 2. Взаимодействие основных компонентов программного комплекса ИАС

Разработанная ИАС включает:

- аппаратное обеспечение (весь комплекс технических средств — процессоры, периферия и др.);
- программное обеспечение (средства, обеспечивающие функции хранения данных, модели и методы анализа, агрегации и визуализации данных);
- данные (качественные и количественные характеристики изучаемого объекта или явления);
- персонал (технические специалисты, которые разрабатывают и поддерживают систему, создают и управляют данными, и, непосредственно, пользователи).

ИАС реализована как централизованная программная система с удаленным «тонким» клиентом на базе веб-браузера и:

- характеризуется открытостью, модульностью построения, интегрированностью, гибкостью, надежностью, технологичностью, преемственностью и возможностью осуществления изолированной разработки;

- предоставляет механизм администрирования доступа пользователей к компонентам и информационным ресурсам системы в соответствии с их должностными обязанностями;
- обеспечивает оптимальное распределение задач обработки данных в вычислительной сети для повышения эффективности ее функционирования;
- обеспечивает копирование и хранение массивов информации в соответствии с требованиями к хранению информации, минимальный объем ручного ввода исходных данных, возможность расширения информационных массивов с учетом перспектив развития системы.

Информационные потоки по занесению и редактированию данных в формах отчетности, реализованные в ИАС Укравтодора, можно представить в схематической форме (рис. 3). В Укравтодоре создаются определенные структуры форм отчетности, которые направляются региональным службам для их заполнения, или в пределах самого Укравтодора при сборе и агрегации информации из нескольких отделов (из разных департаментов).



Рис. 3. Информационный обмен между рабочими местами организации через электронные формы отчетности

До внедрения ИАС было принято собирать отчеты в файлах электронных таблиц формата MS Excel. При этом часть работы по проверке и упорядочению файлов и данных осуществлялись вручную,

что приводит к значительным потерям времени, а также ошибкам при обработке данных.

Одной из особенностей ИАС является возможность сохранять, обновлять и обрабатывать большое количество показателей (данных по этим показателям) за несколько периодов отчетности. Из-за того, что набор показателей может меняться, а периодичность отчетности по различным показателям отличается, был разработан механизм формирования электронных форм отчетности, связанный со структурой БД и интерфейсом заполнения форм отчетности.

Важной составляющей ИАС является гео-пространственное представление данных про объекты (дороги и инженерные конструкции, как элементы инфраструктуры) [6]. Разработка средств визуализации процесса принятия решений на основе современных технологий гео-пространственного отображения объектов является весомым шагом для обеспечения эффективности планирования работ по ремонту дорог и инженерных дорожных конструкций. Электронная карта, которая предоставляет возможности отображения и редактирования данных о гео-пространственных объектах (дороги общего назначения, мосты, придорожная инфраструктура, места концентрации ДТП) входит в состав модулей ИАС, открытых для редактирования региональными службами.

Еще одной важной задачей управления является обоснование цены на строительство автомобильных дорог и их ремонт по техническому состоянию. Упростить её решение, а главное — обеспечить корректность расчетов возможно на основе БД по проведенным строительным и ремонтным работам, на что отмечается в работе [17].

4. Математическое обеспечение управления автодорожным хозяйством регионов

В ИАС Укравтодора реализован ряд математических моделей, которые реализуют задачи управления автодорожным хозяйством. Одной из них является задача планирования строительства, реконструкции и ремонта дорог и капитальных сооружений в условиях неопределённости объемов финансирования [3].

Сформулированная модель задачи оптимизации учитывает ряд критериев, по которым принимается решение о сокращении плана работ при ограниченном финансировании. Оценка значений каждого из критериев для каждого объекта может быть осуществлена на основе экспертных суждений. Таких как, социально-экономическая значимость работ, которая включает безопасность движения [11], устранение аварийно-опасных участков на дорогах, вклад в развитие транспортных потоков [7], межгосударственных транспортных коридоров, оценка экономического эффекта на развитие региона (терри-

тории) [2], наличие доли финансирования из источников других (не из Государственного бюджета Украины, вообще не бюджетные средства), принадлежность объекта к перечню приоритетных задач, которые выдвигало правительство [15], может оцениваться по градациями: «приоритетная, значительная, умеренно значительная, не имеет высокого значения», а затем приведена к нормированному на отрезке $[0, 1]$ значению. Далее, используя метод анализа иерархий [16], можно определить весовые коэффициенты для критериев: $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m$.

В задаче рассматривается следующий критерий:

$$\sum_{i \in I} \sum_{k=1}^m \rho_k v_{ik} z_i,$$

где: v_{ik} — оценка i -того объекта по k -му критерию,

z_i — степень завершенности выполнения работ по i -му объекту.

Соответственно, степень завершенности выполнения работ на каждом из объектов зависит от выполнения плана работ, то есть:

$$z_i = f_i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ih^*}).$$

Булева переменная x_{ih} принимает значение 1, если h -й этап на i -том объекте профинансирован, иначе — $x_{ih} = 0$.

Функции f_i , $i = 1, 2, \dots, n$ характеризуются следующими свойствами:

- $f_i \in [0, 1]$,
- для любого булевого вектора $(x_{i1}^1, x_{i2}^1, \dots, x_{ih^*}^1)$ более предпочтительного, чем $(x_{i1}^2, x_{i2}^2, \dots, x_{ih^*}^2)$ выполняется неравенство $f_i(x_{i1}^1, x_{i2}^1, \dots, x_{ih^*}^1) \geq f_i(x_{i1}^2, x_{i2}^2, \dots, x_{ih^*}^2)$.

Условие постепенного выполнения этапов (следующий этап может быть выполнен только при условии выполнения всех предыдущих) может быть представлено в следующем виде:

$$x_{ih} \geq x_{ih+1}, \quad h = 1, 2, \dots, (h^* - 1), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

При планировании работ необходимо учитывать их стоимость:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^{h^*} b_{ih} x_{ih},$$

где: b_{ih} — стоимость выполнения на i -том объекте запланированных работ на h -том этапе.

Если реальные объемы финансирования составят некоторую величину B_0 , меньшую чем $\sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^{h^*} b_{ih}$ (стоимость выполнения всех

этапов по всем объектам), то задача оптимизации состоит в нахождении такого плана $\{x_{ih}\}_{i=1,n, h=1,h^*}$, который максимизирует критерий

$$\max \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \rho_k v_{ik} f_i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ih^*})$$

при условиях:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^{h^*} b_{ih} x_{ih} \geq B_0,$$

$$x_{ih} \geq x_{ih+1}, \quad h = 1, 2, \dots, (h^* - 1), \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$x_{ih} \in \{0, 1\}, \quad h = 1, 2, \dots, (h^* - 1), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

В условиях неопределенности объемов недофинансирования, может быть поставлена такая задача [3]: найти для заданных $B_1^0, B_2^0, \dots, B_d^0$ ($B_1^0 < B_2^0 < \dots < B_d^0$) оптимальные планы $X_1^*, X_2^*, \dots, X_d^*$, для которых будет выполняться дополнительное условие «наращивания»: $X_1^* < X_2^* < \dots < X_d^*$. Выполнение такого условия позволяет постепенно «наращивать» план выполнения работ при поступлении очередного объема финансирования.

5. Выводы

Повышение эффективности принятия управленческих решений в области автодорожного хозяйства требует использования современных информационных технологий и программных средств. В соответствии с этим требованием в Укравтодоре создана и внедряется ИАС, которая позволяет повысить оперативность, обоснованность и, как результат, эффективность принятия решений в области управления автодорожного хозяйства. Актуальность выполненной работы состоит в разработке и внедрении средств обработки и анализа информации от региональных источников, её консолидации в едином информационном пространстве с широкими возможностями для аналитической обработки данных.

Список литературы:

1. Бир С. Мозг фирмы. — изд.3: Пер. с англ.— М.: URSS, 2009. — 416 с.
2. Бирюков Д. С., Заславский В. А. Оценка уровня развития территорий Украины на основе методов многокритериальной оптимизации // Системы обработки информации. — 2010. — Вып.8 (89). — С. 151 — 158.
3. Бирюков Д. С. Планирование строительства, реконструкции и ремонта дорог и капитальных сооружений на них в условиях неопределенности объемов финансирования / Д. С. Бирюков, В. А. Заславский, А. И. Сидяренко // Междунар. конф. «Проблемы принятия решений в условиях неопределенности» (PDMU—2012)

4. Глушков В. М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. — М.: «Статистика», 1975. — 160 с.
5. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики. — 2-е изд., испр. — М.: Наука, 1987. — 552 с.
6. Журкин И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. — М.: КУДИЦ—ПРЕСС, 2009. — 272 с.
7. Заславский В. А. Про регулирование выбросов вредных веществ вдоль автомобильных дорог / В. А. Заславский, А. И. Сидяренко // Автодорожник Украины: Научн.-произв. жур. — Киев, 2008. — № 2. — С. 40—43.
8. Километр дороги в Украине стоит \$5 млн, — «Укравтодор» [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://news.zn.ua/ECONOMICS/kilometr_dorogi_v_ukraine_stoit_5 mln. — ukravtodor—91980.html (дата обращения: 09.04.12)
9. Кутейников А. В. Проект Общегосударственной автоматизированной системы управления советской экономикой (ОГАС) и проблемы его реализации в 1960—1980-х гг.: Автореф. дис. канд. истор. наук — МГУ им. М. В. Ломоносова. М., 2011. — 25 с.
10. Малиновский Б. Н. История вычислительной техники в лицах. — К.: "КИТ", «А.С.К.», 1995. — 384 с.
11. Национальный доклад о состоянии техногенной и природной безопасности в Украине в 2011 году [Электронный ресурс] / Министерство чрезвычайных ситуаций Украины. — Режим доступа: <http://mns.gov.ua> (дата обращения: 01.04.12)
12. Петроневич М. В. Влияние модернизации сети федеральных автомобильных дорог на рост отдельных макропоказателей регионов // Экономический журн. ВШЭ. — 2009. — № 2 — С. 295—322.
13. Плотникова О. Н. Методическое обеспечение обоснования инвестиций в автодорожное строительство (на примере Приморского края): Автореф. дис. канд. эконом. наук — ВГУЭС, Владивосток, 2009. — 20 с.
14. Прейгер Д. К. Реализация потенциала транспортной инфраструктуры Украины в стратегии посткризисного экономического развития / Д. К. Прейгер, О. В. Собкевич, О. Ю. Емельянова — К.: НИСИ, 2011. — 37 с.
15. Распоряжение Кабинета Министров Украины от 03.08.2011 г. № 732—р «Про утверждение Концепции Государственной целевой экономической программы развития автомобильного транспорта на период до 2015 г.» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi—bin/laws/main.cgi?nreg=732—2011—%F0> (дата обращения: 04.04.12)
16. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
17. Chou J—S., O'Connor J. T. Internet—based preliminary highway construction cost estimating database // Automation in Construction. — 2007. — Vol.17 (1). — P. 65—74.
18. Cybersyn / Cybernetic synergy [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.cybersyn.cl> (дата обращения: 26.03.12)

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В СТЕГАНОГРАФИИ

Коваленко Михаил Павлович
аспирант, инженер-программист, МОУ «ИИФ», г. Серпухов
E-mail: misha_kovalenko@mail.ru

GENETIC ALGORITHMS IN STEGANOGRAPHY

Mikhail Kovalenko
graduate student, software engineer of MOU "IIF", Serpukhov

АННОТАЦИЯ

В данной статье предложен генетический алгоритм выбора наиболее подходящего способа изменения коэффициентов ДКП блока изображения при внедрении в него бита дополнительной информации.

ABSTRACT

In this article was described a genetic algorithm of selection the most appropriate mode to change the DCT coefficients of the image block while embedding a bit of additional information in it.

Ключевые слова: стеганография; алгоритм частотной области; дискретно-косинусное преобразование; генетические алгоритмы;

Keywords: steganography; frequency domain algorithm; discrete cosine transform; genetic algorithms.

Введение

Стеганографические алгоритмы, производящие встраивание скрываемой информации в частотную область изображений, получили широкое распространение в силу некоторых выгодных отличий от остальных стеганографических алгоритмов. К сильным сторонам данного вида алгоритмов, прежде всего, следует отнести возможность встраивать информацию в изображения-контейнеры, сжатые форматом JPEG, который является одним из наиболее распространенных форматов хранения и передачи мультимедиа-контента на сегодняшний день. Также к преимуществам данного вида алгоритмов можно отнести и достаточно хорошую устойчивость к различного рода внешним воздействиям или атакам на изображение-контейнер.

Использование дискретно-косинусного преобразования в стеганографии

В основе большинства стеганографических алгоритмов частотной области лежит дискретно-косинусное преобразование (ДКП). Такие алгоритмы предварительно разбивают исходное изображение-контей-

нер на блоки, как правило, размером 8×8 пикселей, в дальнейшем подвергающиеся ДКП, результатом которого является матрица коэффициентов, представленная на рисунке 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1603	203	11	45	-30	-14	-14	-7
2	108	-93	10	49	27	6	8	2
3	-42	-20	-6	16	17	9	3	2
4	56	69	7	-25	-10	-5	-2	-2
5	-33	-21	17	8	3	-4	-5	-3
6	-16	-14	8	2	-4	-2	1	1
7	0	-5	-6	-1	2	3	0	1
8	9	5	-6	-9	0	3	3	1

- НЧ компоненты;
- СЧ компоненты;
- ВЧ компоненты

Рисунок 1. Матрица ДКП коэффициентов

$$B_{pq} = \alpha_p \cdot \alpha_q \cdot \sum_{m=0}^7 \sum_{n=0}^7 A_{mn} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (2 \cdot m + 1) \cdot p}{16}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (2 \cdot n + 1) \cdot q}{16}\right), (1)$$

$$\alpha_p = \begin{cases} \frac{1}{2\sqrt{2}}, & \text{при } p = 0 \\ \frac{1}{2}, & \text{при } 1 \leq p \leq 7 \end{cases} \quad \text{и} \quad \alpha_q = \begin{cases} \frac{1}{2\sqrt{2}}, & \text{при } q = 0 \\ \frac{1}{2}, & \text{при } 1 \leq q \leq 7 \end{cases}, (2-3)$$

где: $0 \leq p \leq 7$; $0 \leq q \leq 7$;

A — матрица, подвергаемая ДКП;

B — матрица ДКП коэффициентов.

В ДКП матрице, вычисляемой для блоков размером 8×8 пикселей по формулам 1—3, коэффициенты низкочастотных компонент располагаются ближе к верхнему левому углу, в то время как коэффициенты высокочастотных компонент сгруппированы в правой нижней части матрицы. Низкочастотные коэффициенты содержат преобладающую часть энергии изображения, в то время как высокочастотные компоненты наиболее уязвимы для внешних воздействий [2]. Поэтому авторы большинства алгоритмов считают пригодными для встраивания только среднечастотные коэффициенты. Так, например, согласно алгоритму, разработанному Е. Koch и J. Zhao [4], внедрение бита S_i в псевдослучайно отобранные коэффициенты $c_b(j_{i,1}, k_{i,1})$ и $c_b(j_{i,2}, k_{i,2})$ ДКП блока изображения под номером b осуществляется по следующему правилу:

$$\begin{cases} \left| c_b(j_{i,1}, k_{i,1}) - c_b(j_{i,2}, k_{i,2}) \right| > \varepsilon, & \text{если } s_i = 0, \\ \left| c_b(j_{i,1}, k_{i,1}) - c_b(j_{i,2}, k_{i,2}) \right| < -\varepsilon, & \text{если } s_i = 1 \end{cases} \quad (4)$$

где: ε — некоторая положительная величина, влияющая на степень стойкости внедрения. Но ведь для каждого ДКП блока способов изменения его коэффициентов, удовлетворяющих соотношению (4), существует целое множество. Как же выбрать наиболее подходящее? Одним из способов решения данной проблемы является использование аппарата генетических алгоритмов.

Генетические алгоритмы в стеганографии

Рассмотрим генетический алгоритм выбора наиболее подходящего способа изменения коэффициентов ДКП блока изображения при внедрении в него бита дополнительной информации.

Шаг 1. Инициализация, или выбор исходной популяции хромосом

Хромосомой $ch_n = \{c_n^{l,m}\}$ в рассматриваемом здесь варианте использования генетических алгоритмов является вариант изменения ДКП коэффициентов, т. е. значение гена $c_n^{l,m}$ — один из возможных вариантов значения ДКП коэффициента $c_b(l, m)$.

Формирование исходной популяции хромосом должно осуществляться псевдослучайным образом в окрестности исходных значений ДКП коэффициентов.

Шаг 2. Оценка приспособленности хромосом в популяции

Значение функции приспособленности для хромосомы $ch_n = \{c_n^{l,m}\}$ должно быть равно нулю в случае не соблюдения для генов, соответствующих используемым для встраивания ДКП коэффициентам, соотношения, определяющего способ внедрения бита s_i дополнительной информации (например, соотношения (4)). В противном же случае значение функции приспособленности должно определяться на основе вносимых в изображение искажений, вызванных соответствующим данной хромосоме изменением ДКП коэффициентов.

Если для хромосомы значение функции приспособленности окажется равным нулю, то ее следует заменить на вновь сгенерированную (аналогично шагу 1), после чего значение функции для нее пересчитать.

Шаг 3. Проверка условия остановки алгоритма

Алгоритм должен быть остановлен после выполнения заданного количества итераций I_{GA} . Если условие остановки выполнено, то производится переход к завершающему этапу выбора «наилучшей»

хромосомы. В противном случае на следующем шаге выполняется селекция.

Шаг 4. Селекция хромосом

Родительская популяция может быть сформирована, например, по методу рулетки [1].

Шаг 5. Применение генетических операторов и формирование новой популяции

На данном шаге алгоритма из родительской популяции выбираются пары хромосом, после чего с заданной вероятностью P_{GA}^C к каждой такой паре применяется вероятностный оператор скрещивания (например, смешанный кроссовер [3]), который порождает одного потомка. На следующую стадию при этом переходят хромосома-потомок и «наилучшая» из выбранной родительской пары хромосома. Соответственно, с вероятностью $1 - P_{GA}^C$ оператор скрещивания не применяется и тогда обе отобранные особи переходят на следующую стадию, на которой ко всем перешедшим в неизменном виде хромосомам применяется оператор мутации, с вероятностью P_{GA}^M изменяющий значение каждого гена в хромосоме (при этом изменения должны быть ограничены окрестностью исходных значений ДКП коэффициентов).

Шаг 6. Выбор «наилучшей» хромосомы

На заключительном шаге алгоритма фиксируется результат его работы в виде хромосомы с наибольшим значением функции приспособленности среди популяций на всех итерациях (т. е. та, которая вызывала наименьшие искажения изображения). При этом, если это значение отлично от нуля, производится соответствующее изменение ДКП коэффициентов.

Список литературы:

1. Классический генетический алгоритм. Часть III. Селекция — Проект www.aiportal.ru. Портал искусственного интеллекта. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.aiportal.ru/articles/genetic-algorithms/classic-alg-part3.html
2. Коначович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография: Теория и практика. — М.: МК-Пресс, 2006. — 283 с.
3. Паклин Н. Непрерывные генетические алгоритмы — математический аппарат. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.basegroup.ru/library/optimization/real_coded_ga/
4. Koch E., Zhao J. Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling. IEEE Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing. 1995. P. 123—132.

«ШАЛА — РУССКИЙ ЯЗЫК» — ПИДЖИН ЯЗЫК С УПРОЩЁННЫМИ ПРАВИЛАМИ ГРАММАТИКИ

Попов Андрей Владимирович

*инженер Контрольно — Измерительных Приборов и Автоматики,
ТОО "Казкомпрессормаш", филиал концерна «УкрРосМеталл» в
г. Темиртау*

E-mail: antemir@mail.ru

"SHALA — RUSSIAN LANGUAGE" — THE PIDGIN LANGUAGE WITH THE SIMPLIFIED GRAMMAR RULES

Andrey Popov

*The engineer on the control — measuring tools and automation tools,
"Kazkompresormash", Temirtau City*

АННОТАЦИЯ

Русский язык с упрощённой грамматикой для компьютерного перевода.

ABSTRACT

The Russian language with the simplified grammar for the computer translation.

Ключевые слова: компьютерный перевод; технический язык; пиджин.

Keywords: computer translation; technical language; pidgin

Данная система правил грамматики первоначально создавалась для упрощения программ компьютерного перевода с иностранного языка на русский, и обратно, чтобы уменьшить число строк программного кода, предназначенного для обработки многочисленных исключений из правил.

Первоначально автор брал за основу корни русских слов, прикладывая к ним окончания частей речи из грамматики эсперанто, и смотрел, что получится. Получилась система, вполне пригодная для целей машинного перевода, но в некоторых случаях, уступающая обычному русскому языку и особенно английскому языку по краткости выражения. Некоторые существительные технического русского языка получались на один слог длиннее, чем в русском языке: «столо» (стол), «телевизоро» (телевизор). Особенно неудобно эти длинноты выглядели при сравнении с эквивалентными фразами на английском языке.

Поэтому появилась идея приблизить «эсперанто-подобные правила грамматики» — к традициям русского и английского языков.

Необходимость улучшения звучания технического русского языка определяется ещё и возможностью его применения в сфере межнационального общения, где он представляет интерес для гостей страны, иностранных рабочих и специалистов в связи с простотой правил грамматики и лёгкостью для изучения.

Правила грамматики «Шала — русского языка».

1) Существительное субъектное, обозначающее предмет, оканчивается как правило, на согласный звук, или имеет необязательное окончание «О», (удобное после звонкого согласного).

Пример: «дом» = «дом»; «трав» («траво») = трава. Винительный падеж существительного указывается, как в английском языке, с помощью расположения его после глагола активной формы.

2) Существительное множественного числа образует форму с помощью окончания + «С» (+ «ОС» — после шипящих).

Пример: «домс» = «дома»; «травс» = «травы». Допускается и вторая форма множественного числа существительного, на слог длиннее, что удобно для поэзии: «домос» = «дома»; «травос» = «травы». (Наличие второй формы существительного возможно и в русском языке: «трава — травушка»)

3) Существительное родительного падежа образует форму с помощью артикля «ДИ» (вместо артикля «дэ» в эсперанто, что близко к правилам итальянского и немецкого языка). В английском языке в этом случае используется предлог «of», который требует чуть большего напряжения голоса для произношения.

Пример: «угол ди треугольник» = «угол треугольника».

Русские существительные дательного, творительного и предложного падежа передаются в «шала русском языке» с помощью конструкции: «предлог + существительное именительного падежа» — также, как при переводе русского текста на английский язык.

Примеры: Дательный падеж: «дал яблоко брату» «дават яблоко для брат»; Творительный падеж: «работаю инженером» = «работая как инженер»

Творительный падеж: «копал лопатой» = «копату с лопат»

Предложный падеж: «говорит о любви» = «говора о любовь»

4) Существительное качественной формы образуется с помощью окончания «АЛЬ» (вместо «эко» в эсперанто, «ness» — в английском).

Пример: «красаль» = «красота»; «лёгкаль» = «лёгкость». (Для сравнения: «красэко» = (красота); «лёгкэко» — звучание в стиле эсперанто;

«краснис», «лёгкнис» — звучание в стиле грамматики английского языка).

5) Существительное, обозначающее процесс (отглагольное, английский герундий) образуется с помощью окончания «ЭН» Это звучит похоже на английское окончание «-ing»; созвучно немецким окончаниям отглагольного существительного «ang», «ung», и русским отглагольным окончаниям: «-ение», «-ание»

Пример: «ловэн» = «ловля»; «ходэн» = «хождение», «плавен» = «плавание».

6) Прилагательное образуется добавлением окончания + «И». Это правило близко к форме многих прилагательных в английском языке: fluffy, foggy, easy, heavy; и созвучно некоторым формам окончаний в русском языке: «маленький», «удаленький».

Примеры: «плови бассейн» = «плавательный бассейн»; «доми книго» — «домовая книга», «домио» = «домовой». Для удобства поэзии допускается вторая форма прилагательного, на один слог длиннее, которая имеет окончание «-ИЯ». «Красия» = «Краси» = «Красивая», «домиа книго» = «домовая книга».

7) Наречие образуется с помощью окончания «-ЛИ», — как в английском языке.

Пример: «красли» = «красиво»; «туманли» = «туманно», «лёгкли» = «легко». (В эсперанто в этом случае используется окончание «Э»: «красэ» = «красиво»; «лёгкэ» = «легко».)

8) Глагол настоящего времени образует форму с помощью окончания «-А». Вторая, поэтическая форма глагола настоящего времени образуется добавлением окончания «-АЯ».

Пример: «я лова» (= «я ловая») = «я ловлю» (ловишь, ловит, ловят, ловим, ловите); «хода» = «хожу». (Для сравнения: «я ловас», «я ходас» — стиль эсперанто; «Я лов», «он ловз» — стиль английского языка).

9) Глагол прошедшего времени образует форму с помощью окончания «У». Вторая, поэтическая форма глагола прошедшего времени образуется с помощью окончания «УЮ».

Примеры: «я лову» (= «я ловую») = «я ловил» (ловила, ловили).

10) Простое будущее время образуется как в русском и английском языках, с помощью вспомогательного глагола «будет» (или "will") + глагол неопределённой формы. Возможно также образование краткой формы глагола будущего времени с помощью окончания «ЭЙ». (Пример: «ловэй» = «половлю»)

11) Глагол неопределённой формы образуется с помощью окончания «ИХЬ», (как у прилагательного немецкого языка). «Он будет ловихь» = «Он будет ловить»

12) Глагол условной формы (наклонения) образуется, как в русском и в английском языке, с помощью вспомогательного глагола — частицы «БЫ» (или "would") + русский глагол прошедшего времени (или английский настоящего времени).

Пример: «Я бы лову» «Я бы ловил».

13) Глагол повелительной формы (наклонения) образуется с помощью окончания «Э». Вторая, вежливая форма повелительного наклонения образуется с помощью окончания «ИТЕ», также как в русском языке.

Примеры: «Ловэ» = «Лови»; «ловите» = «ловите».

14) Причастие активной формы настоящего времени образуется с помощью окончаний: «АСИ» (полная форма причастия), «СИ» (краткая форма).

Примеры: «ловаси» = «ловси» = «ловящий»; «ходси» = «ходаси» = «ходящий». (Для сравнения, как бы это звучало с окончаниями из грамматики других языков: в стиле эсперанто: «ловант» = «ловящий»; в стиле английского языка: «ловинг» = «ловящий»).

15) Причастие активной формы прошедшего времени образуется с помощью окончания: "УСИ".

Примеры: «ловуси» = «ловивший»; «ходуси» = «ходивший».

16) Причастие пассивной формы настоящего времени образуется с помощью окончания «АШИ».

Пример: «ловаши» = «ловимый», (вылавливаемый).

17) Причастие пассивной формы прошедшего времени образуется с помощью окончания «УШИ», (или + «ШИ» — краткая форма причастия).

Пример: «ловши» = «ловуши» = «ловленный».

18) Глагол активной совершенной формы образуется с помощью окончаний: +«ат», (или +«т» — краткая форма) (настоящее совершенное время); +«ут» (прошедшее совершенное время).

Примеры: «Я ловат» (= «Я ловт») = «Я изловил», «поймал» (= I have caught); (глагол формы настоящего совершенного времени) «Я ловут» = «Я поймал» (= I had caught) (прошлое совершенное время)

19) Совершенная форма глагола будущего времени образуется с помощью окончания «ЭЙТ».

Пример: «ловэйт» = «словлю», (поймаю, поймаешь, поймаем), «ходэйт» = «сходит», (схожу, сходишь, сходим, сходите).

20) Деепричастие русского языка переводится в «шала — русском языке» с помощью конструкции: «деепричастие» = «союз [И] + глагол».

Пример: «Говорит, весело улыбаясь» = «Говора, и веселли улыба»

Список литературы:

1. Будеев С. «Моя твоя не понимай», или Как рождаются новые языки. [Электронный ресурс]: сайт — URL: <http://www.infpol.ru/news/664/90012.php>(дата обращения 17.04.2012)
2. Википедия. Упрощённый_технический_язык. [Электронный ресурс]: сайт — URL http://ru.wikipedia.org/wiki/Упрощённый_технический_язык (дата обращения 16.04.2012)
3. Иванов В. В. Лингвистика третьего тысячелетия: вопросы к будущему. [Электронный ресурс]: сайт — URL www.philology.ru/linguistics1/ivanov-04.htm (дата обращения 16.04.2012)
4. Исаев М. И. Столетие планируемого вспомогательного языка эсперанто. [Электронный ресурс]: сайт — URL.: <http://miresperanto.narod.ru/esperantologio/isaev.htm> (дата обращения 17.04.2012)
5. История развития русских пиджин — языков в России. [Электронный ресурс]: сайт — URL.: <http://www.infpol.ru/news/664/90012.php>(дата обращения 16.04.2012)
6. Королевич А. И. Книга об эсперанто, Киев: Наукова думка, 1989
7. Проект европейского стандарта prEN 15038:2004. Переводческие услуги, требования к услугам письменного перевода. [Электронный ресурс]: сайт — URL.: http://www.traduction-francais-russe.fr/presse_dossier/draft_europe_standard.php (дата обращения 16.04.2012)
8. Mark Hucko. Slovio: is a simplified Slavonic language. [Электронный ресурс]: сайт — URL.: <http://www.slovio.com/> (дата обращения 16.04.2012)
9. Zamenhof L. L. Fundamento de Esperanto. Paris, 1905 [Электронный ресурс]: сайт — URL.: <http://www.garshin.ru/linguistics/model/esperantology/libroj.html> (дата обращения 16.04.2012)

АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ МАНЕВРА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПАРКОВКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Саловская Анна Алексеевна

магистрант группы 10ИВТ-1мг БГТУ, г. Брянск

E-mail: annet3116@gmail.com

Буйвал Александр Константинович

канд. техн. наук, доцент БГТУ, г. Брянск

E-mail: alexbuyval@gmail.com

PARALLEL PARKING PLANING ALGORITHM OF A MOBILE ROBOT

Anna Salovskaya

*master of the group 10IVT-1mg of Bryansk State Technical University,
Bryansk*

Aleksander Buyval

*Candidate. Technical. , Associate Professor of Bryansk State Technical
University, Bryansk*

АННОТАЦИЯ

Целью данного исследования являлась разработка на базе конструктора Lego Mindstorm NXT алгоритма управления автомобиле-подобным роботом для выполнения параллельной парковки. В работе предложен метод выполнения маневра, основанный на переборе возможных траекторий в зависимости от угла поворота колес робота. Результатом работы является сконструированная модель транспортного средства и реализованный на ней алгоритм автоматической параллельной парковки для использования в учебных и научных целях. Реализованный в системе ROS алгоритм минимизирует возможные ошибки о положении робота в пространстве.

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a based on the Lego Mindstorm NXT parallel parking algorithm car-like robot. In this paper was propose a method for the maneuver, based on exhaustive search of possible trajectories depending on the angle of rotation of wheels of the robot. The result of this paper is to construct a model of the vehicle and realized algorithm to automatic parallel parking for use in educational and scientific

purposes. ROS system is implemented in the algorithm; it minimizes the errors of the robot's position in space.

Ключевые слова: автомобиле-подобный робот; парковка; датчики; расширенный фильтр Калмана; алгоритм.

Keywords: car-like robot; parking; sensors; Extended Kalman Filter; algorithm.

В работе рассмотрена актуальная проблема, связанная с благоустройством городской жизни, а именно проблема парковки. В условиях плотного транспортного потока, а также в условиях нехватки парковочного места, решающим фактором становится способность водителя умело расположить автомобиль на стоянке (парковке) [2].

В качестве решения проблемы предлагается автопарковка, когда автомобиль совершает парковочный маневр без участия водителя в автоматическом режиме. В представленной работе рассматривается модель автомобиле-подобного робота Lego Mindstrom NXT. Робот оснащен несколькими датчиками (ультразвуковым дальномером, энкодерами, камерой, электронным компасом, визуальной одометрией), которые улучшают управляемость системы и позволяют получать данные о положении робота в пространстве, а также расстояние до различных препятствий. Энкодеры позволяют определять перемещения и повороты робота по положению и вращению колес. Одной из проблем является скольжение и пробуксовка колес робота. Ультразвуковой дальномер позволяет получать расстояние до препятствий одновременно для большого угла обзора (до 120 градусов и более). Электронный компас корректирует положение робота, позволяет устанавливать автомобиль строго параллельно месту стоянки. Проблема интеграции различных датчиков решается с применением расширенного фильтра Калмана (Extended Kalman Filter EKF) [1, с. 4]. На этапе прогноза EKF использует информацию о законах движения робота, а на этапе коррекции информацию с датчиков.

В начале, чтобы обнаружить стоянку, робот сравнивает все измерения с минимальным значением (начальное значение нулевой ширины), это ширина места парковки. Пока значение постоянно, робот продолжает движение, как только ширина свободного пространства увеличивается, состояние фиксируется как начальное. Измерение продолжается до тех пор, пока расстояние не будет соответствовать минимально возможному месту парковки. Как только место парковки достигает минимально возможной длины, то оно считается найденным [3].

В связи с наличием нескольких источников о положении робота был разработан алгоритм нахождения оптимальной траектории манев-

ра параллельной парковки. Он похож на алгоритм A^* и состоит из четырех последовательных шагов (рис. 1а). Основная сложность маневра состоит в правильном расчете разворота угла передних колес робота на этапе 2—3. Также, алгоритм предполагает, что робот-автомобиль стоит параллельно с местом парковки. Поэтому, если угол по отношению к автостоянке превышает 3° , первый шаг заключается в корректировке направления робота. С помощью ультразвукового дальномера робот оценивает возможность совершения маневра парковки. Как только свободное место найдено, робот движется задним ходом (маневр 1) до положения, когда задние колеса будут выровнены на одной ширине со стеной стоянки q_2q_4 (рис. 1а).

С целью минимизации возникновения ошибки при расчете положения робота и траектории движения с различных датчиков, строится оптимальный маршрут движения до заданной точки K (опорная точка алгоритма). Координаты этой точки постоянны и заранее вычисляются; ее положение определяется, как половина глубины стоянки по оси Y и постоянное расстояние от стенки стоянки q_1q_3 по оси X . Учитывая максимальный угол вращения передних колес робота (от 0° до 30°), рассчитываются возможные траектории маневра 2—3. С минимальным шагом в 5° поворота колес строятся две равные дуги. При этом учитываются кинематические свойства робота: длина и ширина робота, ширина колесной базы, максимальный угол разворота колес. Относительно точки K выбирается окрестность S (рис. 1б).

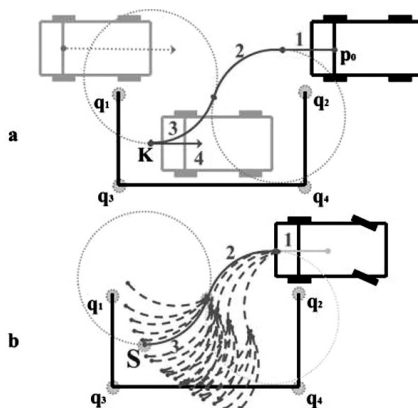


Рис.1. Иллюстрация маневра парковки робота.

В случае нахождения конечной точки одной из возможных траекторий маневра 2—3, в окрестности S , путь отмечается оптимальным, и

робот выполняет движение по этой траектории. Последний сегмент добавляется путем определения центра парковки (этап 4).

В ходе работы построены оптимальные траектории парковочного маневра, наиболее рациональные для конкретного объекта. Написана программа в среде ROS, реализующая алгоритм на роботе в режиме реального времени. Робот связывается с компьютером посредством Bluetooth. Алгоритм парковки выполняется в узле «parking», который публикует позицию робота «odometry». Узел «lego proxy» преобразует данные с датчиков и передает команды выполнения парковки узлу «parking» (рис. 2).

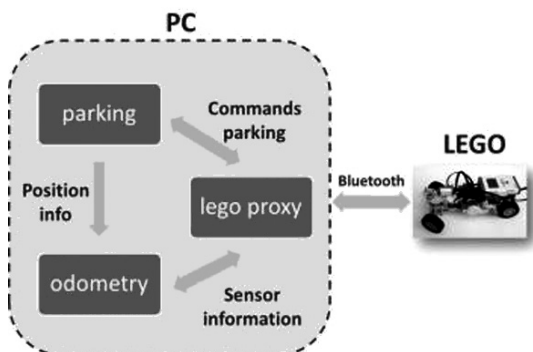


Рис.2. Архитектура системы.

Алгоритм, использованный в программе устойчив к появлению внешних помех в виде препятствий.

В ходе дальнейшей работы над алгоритмом планируется использовать GPS для повышения качества одометрии, добавить дальномер для работы алгоритма в стесненных условиях (сравнительно малых с длиной робота размерах стоянки).

Список литературы:

1. Дегтярев, А. А. Элементы теории адаптивного расширенного фильтра Калмана / А. А. Дегтярев, Ш. Тайль. — Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. — М, 2003. — № 26. — 35 с.
2. Параллельная парковка задним ходом [Электронный ресурс]. — Режим доступа. <http://autoshpilka.ru/forum/viewtopic.php?t=1073> (дата обращения: 14.02.12)
3. Yanan, Zhao. Robust automatic parallel parking in tight spaces via fuzzy logic / Z. Yanan, G. Emmanuel, Jr. Collins // Robotics and Autonomous Systems. 2005. Vol. 51 P. 10—17.

АСПЕКТЫ ПРОВЕРКИ ПОДЛИНОСТИ СООБЩЕНИЙ КЛИЕНТОМ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СОМЕТ

Тюлькин Михаил Валерьевич

*аспирант, Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь*

E-mail: info@learn-about.me

Каргер Игорь Владимирович

*начальник отдела информационной безопасности, Пермская печатная
фабрика - филиал ФГУП «Гознак», г. Пермь*

E-mail: karger@mail.ru

Кротов Лев Николаевич

*д-р физ.-мат. наук, доцент, Пермский национальный
исследовательский политехнический университет, г. Пермь*

E-mail: levkrotov@yandex.ru

Кротова Елена Львовна

*канд. физ.-мат. наук, доцент, Пермский национальный
исследовательский политехнический университет, г. Пермь*

E-mail: lenkakrotova@yandex.ru

ASPECTS OF AUTHENTICATION OF MESSAGE OF CLIENT WEB-APPLICATIONS USING COMET

Mikhail Tyulkin

*Graduate Student, State National Research Politechnical University of
Perm, Perm*

Igor Karger

*Head of Information Security, The Perm printing factory — branch of
GOZNAK, Perm*

Lev Krotov

*Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of State National
Research Politechnical University of Perm, Perm*

Elena Krotova

*Candidate Physics and Mathematics, Associate Professor of State National
Research Politechnical University of Perm, Perm*

АННОТАЦИЯ

Данная статья рассматривает аспекты проверки подлинности сообщений в web-приложении, полученных клиентом от серверной части приложения, использующей comet-сервер в качестве транспорта таких сообщений. Предпринята попытка разработать инструмент проверки сообщений, полученных от comet-сервера на основе криптографических хеш-функций в такой нетривиальной среде как браузер пользователя посредством скриптового языка программирования JavaScript.

ABSTRACT

This article examines aspects of the message authentication in web-application received by the client from the server-side application that uses comet-server as the transport of such messages. An attempt was made to develop a tool for checking messages received from the comet-server based cryptographic hash functions in a non-trivial environment as the user's browser via a scripting language JavaScript.

Ключевые слова: модель Comet; web-приложение; Comet-сервер; проверка подлинности; хеш-функция; JavaScript.

Keywords: Comet model; web-application; Comet-server; authentication; hash function; JavaScript.

В web-приложениях (далее приложениях) с моделью взаимодействия Comet между браузером пользователя (далее клиентом) и серверной частью приложения (далее сервером) с использованием Comet-сервера информация от сервера может пересылаться клиенту по двум основным каналам [4, с. 3]:

а) по HTTP протоколу напрямую, как ответ на посланный клиентом HTTP запрос [5];

б) по прочим протоколам прикладного уровня, таким как WebSocket [8], или сетевого уровня TCP или UDP через Comet-сервер, с которым клиент предварительно устанавливает соединение на начальном этапе работы с приложением.

Второй путь чаще используется для следующих двух целей [4, с. 2]:

а) передача спонтанно возникающей информации, момент появления которой на сервере клиент не может отследить, чтобы послать запрос на сервер;

б) разгрузка первого канала, чтобы освободить клиента от постоянного опроса сервера на предмет наличия новой информации и тем самым снизить нагрузку на сервер.

Comet-сервер представляет собой высоконагружаемое исполняемое приложение, изначально рассчитанное на передачу трафика с большой скоростью большой аудитории клиентов, которые в текущий момент времени работают с web-приложением. Если аудитория пользователей очень большая Comet-сервер может выноситься на отдельную серверную ЭВМ, подключенную к широкополосным каналам связи. Использование Comet-сервера позволяет разработчику создавать web-приложения, скорость работы которых приближается к режиму реального времени, причем одновременно с большой аудиторией клиентов. Примерами таких приложений могут служить финансовые биржи, социальные сети, онлайн игры и др.

Однако нередко возникает ситуация, когда аудитория клиентов создает нагрузку, с которой сервер разработчика уже не справляется, а разработчик не может внедрить собственный Comet-сервер по ряду причин, в том числе и финансовых. В такой ситуации для потребностей данного разработчика привлекается стороннее лицо, которое может предоставить услуги своего Comet-сервера. Определим первого как потребителя услуг, а второго как поставщика услуг. Арендуя Comet-сервер у третьей стороны и, тем самым, возлагая на поставщика роль посредника в передаче информации через Comet-сервер, потребитель не может гарантировать своим клиентам достоверность пересылаемых сообщений по данному каналу, потому что не может контролировать действия поставщика.

Для разрешения такой проблемы потребителю необходимо ввести способ противодействия модификации данных, но, поскольку потребитель не может влиять на действия поставщика, то ему требуется метод, позволяющий определить модификацию пересылаемого сообщения. В криптографии для такой цели служат криптографические однонаправленные хеш-функции с примесью каких-либо ключевых данных к сообщению [2, с. 37, 52], позволяющие создать цифровой отпечаток сообщения с высокой степенью уникальности.

Алгоритм подписи сообщений применительно к данной проблеме можно поделить на следующие шаги:

- а) сервер генерирует псевдослучайную достаточно длинную окasakiю O , которая станет ключевыми данными;
- б) при установке связи с клиентом по HTTP сервер напрямую передает клиенту данную окasakiю O ;
- в) при отправке сообщения через Comet-сервер поставщика сервер вычисляет цифровой отпечаток $H_{M,1}$ сообщения M с примесью данной окasakiи O , заданной хеш-функцией H_{func} , $H_{M,1} = H_{func}(M + O)$;
- г) затем сервер передает клиенту M и $H_{M,1}$ через Comet-сервер;

д) получив эти данные, клиент заново вычисляет цифровой отпечаток сообщения $H_{M,2}$. Если полученный отпечаток $H_{M,1}$ и вычисленный отпечаток $H_{M,2}$ совпадают, значит, сообщение M было доставлено без модификации со стороны поставщика во время передачи.

Чтобы поставщику иметь возможность легально менять содержимое сообщений, ему необходимо вычислять корректную цифровую подпись для каждого сообщения, что очень затруднительно сделать без ключевой окasaki O , которая не передается по линиям связи доступным ему. Дополнительно, для защиты от нахождения окasaki методом полного перебора, сервер потребителя может периодически генерировать новую окasaki и рассылать её клиентам по HTTP протоколу.

Наиболее распространёнными хеш-функциями, набор реализаций которых имеется почти в любой ОС (в частности ОС семейства UNIX, которая распространена как серверная ОС), являются MD5, SHA-1, SHA-256, SHA-512 и RIPEMD-160 [3, с. 107]. Если серверная часть приложения имеет доступ к данным реализациям в ОС, поскольку среда её выполнения изначально подразумевает такой доступ или инструменты его реализующие, то клиентская часть приложения, которая выполняется в браузере конечного пользователя, не имеет такого доступа, так как любой браузер изначально не предоставляет таких возможностей, поскольку как приложение проектируется под совершенно иные задачи. Однако браузер предоставляет расширение своих возможностей посредством выполнения кода клиента, который может быть написан на скриптовом языке программирования JavaScript, либо посредством flash-элементов или java-апплетов, выполнение которых производится в среде, интегрируемой с браузером.

Чтобы решить в какой среде производить обработку поступающих сообщений, необходимо рассмотреть пути поступления сообщения к клиенту, т. е. в браузер пользователя, которых существует всего три:

а) в среду выполнения JavaScript через протокол WebSocket средствами браузера [7];

б) в flash-элемент посредством сетевого сокета, который создает данный элемент, а из него сообщение может быть передано в JavaScript;

в) аналогично в java-апплет посредством сетевого сокета с возможной дальнейшей передачей в JavaScript.

Исходя из рассмотренных выше данных, можно заключить, что проверка цифровой подписи в JavaScript будет универсальна и независима ни от способов доставки сообщения от Comet-сервера клиенту, ни от необходимости наличия дополнительного программного обеспечения у конечного пользователя.

После выбора среды, в которой осуществляется проверка, необходимо выбрать хеш-функцию из представленного набора, которая будет использоваться в данной проверке и будет наиболее подходящей для данной задачи. Основными требованиями, предъявляемыми к такой хеш-функции, являются стойкость к коллизиям и высокая скорость выполнения. Поскольку все обозначенные функции создавались как стойкие к коллизиям с расчетом на создание уникальных цифровых отпечатков, то основным критерием выбора становится скорость их выполнения в такой нетривиальной среде для криптографических задач как JavaScript.

Для оценки скорости выполнения обозначенных хеш-функций была создана экспериментальная html-страница с внедренным JavaScript кодом данных функций и одной тысячей псевдослучайно сгенерированных сообщений псевдослучайной длины от 1 до 65535 байт для имитационного моделирования непредсказуемой передачи сообщений через Comet-сервер, информация большего объема обычно передается клиенту по HTTP протоколу. Суммарный объем сообщений составил 31930822 байта. Данная страница и скрипт, генерирующий её, доступны для свободного ознакомления [1]. JavaScript код на странице последовательно каждой хеш-функцией вычисляет цифровые отпечатки всех сообщений на странице с замером затраченного времени. Код данных хеш-функций был взят из готовой реализации для JavaScript разработанной специалистом в области защиты информации Полом Джонстоном [6]. Скорость расчета цифровых отпечатков каждой функций проверялась на ЭВМ со следующей конфигурацией:

- а) процессор — Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q6700 @ 2.66 МГц;
- б) оперативная память — DDR3-1333 (667 МГц) 1 Гб Hynix HMT112U6TFR8C-H9 x 3;
- в) ОС — Windows 7 32-битная.

И в следующих браузерах наиболее свежей версии на момент написания статьи:

- а) Opera/9.80 (Windows NT 6.1; U; ru) Presto/2.10.229 Version/11.62
- б) Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; rv:11.0) Gecko/20100101 Firefox/11.0
- в) Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1) AppleWebKit/535.19 (KHTML, like Gecko) Chrome/18.0.1025.151 Safari/535.19

Браузер Internet Explorer не участвовал в эксперименте, поскольку его JavaScript ядро очень примитивно и для него требуется реализация данных функций на VBScript языке.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1**Затраченное время на расчет цифрового отпечатка данных**

Браузер	Время, затраченное хеш-функцией, мс				
	MD5	SHA-1	SHA-256	SHA-512	RIPEMD-160
Opera	6451	8566	12487	25492	22985
FireFox	3838	4742	4748	5639	8450
Chrome	12650	15632	22422	38273	25420

Поделив суммарный объем обработанных данных на каждое значение в таблице 1, получим количество обработанных байт в 1 мс. для каждого алгоритма. Результат данной операции представлен в таблице 2.

Таблица 2**Скорость обработки данных в зависимости от браузера**

Браузер	Количество байт, обрабатываемых за 1 мс				
	MD5	SHA-1	SHA-256	SHA-512	RIPEMD-160
Opera	4949,748	3727,623	2557,125	1252,582	1389,203
FireFox	8319,651	6733,619	6725,110	5662,497	3778,796
Chrome	2524,176	2042,657	1424,084	834,2911	1256,130

Найдя среднее арифметическое по столбцам, можно получить скорость алгоритма независимо от браузера, итоговый результат отражен в таблице 3.

Таблица 3**Скорость обработки данных независимо от браузера**

Среднее количество байт, обрабатываемых за 1 мс				
MD5	SHA-1	SHA-256	SHA-512	RIPEMD-160
5264,525	4167,967	3568,773	2583,123	2141,376

Как заметно из таблицы 3, алгоритм MD5 оказался наиболее быстрым в среде выполнения JavaScript, что определяет его выбор его использования для создания цифровых отпечатков сообщений при их передаче через Comet-сервер третьей стороны.

Список литературы:

1. Материалы для эксперимента, описываемого в статье. Апрель 2012. URL: http://learn-about.me/test_js_speed.rar (дата обращения: 06.04.2012).
2. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си — М.: Триумф, 2002. — 816 с. — ISBN 5-89392-055-4.

3. Фергюсон Н., Шнайер Б. Практическая криптография :Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 424 с.: ил. — Парал. тит. англ. ISBN 5-8459-0733-0.
4. Crane D., McCarthy P. Comet and Reverse Ajax: The Next-Generation Ajax 2.0, 2008. — 142 с. — ISBN 978-1-59059-998-3.
5. Hypertext Transfer Protocol — HTTP/1.1. Июнь 1999. URL: <http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html> (дата обращения: 06.04.2012).
6. Paj's Home: Cryptography: JavaScript MD5. Май 2011. URL: <http://pajhome.org.uk/crypt/md5/> (дата обращения: 06.04.2012).
7. The WebSocket API. Декабрь 2011. URL: <http://www.w3.org/TR/websockets/> (дата обращения: 06.04.2012).
8. The WebSocket Protocol. Декабрь 2011. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc6455> (дата обращения: 06.04.2012).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ДАННЫХ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Гаибова Татьяна Викторовна

*канд. техн. наук, доцент кафедры системного анализа и управления,
Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург
E-mail: gaibovasau@mail.ru*

Хабидулина Диля Закиржановна

*магистр, Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург
E-mail: dilja84@mail.ru*

USING THE SYSTEMS APPROACH TO THE ANALYSIS OF DATA RETAIL

Tatiana Gaibova

*Ph.D., Associate Professor, Department of Systems Analysis and
Management, Orenburg State University, Orenburg*

Dilya Khabibulina

MA, Orenburg State University Orenburg

АННОТАЦИЯ

Повышение потенциала розничного торгового предприятия можно добиться путем использования современных информационных технологий. Успешное развитие предприятия предполагает принятие ряда управленческих решений. В статье рассмотрены основные бизнес — процессы и проблемы управления розничным торговым предприятием. Оптимальный подход решения этих проблем должен базироваться на использовании методов системного анализа и теории принятия решений в совокупности с инструментами интеллектуального анализа данных и современными информационными технологиями.

ABSTRACT

Capacity building of retail trade enterprises can be achieved through the use of modern information technology. The successful development of the enterprise involves taking a series of administrative decisions. The article describes the main business — processes and management challenges retailers. The optimal approach to solving these problems should

be based on the use of systems analysis and decision theory in conjunction with data mining tools and modern information technology.

Ключевые слова: управление; системный анализ; интеллектуальный анализ данных; розничная торговля.

Keywords: management; systems analysis; data mining; retail trade.

Розничная торговля — одна из значительных для общества отрасль хозяйства. Через сеть розничных торговых предприятий население приобретает основную массу товаров, доля которых составляет 90 % личного потребления. При этом, необходимость качественной и эффективной реализации широкого перечня торговых и технологических функций магазинов (например, формирование ассортимента, закупка товара, хранение товара, оказание торговых услуг покупателям и пр.) предполагает решение таких управленческих задач, как определение потребности в товаре, выбор поставщика и метода закупки, определение оптимальной цены и условий поставки, оптимизация процесса хранения товара.

Механизму формирования методов и средств принятия управленческих решений на уровне отдельного розничного предприятия посвящено много исследований зарубежных и отечественных ученых. Самыми известными в этом направлении являются работы Баутова А. Н., Алексеева М. М., Карасева А. И., Романенко И. В., Ханк Д. Э, Кресе М. С. и других. Однако расширение спектра услуг, усложнение процессов реализации продуктов, а также рост конкуренции на торговых рынках и объективно сопровождающие коммерческую деятельность риски требуют поиска качественно новых подходов к формированию, систематизации и анализу информации с целью разработки стратегии развития, решения тактических задач и оптимизации текущей деятельности магазинов.

Существующие в настоящее время методики анализа, прогнозирования и принятия решений в торговле реализованы в виде различных программных продуктов. Программы оптимального управления запасами (Inventor Soft, SIMPLE-System /Genobium/, Логистик Эксперт и др.) и программы складского учета (ТОРГ СКЛАД, LEAD WMS/LogistiX/ и др.) решают узкий круг задач и не всегда имеют разграничения доступа пользователей. Средства для автоматизации систем управления (1С: Предприятия 8.0, DiAna: Digital Analytics Pro, RS-Balance 3) гораздо более универсальны, но чаще всего предназначены для крупных предприятий и имеют высокую стоимость.

Большинство перечисленных проблем можно решить, используя методы системного анализа и теории принятия решений в совокупности с инструментами интеллектуального анализа данных и современными информационными технологиями. Предлагаемый подход позволяет находить качественные решения задач классификации, ранжирования, оптимизации, выявлять скрытые закономерности и разрабатывать алгоритмы управления для достижения поставленных целей наилучшим образом.

Если предприятие успешное и активно работающее, то, следовательно, в его информационной системе накапливаются большие объемы разнородной информации. Эта информация может быть использована для выявления как явных, так и скрытых закономерностей, связывающих основные показатели деятельности розничного торгового предприятия. В подобных случаях очень важно установление взаимосвязей переменных, так как если две или более переменные очень сильно связаны между собой, можно без ущерба для качества принятия решений исключить одну или несколько переменных из рассмотрения. Это приводит к задаче отыскания небольшого набора существенных (наиболее информативных) критериев, которые позволяют осуществлять построение алгоритма принятия решений при сокращенном числе переменных без значительной потери информации. Решить указанную задачу возможно лишь на основе системного анализа проблем, возникающих в деятельности розничных торговых предприятий. Для этого необходимо проанализировать виды деятельности розничного торгового предприятия, определить и проверить согласованность целей и критериев деятельности, выполняемые функции, выделив основные бизнес-процессы.

Дерево основных проблем, возникающих при управлении розничным торговым предприятием, представлено на рисунке 1.

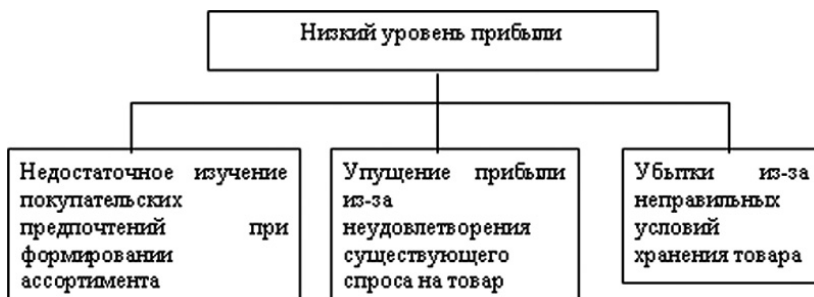


Рисунок 1. Дерево проблем розничного торгового предприятия

Для анализа качества и эффективности существующих бизнес-процессов были выделены следующие существующие бизнес-

процессы — формирование ассортимента, закупка товара, хранение товара, сбыт. Составляющие каждый бизнес-процесс бизнес-функции, а также цели и ограничения представлены в таблице 1, а фрагмент результатов моделирования — SADT-диаграмма третьего уровня декомпозиции для одного из бизнес-процессов — на рисунке 2.

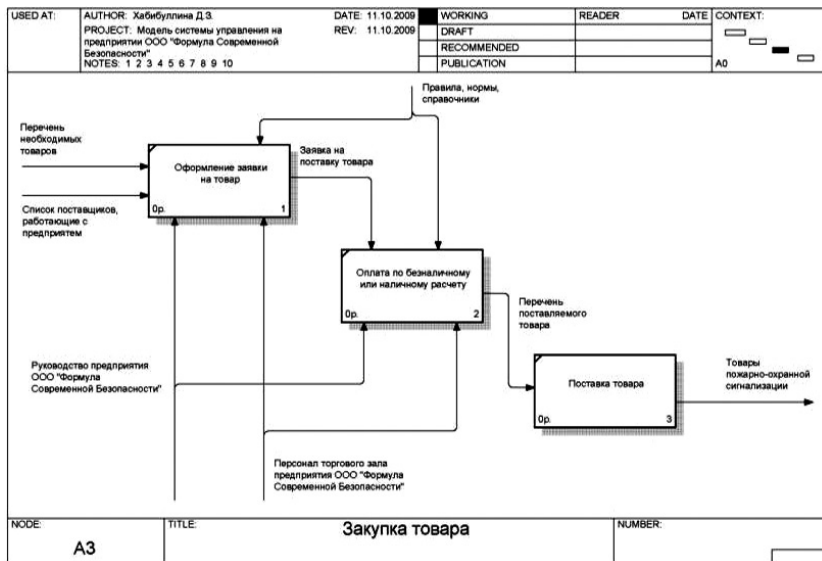


Рисунок 2. SADT — диаграмма для бизнес-процесса

Таблица 1

Основные бизнес-процессы розничного торгового предприятия

Бизнес-процесс	Цели и ограничения	Бизнес-функции
Формирование ассортимента	Формирование максимально эффективно ассортимента. Удовлетворение запросов потребителей. Завоевание новых покупателей. Оптимизация финансовых результатов предприятия.	<ul style="list-style-type: none"> • определение ассортимента товаров реализуемых в магазинах; • установление реальных и предполагаемых потребностей в определенных товарах; • определение основных показателей ассортимента и анализ его рациональности; • выявление источников товарных ресурсов, необходимых для формирования рационального ассортимента; • оценка материальных возможностей

		<p>организации для реализации отдельных товаров;</p> <ul style="list-style-type: none"> • определение основных направлений формирования ассортимента.
Закупка товара	Нахождение оптимального размера заказа	<ul style="list-style-type: none"> • поиск поставщиков, предлагающих интересующую группу товаров; • выбор поставщиков, предлагающих товар по оптимальным ценам; • заключение договоров; • контроль за оформлением документов и отгрузкой товара.
Хранение товара	Обеспечение требуемых показателей качества товаров размещенных на хранение.	<ul style="list-style-type: none"> • организация хранения товара; • проведение инвентаризации; • обеспечение сохранности товарно-материальных ценностей; • распределение товаров на складе с учетом оборачиваемости; • контроль за состоянием складов.
Сбыт	Удовлетворение потребностей покупателя. Максимизация прибыли.	<ul style="list-style-type: none"> • выработка ценовой политики по сбыту; • заключение договоров на продажу товаров; • контроль за качеством и сбытом; • предпродажная подготовка товаров.

В дальнейшем планируется на основе анализа параметров, характеризующих выполнение бизнес-функций и каждого бизнес-процесса в целом, создать систему данных розничного торгового предприятия в виде конечного набора показателей по каждому виду деятельности и разработать методику отбора информативных параметров РТП по степени их важности для процесса принятия проектных решений. Это позволит принимать обоснованные решения на основе ограниченного набора переменных без ущерба для эффективности бизнеса.

Список литературы:

1. Смирнов, Э. А. Управленческие решения. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 362 с. — ISBN 978-5-369-00521-7.
2. Советов, Б. Я. Теоретические основы автоматизированного управления: учебник для вузов / Б. Я. Советов. В. В. Цехановский. В. Д. Чертовской. М.: Высш. шк, 2006. -463 с. — ISBN 5-06-005496-9.
3. Черноуцкий, И. Г. Методы оптимизации и принятия решений: учеб. пособие / И. Г. Черноуцкий. — СПб.: Изд-во «Лань», 2001. — 348 с. — ISBN 5-8114-0387-9.

СЕКЦИЯ 2.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ МУП «ВОЛЖСКАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ КОЛОННА № 1732» И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

Алексеева Кристина Владимировна
студент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
E-mail: Zmeika12345@rambler.ru

Санинский Владимир Андреевич
д-р техн. наук, профессор, доцент ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
E-mail: saninv@rambler.ru

ORGANIZATION OF METROLOGICAL PROVIDING VOLZHSKAYA AVTOMOBILNAYA KOLONNA № 1732 MUNICIPAL UNITARY ENTERPRISE ENTERPRISE AND TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING OF THE CAMSHAFT

Kristina Alekseeva
Student, Volzhsky polytechnical institute, Volzhsky

Vladimir Saninskii
doctor technical sciences, professor, associate professor of Volzhsky
polytechnical institute, Volzhsky

АННОТАЦИЯ

Цель работы заключается в создании метрологического обеспечения предприятия и конкретного технологического процесса. Метод заключается в исследовании нормативной документации предприятия. В процессе исследования была выявлена проблема большого процента брака изделий. Результатом стало принятие решения о введении выборочного контроля 10 % изделий и повышения квалификации рабочих.

ABSTRACT

The purpose of work consists in creation of metrological providing the enterprise and concrete technological process. The method consists in research of standard documentation of the enterprise. In the course of research the problem of big percent of marriage of products was revealed. Making decision on introduction of selective control of 10 % of products and professional development of workers became result.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение; технологический процесс; выборочный контроль.

Keywords: metrological providing; technological process; selective control.

«МУП «Волжская автомобильная колонна № 1732» — предприятие, занимающееся пассажирскими перевозками. Также МУП «Волжская автомобильная колонна № 1732» выполняет в полном объеме работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта организаций и частных лиц, в том числе:

- диагностика (осмотр) технического состояния автомобиля, подъем автомобиля;
- ремонт двигателя, КПП, сцепления, карданного вала, системы охлаждения, системы питания, передней подвески, заднего моста, тормозов, кузова, электрооборудования;
- ТО-1, ТО-2.

Для выполнения указанных работ Автоколонна располагает следующими производственными участками:

- Участок ТО-1, ТО-2 с диагностикой;
- Моторный участок;
- Участок текущего ремонта;
- Сварочно-кузовной участок;
- Участок подготовки производства;
- Шиномонтажный участок;
- Участок по техническому обслуживанию и ремонту легковых автомобилей;
- Участок по техническому обслуживанию и ремонту грузовых автомобилей. [3]

Профессиональный подход к капитальному ремонту двигателя подразумевает наличие отдельного участка, в идеале - отдельного помещения. Причина в том, что разборка двигателя - грязная процедура, при которой из него обильно вытекают масла и антифриз, поэтому очень сложно содержать такие рабочие места в чистоте и осуществлять длительное хранение готовых изделий. На моторном

участке занимаются, в том числе, ремонтом и изготовлением распределительных валов.

Ремонт мотора осуществляется по следующей схеме:

- двигатель поступает на ремонтный участок;
- осуществляется демонтаж двигателя;
- двигатель поступает на моторный участок.

Рабочий разбирает и собирает мотор. В процессе разборки он изучает особенности двигателя, что в дальнейшем упрощает сборку. После разборки и мойки деталей двигателя наступает ответственный этап — дефектовка. Ее задача — точно установить причину неисправности, определить изношенные детали и принять решение, что должно быть заменено, а что — отремонтировано. Бывает, что неграмотно проведенная дефектовка увеличивает срок ремонта в разы. Главное на этапе дефектовки — это измерения. Умение работать с измерительным инструментом — верный показатель квалификации рабочего. Если он может быстро и точно измерить диаметр цилиндра, поршня, шейки коленвала и отверстия в шатунной шейке — это на 90 % хороший мастер.

Принимая решение о замене детали или ее дальнейшем использовании, нужно иметь в виду следующие соображения. Цель профессионального капитального ремонта — восстановление двигателя до состояния нового изделия. Для каждой детали двигателя существуют поле допуска при изготовлении и так называемый сервис-лимит (допустимый предел износа). Если он превышен, деталь подлежит замене или ремонту.

Особый интерес вызывает метрологическое обеспечение технологического процесса изготовления распределительных валов и предприятия МУП «Волжская автомобильная колонна № 1732»

Во всех цехах предприятия автоколонны 1732 должен существовать опорный пункт главного метролога, которому передана часть функций главного метролога предприятия. Функции опорного пункта главного метролога включают:

- поверку контрольных приспособлений и других СИ;
- обеспечение участка измерительным инструментом и средствами контроля;
- контроль точности рабочих СИ;
- хранение метрологической документации.

Практически каждая операция технологического процесса изготовления распределительного вала требует контроля. На всех операциях обработки используется пассивный метод контроля. Деталь проверяется вне станка калибрами, универсальными измерительными инструментами или при помощи контрольных приспособления после

обработки, и результаты измерений не могут повлиять на ход операции. Этот контроль является не разрушающим, то есть изделие в процессе контроля не подвергается внешним разрушающим воздействиям. Контроль проводится инструментальным методом вручную (используются штангенциркуль, скобы и т. д.).

Так как контроль и наладка на всех операциях осуществляется вручную, то следует обратить особое внимание на квалификацию персонала и на техническую оснащенность выполняемых контрольных операций. Низкая квалификация рабочих является одной из причин повышения количества брака изделий.

Другой причиной брака является нарушение технологии производства, то есть неправильное ведение технологического процесса, отклонения от режима обработки, неправильное изготовление детали и т. д.

Для выявления брака на участке обработки распределительного вала используется 10 %-ый выборочный контроль

Анализируя все выше сказанное по поводу метрологического обеспечения участка изготовления распределительного вала, приходим к выводу, что необходимо повышать уровень метрологического обеспечения на данном участке. Для достижения этой цели предлагается:

- включить в технологический процесс обработки детали приборы активного контроля, особенно на операции шлифования, благодаря которым повысится производительность обработки без снижения качества, а также повысится качество изделий из-за автоматического поддержания режимов обработки, облегчится труд станочников, обеспечится безопасность условий работы. При использовании приборов активного контроля работу на шлифовальных станках смогут производить операторы невысокой квалификации без снижения качества изделия;

- привлекать на работу молодые кадры, а также повышать квалификацию уже работающих сотрудников, так как от квалификации оператора зависит качество измерений;

- увеличить процент деталей, подвергающихся выборочному контролю до 10 %. Это приведет, в свою очередь, к уменьшению уровня брака, что положительно скажется на качестве выпускаемых изделий.

Список литературы:

1. Абаджи К. И., Бойцов А. Н. Справочник по производственному контролю в машиностроении. — Л: Машгиз, 1963. — 748 с.
2. Авилов А. В., Белухин Р. А. Метрологическая экспертиза технической документации: методические указания / сост.; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. — Волгоград, 2010. — 24 с.
3. <http://www.ak1732.ru/> (дата обращения: 15.04.2012)

ПРОТИВОРЕЧИЕ В ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ ЛАМЕ О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ УПРУГОГО ЦИЛИНДРА

Абдеев Борис Масгутович

канд. техн. наук, профессор ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

Муслиманова Гульнар

канд. техн. наук, доцент ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

E-mail: muslimanova2011@yandex.ru

CONTRADICTION IN AXISYMMETRIC CLASSICAL PROBLEM ABOUT STRESS LAME STATE OF THE ELASTIC CYLINDER

Boris Abdeev

Candidate. Technical., professor of EKSTU, Ust-Kamenogorsk

Gulnar Muslimanova

Candidate. Technical. Science, dotsent of EKSTU, Ust-Kamenogorsk

АННОТАЦИЯ

Процедурой предельного перехода, когда внутренний радиус цилиндра стремится к нулю, доказано, что известная классическая осесимметричная модель Ламе, аппроксимирующая в условиях плоской деформации напряженное состояние однородного изотропного цилиндрического тела, не является корректной и адекватной с физико-математической точки зрения, поскольку она: 1) не отражает фактический характер распределения напряжений в материале при коэффициенте Пуассона меньше 0,5; 2) противоречит теореме единственности решения задачи линейной теории упругости; 3) не согласуется с принципом локальности эффекта самоуравновешенной нагрузки (принципом Сен-Венана).

ABSTRACT

The procedure of passage to the limit when inner radius of a cylinder component tends to zero has proved that known classical axisymmetric Lamé model which approximates in conditions of plane deformation of homogeneous isotope cylindrical body stressed state is not correct and adequate in terms of physics and mathematics. There are some reasons of it:

1) it doesn't reflect a real stress pattern in a matter with Poisson's constant less 0.5; 2) it contradicts the theorem of uniqueness solution of linear elasticity problem; 3) it doesn't correspond with the principle of locality of self-balanced load effect (Saint Venants' principle)

Ключевые слова: осесимметричность; деформация; упругость.
Keywords: axisymmetric; strain; elasticity

Для толстостенной цилиндрической оболочки из однородного, изотропного и линейно-упругого материала радиальное σ_r , кольцевое σ_θ и осевое σ_z нормальные напряжения при плоской деформации ($\varepsilon_z = 0$) аппроксимируются зависимостями $\sigma_r(r, p_a, p_b, a, b)$, $\sigma_\theta(r, p_a, p_b, a, b)$, $\sigma_z(p_a, p_b, a, b, \mu) = const$ [3] (рисунок 1а), в которых p_a, p_b — соответственно, внутреннее и наружное равномерно распределенные давления, действующие на поверхностях трубы, имеющих радиусы $r=a$ и $r=b$, а μ — коэффициент Пуассона.

В механике твердого деформируемого тела данная модель известна как фундаментальное решение французского математика и инженера Габриэля Ламе [3, 4]. Его частным случаем для сплошного цилиндра, не имеющего отверстия, когда $a=0$ и $p_b = [3, 4]$, является постоянство внутренних силовых характеристик [1]:

$$\sigma_r = \sigma_\theta = -p = const, \quad (1)$$

$$\sigma_z = -2\mu p = const. \quad (2)$$

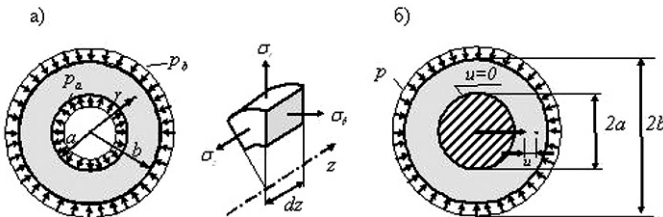


Рисунок 1. Расчетные схемы к решению задачи Ламе [3, 4]: а) в напряжениях $\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$; б) через функцию перемещений $u(r)$

Авторами этой работы доказано, что формулы (1)—(2) не являются корректными с физико-математической точки зрения, поскольку они противоречат некоторым основополагающим аспектам механики твердых сплошных сред, касающихся фактического

характера распределения напряжений в материале осесимметрично-деформируемого цилиндрического тела.

Для обоснования данного утверждения рассмотрим иной вариант решения задачи Ламе, когда $a=0$, в основу которого положим расчетную схему с абсолютно жесткой границей $r=a$, принимая допущение, что внутренняя часть цилиндра является недеформируемой (рисунок 1б).

С точностью до произвольных постоянных C_1, C_2 функция радиального перемещения $u=u(r)$ носит гиперболический характер (рисунок 1б) [1]:

$$u = C_1 r + C_2 r^{-1}, \quad a \leq r \leq b. \quad (3)$$

Напряжения σ_r, σ_θ связаны с переменной $u(r)$ функциональной зависимостью обобщенного закона Гука, учитывая соотношение (3) [1,3]:

$$\sigma_{\frac{r}{\theta}} = E(1+\mu)^{-1}(1-2\mu)^{-1} [C_1 \mp (1-2\mu)C_2 r^{-2}]; \quad (4)$$

где: верхний знак относится к σ_r , а E — модуль упругости материала.

В соответствии с моделью, изображенной на рисунке 1б, находим константы C_1, C_2 из кинематического и статического краевых условий:

$$u(a) = 0, \quad \sigma_r(b) = -p, \quad (5)$$

раскрывая которые, с помощью выражений (3)—(4), будем иметь, после подстановки C_1, C_2 в (4):

$$\sigma_{\frac{r}{\theta}} = -pb^2 [b^2 + a^2(1-2\mu)]^{-1} \cdot [1 \pm a^2(1-2\mu)r^{-2}]; \quad (6)$$

$$\sigma_z = \mu(\sigma_r + \sigma_\theta) = -2\mu pb^2 [b^2 + a^2(1-2\mu)]^{-1}. \quad (7)$$

Полагая $r=a$ в формуле (6), определяем параметры σ_r, σ_θ и σ_z для граничных точек, расположенных на внутренней поверхности оболочки, учитывая (7) (рисунок 1б):

$$\sigma_r = -2pb^2(1-\mu)[b^2 + a^2(1-2\mu)]^{-1}; \sigma_\theta = \sigma_z = -2pb^2\mu[b^2 + a^2(1-2\mu)]^{-1}. \quad (8)$$

Переходя в соотношениях (8) к пределу при $a \Rightarrow 0$, получаем искомое второе решение, описывающее напряженное состояние в центре поперечного сечения цилиндра:

$$\sigma_r = -2p(1-\mu); \sigma_\theta = \sigma_z = -2p\mu. \quad (9)$$

Выведенные зависимости (9) для σ_r, σ_θ не совпадают с фундаментально-классическим решением (1)—(2), вытекающим из общих формул Ламе [3, 4]. Этот парадоксальный результат противоречит *теореме единственности* для любого упругого тела, находящегося в естественном состоянии [3].

Тождественность обоих решений (1)—(2) и (9) будет только в том случае, когда коэффициент Пуассона $\mu=0,5$, то есть при допущении о несжимаемости материала [1].

Следует отметить, что и полученные новые формулы (9) не являются правильными, поскольку радиальное напряжение $\sigma_r(0)=-2p(1-\mu) > \sigma_r(b)=-p$ при $0 \leq \mu < 0,5$, что не согласуется с принципом локальности эффекта самоуравновешенной нагрузки p (или *принципом Сен-Венана* [3]), согласно которому в осесимметричном сплошном цилиндре из твердого материала все напряжения должны уменьшаться от внешней границы $r=b$ к центру $r=0$. При этом очевидно, что неравномерность напряженного состояния будет возрастать с увеличением диаметра $2b$ цилиндрического тела и эта особенность, моделируемого физико-механического процесса, проиллюстрирована на рисунке 2, где показан примерный (гипотетический) вид соответствующих эпюр σ_{r1} и σ_{r2} .

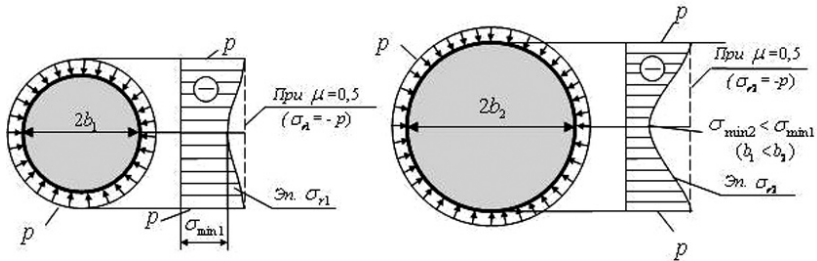


Рисунок 2. Гипотетические эпюры радиальных напряжений в зависимости от диаметра цилиндра

Выявленный парадокс указывает на неадекватность механико-математической модели Ламе, использованной в решении данной задачи теории упругости. Как уже отмечено, формулы (1)—(2) и (9) дают идентичный и точный ответ:

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_z = -p = const, \quad (10)$$

если коэффициент $\mu=0,5$, то есть когда объём тела при деформации не изменяется, что возможно и реально подтверждается только для жидких веществ (без учета их собственной массы), находящихся в резервуарах под избыточным давлением p , а также (приблизительно) для различных резин, у которых значения μ близки к $0,5 (\mu=0,48 \div 0,496)$ [2].

Аналогичные противоречия, устранимые при $\mu=0,5$ с тем же результатом (10), имеют и общие исходные функциональные соотно-

шения (6)—(7) к расчетной схеме рисунка 1б, когда $0 \leq \mu < 0,5$ а $0 < a < b$ Например, при $\mu=0,3$ (сталь), $a=0,5b$ напряжение $\sigma_r(a)=-1,273p > \sigma_r(b)=-p$ и объяснить этот неправильный результат с общепринятой точки зрения невозможно, не предположив наличия какого-то скрытого дефекта в расчетно-теоретической модели Ламе.

Рассмотренный проблемно-инновационный вопрос фундаментально-прикладной механики является актуальным для многих отраслей техники, в том числе машиностроения при оценке несущей способности пресовых соединений в виде монтируемых с натягом сопрягаемых составных деталей цилиндрической формы [1].

Список литературы:

1. Биргер И. А., Мавлютов Р. Р. Сопротивление материалов: Учебное пособие. — М.: Наука, 1986.—560 с.
2. Лавендел Э. Э. Расчет резинотехнических изделий. — М.: Машиностроение, 1976.—232с.
3. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. /Перевод с англ. М. И. Рейтмана под ред. Г. С. Шапиро. — М.: Наука, 1975.—576 с.
4. Lamé G. Lecons sur la theorie matematicque de l' elasticite des corps solides. Paris, Bachelier, 1852, 335 p

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ РЕМЕННЫХ И ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ. ИНЕРЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В РЕМЕННЫХ И ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Егоров Алексей Васильевич

канд. техн. наук, доцент МарГТУ, г. Йошкар-Ола

E-mail: gorov@marstu.net

Козлов Константин Эдуардович

аспирант, МарГТУ, г. Йошкар-Ола

E-mail: konstantin.edward@yandex.ru

METHODS OF DETERMINING THE FAULT IN THE CHAIN AND BELTING. THE INERTIAL METHOD FOR ESTIMATING THE POWER OF MECHANICAL LOSSES IN THE BELT AND CHAIN GEARS

Aleksey Egorov

*Candidate. Technical. , Associate Professor of Mari State Technical
University, Yoshkar-Ola*

Konstantin Kozlov

Postgraduate, Yoshkar-Ola

АННОТАЦИЯ

Инерционный метод оценки мощности потерь в ременных или цепных передачах с параллельным расположением ведущих и ведомых валов позволяет оценить влияние отдельных факторов на энергоэффективность работы ременной и цепной передач в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов работы.

ABSTRACT

The inertial method for estimating the power losses in the belt or chain gear with the parallel arrangement of input and output shafts allows to evaluate the influence of individual factors on the efficiency of belt and chain transmissions in a wide range of speed and load modes.

Ключевые слова: инерционный метод; ременные передачи; цепные передачи.

Keywords: the inertial method; belt gear; chain gear.

Цепи и ремни в машинах и механизмах, как правило, работают в условиях резко изменяющихся (пульсирующих) нагрузок, которые обусловлены, например, работой клапанов. При этом нагрузка, действующая на цепь или ремень, повышается с увеличением оборотов звездочки или шкива, что негативно влияет на их ориентацию друг относительно друга, которая должна быть строго определенной [3, с. 25]. Повреждения ременных и цепных передач приводят к потерям мощности, увеличению расхода топлива и, в случае отказа, могут стать причиной выхода оборудования из строя. Оценка их состояния является важной и достаточно проблематичной задачей. Традиционные методы диагностики основываются, как правило, на чисто визуальной оценке. Главным преимуществом традиционных методов является небольшой период времени, необходимый для проведения измерений. Основным недостатком данных методов является их субъективность и, как следствие, низкая точность, они не отвечают требованиям, предъявляемым к диагностике состояния современных машин. Такой способ оценки состояния машин неперспективен.

В настоящее время техническое состояние машин и механизмов определяют в основном контрольно-измерительными приборами, инструментами и приспособлениями.

Среди наиболее перспективных методов диагностики цепных и ременных передач, не требующих их демонтажа и получивших наибольшее распространение, являются виброакустический метод, метод лазерной диагностики, метод определения кинематической погрешности и метод регистрации тепловых параметров. Однако данные методы не лишены недостатков, которые затрудняют процесс выявления неисправностей диагностируемого элемента.

Важным преимуществом **виброакустической диагностики** перед другими методами контроля является то, что он реагирует только на развивающиеся, действительно опасные дефекты. Но, следует отметить, что к аппаратуре для анализа вибраций предъявляются высокие требования. Основным недостатком данного метода как средства контроля — отсутствие надежных методов разделения полезных сигналов и сигналов помех, порождаемых различными элементами контролируемой системы.

Метод лазерной диагностики. Метод контроля состояния элементов двигателя при помощи лазерного оборудования используется для выравнивания ременных и цепных передач, что позволяет проводить выверку положения шкивов. Основным недостатком метода лазерной диагностики является значительные финансовые затраты на приобретение необходимого оборудования.

Кинематическую погрешность оценивают по результатам измерения колебаний частоты вращения за один оборот диагностируемой передачи. Достоинством рассмотренного метода является применение упрощенной аппаратуры, но перед ее использованием необходимо произвести соответствующее исследование, при котором должна быть использована сложная аппаратура, с целью определения информационных частот. Ограничение анализируемой информации приводит к сужению возможностей метода. Кроме того, еще одним недостатком метода является тот факт, что определение погрешности может производиться при работе подрабренного агрегата на скоростях в пределе до $0,03 \text{ с}^{-1}$ и без нагрузки, что позволяет использовать его только для прирементного диагностирования.

Основным недостатком **теплового метода контроля** является дороговизна необходимого оборудования и зависимость точности выявления дефекта от режима работы привода.

Таким образом, можно заключить, что существующие способы контроля наряду с достоинствами обладают рядом недостатков: не позволяют достоверно определять техническое состояние ременных и цепных передач, ограничены в своем применении, требуют значительных финансовых затрат.

На основе стендового, бестормозного метода определения момента инерции вращающихся масс двигателей вращательного действия, включая двигатели внутреннего сгорания, также возможна реализация инерционного метода оценки мощности потерь в ременных или цепных передачах с параллельным расположением ведущих и ведомых валов, включая оценку мощности механических потерь натяжного механизма.

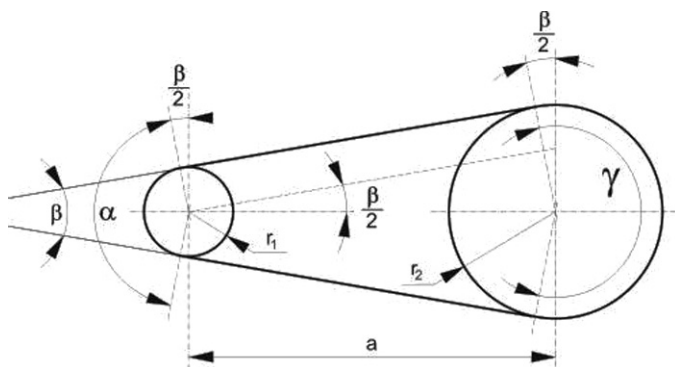


Рис.1. Схема ременной передачи.

Рассмотрим элементарную ременную передачу (рис. 1). Предположим, что момент инерции ведущего шкива (радиусом r_1) равен J_1 , а момент инерции ведомого шкива (радиусом r_2) равен J_2 , расстояние между осями шкивов равно a . Определим моменты инерции тех частей ремня, которые обхватывают ведущий и ведомый шкивы относительно осей вращения соответствующих шкивов. Для этого определим значение угла β :

$$\frac{\beta}{2} = \arctg \frac{r_2 - r_1}{a},$$

где: $\alpha = 180 - \beta$ — угол обхвата ведущего шкива;

$\gamma = 180 + \beta$ — угол обхвата ведомого шкива.

С учетом толщины ремня h длина окружности обхвата ведущего и ведомого шкивов по средней линии ремня соответственно:

$$l_2 = \alpha(r_2 + \frac{h}{2}) \quad l_1 = \alpha(r_1 + \frac{h}{2})$$

Зная удельную массу единицы длины ремня m и расстояние от средней линии ремня до оси вращения соответствующего шкива, определяем значения момента инерции охватывающего соответствующий шкив части ремня.

Момент инерции части ремня, охватывающей ведущий и ведомый шкивы, относительно оси его вращения соответственно:

$$J_{p1} = ml_1(r_1 + \frac{h}{2})^2 \quad \text{и} \quad J_{p2} = ml_2(r_2 + \frac{h}{2})^2$$

Общая длина ремня равна L .

Запишем закон сохранения механической энергии для ременной передачи, имеющей прямой привод от электрического двигателя:

$$J_{np0} \frac{\omega^2}{2} = (J_p + J_{мпэд} + J_1 + J_{м1} + J_{p1} + J_{прм}) \frac{\omega^2}{2} + (J_2 + J_{м2} + J_{p2}) \frac{\omega_1^2}{2} + E_{к1} + E_{к2},$$

где: J_{np0} — приведенный к оси вращения ротора электрического двигателя момент инерции всех вращающихся масс всего ременного привода, отключенного от потребителя мощности.

J_p — момент инерции ротора электрического двигателя, определенный методом крутильных колебаний (ГОСТ 7217-87) с учетом момента инерции внутренних колец подшипников качения.

$J_{мпэд}$ — приведенный к оси вращения ротора электрического двигателя момент инерции механических потерь в подшипниках качения электрического двигателя.

J_{mn1} и J_{mn2} — приведенные к оси вращения ротора электрического двигателя моменты инерции механических потерь в опорах ведущего и ведомого шкивов соответственно.

J_{npm} — приведенный к оси вращения ротора электрического двигателя момент инерции потерь при работе ременной передачи (потери на внутренне трение в ремне и в паре ремень-шкивы, потери на деформации изгиба, потери от сопротивления воздуха движению ремня и шкивов).

$$E_{\kappa 1} = E_{\kappa 2} = \frac{L - l_1 - l_2}{2} m \frac{(\omega r_1)^2}{2} \text{ — кинетическая энергия ведущей}$$

и ведомой частей ремня соответственно.

Приведенный к оси ротора электрического двигателя момент инерции ременного привода:

$$J_{np0} = (J_p + J_{mn\partial} + J_1 + J_{mn1} + J_{p1} + J_{npm}) + (J_2 + J_{mn2} + J_{p2}) \frac{r_1^2}{r_2^2} + (L - l_1 - l_2) m r_1^2$$

Аналогично разработанному ранее методу стендового бестормозного определения момента инерции вращающихся масс двигателей вращательного действия измеряем динамику угловых ускорений ε_0 ременного привода на холостом ходу или под нагрузкой. Крутящий момент, развиваемый ротором электрического двигателя при этом определится как:

$$M = J_{np0} \varepsilon_0$$

Затем, например, на приводной вал ведущего шкива устанавливаем тело, обладающее эталонным моментом инерции J_ε . Тогда приведенный к оси вращения ротора электрического двигателя момент инерции составит:

$$J_{np1} = (J_p + J_{mn\partial} + J_1 + J_{mn1} + J_{p1} + J_{npm} + J_\varepsilon) + (J_2 + J_{mn2} + J_{p2}) \frac{r_1^2}{r_2^2} + (L - l_1 - l_2) m r_1^2$$

Крутящий момент, развиваемый ротором электрического двигателя при этом определится как:

$$M = J_{np1} \varepsilon_1 = J_{np0} \varepsilon_1 + J_{np\varepsilon} \varepsilon_1$$

Приравнивая два последних выражения для крутящего момента определяем приведенный момент инерции потерь при работе ременной передачи:

$$J_{\text{в0}} = \frac{J_y \varepsilon_1}{\varepsilon_0 - \varepsilon_1}.$$

Приравнивая правые части выражений для определения $J_{\text{нр0}}$ определяем приведенный к оси вращения ротора электрического двигателя момент инерции потерь при работе ременной передачи:

$$J_{\text{нрм}} = \frac{J_{\text{э}} \varepsilon_1}{\varepsilon_0 - \varepsilon_1} \left[J_p + J_{\text{мпэд}} + J_1 + J_{\text{мл1}} + J_{p1} + (J_2 + J_{\text{мл2}} + J_{p2}) \frac{r_1^2}{r_2^2} + (L - l_1 - l_2) m r^2 \right]$$

Таким образом, используя тела с эталонным моментом инерции можно оценивать влияние отдельных факторов на энергоэффективность работы ременной и цепной передачи в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов работы.

Инерционность нагрузки нагрузочного режима может быть оценена путем последовательного бестормозного определения эффективного момента инерции вращающихся масс приводного электрического двигателя и бестормозного определения эффективного момента инерции нагрузки относительно эффективного момента инерции приводного электрического двигателя.

Список литературы:

1. Драган, А. В. Диагностика зубчатых передач и механизмов по кинематическим параметрам // Вестник Брест. гос. техн. ун-та. — 2001. — № 4. — С. 2—6.
2. Егоров, А. В. Бездемонтажные испытания ДВС мобильных машин на базе энергетического способа определения момента инерции его вращающихся масс / А. В. Егоров, К. Э. Козлов // Тракторы и сельхозмашины. — 2009. — № 8. — С. 26—28
3. Корнейчук Ю. А. Повышение ресурса цепного привода распределительного вала судового малооборотного дизеля в условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук. — Владивосток, 2009. — С. 18—36.

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ПЛЕНКИ НЕФТЕПРОДУКТА НА ЭЛЕМЕНТАРНОМ ВОЛОКНЕ

Фонарева Ксения Александровна

*аспирант очной формы обучения, ФГБОУВПО «Ижевский
государственный технический университет», г. Ижевск
E-mail: ksunn2007@yandex.ru*

Сентяков Борис Анатольевич

*заведующий кафедрой, профессор, Воткинский филиал ФГБОУВПО
«Ижевский государственный технический университет», г. Воткинск
E-mail: sentyakov@inbox.ru*

CALCULATION OF OIL FILM THICKNESS FILAMENTS

Ksenia Fonareva

*Postgraduate full-time training , FGBOUVPO "Izhevsk State Technical
University", Izhevsk*

Boris Sentyakov

*Head of Department, professor, Votkinsk Branch FGBOUVPO "Izhevsk
State Technical University", the Votkinsk*

АННОТАЦИЯ

Представлена методика расчета толщины пленки нефтепродукта на поверхности элементарного волокна в процессе сорбции нефтепродуктов с применением волокнистого сорбента в виде штапельного полиэтилентерефталатного волокна и результат экспериментального исследования.

ABSTRACT

A method for calculating the thickness of the film of mineral oil on the surface of the elementary fibers in the process of sorption of petroleum products with a fibrous sorbent in the form of staple fibers and polyethylene terephthalate result of the pilot study.

Ключевые слова: толщина пленки нефти; элементарное волокно.

Keywords: oil film thickness; the elementary fiber.

Проблема загрязнения водоемов приобрела в настоящее время глобальный характер. Среди веществ, загрязняющих водную среду, одно из первых мест принадлежит нефти и продуктам ее переработки [2, с. 12]. При разливе нефтепродуктов, например, при авариях на нефтеналивных судах, хранилищах нефти, нефтепроводах и т. п., они достаточно быстро растекаются под действием силы тяжести и поверхностного натяжения, увеличивая свою площадь и образуя пятно загрязнения на водной поверхности. Толщина пленки нефти или нефтепродуктов является одним из основных параметров, характеризующих при аварийном разливе пятно нефтяного загрязнения на водной поверхности [1].

При использовании для сбора нефтепродуктов с водных поверхностей волокнистого сорбента в виде полиэтилентерефталатного штапельного волокна, или других видов волокнистых сорбентов, требуется знать количество сорбента, необходимое для удаления определенного количества нефтепродуктов. Эту задачу можно решить, если знать, какая толщина пленки нефтепродукта образуется на элементарном волокне в процессе сорбции нефтепродукта таким материалом. Несмотря на имеющиеся в этом направлении разработки, вопросам исследования толщины нефтяной пленки оставшейся после процесса сорбции на волокнистом сорбенте не уделялось достаточного внимания. Поэтому в данной работе поставлена задача рассчитать толщину пленки нефтепродукта, которая осталась на элементарном волокне, после процесса сорбции.

В качестве исследуемого образца использовали полиэтилентерефталатное волокно. Средний диаметр элементарных волокон измерялся с помощью микроскопа типа УМИ — 21 и составил 53,3 мкм. Вес исследуемого образца составил 1,019 г, для определения веса использовались лабораторные электронные весы марки ВЛТЭ-150, с ценой деления 0,001, классом точности по ГОСТ 24104-2001 — П.

Подготовленный образец волокна плотностью $1,38 \text{ г/см}^3$ равномерно и полностью поместили в медицинский шприц емкостью 20 мл. Удалив из шприца поршень, заполнили его нефтью с удельной плотностью $0,930 \text{ г/см}^3$. Масса образца волокнистого материала после насыщения его нефтепродуктом составила 16,662 г. Волокно заполняли нефтью до тех пор, пока оно не перестало впитывать.

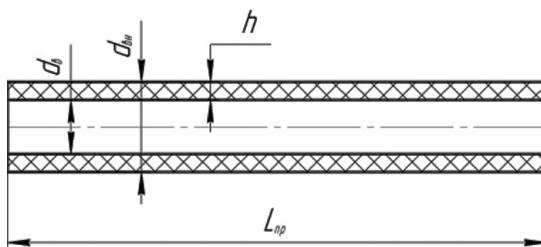


Рис. 1 Элементарное волокно

Толщину нефтяной пленки обозначим h , d_b — средний диаметр элементарных волокон, $d_{вн}$ — средний диаметр элементарного волокна с пленкой нефтепродукта, $L_{пр}$ — приведенная длина элементарного волокна (рис. 1). Толщина пленки нефтепродукта, образовавшаяся на поверхности элементарного волокна определяется по схеме, приведенной на рис.1:

$$h = \frac{d_{вн} - d_b}{2}. \quad (1)$$

Условно принимаем, что образец сорбирующего нефтепродукта волокна представляет собой единичное волокно диаметром d_b и длиной $L_{пр}$, которую в дальнейшем будем называть приведенной длиной единичного волокна. Объем такого единичного волокна определяется по формуле:

$$V_b = \frac{\pi d_b^2}{4} L_{пр}, \quad (2)$$

откуда его приведенная длина:

$$L_{пр} = \frac{4V_b}{\pi d_b^2}. \quad (3)$$

В ходе экспериментального исследования сорбции нефтепродуктов полиэтилентерефталатным волокном измерялись масса образца волокна m , и масса нефтепродукта m_n , сорбированного этим образцом, поэтому объем единичного волокна V_b и объем нефтепродукта V_n можно определить по формулам:

$$V_b = m / \rho_b, \quad (4)$$

$$V_n = m_n / \rho_n, \quad (5)$$

где: ρ_b и ρ_n , соответственно, плотность полиэтилентерефталата и нефтепродукта.

Объем нефтепродукта V_n можно так же определить по формуле:

$$V_n = \frac{\pi(d_{вн}^2 - d_b^2)}{4} L_{пр}, \quad (6)$$

откуда определяется средний диаметр элементарного волокна с пленкой нефтепродукта:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4V_{\text{н}}}{\pi L_{\text{нр}}} + d_{\text{в}}^2}. \quad (7)$$

Таким образом, подставив полученные значения в (1), толщина пленки нефтепродукта, образовавшаяся на поверхности элементарного волокна в ходе проведенного эксперимента составляет 120 мкм при среднем диаметре элементарного волокна 53,3 мкм. Полученный результат показывает, что толщина пленки нефтепродукта в два раза больше, чем средний диаметр элементарных волокон исследованного образца, что в принципе вряд ли возможно. Следовательно, можно сделать предположение о том, что сорбция нефтепродукта с применением рассмотренного волокнистого сорбента происходит не только на поверхности составляющих его элементарных волокон, но и в промежутках между хаотично расположенных соседних волокон, что необходимо будет учесть при дальнейших расчетах сорбционной способности волокнистых материалов рассмотренного типа.

Список литературы:

1. Монин А. С., Красницкий В. П. Явления на поверхности океана: Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 375 с.
2. Шумилова И. Б., Максимович Н. Г., Блинов С. М., Кузнецов Л. Н. Возможные пути борьбы с последствиями разливов нефтепродуктов // Нефть и экология. 1996. № 4.

РАСЧЕТ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ЗАЗОРОВ МЕЖДУ ПЯТОЙ И ПОДПЯТНИКОМ СФЕРИЧЕСКОЙ ГАЗОСТАТИЧЕСКОЙ ОПОРЫ ЦЕНТРОБЕЖНО- УДАРНОЙ ДРОБИЛКИ

Хозей Александр Борисович
аспирант, МГТУ им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск
E-mail: khozey@gmail.com

Макаров Александр Николаевич
д-р техн. наук, профессор, МГТУ им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск
E-mail: khozey@gmail.com

MINIMUM ACCEPTABLE GAP CALCULATION BETWEEN FEET PAD AND CENTER PAD OF SPHERICAL GAS- STATIC BEARING OF CENTRIFUGAL IMPACT CRUSHER

Alexander Khozey
Postgraduate student of Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk

Alexander Makarov
Doctor Technical Science,
Professor of Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен вопрос необходимости учета отсутствия касания поверхностей статичного подпятника с поверхностями динамичной пяты сферической газостатической опоры рабочего органа в процессе проектирования центробежно-ударной дробилки. Предложена новая методика расчета минимального зазора в газостатической опоре позволяющая произвести более точные расчеты по сравнению с существующими методиками.

ABSTRACT

The issue of article is a necessity of recording a non-contact work of static central pad surfaces with dynamic feet pad surfaces of spherical gas-static bearing of the working tool in the design process of centrifugal impact crusher. A new method of minimum acceptable gap calculation helps to make more accurate calculation in comparison with already excited methods.

Ключевые слова: центробежно-ударная дробилка; газостатическая опора; работоспособность; зазор; рабочий орган; ротор.

Keywords: centrifugal impact crusher; gas-static bearing; efficiency; gap; working tool; rotor.

Анализ конструкций современных центробежно-ударных дробилок (ЦУД) выпущенных за последнее время показывает определенную тенденцию повышения надежности. Последние достижения в области общего машиностроения, например в подшипниковой промышленности, оказали большое влияние на совершенствование дробильных машин [2].

В последнее время ЦУД отечественного производства в своей конструкции стали содержать сферические газостатические опоры (ГСО). Применение сферической ГСО в конструкции позволило повысить надежность ЦУД ценой увеличения металлоемкости и габарита агрегата, что послужило толчком к исследованиям, направленным на совершенствование и оптимизацию узла.

При совершенствовании сферической ГСО дробилки необходимо учитывать такой критерий работоспособности как отсутствие касания поверхности статичного подпятника с поверхностью динамичной пяты, т. е. учитывать минимальный зазор между ними в двух критических режимах работы многоканального рабочего органа:

а) Равномерное распределение сил действующих от дробимого материала массой m по всем каналам рабочего органа (рисунок 1а).

б) Неравномерное распределение сил от дробимого материала массой m (распределение на половину) по каналам рабочего органа [4] (рисунок 2а).

Сложности прогнозирования положения ротора ЦУД обуславливаются установкой его в карданном подвесе. По этой причине на данном этапе будут рассмотрены положения с возможностью вращения ротора в одном шарнире Гука (шарнире А).

Случай а (рисунок 1а):

В этом случае на пяту газостатической опоры от рабочего органа действует максимальная вертикальная нагрузка, прижимающая его к подпятнику. По причине того что в опорах ЦУД применяются беззазорные сферические газостатические подшипники ($R=r$) наименьший рабочий зазор будет образовываться у кромки опоры.

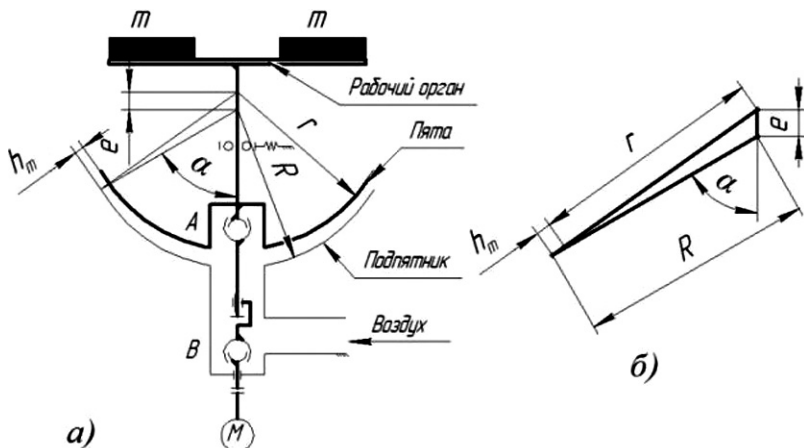


Рисунок 1. Минимальный зазор при полной загрузке материалом рабочего органа

Для данного случая нагружения существует методика расчета [3, 5], согласно которой величина минимального зазора определяется из упрощенного выражения $h_m = e \cdot \cos \alpha$, использование которого приводит к погрешности в вычислениях.

Согласно рисунку 1б и [1] минимальный рабочий зазор h_m может быть рассчитан из выражения:

$$h_m = \sqrt{e^2 + R^2 - 2 \cdot e \cdot R \cdot \cos(\pi - \alpha)} - r; \quad (1)$$

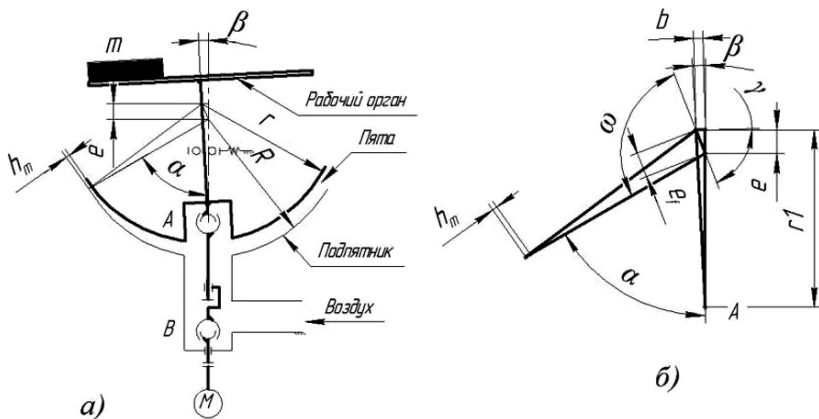


Рисунок 2. Минимальный зазор при максимальном разбалансированном состоянии рабочего органа.

Случай б (рисунок 2а):

В данном случае пята опоры испытывает максимальное разбалансированное состояние по причине неравномерного распределения сил от дробимого материала в рабочем органе. Вследствие чего происходит наклон ротора на угол β , приводящий к появлению наименьшего рабочего зазора с одной стороны кромки опоры.

Исходя из рисунка 2б величину фактического смещения e_f можно определить из выражения:

$$e^f = \sqrt{e^2 + b^2 - 2 \cdot e \cdot b \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)} ;$$

где: $b = 2 \cdot r1 \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$

$$e^f = \sqrt{e^2 + 4 \cdot r1^2 \cdot \sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) - 4 \cdot e \cdot r1 \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)} ; (2)$$

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{e \cdot \sin\left(\frac{\pi-\beta}{2}\right)}{e^f}\right); (3)$$

Подставляя (2) в (3) получим

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{e \cdot \sin\left(\frac{\pi-\beta}{2}\right)}{\sqrt{e^2 + 4 \cdot r1^2 \cdot \sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) - 4 \cdot e \cdot r1 \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)}}\right); (4)$$

Величину h_m можно рассчитать из выражения:

$$h_m = \sqrt{e^2 + R^2 - 2 \cdot e \cdot R \cdot \cos(\omega)} - r; (5)$$

где: $\omega = \gamma + \frac{\pi-\beta}{2} - \alpha;$

Рассчитанные при помощи выражений (1), (4), (5) величины h_m должны удовлетворять критерию работоспособности:

$$h_m > [(Ei - es) \cdot 1,1]; (6)$$

где: Ei и es соответственно нижнее и верхнее допустимое отклонение величин $g+h_m$ и g по качеству удовлетворяющему возможностям оборудования производства. 1,1 коэффициент запаса надежности 1,1.

Проверка предлагаемой методики графическим методом показала, что значения рассчитанные по методике описанной выше дают более точные результаты по сравнению с упрощенным выражением, представленным в методике [3, 5].

Т.о. учет минимальных допустимых зазоров рассчитанных по методике описанной выше позволит с большей степенью точности провести совершенствование и оптимизацию ГСО дробилки с сохранением ее работоспособности.

Список литературы:

1. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. — М.: Наука, 1981.
2. Клушанцев Б. В. Пути совершенствования конструкции дробильных машин. — М. Тр. ВНИИСтройдормаш, 1980., № 87, с. 3—14.
3. Риппел Г. Проектирование гидростатических подшипников — М., Машиностроение, 1967.
4. Хозей А. Б., Макаров А. Н., Халикова О. Р. Методика расчета нагрузок действующих на опору рабочего органа центробежно-ударной дробилки. — Научный потенциал молодежи — будущее России [Электронный ресурс]: III Всероссийские научные Зворькинские чтения: сб. тез. докл. III Всероссийской молодежной научной конференции. Муром. 2011. С. 781—782.
5. Sasaki T., Mori H., Hirai A. Theoretical Study of Hydrostatic Thrust Bearings. Bulletin of Japanese Society of Mechanical Engineers, Vol. 2. № 5, 1959.

СЕКЦИЯ 3.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТИВОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПРУЖИНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОГРАНИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ВЭУ

Петько Виктор Гаврилович

д-р техн. наук, профессор, Оренбургский ГАУ, г. Оренбург

E-mail: VGPetko@mail.ru

Пугачёв Владимир Валерьевич

аспирант, Оренбургский ГАУ, г. Оренбург

E-mail: olorin777@mail.ru

CALCULATION OF CHARACTERISTICS AGAINST SPRING FOR UNIT LIMITS OF POWER WIND TURBINE

Victor Petko

*Professor, Doctor of Technical Sciences, Orenburg State Agrarian
University, Orenburg*

Vladimir Pugachev

graduate student, Orenburg State Agrarian University, Orenburg

АННОТАЦИЯ

В статье дано описание устройства ограничения мощности ветроэнергетической установки и приведены расчеты параметров пружины, противодействующей давлению ветра на боковую лопасть.

ABSTRACT

The article describes the device limits the power of wind turbines and the calculations of the parameters of the spring, the wind pressure on the opposing side shovel.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, ограничение мощности.

Keywords: wind power plant, power limit.

В настоящее время в ветроэнергетике используются различные способы ограничения мощности ветроустановок при увеличении скорости ветра выше номинальной. Одними из основных являются: 1) изменение угла атаки лопастей ветротурбины; 2) использование определенного профиля лопастей, изменяющегося по всей длине лопасти; 3) вывод ветроколеса из-под ветра, т. е. изменение его положения относительно направления скорости ветра.

Использование такого устройства как виндроза 1 (небольшое ветроколесо, устанавливаемое за основной ветротурбиной) заключается в основном как один из способов ориентации на ветер. Нами же предлагается придать виндрозе возможность вращения относительно вертикальной 2 оси под действием потока ветра на связанную с ней боковую лопасть 3 (рис. 1).

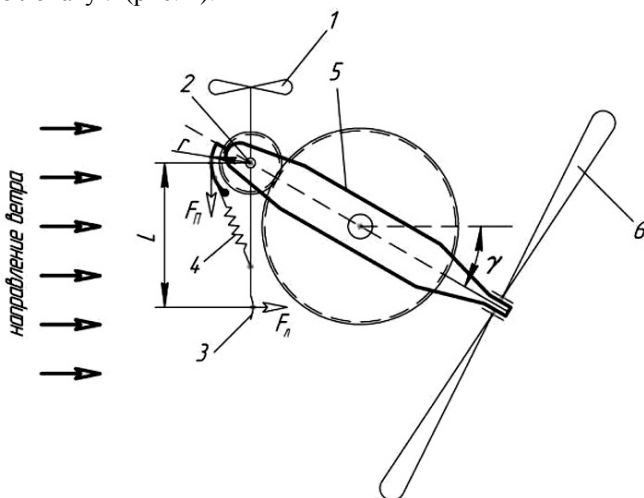


Рис. 1. Устройство ограничения мощности ВЭУ

Для предотвращения отклонения боковой лопасти виндрозы при случайных порывах ветра ее необходимо закрепить с помощью пружины 4 или другого устройства к неподвижной части головки ветроагрегата 5. В качестве неподвижной части может выступать диск или дуга постоянного радиуса, к которому через трос закреплена пружина. При скоростях ветра не выше расчётной величины плоскость виндрозы повернута относительно плоскости ветроколеса 6 на угол 90° благодаря первоначальному натяжению пружины. Такая конструкция виндрозы будет не только ориентировать ветроустановку по ветру, но и ограничивать ее мощность при превышении скорости ветра выше номинальной.

При увеличении скорости ветра, он начнет действовать на боковую лопасть виндрозы и повернет ее на определенный угол γ . В результате крыльчатка виндрозы установится под углом к ветру и начнет вращаться, пока не установится в прежнее состояние. Но при ее вращении начнет изменять свое положение основное ветроколесо, которое повернется на тот же угол γ относительно направления ветра. Ограничение мощности в такой установке будет происходить за счет поворота ветроколеса на определенный угол, зависящий от скорости ветра.

Требуемый закон изменения γ от скорости ветра, обеспечивающий неизменную мощность ветроколеса при скорости ветра V больше расчётной скорости ветра $V > V_p$ может быть получен из выражения [1]:

$$\cos \gamma_{\text{опт}} = \frac{V_0}{V}$$

Тогда:

$$\gamma_{\text{опт}} = \cos^{-1} \frac{V_0}{V}$$

Однако под действием боковой лопасти и виндрозы фактический угол поворота ветроколеса будет отличаться от оптимального его значения $\gamma \neq \gamma_{\text{опт}}$. В результате и мощность ветроколеса при $V > V_p$ не будет постоянной, равной расчётной мощности. С целью выявления, насколько эта разница будет существенной, следует определить, каков будет фактический угол поворота ветроколеса под действием боковой лопасти при той или иной скорости ветра V .

С одной стороны на виндрозу действует момент боковой лопасти, зависящий от её геометрических размеров и скорости:

$$M_L = LF_L = 0,5L \rho abV^2 = K_L V^2$$

где: $F_L = 0,5\rho abV^2$ - сила напора ветра, действующего на лопасть, H ;

L — плечо приложения силы боковой лопасти, m ;

ab — площадь лопасти, m^2 ;

ρ — плотность воздуха, kg/m^3 ;

$K_L = 0,5L\rho ab$ — коэффициент момента лопасти, $1/kg$.

С другой стороны на виндрозу действуют противодействующие моменты системы пружин:

$$\sum M_{\Pi} = G_0(\gamma - \gamma_0) + G_1(\gamma - \gamma_1) + G_2(\gamma - \gamma_2) + \dots + G_n(\gamma - \gamma_n),$$

где: $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2$ и γ_n — угловое смещение точек упора вторых концов соответственно нулевой (основной), первой, второй, и n -ной пружин, рад. При этом $\gamma_0 < \gamma_1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_n$;

G_0, G_1, G_2 и G_n — угловые коэффициенты жёсткости соответственно основной, первой, второй и n -ной корректирующих пружин, численно равные моменту противодействия пружины при закручивании её на угол один радиан, Hm .

В установившемся состоянии при $V > V_p$

$$M_{л} = \sum M_{п}$$

или

$$K_{л}V^2 = G_0(\gamma - \gamma_0) + G_1(\gamma - \gamma_1) + G_2(\gamma - \gamma_2) + \dots + G_n(\gamma - \gamma_n)$$

Отсюда, задавшись коэффициентами жёсткости пружин и начальными углами их установки, можно определить скорость ветра, при которой поворот ветроколеса осуществится на требуемый угол γ . При этом, если выражение в скобках будет отрицательно, то составляющая момента от соответствующей пружины и всех последующих принимаются равными нулю. Следовательно, в пределах изменения γ от нуля до γ_1 (работает основная пружина):

$$V = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma - \gamma_0)}{K_{л}}}$$

В пределах изменения γ от γ_1 до γ_2 (работает основная и первая корректирующая пружина):

$$V = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma - \gamma_0) + G_1(\gamma - \gamma_1)}{K_{л}}}$$

В пределах изменения γ от γ_2 до γ_3 (работает основная, первая и вторая корректирующие пружины):

$$V = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma - \gamma_0) + G_1(\gamma - \gamma_1) + G_2(\gamma - \gamma_2)}{K_{л}}}$$

В пределах изменения γ от γ_n и выше (работает основная и n корректирующих пружин):

$$V = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma - \gamma_0) + G_1(\gamma - \gamma_1) + G_2(\gamma - \gamma_2) + \dots + G_n(\gamma - \gamma_n)}{K_{л}}}$$

Полученные уравнения позволяют определить скорость ветра необходимую для поворота ветротурбины на фиксированный угол γ . Так скорость ветра, при которой только что начнётся поворот виндызы ($\gamma=0$),

$$V_0 = V_p = \sqrt[2]{\frac{G_0(-\gamma_0)}{K_{л}}};$$

Она же будет и расчётной скоростью ветра, а мощность ветротурбины при этой скорости — расчётной (номинальной) скоростью ветроагрегата.

Скорость ветра, при которой γ станет равно γ_1 (момент вступления в действие первой корректирующей пружины):

$$V_1 = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma_1 - \gamma_0)}{K_{л}}}$$

Скорость ветра, при которой γ станет равно γ_2 (момент вступления в действие второй корректирующей пружины):

$$V_2 = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma_2 - \gamma_0) + G_1(\gamma_2 - \gamma_1)}{K_L}}$$

Скорость ветра, при которой γ станет равно γ_n (момент вступления в действие n -ной корректирующей пружины):

$$V_n = \sqrt[2]{\frac{G_0(\gamma_n - \gamma_0) + G_1(\gamma_n - \gamma_1) + \dots + G_{n-1}(\gamma_n - \gamma_{n-1})}{K_L}}$$

Тогда определить, как будет изменяться γ в зависимости от скорости ветра можно будет по формулам:

$$\text{при } V_0 < V < V_1 \quad \gamma = \frac{K_L V^2 + G_0 \gamma_0}{G_0};$$

$$\text{при } V_1 < V < V_2 \quad \gamma = \frac{K_L V^2 + G_0 \gamma_0 + G_1 \gamma_1}{G_0 + G_1};$$

$$\text{при } V_2 < V < V_3 \quad \gamma = \frac{K_L V^2 + G_0 \gamma_0 + G_1 \gamma_1 + G_2 \gamma_2}{G_0 + G_1 + G_2};$$

$$\text{при } V_n < V \quad \gamma = \frac{K_L V^2 + G_0 \gamma_0 + G_1 \gamma_1 + G_2 \gamma_2 + \dots + G_n \gamma_n}{G_0 + G_1 + G_2 + \dots + G_n};$$

Так как угловое смещение точки крепления первой пружины с целью создания начального напряжения осуществлено в обратную сторону, то $\gamma_1 < 0$.

Выражения позволяют подобрать такие значения входящих в них коэффициентов, при которых поворот виндрозы начнётся при расчётной скорости ветра. Например, можно предварительно задавшись величинами K_L и γ_0 определить нужную величину G_0 , или, наоборот, задавшись величинами K_L и G_0 , определить предварительную закрутку первой пружины γ_0 .

По выведенным законам будет происходить фактическое изменение γ при изменении скорости ветра. Подбором коэффициентов жёсткости пружин фактическое изменение γ можно приблизить с заданной точностью к оптимальному изменению.

При расчётной скорости ветра и мощность ветроколеса будет считать расчётной P_p :

$$P_p = K_p V_p^3,$$

где: K_p — геометрический коэффициент мощности ветроколеса, зависящий от его диаметра, конструкции и количества лопастей, а также от плотности воздуха, m^2/kg .

Тогда мощность при скорости ветра больше расчётной и $\gamma=0$:

$$P = K_p V^3,$$

Однако в связи с тем, что при скорости ветра больше расчётной происходит поворот ветроколеса на угол γ , мощность ветроколеса снижается до величины:

$$P_{\gamma V} = P_{0V} (\cos \gamma)^3, \text{ Вт}$$

Для того чтобы рассчитать параметры ветроколеса при различных скоростях ветра зададимся некоторыми постоянными величинами: $V_0 = 8 \text{ м/с}$; $a = 0,2 \text{ м}$; $b = 0,2 \text{ м}$; $L = 1,2 \text{ м}$; $\gamma_0 = -2,67 \text{ рад}$ (при угловом коэффициенте жесткости основной пружины $G_0 = 0,74 \text{ Нм}$); $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$; $K_p = 50 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Отклонение мощности фактической $P_{\gamma V}$ при регулировании от мощности расчетной P_{0V} будем считать по формуле:

$$\Delta P\% = \frac{P_{\gamma V} - P_{0V}}{P_{0V}} \cdot 100\%$$

Поочередно вводя корректирующие пружины и подбирая их угловые коэффициенты жесткости добьемся отклонения мощности $\Delta P = \pm 5\%$. Фактическое отклонение ветроколеса при работе основной и корректирующих пружин рассчитаем по формулам (1.6)—(1.8). Оптимальный угол отклонения найдем по формуле (1.2). Начиная с расчетной скорости ветра и изменяя ее, найдем параметры ветроколеса при работе основной и корректирующих пружин (табл. 1).

Таблица 1

Расчёт характеристик ветроколеса

$V, \text{ м/с}$	$M_L, \text{ Нм}$	$\gamma_\phi, \text{ рад}$	$\gamma_{\text{ном}}, \text{ рад}$	$P_{0V}, \text{ Вт}$	$P_{\gamma V}, \text{ Вт}$	$\Delta P, \%$	$\gamma_\phi, \text{ Град}$
8	1,98144	0	0	25600	25600	0	0
8,1	2,031286	0,067359	0,15729	26572,0	26391,68	3,092512	3,859382
8,25	2,107215	0,169966	0,24680	28075,7	26879,51	4,998087	9,738347
8,5	2,23686	0,345162	0,34470	30706,2	25587,28	-0,04968	19,77634
8,6	2,289802	0,416705	0,37575	31802,8	24317,19	-5,01099	23,87543
8,7	2,343362	0,430474	0,40388	32925,1	24710,82	-3,47337	24,66433
8,8	2,397542	0,444402	0,4297	34073,6	25077,88	-2,03952	25,46234
8,9	2,452342	0,458489	0,45359	35248,4	25416,4	-0,71721	26,26948
9	2,50776	0,472735	0,47588	36450	25724,38	0,485868	27,08574
9,1	2,563798	0,487141	0,49678	37678,5	25999,9	1,562103	27,91111
9,2	2,620454	0,501706	0,51647	38934,4	26241,04	2,504052	28,74561
9,3	2,67773	0,516429	0,53510	40217,8	26445,95	3,304476	29,58923
9,5	2,79414	0,546355	0,56962	42868,7	26740	4,45311	31,30383
9,6	2,853274	0,561556	0,58568	44236,8	26825,81	4,788325	32,1748
9,7	2,913026	0,576917	0,60105	45633,6	26868,77	4,956134	33,0549
9,9	3,03439	0,608116	0,62991	48514,9	26820,71	4,768387	34,84246

$V, \text{ м/с}$	$M_n, \text{ Нм}$	$\gamma_\phi, \text{ рад}$	$\gamma_{\text{опт}}, \text{ рад}$	$P_{\text{ов}}, \text{ Вт}$	$P_{\text{гн}}, \text{ Вт}$	$\Delta P, \%$	$\gamma_\phi, \text{ Град}$
10	3,096	0,623954	0,64350	50000	26727,34	4,403653	35,74992
10,2	3,221078	0,656108	0,66920	53060,4	26397,27	3,114345	37,5922
10,3	3,284546	0,672423	0,68138	54636,3	26159,28	2,184701	38,52702
10,4	3,348634	0,688898	0,69316	56243,2	25872,14	1,063034	39,47096
10,5	3,41334	0,705532	0,70454	57881,2	25535,72	-0,25109	40,42402
10,6	3,478666	0,722325	0,71557	59550,8	25150,17	-1,75714	41,3862
10,7	3,54461	0,739278	0,72626	61252,1	24715,87	-3,45364	42,3575
10,75	3,577815	0,747814	0,73148	62114,8	24480,63	-4,37254	42,84657
10,78	3,597812	0,752954	0,73457	62636,3	24333,75	-4,94627	43,14111
11	3,74616	0,765865	0,75645	66550	24920,76	-2,65329	43,88085
11,1	3,814582	0,77182	0,76595	68381,5	25167,86	-1,68804	44,22204
11,2	3,883622	0,777829	0,77519	70246,4	25401,92	-0,77376	44,56632
11,3	3,953282	0,783892	0,78418	72144,8	25622,42	0,087573	44,91369
11,5	4,09446	0,796179	0,80146	76043,7	26020,77	1,643651	45,61768
12	4,45824	0,827839	0,84106	86400	26745,87	4,476062	47,4317
13	5,23224	0,895202	0,90792	109850	26865,35	4,94278	51,29131
14	6,06816	0,967954	0,96255	137200	25007,54	-2,3143	55,45969
14,2	6,242774	0,983151	0,97232	143164,	24395,57	-4,70479	56,33042
16	7,92576	1,129625	1,04719	204800	15944,46	-37,717	64,72276
18	10,03104	1,312852	1,11024	291600	4840,427	-81,0921	75,2209
20	12,384	1,517636	1,15927	400000	60,00928	-99,7656	86,95412

При расчете дойдя до значения скорости ветра 8,6 м/с отклонение мощности от расчетной составило порядка 5 % в сторону убывания. При этом отклонение ветротурбины от направления ветра составило почти 24°. В этот момент включается в работу первая корректирующая пружина ($G_1=3,15 \text{ Нм}$) и постепенно происходит стабилизация мощности ветроколеса. При достижении скорости ветра значения 10,8 м/с будет задействована вторая корректирующая пружина ($G_2=7,6 \text{ Нм}$), посредством которой мощность ветроколеса останется в заданных пределах. Угол отклонения ветротурбины составит при этом порядка 43°. При отклонении ветроколеса на угол порядка 1 радиана и больше коэффициент использования энергии ветра резко падает, что вызывает снижение вырабатываемой мощности. Это доказывают и результаты расчетов: при $V>14 \text{ м/с}$ значение фактической мощности уменьшается и при $V=20 \text{ м/с}$ составляет около 60 Вт. Ветроколесо полностью выводится из под ветра о чем говорит его угол отклонения $\gamma_\phi=86^\circ$.

По полученным результатам расчёта построим зависимости мощности ветроколеса и угла отклонения от скорости ветра.

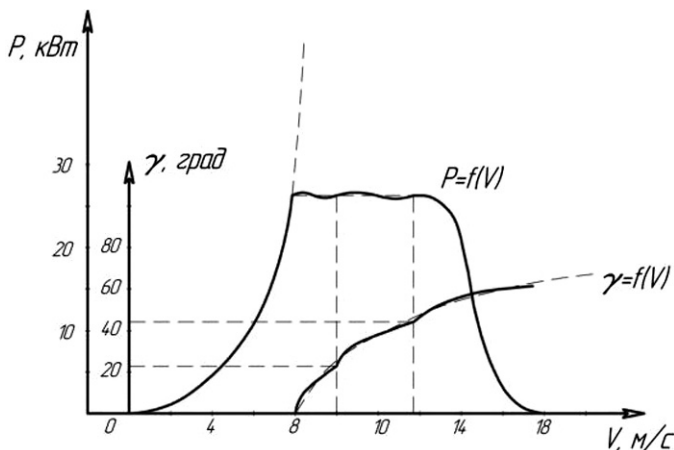


Рис. 2. Характеристики ветроколеса в результате работы противодействующих пружин

В интервале скоростей ветра от 0 до 8 м/с мощность ветроколеса изменяется по закону $P = K_p V^3$. При скорости ветра больше 8 м/с включается в работу устройство виндрозы, которое поддерживает мощность на заданном уровне ($P = f(V)$) путем поворота ветроколеса на определенный угол (зависимость $\gamma = f(V)$). Пунктирной линией показано изменение мощности при отсутствии устройства ограничения. С достижением скорости ветра значений около 14 м/с мощность ветроколеса падает.

Список литературы:

1. Адрианов, В. Н. Ветроэлектрические станции [Текст] / В. Н. Адрианов, Д. Н. Быстрицкий — М.: Государственное Энергетическое Издательство, 1960. — 310 с.
2. Д. де Рензо. Ветроэнергетика [Текст] / Д. де Рензо — М.: Энергоатомиздат, 1982. — 272 с.
3. Фатеев Е. М. Ветро двигатели и ветроустановки [Текст] / Е. М. Фатеев — М.: ОГПЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1956. — 544 с.
4. Харитонов, В. П. Автономные ветроэлектрические установки [Текст] / В. П. Харитонов. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. — 280 с.

СЕКЦИЯ 4.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

КАРБОН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Разина Ольга Михайловна
преподаватель, Самарский машиностроительный колледж, г. Самара
E-mail: nikitaropov01@mail.ru

CARBON AND ITS APPLICATION

Olga Razina
Lecturer, Samara Engineering College, Samara

АННОТАЦИЯ

Целью работы было исследовать карбон на основании используемой литературы. Исследование было проведено теоретическими методами и практическими: был проведен социологический опрос среди студентов, который показал, что многие из них информированы, что такое карбон и где он применяется.

ABSTRACT

The goal was to investigate the carbon on the basis of literature used. The study was conducted theoretical methods and practical: a survey was conducted among students, who showed that many of them are aware that such a carbon, and where it is applied.

Ключевые слова: карбон; применение карбона; углепластик; термическая обработка; карбон в автомобилестроении.

Keywords: carbon fiber; the use of carbon fiber; carbon fiber; heat treatment; the carbon in the automotive industry.

Карбон — каменноугольный период палеозойской эры (начало — 360 млн. лет, конец — 286 млн. лет назад). Но нас интересует другой карбон, а именно композитный материал. Он относится к классу углепластиков — материалов, объединяющих в себе несколько тысяч

различных рецептур. Все эти материалы роднит одно — наполнителем в них являются углеродные (графитные) частицы, чешуйки и волокна. [3]

Еще несколько лет назад карбон как материал был довольно редок и мало известен — как материал из-за его довольно трудоемкого способа изготовления и вследствие этого — высокой цены, так почему же в данный момент карбон довольно распространен и имеет широкое употребление в различных сферах человеческой деятельности, в такие как например: автомобилестроение, тюнинг, дизайн, спорт и многое другое... Именно это мы и хотим понять и описать в нашем проекте, сопоставить карбон с другими материалами, сравнить технические характеристики, провести консультацию со специалистом в этой области.

Начнем с того что карбон относится к угле пластикам, углепластики (или карбон, карбопластики, от "carbon", "carbone" — углерод) — полимерный композиционный материал из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол. Плотность — от 1450 кг/куб.м. [6]

Материалы отличаются высокой прочностью, жёсткостью и малым весом, часто прочнее стали, но гораздо легче (по удельным характеристикам превосходит высокопрочную сталь, например 25ХГСА).

Вследствие дороговизны (при экономии средств и отсутствии необходимости получения максимальных характеристик) этот материал обычно применяют в качестве усиливающих дополнений в основном материале конструкции.

Основные сведения.

Основная составляющая часть углепластика — это нити углерода (по сути, то же самое, что и, например, стержень в карандаше). Такие нити очень тонкие (примерно 0.005—0.010 мм в диаметре), сломать их очень просто, а вот порвать достаточно трудно. Из этих нитей сплетаются ткани. Они могут иметь разный рисунок плетения (ёлочка, рогожа и др.). [5]

Для придания ещё большей прочности данные ткани из нитей углерода кладут слоями, каждый раз меняя угол направления плетения. Слои скрепляются с помощью эпоксидных смол.

Применяется для изготовления лёгких, но прочных деталей, например: велосипеды, кокпиты и обтекатели в Формуле 1, спиннинги, мачты для виндсерфинга, бамперы, пороги, двери, крышки капотов на спортивных автомобилях, несущие винты вертолётов.

Нити углерода обычно получают термической обработкой химических или природных органических волокон, при которой в материале волокна остаются

Температурная обработка состоит из нескольких этапов.

Первый из них представляет собой окисление исходного (полиакрилонитрильного, вискозного) волокна на воздухе при температуре 250 °С в течение 24 часов. В результате окисления образуются лестничные структуры.

После окисления следует стадия карбонизации — нагрева волокна в среде азота или аргона при температурах от 800 до 1500 °С. В результате карбонизации происходит образование графитоподобных структур.

Процесс термической обработки заканчивается графитизацией при температуре 1600—3000 °С, которая также проходит в инертной среде. В результате графитизации количество углерода в волокне доводится до 99 %.

Помимо обычных органических волокон (чаще всего вискозных и полиакрилонитрильных), для получения нитей углерода могут быть использованы специальные волокна из фенольных смол, лигнина, каменноугольных и нефтяных пеков. Кроме того, детали из карбона превосходят по прочности детали из стекловолокна. Детали из карбона обходятся значительно дороже аналогичных деталей из стекловолокна. [4]

Карбон в авто мире.

Давайте теперь более подробно поговорим о применении карбона в автомобилестроении, а именно в тюнинге. Тюнинг делится на две части — внутренний и внешний. Внутренний тюнинг подразумевает под собой отделку интерьера автомобиля, отдельные детали салона, например это может быть просто рычаг ручника или дверная ручка, либо полностью отделанный карбоном тоннель и передняя консоль авто. [2]

К внешнему же тюнингу относится изготовление кузовных деталей из карбона — это спойлеры, подкрылки, крылья, капоты, багажники, части крыши, зеркала, бамперы и многое другое. Факт экономии веса очевиден, в среднем с замены стального капота на карбоновый, выигрыш в весе составляет 8 кг, а если заменить крылья, бампер и т. д. — эффект будет ещё существенней, при покупке карбона внешность играет не последнюю роль, машину в карбоновом обвесе никогда не подвергнут сомнениям, даже скептики.

Карбон прочно прописался в сцеплении автомобилей, причём из углеволокна могут быть выполнены не только фрикционные накладки, но и сам диск сцепления. Известны однодисковые и двухдисковые карбоновые сцепления.

Карбоновый диск сцепления имеет высокий коэффициент трения, что позволяет снизить необходимость высокого прижимного усилия и, соответственно, способствует передаче более высокого крутящего момента. Легкий вес самого диска позволяет снизить момент инерции мотора, тем самым достичь больших оборотов. Кроме того, подобное сцепление в три раза сильнее сопротивляется износу, чем обычное. Фрикционные карбоновые накладки — это износостойкая, высокопрочная и высокотемпературная альтернатива органическим накладкам. По своим фрикционным качествам, карбоновые накладки выдерживают на 10 % больше крутящего момента, по сравнению с обычными, без увеличения прижимной силы корзины. Износостойкость превышает обычные органические накладки в 2—4 раза. [1]

Ещё одной областью применения карбона стали тормоза, вернее, тормозные диски. Дело в том, что автомобиль Ф-1 способен остановиться со скорости 300 км/ч всего за 4 секунды! При таких торможениях гонщик испытывает горизонтальные перегрузки до 5,2 g. Эти невероятные характеристики обеспечивают тормоза с дисками из карбона, способные работать при высочайших температурах. Они выдерживают до 800 циклов нагрева за гонку. Каждый из них весит менее килограмма, тогда как стальной аналог как минимум в три раза тяжелее. На этом закончим об автомобилях и перейдем к не менее интересной теме дизайна и употребления карбона в повседневной жизни.

Карбон в повседневной жизни.

И так, где же мы можем увидеть карбон в нашей повседневной жизни? Да практически везде! Это может быть что угодно — кроссовки, наушники, шлемы, атрибуты ПК, корпуса телефонов, гитары, спиннинги, сумки, детали декора, а некоторые даже видят и ощущают этот шикарный материал, идя по утру в туалет.

Приведем пару примеров об употреблении карбона в дизайне и в конструкции. В качестве первого примера возьмем сотовый телефон компании Nokia, а именно модель **Nokia 8800 Carbon Arte**. В своем сегменте премиум-телефонов **Nokia 8800** стала иконой вслед за предыдущими моделями этой серии во многом из-за своего шикарного исполнения в карбоне. Корпус из карбона предаёт ощутимый внешний эффект и неплохой объёмный эффект. Понятное дело, что углепластик за прозрачным защитным слоем, он лакирован. На лаке практически не остается следов от пальцев и щёк. В целом телефон вышел довольно не заурядным, интересным и функциональным, всем кто готов прямо сейчас бежать в магазин и покупать Nokia 8800 Carbon Arte я могу лишь позавидовать и сказать, что им нужно приготовить чуть больше 50 000 рублей.

Вторым примером широкого употребления карбона будет ружье для подводной охоты **Omer XXV Gold**. Это ружье имеет карбоновый ствол диаметром 25 мм и толщенной стенок 1.5 мм ствол ружья XXV Gold снабжен отформованной из карбона направляющей по всей длине ствола, что при общем малом весе ствола обеспечивает ему очень хорошую точность и жесткость боя. Головная часть «трансформер» позволяет использовать ружье, как и со стандартными гарпунами, так и с предназначенными для охоты на особо крупную рыбу гарпунами с зацепами Shark Fin. В комплектацию ружья XXV Gold помимо отдельных тяг OMER Power 18 входит также дополнительная тяга Power 18 и катушка OMER Match 30. Это ружье представляет собой юбилейную серию ружей T20 выпускавшихся в течение 25 (как следует из названия) лет и за все эти годы его конструкция была доведена до совершенства и полностью лишена, каких либо недостатков.

Совершенный дизайн, конструкция и применение таких высокотехнологичных материалов как карбон делают это ружье идеальным выбором продвинутого охотника. С таким ружьем можно успешно охотиться на весьма крупную рыбу ну или, в крайнем случае, отстреливаться от грабителей.

И так мы подходим к заключительной части нашего проекта. В этой части проекта мы хотели бы вам рассказать как не странно об игре карбон, а именно Ned For Speed Carbon. Зачем спросите вы, я отвечу на этот вопрос. Дело в том что слово карбон в нашей много миллионной стране и ни только в нашей стране у многих людей ассоциируется именно с компьютерной игрой.

Давайте поведем итоги нашей небольшой научной работы и выведем все **плюсы и минусы карбона**.

У карбона есть как свои плюсы, так и минусы. Основными достоинствами являются прочность и небольшой вес. По прочности карбон не уступает большинству металлов, а по весу карбон на 40 % легче стали и на 20 % легче алюминия. Кроме того, детали из карбона превосходят по прочности детали из стекловолокна. Этим и обусловлено широкое применение карбона в автоспорте. Ведь в автоспорте снижение веса при сохранении прочности является очень важным моментом. Например, кокпиты болидов Формулы 1 выполнены из карбона.

Теперь о минусах. Первое что тормозит продвижение карбона в «массы автолюбителей» — это конечно цена. По стоимости детали из карбона значительно превосходят аналогичные детали из стекловолокна. Высокая стоимость карбона обусловлена, прежде всего, более сложной технологией производства и большей стоимостью производных материалов. Например, для проклейки слоев используются более

дорогие и качественные смолы, чем при работе со стеклотканью, а технология производства деталей подразумевает наличие более дорогостоящего оборудования, к примеру такого, как автоклав.

К минусам карбона можно отнести и боязнь точечных ударов. Например, капот из карбона после некоторого времени эксплуатации может превратиться в решето после частого попадания мелких камней.

Также, детали из карбона подвержены выцветанию под воздействием солнечных лучей. Т. е. после определенного времени цвет будет отличаться от первоначального.

Стоит отметить и невозможность восстановления после повреждений. Т. е. в отличие от металлических деталей или деталей из стеклоткани восстановить первоначальный вид карбоновых просто невозможно. Поэтому, после даже незначительного повреждения всю деталь придется менять целиком.

Исследовательская часть работы.

Также в рамках проекта мною была проведена исследовательская работа которая заключалась в двух частях это метод соц. опроса и взятия интервью у специалиста в области карбона.

Первым я решила взять интервью у специалиста. Для этого я обратилась в авто салон VIP авто, где мне был выделен специалист, помещение, и необходимые ресурсы. Во время проведения беседы я в достоверности увидела, как используется карбон в автомобилестроении, и так же его имитация. Дмитрий подробно рассказал, как проходит процесс подготовки, непосредственно сама обклейка, и обслуживание. Были выявлены плюсы и минусы карбона и его имитации такие как например невосприимчивость карбона к низким температурам а именно ниже 20 градусов, обесцвечивание карбона солнцем, отличается частичной ремонтпригодностью и высокой прочностью. В плане карбоновой обклейки были выявлены такие как цена, внешний вид и характеристики. Цена обклейки от самого карбона очень отличается, на примере капота автомобиля карбоновый капот и его имитация отличаются в разы, несмотря на значительно меньшую стоимость обклейка имеет практически идентичный внешний вид, человек в первые видевший карбон и его имитацию не в силах определить где что. Несмотря на это главное все таки обклейка проиграла оригиналу, это характеристики, потому как карбон применяют в основном из-за высокой прочности и малого веса. Так что выбирать только вам. Мы выражаем искреннюю благодарность всему коллективу авто салона VIP авто особенно начальнику отдела дополнительного оборудования Витякову Александру Николаевичу и Дмитрию Власаву специалисту в области материалов и обклейки.

Мною был проведен опрос на тему карбона.

Анкета-опроса

- 1) Вы знаете что такое карбон? (Да, нет)
- 2) У вас есть какая либо вещь из карбона? (Есть, нет)
- 3) Где чаще всего используется карбон? (3) (Авто, Утварь, Декор)
- 4) Купили бы вы вещь с имитацией карбона? (Да, нет)
- 5) Что привлекает вас в карбоне? (Красота, Прочность)



Рисунок 1. Результаты социологического опроса

Список литературы:

1. Коробенко В. Н., Савватимский А. И. «Углепластик»: науч. пособие, М.: Вестник, 1997. - 130 с.
2. Лахтин Ю. М. «Материаловедение»: Учебник, М.: Оникс, 1990. — 528 с.
3. Любин Д. А. «Композиционные материалы»: справочник. М.: Рассвет, 1988. - 187 с.
4. <http://autorelease.ru/articles/automobile/840-ugleplastik-v-avtomobilestroenii-plyusy-i-minusy.html> (дата обращения 15.06.2011)
5. <http://proavtotuning.ru/carbon.html> (дата обращения 12.05.2011)
6. <http://www.maxi-tuning.ru/post/11810/default.asp> (дата обращение 20.05.2011)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЮ
ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ТРУБ И СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
В БИОКОРРОЗИОННЫХ СРЕДАХ**

Чупракова Любовь Юрьевна
аспирант, МГВМИ, г. Москва

Коростелев Алексей Борисович
д-р техн. наук, проф., ректор МГВМИ, г. Москва

Волгина Наталья Ивановна
*канд. техн. наук, зав. лабораторией металловедения, ООО НТЦ
«Транскор-К», г. Москва*
E-mail: nvolgina2008@rambler.ru

Камаева Светлана Сергеевна
*канд. техн. наук, генеральный директор, ООО НТЦ«Транскор-К»,
г. Москва*

**RESEARCH OF RESISTANCE TO DESTRUCTION
OF THE BASIC METAL OF PIPES AND THE WELDED
CONNECTIONS MAINTAINED IN BIOCORROSION
ENVIRONMENTS**

Lyubov Chuprakova
*the post-graduate student of the Moscow state evening metallurgical
institute, Moscow*

Aleksey Korostelev
*Professor, doctor , the rector of the Moscow state evening metallurgical
institute, Moscow*

Natalya Volgina
*Candidate. Technical, the chief Laboratory of Company LLC scientific
technical center «Transkor-K», Moscow*

Svetlana Kamaeva
*Candidate. Technical, President of Company LLC scientific technical center
«Transkor-K», Moscow*

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты комплексной оценки влияния структурного состояния основного металла и зоны термического влияния на сопротивление коррозионному разрушению сварных соединений углеродистых и низколегированных сталей, эксплуатируемых в биокоррозионных средах.

ABSTRACT

In article results of a complex estimation of influence of a structural condition of the basic metal and a zone of thermal influence on resistance to corrosion destruction of welded connections carbonaceous and низколегированных the steels maintained in biocorrosion environments are resulted.

Ключевые слова: трубопровод; структура; зона термического влияния; биогенная сульфатредукция; биокоррозия; сероводород; сульфатовосстанавливающие бактерии; коррозионное разрушение.

Keywords: the pipeline; structure; zone of thermal influence; biogene sulfurededucing; biocorrosion; hydrogen sulphide; sulphutrestore bacteria; corrosion destruction.

Одной из самых распространенных причин аварий подземных трубопроводов, даже в условиях штатно работающей системы электрохимической защиты (ЭХЗ), остается почвенная коррозия, существенный вклад в которую вносит биокоррозионная активность грунта. По зарубежным данным, от 10 до 50 % случаев коррозионных повреждений подземных сооружений связано с деятельностью почвенной микрофлоры [1]. Ежегодная сумма потерь, официально учтенных как биогенные, в промышленно-развитых странах, где антикоррозионная защита осуществляется удовлетворительно, составляет от 2 до 3 % стоимости произведенных материалов [3]. При этом в США не менее 75 % случаев локальных коррозионных поражений приписывают активности сульфатовосстанавливающих бактерий (СВБ). В нашей стране потери нефтяной промышленности по причине биокоррозии составляют до 2 % стоимости металлофонда, причем 70—80 % этих потерь относят за счет коррозии с участием СВБ [1, 2, 10].

Таким образом, СВБ являются не только важнейшим биохимическим агентом круговорота серы в биосфере, но и первостепенным фактором биокоррозии в такой техногенной нише, как грунты, транспортируемые обводненные среды, а также внутренняя и наружная поверхность металла трубопроводов.

Методика исследований

Исследования выполнены на стали 20ХФ (0,14С; 0,27Si; 0,53Mn; 0,07S; 0,005P; 0,072V; 0,58Cr; 0,08Cu; 0,08Ni), $C_{эвб}=0,37$.

Исследовали основной металл и околошовный участок (ОШУ) зоны термического влияния (ЗТВ). Для этого из стали 20 ХФ, были

изготовлены плоские образцы размером 100x10x2 мм. На этих образцах были имитированы термические циклы сварки околошовного участка зоны термического влияния (ЗТВ) сварных соединений с помощью установки токов высокой частоты ВЧИ — 63/0,44 с частотой генератора 440 кГц по методике, изложенной в [11].

Параметры имитируемого термического цикла соответствовали автоматической дуговой сварке (АДС). При этом T_{\max} составила 1350°C, скорость охлаждения в интервале температур диффузионного превращения аустенита (800—500°C) $V_{\text{охл}}$ — 0,5; 4; 10; 17; 35°C/с.

Металлографические исследования выполняли на шлифах, отобранных от основного металла и околошовного участка зоны термического влияния. По результатам металлографических исследований строили структурную диаграмму. Кроме того, после металлографических исследований проводили замеры твердости на твердомере Виккерс при нагрузке 10 кгс.

После имитации термического цикла сварки образцы из стали 20 ХФ испытывали на коррозионное растрескивание. Исследование коррозионной стойкости металла проводили в соответствии с ГОСТ 9.019-74 (ИСО 9591-89). Влияние коррозионно-агрессивных сред на металл околошовного участка зоны термического влияния оценивалось по глубине коррозионного поражения поверхности образцов.

В процессе исследований оценивали влияние трех сред:

1) Среда «А». Солевой бикарбонатный раствор + барботаж (газовой фазой над культуральной жидкостью накопительной культуры сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ)).

В этом случае моделировались условия воздействия биогенных газов на металл под отслоившимся противокоррозионным покрытием. Осуществлялся продув инертным газом N_2 через накопительную культуру СВБ, которая была выращена на среде состоящей:

K_2HPO_4 — 0,5 г.; NH_4Cl — 1 г.; Na_2SO_4 — 1 г.; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 2 г.;
Др. экстракт — 0,5 г.; дист. H_2O — 1 л.

2) Среда «В». Солевой бикарбонатный раствор + барботаж инертным газом N_2 .

В этом случае имитировались условия отсутствия биогенных факторов. Для этого через стерильную коррозионную среду с раствором бикарбоната продув N_2 осуществлялся напрямую, минуя культуру СВБ.

3) Среда «С». Солевой бикарбонатный раствор + барботаж газовой фазы над культуральной жидкостью накопительной культуры сульфатвосстанавливающих бактерий + барботаж N_2 .

Здесь моделировались условия комбинированной анаэробной коррозии с биогенными газами (условия *in situ*). Также как и в первом случае, продув N_2 осуществляли через накопительную культуру СВБ, но

дополнительно оценивалось одновременное влияние микроорганизмов. Для этого в среде были растворены метаболиты.

Исследования продолжались 58 суток. После окончания испытаний образцы были изъяты для металлографических исследований.

Результаты исследований и их обсуждение

Микроструктура основного металла и околошовного участка зоны термического влияния исследуемой стали представлена на рис. 1. Как видно, основной металл имеет феррито — перлитную структуру (рис. 1а) с содержанием ферритной фазы около 45 %, твердость основного металла составляет 180—185 НВ.

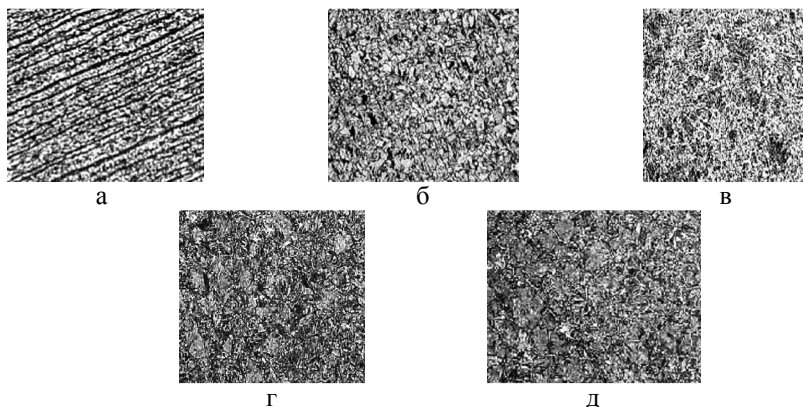


Рис. 1. Микроструктуры основного металла (а) и участков зоны термического влияния в стали 20ХФ (x240):
б — $V_{охл}=0,50\text{C}/\text{с}$; в — $V_{охл}=40\text{C}/\text{с}$; г — $V_{охл}=100\text{C}/\text{с}$;
д — $V_{охл}=170\text{C}/\text{с}$.

Металлографические исследования показали, что под действием термического цикла сварки в околошовном участке зоны термического влияния в исследуемом диапазоне скоростей охлаждения структура состоит из феррита, перлита, бейнита и мартенсита. При этом с увеличением скорости охлаждения содержание феррито — карбидной смеси повышается. Так при скорости охлаждения равной $0,5^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ в структуре околошовного участка зоны термического влияния содержание ферритной фазы составляет около 70 % (рис. 1б) с твердостью 165—172 НВ. С увеличением скорости охлаждения до $4^{\circ}\text{C}/\text{сек}$, оно уменьшается и составляет около 50 %, а остальным составом структуры является перлит (рис. 1в), соответственно с твердостью структуры 230—235 НВ. Дальнейшее повышение скорости охлаждения до $10^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ приводит к феррито — бейнитной структуре околошовного участка зоны термичес-

кого влияния с содержанием ферритной фазы до 18—20 % (рис. 1г), с твердостью 280—282 НV. При скорости охлаждения 17⁰С/сек и 35⁰С/сек появляется мартенситная составляющая 11—20 %, основным составом структуры является бейнит (рис. 1д), твердость составляет 355—397 НV.

Таким образом, анализ микроструктур показал небольшое содержание закалочной мартенситной составляющей в околосшовном участке зоны термического влияния.

Влияние коррозионно-агрессивных сред на металл околосшовного участка зоны термического влияния оценивалось по глубине коррозионного поражения поверхности образцов. По результатам исследований были построены графики зависимости глубины коррозионного поражения от структурно — фазового состава (рис. 2).

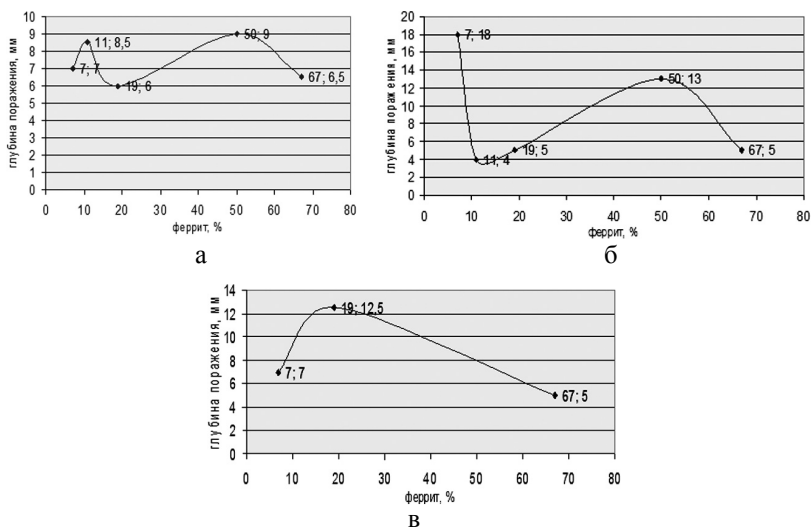


Рис. 2 Зависимость глубины коррозионного повреждения от структурно-фазового состава: а — среда «А»; б - среда «В»; в — среда «С»

Результаты исследований показали, что в среде «А» по сопротивлению воздействию агрессивной среды структуры располагаются в следующем порядке: бейнитная структура (скорость охлаждения 10⁰С/сек), затем феррито — перлитная (скорость охлаждения 0,5⁰С/сек), и бейнитная с небольшим содержанием мартенсита (скорость охлаждения 35⁰С/сек), феррито — перлитная (скорость охлаждения 4⁰С/сек) и бейнитно-мартенситная (скорость охлаждения 17⁰С/сек) структурами. Глубина повреждения составила 6—7 мм (рис. 2а).

В среде «В» наибольшим коррозионным сопротивлением обладают в первую очередь бейнитная структура с небольшим содержанием мартенсита (скорость охлаждения $17^{\circ}\text{C}/\text{сек}$), затем феррито — перлитная (скорость охлаждения $0,5^{\circ}\text{C}/\text{сек}$) и бейнитная структуры (скорость охлаждения $10^{\circ}\text{C}/\text{сек}$) с глубиной повреждения 4 и 5 мм (рис. 2б). Так же как и в среде «А» по сравнению с феррито-перлитной (скорость охлаждения $4^{\circ}\text{C}/\text{сек}$) и бейнитно-мартенситной (скорость охлаждения $17^{\circ}\text{C}/\text{сек}$) структурами.

В среде «С» благоприятными структурами с точки зрения стойкости к биокоррозии являются феррито — перлитная (скорость охлаждения $0,5^{\circ}\text{C}/\text{сек}$) и затем бейнитная с небольшим содержанием мартенсита (скорость охлаждения $35^{\circ}\text{C}/\text{сек}$), глубина повреждения которых составляет 5 и 7 мм (рис. 2в).

Заключение

Таким образом, исследованиями влияния коррозионно-агрессивных сред на металл околшовного зоны установлено, что максимальной чувствительностью к указанным средам обладают феррито-перлитная и бейнито-мартенситная структуры (скорости охлаждения $4^{\circ}\text{C}/\text{сек}$, $35^{\circ}\text{C}/\text{сек}$). Кроме того, обнаружено, что максимальным воздействием обладала среда «В» без участия биогенных факторов, так как в этих условиях, выявлена наибольшая глубина коррозионного повреждения. Менее значительной оказалась среда «С» с анаэробным биогенным воздействием (СВБ + биогенные газы), и самое слабое воздействие оказала среда «А» с биогенными газами.

Сама по себе среда для культивирующих СВБ обладает выраженной коррозионной агрессивностью за счет коррозионного воздействия карбонатного раствора сульфатов (SO_4^-), Cl , органических кислот (молочная кислота, дрожжевой экстракт), что согласуется с литературными данными по коррозионному износу незащищенных образцов в аэрированной среде [4]. Можно предположить, что в данном случае имелось отчасти пассивирующее воздействие анаэробных биогенных факторов, а именно — колонизации поверхности культурой СВБ и воздействия биогенных газов. Подобную закономерность для опытов такой же продолжительности (58 суток) установили и другие исследователи.

Биогенные факторы начинают превалировать в коррозионных поражениях при продолжительном воздействии (более 3-х месяцев). Для установления влияния полного микробиологического фактора (аэробный + анаэробный) необходимы дальнейшие опыты большей продолжительности.

Кроме того, результаты исследований подтвердили, что условия строго анаэробной коррозии оказывают меньшее воздействие, чем условия полного влияния и анаэробных и аэробных факторов.

Для дальнейшего моделирования агрессивных биогенных условий и определения к ним чувствительные структуры металла необходимо ввести в среду фактор аэробной активности (O_2 и CO_2) [5, 6, 7, 9].

Список литературы:

1. Герасименко А. А. О проблемах защиты конструкций от микробиологической коррозии и методах определения стойкости металлов и покрытий к биоповреждениям // Защита металлов. — 1979. — т.15. — № 4. — С. 426—431.
2. Герасименко А. А. Защита машин от биоповреждений. — М.: Машиностроение, 1984.
3. Гетманский М. Д., Панов М. К., Рождественский Ю. Г., Низамов К. Р., Калимуллин А. А. Исследование структуры сульфидных пленок, образующихся в процессе коррозии стали в сероводородной минерализованной водной среде // Коррозия и защита. — 1982. — № 1. — С. 5—8.
4. Гоник А. А., Гетманский М. Д., Низамов К. Р., Рождественский Ю. Г., Яскин Л.И. Исследование коррозии и средств защиты трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащий нефтяной газ // Коррозия и Защита в нефтегазовой промышленности. — М., 1981. — № 4. С. 20—22.
5. Камаева С. С. Биогенная сульфатредукция как фактор стресс—коррозии магистральных трубопроводов. // Обз. Информ. / Сер. Защита от коррозии оборудования в газовой промышленности. — М.: Изд. Газпром, 1996. — 73 с.
6. Камаева С. С. Биокоррозионная агрессивность грунта // Тез. Докл. Научно-практич. Конференции по противокоррозионной защите магистральных трубопроводов ООО «Тюментрансгаз». — г. Белоярск, 1998. — С. 12.
7. Камаева С. С. Локальные коррозионные явления, сопряженные с воздействием микроорганизмов // Обз. Информ. / Сер. Защита от коррозии оборудования в газовой промышленности. — М.: ИРЦ «Газпром», 1999, — 39 с.
8. Камаева С. С. Коррозионная агрессивность грунта с учетом микробиологических факторов. Способы определения // Обз. Информ./Сер. Защита от коррозии оборудования в газовой промышленности. — М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2000. — 79 с.
9. Липович Р. Н., Низамов К. Р., Асфандияров Ф. А., Гоник А. А., Гетманский М. Д. Методы борьбы с образованием сероводорода в нефтяных пластах и микробиологической коррозией // Методы определения биостойкости материалов / Сб.—М.:ВНИИСТ, 1979.—60 с.
10. Саакян Л. С., Ефремов А. П. Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии. — М.: Недра, 1982. — 265 с.
11. Стеклов О. И. Сварка с регулированием термических циклов конструкций нефтяной и газовой промышленности. — М.: МИНХиГП — 1985. — 125 с.

СЕКЦИЯ 5.

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Смирнов Виктор Александрович

канд. техн. наук, доцент ОмГУПС, г. Омск

E-mail: smirnovva@bk.ru

Семенов Александр Михайлович

канд. физ.-мат. наук, доцент ОмГУ, г. Омск

E-mail: almsemenov@mail.ru

ESTIMATION OF MANUFACTURING PARAMETERS OF CAR-REPAIR ENTERPRISES BY MATHEMATICAL MODEL APPROACH

Victor Smirnov

Associate Professor, Chair of Electric Railway Transport, OSTU

Alexander Semenov

Associate Professor, Chair of Mathematical Analysis, OSU

АННОТАЦИЯ

Расчет производственной мощности является базовым элементом системы планирования и организации производства. В работе рассматриваются классические методы прямых расчетов и статистических исследований, предлагается альтернативное решение на основе имитационного моделирования, приводятся результаты его апробации.

ABSTRACT

Calculation of capacity is Basic Element of system of planning and the production organization. In work classical methods of direct calculations and statistical researches are considered, the alternative decision on the basis of imitating modeling is offered, results of its approbation are given.

Ключевые слова: ремонт подвижного состава; производственная мощность предприятия; математическое моделирование технологических процессов.

Keywords: car repairing; capacity of the enterprise; mathematical modeling of technological processes.

Оценка производственной мощности предприятия является базовым элементом планирования и организации ремонта подвижного состава на железнодорожном транспорте. Особая актуальность данного вопроса в настоящий период обуславливается интенсивной модернизацией ремонтного комплекса ОАО «РЖД» и ведущих операторов вагонного парка, увеличением дефицита ремонтных мощностей, выстраиванием новых механизмов взаимодействия заказчиков и поставщиков услуг на рыночных принципах, активными процессами внешнеэкономической интеграции.

Для действующих предприятий наибольший практический интерес представляет оценка так называемой практической производственной мощности, характеризующей состояние производственной системы предприятия под которым понимается максимальная программа ремонта, которая может быть выполнена в реальных условиях работы.

Алгоритм оценки производственной мощности предприятия предусматривает выполнение следующих расчетных этапов. Первоначально определяется трудоемкость ремонта или производительность технологических участков, принимаемых для расчета мощности, далее рассчитывается производственная мощность основных производственных цехов предприятия (стойловой части сборочного цеха, ремонта колесных пар, тяговых двигателей, электрических аппаратов и т. д.) на основе которых оценивается производственная мощность всего предприятия.

Расчет производственной мощности может быть выполнен на основе различных методических подходов. Одним из наиболее часто используемых является метод прямых расчетов, который предполагает расчет непосредственного влияния изменения фактора, формирующего производственный потенциал, на количественные характеристики производственной мощности предприятия [2].

Общее решение для расчета производственной мощности вагоноремонтного или локомотиворемонтного депо с учетом показателей надежности технологического оборудования может быть представлено в виде следующего выражения:

$$N = \prod_{i=1}^n k_i \cdot \frac{T \cdot R}{F} \cdot e^{(-\lambda)},$$

где: k_i — коэффициенты, учитывающие показатели прогрессивности оснащения, механизации, автоматизации, гибкости технологического оборудования и другие особенности производства;

T — годовой фонд рабочего времени, ч;

R — численность рабочих в смене, чел;

T — трудоемкость ремонта единицы подвижного состава (локомотива, вагона, секции электропоезда), чел·ч.;

t — время работы технологического оборудования, ч.;

λ — приведенная интенсивность отказов машин и механизмов, 1/ч.

Данный метод предполагает наличие стабильных производственных условий и расчет по простым факторам, имеющим конкретные измерители и проявления в производственном потенциале. Факторы, не имеющие прямого количественного измерения учитываются экспертным методом.

Методы статистических исследований базируются на установлении статистических взаимосвязей между производительностью и другими параметрами процессов и машин с использованием уравнений регрессии и корреляционного анализа.

В общем случае уравнение производительности предприятия может быть представлено в виде модели множественной регрессии

$$N(x) = c_0 + c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_m \cdot x_m + \varepsilon,$$

где: c_0, \dots, c_n — коэффициенты регрессии;

x_1, \dots, x_n — параметры технологической системы, например: уровень механизации и автоматизации производства, штатная численность работников, число параллельных технологических позиций стойловой части, средняя трудоемкость ремонта и другие;

ε — ошибка регрессии.

Оценка коэффициентов регрессии может быть найдена классическим методом наименьших квадратов из системы нормальных уравнений.

Проблемой использования статистических методов в современных условиях на предприятиях железнодорожного транспорта является отсутствие достаточного объема достоверных статистических данных, что связано с недостатками существующей системой учета и защитой информации, представляющей коммерческую тайну.

Обобщая вышеизложенное можно констатировать, что традиционные количественные и статистические методики не в состоянии учесть все особенности технологического процесса производства и могут обеспечить только приближенный расчет значения производственной мощности предприятия.

Авторами предлагается альтернативная методика расчета производственной мощности предприятий по ремонту подвижного состава на основе динамического имитационного моделирования. В качестве инструмента расчета разработан комплекс имитационных моделей на основе теории паттернов и ориентированных паттерновых сетей [3, 4], позволяющих проводить имитационные эксперименты максимально приближенные к реальным условиям функционирования предприятия, при которых учитываются общие производственные и логистические ресурсы, вероятностный характер времени выполнения основных технологических операций и внутренний возврат изделий. Практическая реализация моделей выполнена в системе Matlab.

При расчете производственной мощности предприятий по ремонту подвижного состава важное значение имеет исследование степени влияния следующих факторов: производительности рабочих мест, программы и технологий ремонта, качества ремонта, логистики, количества оборудования, одновременно ремонтируемого в цехе.

Первая группа факторов непосредственно отражается на суммарном времени технологического процесса ремонта подвижного состава и при математическом моделировании может быть сведена к одному количественному — времени выполнения технологической операции и качественному параметру (да или нет), характеризующему наличие данной операции для определенного узла или детали. В предлагаемой авторами системе моделирования оба параметра могут быть заданы как в фиксированной числовой, так и в вероятностной форме с одним из известных законов распределения.

Качество ремонта характеризуется процентом внутреннего возврата с контрольно-испытательных позиций по каждому из возможных маршрутов дополнительного ремонта, определяемых структурной матрицей технологического процесса. Логистика технологической системы производства задается параметрами работы средств доставки (например, максимальные скорости перемещения, время подготовки к транспортированию) и алгоритмом выбора приоритетов выполнения заявок на транспортное обслуживание.

По мнению международных экспертов в области организации производства в различных отраслях промышленности и на транспорте, количество продукции, находящейся одновременно в технологическом обороте производства является важнейшим фактором, влияющим на показатели практической производственной программы и результаты работы технологической системы в целом [1].

Для поддержания оптимальной производительности и исключения потери управляемости системы транспортного обслуживания,

объем ремонтного фонда регулируется путем принудительного ограничения поступления узлов и деталей на ремонт в цех даже при условии наличия свободных мест на позициях первоначальной технологической обработки и во входном накопителе.

В рамках имитационного эксперимента исследована зависимость производственно-технологических показателей работы цеха по ремонту тяговых электрических двигателей (ТЭД) одного из действующих ремонтных предприятий ОАО «РЖД» в зависимости от максимального количества одновременно ремонтируемых в цехе двигателей. Количество двигателей N варьировалось от 2 до 32.

Параметры вычислительного эксперимента: ограничения на объем накопителей отсутствуют, режим работы цеха — двенадцати-часовая рабочая смена, семидневная рабочая неделя, длина временного интервала моделирования — 5 недель.

Производительность цеха оценивается как среднее количество двигателей, отремонтированных за интервал моделирования (ед./день). Для оценки показателей использования средств доставки, дополнительно оценивалась доля загруженности крана как отношение времени работы крана к интервалу моделирования.

Результаты имитационных экспериментов представлены на графиках рисунка 1.

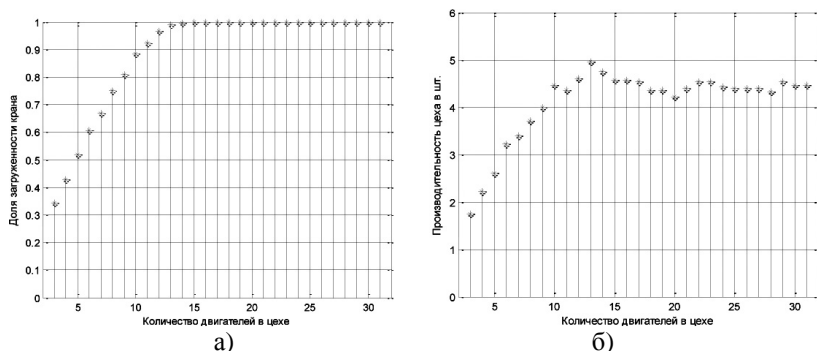


Рисунок 1. Производительность предприятия и доля загруженности крана в зависимости от количества одновременно ремонтируемых единиц оборудования

Как показывают графики, эффективный прирост производительности наблюдается на интервале от 1 до 14 ТЭД с достижением максимального значения 5 отремонтированных двигателей за смену при объеме ремонтного фонда ТЭД, одновременно задействованного в

технологическом процессе, 13 единиц. Дальнейшее увеличение этого показателя не только не приводит к росту результирующей производительности, но и даже снижает ее, что связано с исчерпанием резервов пропускной способности системы транспортного обслуживания, вызванных нерациональной обработкой избыточного количества заявок (загрузка крана 100 %).

Интенсивность использования мостового крана ограничивается перерывами на обед и кратковременный отдых работников, устанавливаемых в соответствии с нормами охраны труда на производстве, и составляет 85—90 %. С учетом этого, результирующая производительность цеха в данном конкретном примере составляет 4,5 тяговых двигателя в смену.

Список литературы:

1. Имаи Н. Кайдзен. Путь к успеху японских компаний: Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2009. — 280 с.
2. Мамаев В. С. Осипов Е. Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Машиностроение, 1974. — 290 с.
3. Смирнов В. А. Семенов А. М. Имитационное моделирование технологических процессов ремонта подвижного состава // Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012». — Выпуск 5. Том 2. — Одесса: Черноморье, 2012.
4. Grenander U. General Pattern Theory. Oxford University Press, 1993. — 904 p.

СЕКЦИЯ 6.
ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ОБОГАЩЕНИЕ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕТЧИН
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ДОБАВКАМИ
ИЗ МОРСКИХ ГИДРОБИОНТОВ

Гаврилова Наталья Владимировна
шеф-технолог, ООО «Ратимир», г. Владивосток

Ситун Наталья Викторовна
канд. техн. наук, ведущий технолог, ООО «Ратимир», г. Владивосток

Текутьева Людмила Александровна
канд. техн. наук, профессор, Дальневосточный федеральный
университет, г. Владивосток
E-mail: lat7777@mail.ru

Сон Оксана Михайловна
канд. техн. наук, ст. преподаватель, Дальневосточный федеральный
университет, г. Владивосток
E-mail: oksana_son@bk.ru

Фищенко Евгения Сергеевна
канд. техн. наук, доцент, Дальневосточный федеральный
университет, г. Владивосток
E-mail: evgeniya_goricka@mail.ru

ENRICHMENT RESTRUCTURED HAM BIOLOGICALLY
ACTIVE ADDITIVES FROM MARINE HYDROBIONTS

Natalia Gavrilo
The chief engineer Company "Ratimir," Vladivostok

Natalia Situn
Ph.D., Senior Technologist Company "Ratimir", Vladivostok

Lyudmila Tekuteva

Ph.D., Professor, Far Eastern Federal University, Vladivostok

Oksana Son

Ph.D., Senior Lecturer, Far Eastern Federal University, Vladivostok

Evgeniia Fishchenko

*Ph.D., Associate Professor, The Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является обогащение сырокопченой реструктурированной ветчины белково-нуклеиновым гидролизатом из молок лососевых рыб для повышения пищевой и биологической ценности продукта, улучшения его показателей качества.

ABSTRACT

The aim of this work is the enrichment of smoked ham restructured protein-nucleic acid hydrolyzate of salmon milt to raise food and biological value of the product, improve its quality.

Ключевые слова: реструктурированные ветчины; биологическая ценность; гидролизат; молоки лососевых рыб.

Key words: restructured ham, biological value; hydrolyzate, salmon roe.

Наиболее эффективным и экономически доступным средством для улучшения обеспечения населения дефицитными нутриентами являются специализированные продукты питания, обогащенные различными биологически активными веществами. В качестве основы для таких продуктов часто используют мясное сырье, поскольку оно содержит в своем составе необходимые для организма пищевые вещества и относится к продуктам массового потребления. Гидробиионты морских акваторий, в том числе Тихого океана, содержат ряд биологически активных веществ: полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК); полисахариды, ферменты, витамины, макро- и микроэлементы [1].

В этой связи целью данной работы является обогащение сырокопченой реструктурированной ветчины белково-нуклеиновым гидролизатом из молок лососевых рыб для повышения пищевой и биологической ценности продукта, улучшения его показателей качества.

Молоки лососевых рыб являются перспективными источником ДНК и содержат целый комплекс биологически активных веществ. Аминокислотный состав представлен всеми незаменимыми кислотами,

за исключением триптофана. Из заменимых аминокислот в состав гидролизата входит аминокислота таурин, которая является мощным антиоксидантом. Так же молоко содержат ферменты (гиалуронидаза), гормоны, витамины (ниацин и фолацин) [2, 3].

При определении концентрации белково-нуклеинового гидролизата из молок лососевых рыб учитывали органолептические показатели готового продукта, рекомендации института питания РАМН (обогащение нуклеиновыми кислотами 13,8 % от суточной потребности), а также себестоимость полученного обогащенного продукта. В рецептуру опытного образца был добавлен 1 % белково-нуклеинового гидролизата из молок лососевых рыб. Введение большей концентрации гидролизата в рецептуру придавало продукту привкус и аромат «морской рыбы», что снижало бы вкусовые свойства продукта.

В рецептуре сырокопченых ветчин, кроме основного сырья и гидролизата использовали стартовую культуру «Биостарт Э» и «Уссурийский бальзам». Поэтому, целесообразным являлось изучить влияние выбранных ингредиентов на развитие стартовой культуры. Выращивание микроорганизмов осуществилось на четырех опытных средах при температуре 18 °С в течение 3 суток:

вариант 1 — питательная среда + стартовая культура — контроль;

вариант 2 — питательная среда + гидролизат молок лососевых (1 %) + стартовая культура;

вариант 3 — питательная среда + «Уссурийский бальзам» (0,4 %) + стартовая культура;

вариант 4 — питательная среда + гидролизат (1 %) + «Уссурийский бальзам» (0,4 %) + стартовая культура (рисунок 1, рисунок 2).

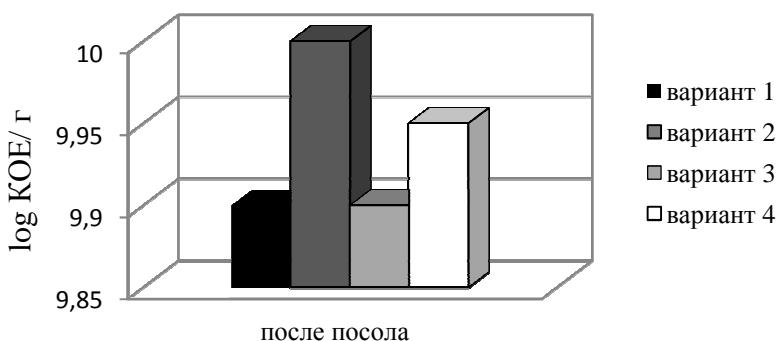


Рисунок 1. Изменение количества молочнокислых микроорганизмов рода *Lactobacillus* на различных питательных средах после 3 суток культивирования

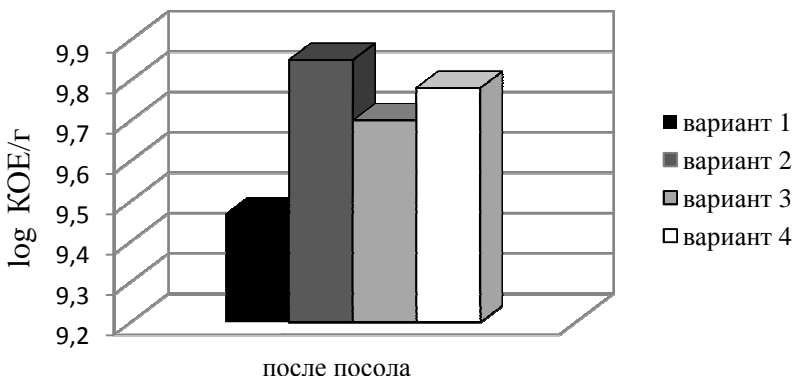


Рисунок 2. Изменение количества микроорганизмов рода *Staphylococcus* на различных питательных средах после 3 суток культивирования

Как видно гидролизат из молок лососевых рыб не только не подавляет развитие микроорганизмов родов *Lactobacillus* и *Staphylococcus*, но и способствует их лучшему росту, так как содержит в своем составе ростовые вещества.

Выработку ветчины осуществляли в производственных условиях предприятия ООО «Ратимир» в соответствии с технологической схемой производства сырокопченых ветчин.

Согласно результатам, в опытном образце ветчины сумма незаменимых аминокислот на 2 % больше, чем в контрольном (что на 9,2 % превышает эталон). Так же опытная ветчина, в отличие от контрольной, содержит аминокислоту таурин. Установлено, что минимальный СКОР опытной ветчины на 0,3 % больше, чем у контрольного образца. Лимитирующими аминокислотами в контрольном и опытном образцах являются фенилаланин и метионин. Так же была проведена количественная оценка соответствия содержания незаменимых аминокислот эталону и их суммарной сбалансированности в исследуемых образцах. Для этого мы использовали такие критерии, как минимальный аминокислотный СКОР, коэффициент утилитарности аминокислотного состава и коэффициент сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (таблица 1).

Таблица 1

**Показатели аминокислотной сбалансированности
сырокопченых ветчин**

Показатели	Эталон ФАО/ВОЗ	Контроль	Ветчина «Ароматная»
Минимальный аминокислотный СКОР C_{\min} , дол. ед.	1,0	0,52	0,66
Коэффициент утилитарности U, дол. ед.	1,0	0,46	0,49
Коэффициент сопоставимой избыточности σ_c , г	0,0	41,12	36,09

Установлено, что наиболее сбалансированной по отношению к эталону является опытная ветчина «Ароматная».

Как видно, из таблицы опытная ветчина содержит большее количество жирных кислот, в том числе полиненасыщенных. Особым преимуществом опытной ветчины является то, что она содержит такие незаменимые жирные кислоты, как эйкозапентаеновая и докозагексаеновая, которые относятся к ω -3 жирным кислотам.

Микроорганизмы, входящие в состав стартовой культуры, продуцируют молочную кислоту, что приводит к снижению pH, уменьшению влагосвязывающей способности белков, способствуя быстрому созреванию мяса и образованию его специфического вкуса и аромата. Поэтому нами было определено содержание молочной кислоты в технологическом процессе. Накопление молочной кислоты в опытной ветчине происходит быстрее, чем в контрольном образце на 6 %.

Далее мы исследовали влияние гидролизата на изменение активной кислотности. Значение pH=5,3 в опытном образце достиглось уже на 7 сутки сушки, тогда как в контрольном только на 10 сутки. Это различие объясняется тем, что опытный образец содержит большее количество молочной кислоты.

Обеспечение необходимой влажности продукта является важной задачей при производстве сырокопченых колбасных изделий. Было изучено влияние гидролизата на изменение содержания влаги в сырокопченых ветчинах в процессе их производства. Более выраженное снижение влаги происходит в опытном образце. Так, на 7 сутки сушки содержание массовой доли влаги в ветчине «Ароматной» составило 44,34 %, что соответствует требованиям нормативной документации (не более 45 %). В контроле массовая доля влаги составила 48,12 %. Следовательно, процесс сушки контрольной

сырокопченной ветчины будет составлять более 10 дней, что на 3 суток больше опытного образца.

Известно, что образующиеся летучие жирные кислоты (ЛЖК) придают мясному продукту долго сохраняющийся вкус и аромат. Поэтому нами было определено содержание общего количества ЛЖК в процессе производства. По результатам исследований: содержание ЛЖК в ветчине «Ароматной» больше на 17,8 %, чем в контрольном образце.

Сенсорная оценка является одним из решающих факторов при определении качества пищевых продуктов. Ветчина «Ароматная» имела более выраженный мясной аромат; консистенция отличалась более плотной структурой по сравнению с контролем.

Завершающим этапом исследований было определение перекисного и кислотного чисел в процессе хранения ветчин. Так как гидролизат содержит аминокислоту таурин, которая является мощным антиоксидантом, а так же фенилаланин и тирозин, которые относятся к фенольным антиоксидантам, нами была изучена динамика кислотных и перекисных чисел в течение 28 суток хранения ветчин.

Исследования показали, что в опытном образце, содержащем гидролизат из молок лососевых рыб, гидролитические и окислительные процессы были замедлены. На 28 сутки хранения кислотное и перекисное числа в опытном образце ниже на 14,3 % и 33,3 % соответственно, чем в контрольном.

Таким образом:

- подобрана концентрация (1 %) белково-нуклеинового гидролизата из молок лососевых рыб при производстве сырокопченной реструктурированной ветчины «Ароматной»;
- в обогащенной ветчине суммарное количество незаменимых аминокислот на 2,0 % больше, чем контрольном образце и на 9,2 % выше значения эталона ФАО/ВОЗ;
- опытная ветчина «Ароматная» является наиболее сбалансированной по отношению к эталону ФАО/ВОЗ по таким показателям, как аминокислотный СКОР, коэффициент утилитарности аминокислотного состава и сопоставимой избыточности;
- белково-нуклеиновый гидролизат из молок лососевых рыб стимулирует рост микроорганизмов стартовой культуры, используемой при производстве сырокопченной реструктурированной ветчины «Ароматная»;
- введение белково-нуклеинового гидролизата из молок лососевых рыб в рецептуру сырокопченной ветчины способствует накоплению молочной кислоты, обеспечивает постепенное снижение рН до изоэлектрической точки белков мяса (5,3) и тем самым влияет на более быстрое удаление влаги в продукте и сокращает процесс сушки на 3 суток;

- применение белково-нуклеинового гидролизата из молок лососевых рыб способствует увеличению содержания ЛЖК в опытном образце на 17,8 % по сравнению с контрольным образцом, усиливая вкус и аромат готового продукта;

- выявлено положительное влияние белково-нуклеинового гидролизата из молок лососевых рыб на органолептические показатели качества готового продукта. Опытная сырокопченая реструктурированная ветчина «Ароматная» имела более выраженный аромат, плотную консистенцию по сравнению с контрольным образцом;

- белково-нуклеиновый гидролизат из молок лососевых рыб обладает антиоксидантными свойствами: перекисное число в опытной ветчине по истечению 28 суток хранения на 33,3 % ниже, чем в контрольном образце; кислотное число — на 14,3 % ниже, соответственно.

Список литературы:

1. Богатырев А. Н., Большаков О. В., Макеева И. А. Использование БАД в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. 1997. № 9. С. 25—27
2. Митасева Л. В., Машенцева Н. Г., Галазков И. В. Многофункциональные продукты с улучшенными свойствами // Мясная индустрия. 2009. № 9. С. 66—69
3. Федянина Л. Н., Гажа А. К., Эпштейн Д. М., Боровская Г. А. Иммуномодулирующее действие мясных консервов // Мясная индустрия. 2005. № 1. С. 16—18

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Набиева Жанар Серикболовна

*PhD докторант, Алматинский технологический университет,
г. Алматы, респ. Казахстан
E-mail: atu_nabiyeva@mail.ru*

Кизатова Майгуль Жалеловна

*д-р. техн. наук, профессор, Алматинский технологический
университет, г. Алматы, респ. Казахстан*

Витавская Анастасия Васильевна

*д-р. техн. наук, профессор, Алматинский технологический
университет, г. Алматы, респ. Казахстан*

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PLANT RAW MATERIALS AS EVIDENCE CONSUMER PROPERTIES OF NEW FUTURE FOOD

Zhanar Nabiyeva

PhD, Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan

Maigul Kizatova

d.t.s., professor, Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan

Anastasia Vitavskaya

d.t.s., professor, Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan

АННОТАЦИЯ

Проводятся научные исследования по разработке новых казахстанских пищевых продуктов широкого ассортимента лечебно-профилактического назначения и длительного хранения на базе Алматинского технологического университета.

ABSTRACT

A wide range of new therapeutic and prophylactic Kazakhstan products with long-term storage are developing in Almaty technological university.

Ключевые слова: продукты длительного хранения лечебно-профилактического назначения; антиоксидантная активность.

Key words: long-term storage products of therapeutic and prophylactic purposes; antioxidant activity.

На сегодняшний день большинство населения, даже в развитых странах мира, страдает от последствий, связанных с дефицитом в питании полноценных белков, пищевых волокон, витаминов, кальция, железа, йода и других незаменимых нутриентов.

По данным агентства по статистике Республики Казахстан, 35—40 % населения живет в зонах экологического неблагополучия. При этом доля диетических изделий составляет 0,13 %, а доля изделий из фортифицированной муки — 0,33 % [11]. В структуре питания населения республики наблюдается дефицит жизненно необходимых биологически активных веществ, пищевых волокон. В то же время, у населения страны имеется потребность в уникальных казахстанских продуктах питания лечебно-профилактического назначения с невысокой себестоимостью.

В связи с этим проблема разработки продуктов длительного хранения для профилактики таких заболеваний, как сердечнососудистая дистрофия, сахарный диабет, железодефицитная анемия, болезней, связанных с недостатком йода, глазных болезней, является несомненно актуальным.

В Алматинском технологическом университете ведутся работы по разработке широкого ассортимента новых казахстанских продуктов длительного хранения лечебно-профилактического назначения с применением зерновых, бобовых, овощных культур, ягод, лекарственных трав на основе новых технологий и эффективных способов обработки, таких как:

- сухие завтраки;
- биоталканы;
- хлебцы для школьников;
- пищевые вкусовые биоприправы и др.

Для достижения этих целей, будут проводиться следующие работы по:

- изучению и исследованию пищевой и лечебной ценности сырья;
- изучению исходных качественных показателей отечественных культур для выработки казахстанских продуктов на основе современных достижений биотехнологии;
- усовершенствованию режимов обработки сырья;

- выработке опытных партий новых казахстанских продуктов длительного хранения — сухих завтраков лечебно-профилактического назначения;

- определению пищевой, биологической ценности и безопасности новых продуктов.

Разработка и усовершенствование рационов лечебно-профилактического питания с учетом современных технологий и новых форм производства является чрезвычайно актуальным и перспективным направлением науки.

Одним из основных моментов в создании изделий функционального назначения является использование полноценных компонентов — белков, сбалансированных по аминокислотному составу, ненасыщенных жиров, фосфолипидов, пищевых волокон, минеральных веществ, витаминов, взятых в таких соотношениях и количествах, необходимых для удовлетворения от 10 до 50 % их суточной потребности [5, 11].

Правильно составленные рационы лечебно-профилактического питания должны:

- повышать общую резистентность организма;
- уменьшать действие производственных факторов, в частности промышленных аэрозолей, токсических веществ, соединений тяжелых металлов;
- компенсировать потери организмом важных биологически активных веществ;
- насыщать организм веществами, обезвреживающими токсические вещества [2].

Наряду с этими требованиями, при разработке широкого ассортимента новых продуктов длительного хранения лечебно-профилактического назначения необходимо учитывать экологические и экономические аспекты. Сегодняшний рынок при создании таких продуктов требует разработки конкурентоспособной, ресурсосберегающей технологии на основе современных достижений биотехнологии. При выборе сырья необходимо учитывать все эти нюансы, т.е. нужно использовать потенциальное отечественное сырье, которое не уступает по потребительским свойствам и пищевой ценности.

Растения содержат в своем составе биологически активные вещества (флавоноиды, гликозиды, дубильные вещества, алкалоиды, органические кислоты и др.), относящиеся к различным классам химических соединений [3, 4].

В связи с этим эффективность того или иного действия растительного экстракта определяется особенностями химической структуры и концентрацией биологически активных веществ [6, 7].

Известно, что высокое содержание фенольных соединений (веществ, содержащих ароматические кольца с гидроксильной группой, а так же их функциональные производные) в частности флаваноидов, флаволигнанов, фенолокислот, простых фенолов, дубильных веществ и др. в растениях предопределяет их антиоксидантную активность [1, 5].

Поиски лечебно-профилактического сырья привели к обнаружению специфических веществ — антиоксидантов. Антиоксиданты характеризуются способностью в малых количествах замедлять или предотвращать окислительные процессы в клетке, вызываемые влиянием негативных внешних факторов. Они способны взаимодействовать со свободными радикалами и таким образом нейтрализовать их.

На основании экспериментальных данных, выявлено что продукты питания содержащие высокую антиоксидантную активность повышают резистентность клеточных мембран, снижают действие стрессового фактора и могут обеспечить защиту организма при действии неблагоприятных факторов среды [8].

Мембраны клеток наиболее чувствительны к действию различных агентов, и метаболические изменения в них могут быть использованы как объективный критерий для оценки функционального состояния организма [9].

Поэтому при выборе сырья особое внимание будет уделяться тем растениям, которые по литературным данным в своем составе содержат в значительном количестве соединения обладающие наиболее сильным антиокислительным действием.

Обзор научной литературы показал, что в сухих семенах количество антиоксидантов невелико, и их количество повышается при проращивании (Таблица 1). Из таблицы, где приведено суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в сухих семенах и проростках видно, что наиболее интенсивно накапливаются антиоксиданты в проростках амаранта.

Таблица 1.**Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (САА) в сухих семенах и проростках (мг/100 г сухого вещества)**

Культура	Суммарное содержание антиоксидантов			Отношение САА в проростках на 5-е сутки к САА в сухих семенах
	Сухие семена	Проростки на 2-е сутки	Проростки на 5-е сутки	
Пшеница	24	69	275	11.5
Рожь	29	102	320	11.0
Овес голозерный	34	65	334	9.8
Гречиха	182	203	383	2.1
Чечевица	42	72	90	2.1
Нут	84	190	503	5.9
Маш	102	263	517	5.1
Кунжут черный	291	150	490	1.7
Тыква голосеменная	33	65	333	10.1
Лен	56	201	526	9.4
Амарант	10	17	200	20.0
Расторопша пятнистая	235	334	896	3.8

При оценке качества того или иного продукта важно знать, какова его антиоксидантная активность, как он может помочь нашему организму. Составляя рацион, лучше всего учитывать общее количество антиоксидантов и исходить из того, что в сутки для взрослого человека норма их потребления составляет 360 мг, а максимальная доза равна 1300 мг [12]. Так же, при разработке продуктов лечебно-профилактического назначения длительного хранения, необходимо соблюдение предъявляемых санитарно-эпидемиологических, экологических требований к сырью и к готовой продукции.

Список литературы:

1. Алексеев Ю. Е., Вахромеева М. Г., Денисова Л. В., Никитина С. В. Лесные травяные растения. Биология и охрана: Справочник. — М.: Агропромиздат, 1988. — 223 с.
2. Аминова И. Я. Разработка рецептур и совершенствование технологии вафельных изделий функционального назначения: дис. канд. тех. наук. Краснодар, 2010. — С. 15.
3. Блинков И. Л., Кисилев Т. Л., Цветаева Е. В. Краткая энциклопедия фитотерапии. — М.: Медицина, 1998.—320 с.

4. Блинова К. Р., Яковлева Г. П. Ботанико-фармакологический словарь.—М.: Высшая школа, 1990.—272 с.
5. Кочиева И. В. Формирование и оценка потребительских свойств сосисок к растительным антиоксидантам: дис. канд. тех. наук. Орел, 2010. — С. 81—83.
6. Медведева Л. Л., Рыжова Л. В., Аникина Е. В. Перспективы разработки продуктов питания с использованием экстрактов лекарственных растений//Вопросы питания. — 1995. — № 3. — С. 31—34.
7. Митасева Л. Ф., Подвойская И. А., Константинова О. Л. Исследование антиокислительных свойств моркови//Мясная индустрия. — 1997. — № 8. — С. 37—39.
8. Михалкина Н. И., Шайынбекова Р. М., Турмухамбетова В. К., Утегалиева Р. С., Мурзахметова М. К., Витавская А. В., Синявский Ю. А. Защита клеточных мембран биологически активными веществами при стрессе. Тезисы международной научно-практической конференции, посвященной 60-ти летию Института физиологии человека и животных ЦБИ МОН РК. Алматы, 25—26 августа 2005 г. — Алматы, 2005. — С. 116—117
9. Мурзахметова М. К., Витавская А. В., Шайхынбекова Р. М., Турмухамбетова В. К., Утегалиева Р. С., Мирошина Т. Н., Михалкина Н. И. Антиоксидантные свойства новых пищевых добавок. Здоровье и болезнь.—2005.—№ 3 (40).—С. 85—87.
10. Официальный сайт Агентства РК по Статистике. URL: <http://www.stat.kz>
11. Рогов И. А., Токаев Э. С. Питание и экология// Инженерная экология. — 1995. — № 5. — С. 66—75.
12. Шаскольские Н. Д. и В. В. Самая полезная еда: Проростки.—СПб.: Издательство «Веды», 2009. — С. 43—46.

СЕКЦИЯ 7.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

МЕТОД ЛИНЕАРИЗАЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ, ОСНОВАННЫЙ НА МЕТОДЕ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Панюков Алексей Геннадьевич

*Магистр, аспирант кафедры «Системы Передачи Информации»,
Омский Государственный Университет Путей Сообщения, г. Омск*

E-mail: panukov_ag@mail.ru

METHOD OF LINEARIZATION OF THE TRANSMITTING CHARACTERISTIC OF THE ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER, BASED ON THE LEAST-SQUARES METHOD

Alexey Panyukov

*Master, post-graduate of «Information Transmitting Systems» chair of
Omsk State Transport University, Omsk*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается метод линеаризации передаточной характеристики аналого-цифровых преобразователей, основанный на методе наименьших квадратов. Дается метод, его обоснование и способы реализации. Выводятся соотношения, позволяющие с легкостью находить оценку нелинейности аналого-цифрового преобразователя, строить алгоритмы по снижению указанной нелинейности. Также приводятся результаты моделирования данной методики в среде Matlab.

ABSTRACT

In this paper is considered the method of a linearization of the transmitting characteristic of the analog-to-digital converters, based on a

method of least squares. The method, its justification and ways of realization is described. The formulae allowing finding an assessment of nonlinearity of an analog-to-digital converter are deduced, to build algorithms on decrease the specified nonlinearity. Also results of model operation of this technique in the environment of Matlab are given.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь; АЦП; дискретизация; интегральная нелинейность; дифференциальная нелинейность; метод наименьших квадратов; МНК; линеаризация; передаточная характеристика.

Keywords: analog-to-digital converter; ADC; digitization; integral nonlinearity; differential nonlinearity; method of least squares; linearization; transmitting characteristic.

Идеальный аналого-цифровой преобразователь имеет линейную характеристику преобразования [1]. Реальные аналого-цифровые преобразователи обладают нелинейной характеристикой, описываемой такими параметрами, как дифференциальная и интегральная нелинейности [3, 5].

В данной работе рассматривается метод линеаризации характеристики преобразования, базирующийся на методе наименьших квадратов [2].

Суть метода заключается в оценке спектрального состава отклика аналого-цифрового преобразователя на некоторый тестовый сигнал.

Введем следующие обозначения:

- x_i — последовательность отсчетов некоторого сигнала на выходе аналого-цифрового преобразователя.
- x_i' — последовательность исходных значений сигнала (до обработки аналого-цифровым преобразователем) — считаем, что его параметры нам известны.
- y_i — последовательность оценок сигнала искомой моделью.

Применение данного метода позволяет найти аппроксимацию нелинейной характеристики АЦП в виде полинома по степеням текущей выборки сигнала:

$$H_n(x_i) = \sum_{k=1}^m a_k x_i'^k \quad (1)$$

Исходя из модели передаточной характеристики (1), можно сделать вывод, что последовательность оценок сигнала искомой моделью можно выразить соотношением (2):

$$y_i = \sum_{k=0}^m a_k (x_i')^k \quad (2)$$

то есть модель — полином на базе истинных значений сигнала.

Метод наименьших квадратов заключается в минимизации функции, равной сумме квадратов разностей между значениями модели и процесса, описываемой искомым моделью. Разности для нахождения такой функции описываются соотношением (3):

$$\delta_i = x_i - y_i \quad (3)$$

Сама функция, которую необходимо минимизировать, описывается соотношением (4):

$$S = \sum_{i=1}^n \delta_i^2 \quad (4)$$

Используя соотношение (2) можно переписать (4) в виде:

$$S = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n \left(x_i - \sum_{k=0}^m a_k (x'_i)^k \right)^2 \quad (5)$$

Примем, что нам известны параметры тестового сигнала. Неизвестными параметрами являются коэффициенты разложения нелинейной передаточной характеристики (1).

Таким образом, задавая тестовый сигнал и регистрируя отклик системы, мы можем вычислить параметры модели. Для этого, согласно методу наименьших квадратов, приравняем к нулю производные функции S по коэффициентам a_{kz}

$$\frac{\partial S}{\partial a_j} = -2 \sum_{i=1}^n (x'_i)^j \left(x_i - \sum_{k=0}^m a_k (x'_i)^k \right) = 0 \quad (6)$$

Упрощая данное выражение, получаем:

$$\sum_{i=1}^n \left[(x'_i)^j \left(x_i - \sum_{k=0}^m a_k (x'_i)^k \right) \right] = 0 \quad (7)$$

Таким образом, имеем систему алгебраических линейных уравнений относительно коэффициентов модели a_k . Данная система легко решается методом последовательных приближений либо методом Ньютона. В качестве начального приближения можем выбрать вектор

$$a_k = \delta_{1,k} \quad (8)$$

где: $\delta_{1,k}$ — символ Кронекера:

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1, i = k, \\ 0, i \neq k. \end{cases} \quad (9)$$

Так же (7) решается точно методом Гаусса. Для этого упростим систему уравнений, раскрыв скобки и сгруппировав подобные слагаемые:

$$\sum_{k=0}^m \left[a_k \sum_{i=1}^n (x'_i)^{k+j} \right] - \sum_{i=1}^n x_i (x'_i)^j = 0$$

обозначим для простоты:

$$E_{k,j} = \sum_{i=1}^n (x'_i)^{k+j} \quad (10)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^n x_i (x'_i)^j$$

В итоге получаем простую систему уравнений:

$$\sum_{k=0}^m a_k E_{k,j} - R_j = 0 \quad (11)$$

где: $E_{k,j}$ и R_j не зависят от искомым параметров.

Таким образом, выделим основные шаги для реализации данного линейаризации передаточной характеристики аналого-цифровых преобразователей:

- Исходя из параметров АЦП, определяется необходимый порядок полинома, аппроксимирующего характеристику преобразования, m .
- На вход аналого-цифрового преобразователя подается некоторый заранее известный пробный сигнал.
- Используя соотношения (10), находится система уравнений (11) для нахождения аппроксимирующей модели.
- Полученные коэффициенты используются для вычисления значений входного сигнала в рабочем режиме.

Для иллюстрации результатов, которые могут быть получены с применением описанной методики, зададим нелинейную характеристику преобразования в виде:

$$H_5(x_i) = x_i - 0.1x_i^3 + 0.1x_i^5 \quad (12)$$

На рисунке 1 изображены характеристики в идеальном случае (пунктирная линия) и при нелинейности, описываемой соотношением (12) (сплошная линия).

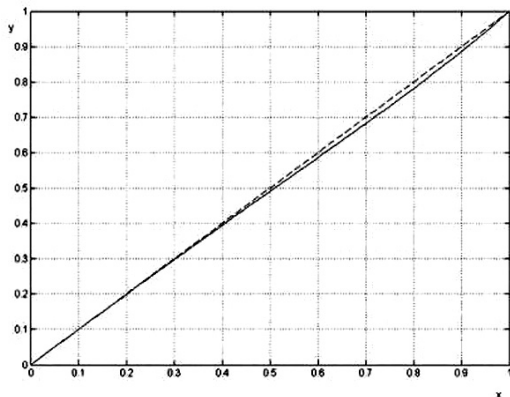


Рисунок 1. Характеристики преобразования идеального (пунктирная линия) и реального (сплошная линия) АЦП.

В качестве тестового сигнала использовался моногармонический радиопульс и линейно нарастающий сигнал, охватывающие весь динамический диапазон аналого-цифрового преобразователя.

Была исследована точность восстановления параметров нелинейного АЦП при различных разрядностях АЦП. В таблице 1 представлено максимальное относительное отклонение найденных параметров модели от исходных для различных значений разрядности аналого-цифрового преобразователя.

Таблица 1.

Результаты моделирования метода линеаризации

Разрядность АЦП	Ошибка, % (линейно нарастающий сигнал)	Ошибка, % (гармонический радиопульс)
5	46,3289	1,3724
6	37,3857	0,549
7	2,9761	0,0819
8	13,0585	0,2256
9	5,6197	0,207
10	2,506	0,0451
11	1,6001	0,0127
12	0,405	0,0089
13	0,3764	0,0029
14	0,1625	0,0008
15	0,0448	0,0018
16	0,0366	0,0002
17	0,0029	0,001
18	0,0128	0,0002

19	0,0055	0
20	0,0024	0

Из полученных результатов можно сделать вывод, что предлагаемый метод позволяет оценивать и устранять нелинейности аналого-цифровых преобразователей. Его использование может помочь расширить динамический диапазон существующих АЦП.

Список литературы:

1. Бондарь М. С. Повышение Точности Процесса Аналого-Цифрового Преобразования. Материалы IV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научный потенциал студенчества в XXI веке» Том первый. Естественные и технические науки. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. — 582 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е изд. — М.: Диалектика, 2007. — С. 912.
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. — СПб.: Питер, 2002. — 604 с
4. Melkonian L. Improving A/D Converter Performance Using Dither. USA: National Semiconductor, 1992. — 32 с.
5. Widrow B., Kollár I. Quantization Noise, Roundoff Error in Digital Computation, Signal Processing, Control, and Communications. — Cambridge: Cambridge University Press, 2008. — 752 с.

СЕКЦИЯ 8.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА НАГРУЗКИ

Кирилина Ольга Ивановна

*канд. техн. наук, доцент, заместитель заведующего
кафедрой Теоретической электротехники и электроснабжения
предприятий, Норильский индустриальный институт, г. Норильск
E-mail: Хаире5119@rambler.ru*

Козлов Павел Михайлович

*аспирант, инженер кафедры Теоретической электротехники и
электроснабжения предприятий, Норильский индустриальный
институт, г. Норильск
E-mail: kpmn@mail.ru*

Массов Александр Александрович

*аспирант, заведующий учебной лабораторией кафедры Теоретической
электротехники и электроснабжения предприятий, Норильский
индустриальный институт, г. Норильск
E-mail: Ale-massov@yandex.ru*

REACTIVE POWER CONTROL FOR INDUSTRIAL POWER UNIT

Olga Kirilina

*Candidate. Technical, Associate Professor, Deputy head of the
Department of Theoretical electrical engineering and electric power supply
of the enterprises, Norilsk industrial Institute, Norilsk*

Pavel Kozlov

*Post-graduate student, the engineer of Department of Theoretical electrical
engineering and electric power supply of the enterprises, Norilsk industrial
Institute, Norilsk*

Alexander Massow

*Post-graduate student, head of the training laboratory of the Department of
Theoretical electrical engineering and electric power supply of the
enterprises, Norilsk industrial Institute, Norilsk*

АННОТАЦИЯ

В статье обоснованы: 1) технические возможности и основы грамотной эксплуатации синхронных двигателей как источников реактивной мощности (ИРМ) в зависимости от загрузки их активной мощностью и уровня напряжения питающей сети; 2) технические возможности батарей конденсаторов как ИРМ при возникновении резонансных режимов высших гармоник в сети с нелинейной нагрузкой; возможности исследования условий нарушения устойчивости узла нагрузок при КРМ в УН с помощью анализа его статических и динамических характеристик.

ABSTRACT

In the article author gives substation of: 1) technical opportunity and basics of properly usage of synchronous machine as reactive power source depending of its active power and supply system voltage level; 2) technical opportunity of power factor correctional condensers as IRM at the resonant state of high harmonics in the system with non-linear load; 3) opportunity of power unit static stability distortion conditions research with static and dynamic characteristics while correcting power factor of this unit.

Ключевые слова: устойчивость узла нагрузок; компенсация реактивной мощности; управление параметрами электропотребления.

Keywords: power unit stability; power factor correction; power supply conditions control.

Главной задачей системы управления (СУ) реактивной мощностью (РМ) является поддержание требуемых нормативными документами значений напряжения на зажимах электроприемников и коэффициентов реактивной мощности $tg \varphi$, как минимум, на границе балансовой принадлежности схем электроснабжения промышленных предприятий. Для регулирования потоков реактивной мощности в узлах нагрузки (УН) большинства промышленных предприятий, в том числе и для предприятий обогащительного производства Норильского промышленного района (со спокойным продолжительным характером работы электроприемников и приемлемым качеством электроэнергии), вполне достаточно использования в качестве источников реактивной

мощности (ИРМ) лишь синхронных двигателей (СД) и батарей конденсаторов (БК), устанавливаемых в сетях 6—10/0,4 кВ, при одновременном изменении положения отпаек регуляторов напряжения под нагрузкой (РПН) трансформаторов главных понизительных подстанций (ГПП). Как правило, установка БК в сети напряжением до 1 кВ для снижения потерь является обязательной, так как СД на такое напряжение практически не выпускаются, а асинхронные двигатели (АД), составляющие большую часть электроприемников 0,4 кВ, имеют достаточно низкие номинальные коэффициенты мощности (от 0,76 до 0,9). Суммарная реактивная мощность (РМ) требуемых к установке в сети 0,4 кВ БК ($БК_{0,4\text{ кВ}}$) определяется значениями максимума и минимума суточных графиков нагрузки цехового трансформатора и характером нагрузки, т. е. составом электроприемников. Причем, чем больше ступеней характерной нагрузки имеют такие графики, тем больше секций должны иметь БК для возможности регулирования $tg\varphi$.

Выбор ИРМ в сети 6-10 кВ, как правило, осуществляется после КРМ в сети 0,4 кВ путем сравнения технико-экономических показателей $БК_{6-10\text{ кВ}}$ и СД (кроме сравнения технико-экономических показателей указанных ИРМ УН следует также учитывать время работы СД, так как оно определяется технологией производства).

Последовательность выполнения компенсации реактивной мощности любого промышленного предприятия может быть представлена следующим образом.

Так как, значения естественного коэффициента реактивной мощности в сетях до 1 кВ находятся, как правило, в пределах $tg\varphi_{0,4\text{ кВ}} = 0,55 \div 0,65$, что обусловлено, в первую очередь, номинальными параметрами низковольтных АД (усугубляемыми их эксплуатацией с недогрузкой и при напряжениях, отличных от номинальных), а также большой протяженностью этих сетей, то, необходимость КРМ в сетях 0,4 кВ обусловлена, как минимум, потребностью снижения потерь в ее элементах: кабельных линиях и трансформаторах. На сегодняшний день нормативными документами установлена величина требуемого $tg\varphi = 0,35$ в сети 0,4 кВ, и $tg\varphi = 0,4$ индуктивного характера (отстающее значение коэффициента мощности) — на шинах 6(10) кВ всех ГПП.

Для этого по характерным суточным графикам нагрузки 0,4 кВ необходимо для каждой i -той ступени определить значение мощности $БК_{0,4\text{ кВ}}$ по формуле

$$Q_{БК\text{ расч}} = P_{0,4i} \cdot tg\varphi_i - P_{0,4i} \cdot tg\varphi_{i\text{ треб}} = Q_{до\text{ КРМ}} - Q_{после\text{ КРМ}}, \text{ Мвар}, \quad (1)$$

где: $P_{0,4i}$ — активная мощность на шинах 0,4 кВ трансформатора каждой ступени суточного графика нагрузки,

$MВm$; $tg\varphi_i$ — естественный коэффициент реактивной мощности той же ступени графика, *отн.ед.*;

$tg\varphi_{i\text{треб}}$ — требуемое значение коэффициента реактивной мощности, *отн.ед.* Руководствуясь суммарным максимальным и минимальным расчетным значением мощности БК_{0,4 кВ} и количеством характерных ступеней графика нагрузки 0,4 кВ (с учетом $tg\varphi$ каждой ступени), следует принять к установке такое количество самих БК и секций в них, чтобы иметь возможность их переключением обеспечить требуемое значение $tg\varphi_{\text{треб}}$ (или близкое к нему значение) в течение суток.

В результате текущего контроля уровней напряжения и значений $tg\varphi$ на шинах 0,4 кВ цеховых трансформаторов следует разработать независимую от сетей 6—10 кВ локальную систему регулирования емкости БК_{0,4 кВ}. Это значительно упростит систему управления КРМ УН. Причем, если в системе управления КРМ в сети 0,4 кВ произойдет сбой, выраженный либо завышенным, либо заниженным значением $tg\varphi$, то последствия этого сбоя будут компенсированы в сети 6—10 кВ. Сигнал же о повреждении, обусловленный значительным отклонением $tg\varphi$ в данной точке от заданного значения должен подаваться в качестве априорной информации на первую ступень процесса классификации системы управления, т. е. будет учтен при формировании классов состояний объекта.

В результате текущего контроля уровней напряжения и значений $tg\varphi$ всех ветвей сети 6—10 кВ и в месте подключения УН к питающей системе необходимо определять величину и знак отклонения указанных параметров и в случае:

а) потребности понижения $tg\varphi$ необходимо будет подключить дополнительную секцию БК_{6–10 кВ}, если при этом не произойдет излишнего понижения $tg\varphi$, так как БК изменяют потоки РМ определенными ступенями, а не плавно. В первую очередь обратиться к изменению мощности БК следует потому, что генерация РМ с помощью БК, как отмечалось ранее, является более экономичной по сравнению с генерацией РМ СД.

Если излишек понижения $tg\varphi$ окажется существенным, способным нарушить устойчивость нагрузки 6—10 кВ или не удовлетворит

требованиям энергосистемы по причине возможности нарушения устойчивости генераторов электростанции — от такой КРМ следует отказаться и регулировать РМ с помощью СД.

Если же данная ступень регулирования РМ с помощью БК удовлетворяет потребностям системы управления, осуществить проверку сохранения устойчивости УН. Если критерии устойчивости при такой КРМ удовлетворяют требованиям сохранения устойчивости УН, то принимается решение о продолжении ее действия.

Если появляется риск нарушения устойчивости, СУ должна принять решение по отмене этого действия и заменить включение дополнительной секции БК увеличением тока возбуждения одного из СД, технико-экономические характеристики которого, обусловленные их конструктивными особенностями, на данный момент времени предпочтительнее.

б) если возникнет необходимость повышения $tg\varphi$, то, в первую очередь, следует снизить ток возбуждения включенных в данный момент времени СД, причем сначала того из них, который имеет наибольшие потери на генерацию РМ. При этом необходимо следить за сохранением устойчивости данного двигателя.

Недостаточное увеличение $tg\varphi$ указанным способом можно исправить снижением тока возбуждения и всех остальных подключенных к сети СД в приоритетном порядке значения потерь, и лишь в последнюю очередь прибегать к отключению отдельных секций БК. Безусловно, в течение описанного процесса также необходимо следить за сохранением устойчивости УН и в режимах, близких к ее нарушению, предпочесть снижению токов возбуждения СД отключение секций БК.

Для того чтобы СУ имела возможность уменьшить вырабатываемую СД реактивную мощность вплоть до нуля (что соответствует работе двигателя с $\cos\varphi=1$), путем снижения тока возбуждения, необходимо использовать зависимость между указанными параметрами СД

$$I_{в.треб} = \sqrt{\frac{1 + \beta^2 \cdot x_d^2 \cdot \cos^2 \varphi_{ном} + \alpha_{треб}^2 \cdot x_d^2 \cdot \sin^2 \varphi_{ном} + 2\alpha_{треб} \cdot x_d \cdot \sin \varphi_{ном}}{1 + x_d^2 + 2x_d^2 \cdot \sin \varphi_{ном}}}, \quad (2)$$

где: $\alpha_{треб} = \alpha_{iСД} + Q_{\Sigma нед}$ либо $\alpha_{треб} = \alpha_{iСД} - Q_{\Sigma изб}$ — относительное значение требуемой от СД реактивной мощности, определяемой суммой реактивной мощности двигателя текущего, i -го режима $\alpha_{iСД}$ и недостающей ($Q_{\Sigma нед}$) или избыточной ($-Q_{\Sigma изб}$) реактивной мощности УН, которую дополнительно следует выработать (потребить) данному СД. Расчетное значение $\alpha_{треб}$ должно удовлетворять условию

$$\alpha_{\min(y)} \leq \alpha_{\text{треб}} \leq \min(\alpha_{\text{пред}}, \alpha_{\text{max}}).$$

Величина РМ, являющейся избыточной $Q_{\text{изб}}$ или недостаточной $Q_{\text{нед}}$ для обеспечения требуемого режима определяется по формуле

$$Q_{\Sigma \text{изб/нед}} = P_{\Sigma i} \cdot \text{tg} \varphi_i - P_{\Sigma i} \cdot \text{tg} \varphi_{i \text{треб}}, \text{ Мвар} . \quad (3)$$

где: $P_{\Sigma i}$ — суммарная активная мощность нагрузки 0,4 кВ и двигателей 6—10 кВ i -той ступени суточного графика нагрузки секции 6—10 кВ ГПП, РП,

МВт ; $\text{tg} \varphi_i$ — текущее значение коэффициента реактивной мощности той же ступени графика, *отн.ед.* ;

$\text{tg} \varphi_{i \text{треб}}$ — требуемое значение коэффициента реактивной мощности, *отн.ед.*

По знаку и величине $Q_{\Sigma \text{изб/нед}}$ должны приниматься решения о включении дополнительных источников РМ или их отключении в порядке, описанном выше. Данное обстоятельство является началом процесса КРМ для УН с показанными условно обобщенными группами однотипных электроприемников (рис.1) в алгоритме управления (рис.2).

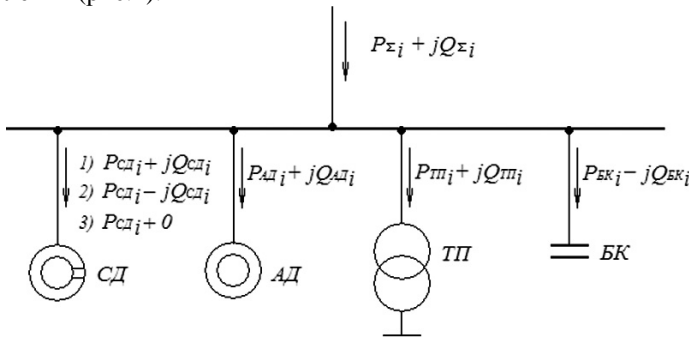


Рис. 1. Условная схема УН с обобщенной нагрузкой групп характерных электроприемников

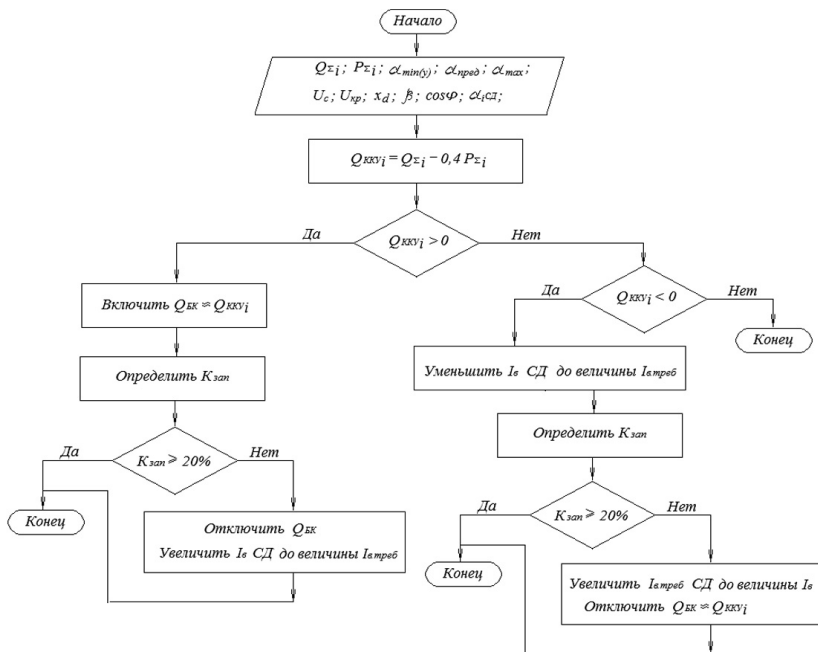


Рис. 2. Алгоритм управления КРМ УН

Как видно из приведенного алгоритма: 1) стратегией компенсации является использование БК в базовой части графика вырабатываемой УН реактивной мощности, а СД — в регулируемой; 2) основная роль КРМ сводится к оптимизации потерь, а регулированию напряжения с помощью изменения потоков РМ внимания не уделяется, хотя оно неизбежно происходит. Данное обстоятельство объясняется тем, что алгоритм КРМ разрабатывается в применении к предприятиям обогатительного производства Норильской энергосистемы, для которой, благодаря незначительной протяженности ЛЭП-110 кВ, уровни напряжения поддерживаются в допустимых пределах и практически не требуют использования устройств РПН трансформаторов [1, 2]. Тем не менее, контроль текущего значения напряжения на зажимах электроприемников и на питающих шинах в рассмотренном алгоритме осуществляется для определения оптимальных параметров возбуждения СД, расчета генерации РМ батареями конденсаторов. Непосредственное регулирование напряжения в УН, для поддержания его на питающих шинах в пределах, допустимых ГОСТ 13109 - 97, в течение процесса

КРМ должно осуществляться автоматическим изменением положения избирателей устройства РПН трансформаторов ГПП.

Изложенная в виде алгоритма (рис. 2) КРМ в УН, несмотря на сложность использования управляющих воздействий, на самом деле является упрощенной. В ней не рассмотрены, в частности, изменения ограничений со стороны энергоснабжающей организации по поддержанию того или иного значения $tg\phi$ в часы максимума и минимума нагрузки энергосистемы и возможности потребления дополнительной РМ от генераторов электростанций, т. е. работа УН в режиме недокомпенсации с помощью ИРМ УН. Такой режим может оказаться целесообразным в том случае, когда КРМ в УН возможна только с помощью БК (СД по технологии отключены), а подключение дополнительных секций БК может нарушить устойчивость УН.

Однако, всесторонний анализ технико-экономических показателей всех возможных ИРМ УН даже не учитывая загрузку электродвигателей 6—10 кВ активной мощностью во всех характерных нормальных и послеаварийных режимах работы электрической сети при значительных отклонениях напряжения (в допустимых пределах) весьма сложен и потребует значительных затрат времени. Поэтому, при формировании базы состояний ЭСПП для разработки и совершенствования процесса классификации в алгоритме управления КРМ необходима имитационная модель (ИМ) УН, позволяющая аналитически вычислять электрические параметры сети с учетом ее текущей структуры.

Выводы

1) Технические возможности СД как ИРМ ограничиваются, прежде всего, нагревом обмоток статора и ротора максимально допустимыми токами нагрузки и возбуждения, а также минимально допустимой величиной потребляемой или генерируемой РМ по условию обеспечения их устойчивой синхронной работы. Для возможности грамотной эксплуатации СД как ИРМ необходимо определить допустимую рабочую зону по РМ в зависимости от загрузки двигателей активной мощностью и уровня напряжения питающей сети.

2) Технические возможности БК как ИРМ ограничиваются их перегрузочной способностью при возникновении резонансных режимов высших гармоник в сети с нелинейной нагрузкой. Кроме того, при наличии высших гармоник действующие значения тока и напряжения на конденсаторе не дают представления о его РМ, поэтому для выбора емкости БК и обеспечения их устойчивой работы

необходимо учитывать состав гармоник в сети и их отрицательный регулирующий эффект.

3) Для исследования условий нарушения устойчивости узла нагрузок при КРМ в УН с помощью батарей конденсаторов требуется анализ статических и динамических характеристик этого узла.

4) Так как в большинстве случаев комплексная нагрузка УН состоит из совокупности АД, СД и пассивной нагрузки, то для исследований устойчивости УН в качестве схемы замещения можно принять эти три эквивалентных элемента, а в качестве аналитического выражения — уравнения, описывающие статические и динамические характеристики УН.

Список литературы:

1. Разработка комплексной системы оптимизации режимов электроснабжения и улучшения качества электрической энергии в распределительных сетях рудников ОАО «Норильская горная компания». Отчет о НИР. СПГГИ, 2002, — 60 с.
2. Саушкин С. А., Малухин В. В., Кирилина О. И. Анализ состояния и перспективы баланса реактивной мощности Норильской энергосистемы. // Промышленная энергетика. — 1996. — № 9.

СЕКЦИЯ 9.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУНГИТОВЫХ ПОРОД С БАКЫРЧИКСКОГО И КАРЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Казанкапова Майра Куттыбаевна

PhD, КазНУ им. Аль-Фараби, г. Алматы, респ. Казахстан

E-mail: maira_1986@mail.ru

Бекжанова Айгерим Жамбуловна

магистрант, АТУ, г. Алматы, респ. Казахстан

E-mail: aikon_zhez@mail.ru

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SHUNGITE FROM BAKYRCHIK AND KARELIAN FIELD

Maira Kazankapova

PhD, KazNU al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

Aigerim Bekzhanova

Master's, ATU, Almaty, Kazakhstan

АННОТАЦИЯ

Целью настоящей работы исследование шунгитсодержащего сырья, их свойств и выявление возможности использования полученных композитов для решения ряда экологических, технологических и экономических задач. Методами ИК-спектроскопии и электронной микроскопии изучены физико-химические характеристики шунгитовых пород с Бакырчикского и Карельского месторождений. В результате ИК-спектроскопического исследования определено, что в концентратах помимо полициклических углеводородов, содержащих метиленовые группы, появляются кислородсодержащие карбоксильные группы. В результате исследования исходного и флотационного образца с

помощью электронной микроскопии показано, что путем флотации можно получить более развитую структуру с большей удельной поверхностью и пористостью.

ABSTRACT

The background of this research shungite of raw materials, their properties and to identify the possibility of using the composites for the solution of a number of environmental, technological and economic problems. By IR- spectroscopy and electron microscopy study of physical and chemical characteristics of shungite from Bakyrchik and Karelian field. As a result, the IR- spectroscopic study determined that concentrates containing polycyclic hydrocarbons methylene groups in addition there are oxygen-containing carboxylic acid groups. The study of the initial and flotation sample using electron microscopy showed that flotation can be obtained by a more developed structure with a higher specific surface area and porosity.

Ключевые слова: шунгитовые породы; элементный анализ; ИК-спектроскопия; электронная микроскопия.

Keywords: shungit; elemental analysis; IR-spectroscopy; electron microscopy.

Экологическая напряженность, достигшая в последние десятилетия мировых масштабов, может быть снята посредством последовательного практического решения экологических проблем. В связи с этим ключевое значение приобретает переосмысление всех сфер человеческой деятельности и, в первую очередь, науки, как решающего фактора социально-экономического развития страны.

Вопрос о загрязнении окружающей среды техногенными загрязнителями в настоящее время актуален для любых территорий, имеющих промышленные предприятия. К наиболее опасным проявлениям экологического кризиса в нашей республике относится загрязнение водных ресурсов и почвы (нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами, пестицидами и др.).

Распространенными методами очистки воды, воздуха и почв являются адсорбционные методы. Однако большинство применяемых сорбентов имеют общеизвестные недостатки (высокая стоимость; сравнительно незначительный срок службы). Процессы их приготовления характеризуются многостадийностью, сложностью применяемого оборудования, значительным расходом дорогостоящих реагентов, ограниченностью сырьевой базы и т. д. В этой связи настоящая работа посвящена созданию и изучению углеродсодержащих и минеральных

сорбентов из дешевого местного сырья — шунгитовых пород, образующих природные толщи и отвалы после добычи и обогащения полиметаллических руд. В качестве источника для получения ряда углеродсодержащих материалов могут служить шунгитовые породы, имеющиеся в Казахстане в достаточных для промышленного использования количествах. В этой связи разработка фундаментальных и технологических основ создания новых углеродсодержащих материалов из Казахстанского сырья, приобретает особую актуальность.

Шунгитовые породы сложены высокодисперсным кристаллическим силикатным и аморфным углеродным материалом, являются уникальным по составу и структуре природным композитом, обладающим рядом перспективных технологических свойств. Они представляют интерес как комплексный сорбент, катализатор или носитель катализаторов [5, с. 182], обладающий одновременно свойствами углеродных и силикатных материалов. В настоящее время продолжается изучение возможности использования шунгитовых пород как сорбционных материалов для очистки сточных вод от нефтепродуктов и фенолов [1, с. 156—161].

Учёные объясняют уникальные свойства шунгита его необычной структурой. Шунгитовый углерод образует в породе матрицу, в которой равномерно распределены дисперсные силикаты со средним размером около 1 мкм. Свойства шунгитовой породы определяются двумя факторами: во-первых, свойствами шунгитового углерода, во-вторых, структурой породы, взаимоотношениями углерода и силикатов.

Принимая во внимание геологическую позицию разнообразных шунгитовых пород, по формам их проявления шунгиты разделены на два неравнозначных сочетания:

1. миграционные шунгиты (нестратифицированные), слагающие жилы и гнезда;
2. шунгитовые породы, образующие стратифицированные пласты в осадочных и вулканогенно-осадочных породах.

Учитывая сложный минералогический и химический составы углеродсодержащего сырья, залегающего как в рудном теле, так и в отвалах промышленных предприятий, разработка его безотходной технологии получения продуктов заданного состава и свойств, становится актуальной проблемой имеющей как научное, так и практическое значение.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Многие авторы рассматривают шунгитовую породу из Карелии как эталонный представитель данного класса твердых битумов [8, с. 224]. По структуре подобным карельским шунгитам на атомно-молекулярном

уровне оказался шунгит месторождения Бакырчик (Восточный Казахстан) [9, с. 183; 3, с. 130]. По мнению С. Г. Глебашева с соавторами [2, с. 33—42], Бакырчикскую группу шунгит-платиноидно-золото-сульфидных месторождений, расположенных в пределах Кызыловской зоны разломов в Восточном Казахстане, в настоящее время можно рассматривать как промышленно перспективную наряду с Зажогинской группой благороднометалльно-шунгитовых месторождений Карелии. В пределах Кызыловской зоны разломов, аналогично карельским шунгитовым месторождениям, выделяются три типа шунгитоносных пород — высокоуглеродистый шунгитовый ($C_{орг}$ более 25 %), среднеуглеродистый шунгитистый ($C_{орг}$ 5-25 %), низкоуглеродистый шунгитосодержащий (обычно 1-5 %), и ряд минеральных разновидностей шунгитоносных руд [3, с. 130]. Надмолекулярная структура является одним из характеристических признаков шунгитов [6, с. 164; 7, с. 1156—1158], что служит причиной сравнения надмолекулярных структур шунгитов Карелии и шунгитоподобного вещества месторождения Бакырчик [4, с. 4—7].

Мы провели исследование казахстанских и карельских шунгитов на базе современных высокоразрешающих методов (ИК-спектроскопии, электронной микроскопии).

ИК-спектроскопический анализ шунгитовых пород. Нами проведено ИК — спектроскопическое изучение полученных минералов. Спектры проб снимали на ИК-спектрофотометре (IR-ft) в Университете Сантьяго Де Компостелла (Испания). В ИК-спектрах карбонизованных образцов наблюдаются соединения с карбонильной ($1600—1800\text{ см}^{-1}$), карбоксильной ($1000—1300\text{ см}^{-1}$), гидроксильной, фенольной ($3700—3200\text{ см}^{-1}$) и аминной ($3500—3300\text{ см}^{-1}$) группами, как и у активированных углей. Из рисунка 1 видно, что в ИК спектре исходной шунгитовой породы с Бакырчикского месторождения (Казахстан) наблюдаются характеристические полосы поглощения ОН гидроксильных групп ($3551,38, 3627,43\text{ см}^{-1}$), NH_2 ($3412,46, 3480,92\text{ см}^{-1}$), ОН группа карбоновых кислот ($3210,12\text{ см}^{-1}$), С-Н ($2860,74\text{ см}^{-1}$), С=О ($1617,02, 1637,63\text{ см}^{-1}$), CH_2 ($2973,92, 1375,85\text{ см}^{-1}$), С-С валентные колебания ароматического кольца ($1424,51\text{ см}^{-1}$), С—О ($1270,83\text{ см}^{-1}$), С—ОН ($1028,71\text{ см}^{-1}$), дизамещенного бензола ($797,76, 700,57\text{ см}^{-1}$).

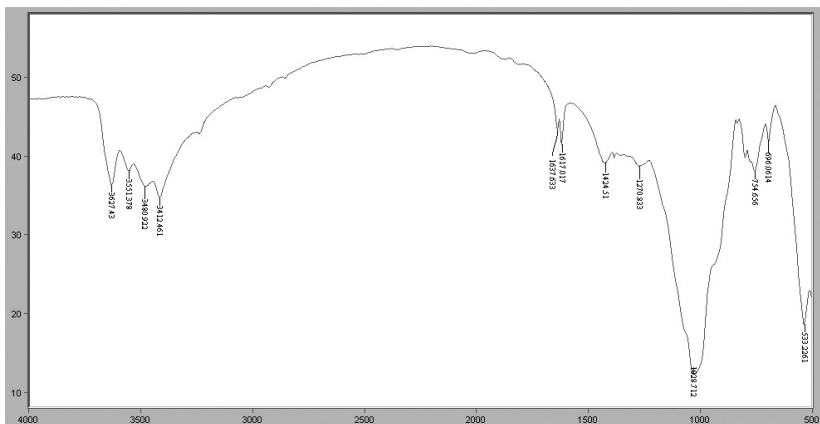


Рисунок 1. ИК спектры усредненной шунгитовой породы с Бакырчикского месторождения (Казахстан)

ИК спектры шунгитовой породы Бакырчикского месторождение (Казахстан) после флотационного обогащения (рисунок 2) наблюдаются характеристические полосы поглощения ОН гидроксильных групп ($3551,66\text{ см}^{-1}$), NH_2 ($3474,66$, $3412,88\text{ см}^{-1}$), ОН группа карбоновых кислот ($3209,34\text{ см}^{-1}$), С-Н ($2879,45\text{ см}^{-1}$), С=О ($1640,28$, $1613,81\text{ см}^{-1}$), CH_2 ($2917,55$, $1380,12\text{ см}^{-1}$), С-С валентные колебания ароматического кольца ($1413,81\text{ см}^{-1}$), С—О ($1215,37\text{ см}^{-1}$), С—ОН ($1087,69\text{ см}^{-1}$), С=C ароматического кольца ($1024,28\text{ см}^{-1}$), дизамещенного бензола ($793,29$, $710,07\text{ см}^{-1}$).

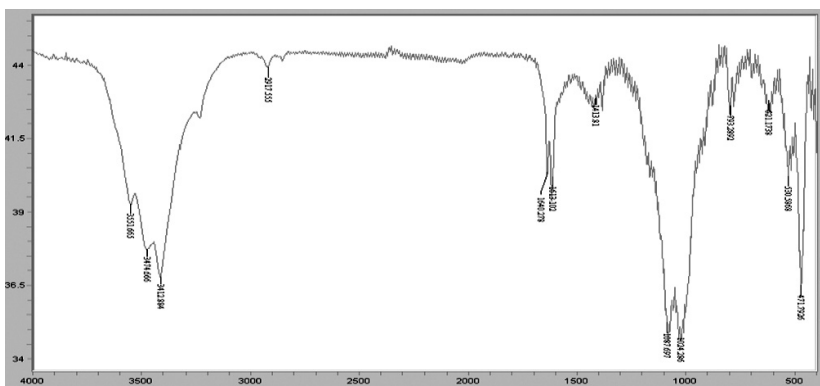


Рисунок 2. ИК спектры шунгитовой породы Бакырчикского месторождения (Казахстан) после флотационного обогащения

Из рисунка 3 видно, что в ИК спектре шунгитовой породы Карельского месторождение (Россия) после флотационного обогащения приведены на рисунке 2. В ИК спектре наблюдаются характеристические полосы поглощения ОН гидроксильной группы ($3549,97\text{ см}^{-1}$), NH_2 ($3473,68$, $3411,58\text{ см}^{-1}$), ОН группа карбоновых кислот ($3237,13\text{ см}^{-1}$), С-Н ($2870,53\text{ см}^{-1}$), С=О ($1638,93$, $1619,86\text{ см}^{-1}$), CH_2 ($2960,15$, $1379,18\text{ см}^{-1}$), С-С валентные колебания ароматического кольца ($1435,24\text{ см}^{-1}$), С—О ($1207,15\text{ см}^{-1}$), С—ОН ($1085,96\text{ см}^{-1}$), С=C ароматического кольца ($1047,12\text{ см}^{-1}$), дизамещенного бензола ($754,65$, $696,06\text{ см}^{-1}$).

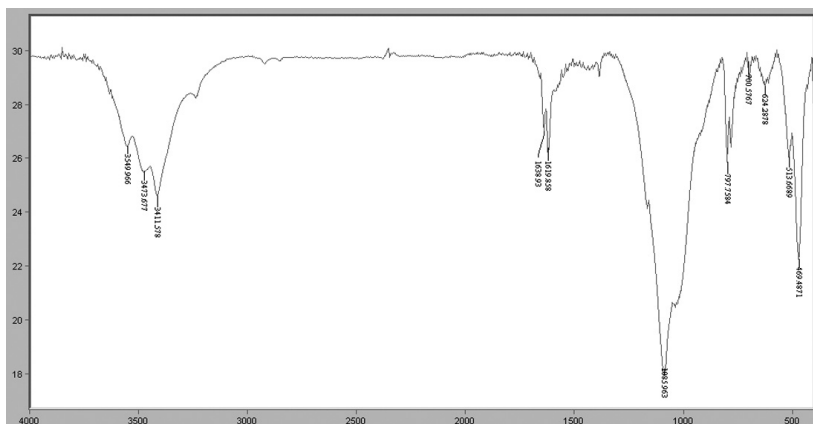
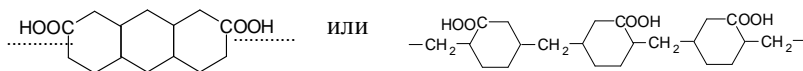


Рисунок 3. ИК спектры шунгитовой породы Карельского месторождения (Россия) после флотационного обогащения

В результате исследования определено, что в концентратах помимо полициклических углеводородов, содержащих метиленовые группы, появляются кислородсодержащие карбоксильные группы:



Углеродные частицы шунгитовых концентратов вследствие более высокой адсорбционной активности вступают в контакт с сорбатор гидрофобной частью, а кислородсодержащие группы отвечают за хемосорбционные процессы.

Электронная микроскопия. Исследователями отмечается [9, с. 183], что электронная микроскопия является одним из наиболее эффективных методов изучения структуры материалов, составлен-

ных частицами малых размеров. Электронные микроскопические снимки карбонизованных сорбентов на основе шунгитовых пород были выполнены на сканирующем электронном микроскопе (Scanning Electron Microscope, JEOL JSM-6360LV)

Микродифракционные картины от подобных скоплений частиц, представлены на рисунках 4,5,6.

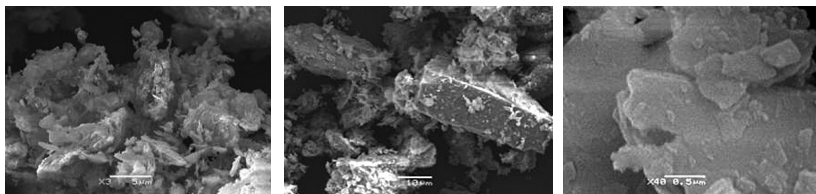


Рисунок 4. Электронно-микроскопический снимок усредненной шунгитовой породы с Бакырчикского месторождения (Казakhstan)

Как видно из рисунка 4 образец в исходной форме очень плотный и прочный. В ходе флотации происходит изменение структуры сорбента.

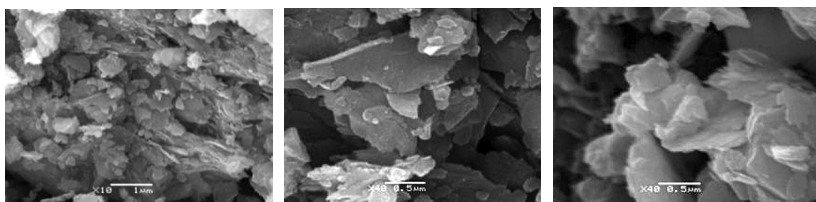


Рисунок 5. Электронно-микроскопический снимок шунгитовой породы Бакырчикского месторождения (Казakhstan) после флотационного обогащения

При исследовании казахстанских шунгитов с помощью электронного микроскопа на всех образцах (до и после флотации) наблюдалась схожая морфологическая картина поверхности скола — пластинчато-ступенчатая, в отличие от карельских, имеющих, как правило, округлые формы субмикрообосложений на поверхности скола (рисунок 6). При этом форма и размеры пластин казахстанских шунгитов были весьма разнообразны. Хотя торцы пластин чаще всего ровные и прямые, отмечаются и зазубренные края с треугольными, как у пилы, зубцами. Встречаются как субпараллельные ряды пластин, так и веерообразно расходящиеся.

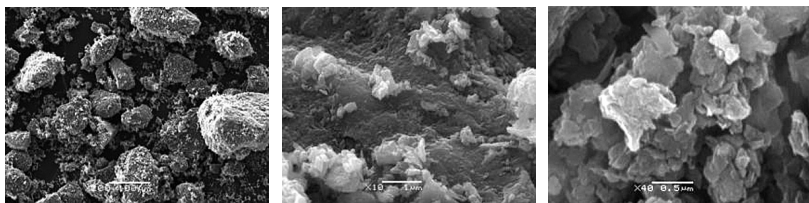


Рисунок 6. Электронно-микроскопический снимок шунгитовой породы Карельского месторождения (Россия) после флотационного обогащения

Установлено, шунгит имеет турбостратную структуру подобно кристаллитам сажи, т. е. сложен параллельными графитоподобными слоями, неупорядоченно смещенными относительно друг друга. Показано, что шунгитовый углерод различается по степени упорядоченности графитоподобных слоев, причем наиболее разупорядоченный углерод наблюдается в породах с большим его содержанием.

Список литературы:

1. Ануфриева С. И., Исаев В. И. и др. Оценка возможности использования природного материала — шунгита для очистки нефтесодержащих стоков: труды международного симпозиума. — Петрозаводск. Карелия, 2000. — С. 156—161.
2. Глебашев С. Г., Игнатъев С. В., Ковязин А. Н. Формирования и размещение шунгитовых пород Кызыловской зоны (Восточный Казахстан) // Советская геология. — 1989. — № 1. — С. 33—42.
3. Глебашев С. Г. Шунгитоносность Кызыловской зоны разломов: дис. канд. геол.мин.наук. — Казань, 1992. — 130 с.
4. Голубев Е. А., Глебашев С. Г. Надмолекулярное строение антракосолита месторождения Бакырчик, Восточный Казахстан // Вестник, апрель.— 2006.—№ 4. — С. 4—7.
5. Дюкжиев Е. Ф., Калинин Ю. К., Соколов В. А. Шунгитовые породы Карелии: [под ред. Шлямина А. Н.]. Петрозаводск. Карелия, 1981. — 182 с.
6. Мелков В. Г., Сергеева А. М. Роль твердых углеродистых веществ в формировании эндогенного уранового орудения: учеб. пособие. — М.:Недра, 1990. — 164 с.
7. Пеньков В. Ф., Дубинчук В. Т., Успенский В. А. Надмолекулярная структуры антракосолитов: Минералогия. ДАН СССР, 1975. — С. 1156—1158.
8. Пеньков В. Ф. Генетическая минералогия углеродистых веществ : учеб. пособие. — М.:Недра, 1996. — 224 с.
9. Шунгиты — новое углеродистое сырье. — Петрозаводск: Карелия, 1984. — 183 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ

Григорьев Сергей Михайлович

канд. воен. наук, доцент ВА РВЧН, г. Москва

E-mail: smgrig@mail.ru

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF STRATEGY OF AUTOMATION OF MANAGEMENT BY SAFETY OF MILITARY SERVICE

Sergey Grigorev

Candidate. Military., Associate Professor of MA of RSF, Moscow

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются три этапа выбора стратегии автоматизации управления безопасностью военной службы. На первом этапе обосновываются множества управленческих задач, решаемых звеньями управления. Второй этап посвящен анализу информации и создания банков данных. Заключительный этап посвящен обоснованию задач, подлежащих автоматизации.

ABSTRACT

In article three stages of a choice of strategy of automation of management are considered by safety of military service. At the first stage sets of the administrative tasks solved by control links locate. The second stage is devoted to the analysis of information and creation of databanks. The final stage is devoted to justification of the tasks which are subject to automation.

Ключевые слова: автоматизация, управление.

Keywords: automation, management

В данной статье под безопасностью военной службы понимается состояние защищенности военнослужащих от воздействия опасных и вредных факторов военной службы.

Под стратегией автоматизации мы будем понимать общий план автоматизации задач управления в — Вооруженных Силах, видах и родах войск, объединениях, соединениях, воинских частях — отвечающий на

вопросы: нужна ли автоматизация; если нужна, то, что именно, какие задачи и в каких звеньях и подразделениях органов управления следует автоматизировать и в какой последовательности это сделать; какие технические (компьютерные) средства для этого необходимы.

На рис. 1 представлена концепция обоснования выбора стратегии автоматизации управления безопасностью военной службы в военной организации.

На первом этапе осуществляется информационное обследование всех звеньев управления, входящих в систему (военную организацию), которое может включать анализы:

- организационной структуры всех звеньев управления с выделением в них всех функциональных подразделений;
- процесса управления в каждом из подразделений звена управления с декомпозицией его до самостоятельных управленческих задач;
- управленческих задач с определением их взаимосвязей, типа в соответствии с принятыми признаками классификации, их свойств — объема информации, существующей и необходимой оперативности решения, частоты использования, трудоемкости разработки, степени формализации и других;
- всей совокупности задач на всех обследуемых звеньях управления с отнесением их к классам и группам — информационных, информационно-расчетных, математических моделей, типовых, стандартных, автономных и взаимосвязанных.

Реализация этого этапа осуществляется на основе декомпозиции функций, указанных на двух контекстных диаграммах в верхней части рис. 1 с использованием методологии SADT. Сначала декомпозиция осуществляется по функциям подразделений звена управления: управлять личным составом, управлять вооружением и военной техникой, управлять ресурсами и другие. Затем декомпозиция осуществляется по подфункциям (задачам) подразделений с включением в функциональную модель наиболее сложных, трудоемких и часто повторяющихся задач.

В результате структурно-функционального анализа определяются множества управленческих задач подразделений звеньев управления, информационные взаимосвязи между ними и направления движения потоков информации, состав информационного обеспечения задач и источники получения данных, ориентировочных данных для расчета объемов входной и выходной информации.

Как показано на рис. 1, к входной информации относятся множества $\{I_j\}$ и $\{C_i\}$, данные которых получают:

- со старших звеньев управления в виде правил, требований, инструкций, технологий и норм выполнения задач, а также дополнительной необходимой информации — множество $\{C_j\}$;
- с подчиненных звеньев управления, из взаимодействующих с рассматриваемым звеном организаций и учреждений или от своих постов наблюдения и изменения за условиями военной службы — множество $\{I_j\}$.

К выходной информации относятся данные множества $\{O_i\}$ в виде продукции и услуг — результатов выполнения управленческой задачи — решения, планы, распорядительные документы и воздействия, учетные документы и результаты расчетов.

Множество данных $\{M_k\}$ характеризует исполнителя и механизм выполнения управленческой задачи: кто исполняет и с помощью каких средств. Сюда может включаться и консервативная информация, та ее часть, которая не изменяется во времени и заложена в постоянной памяти органа управления, зарегистрирована в средствах хранения.

На втором этапе информационного обследования осуществляется анализ информации, необходимой для решения управленческих задач.

Состав информационного обеспечения управленческих задач включает: единую систему классификации и кодирования информации; унифицированную систему документации; структуру массивов информации, используемых при решении задач [1, с. 58].



Рис. 1 Концепция выбора стратегии автоматизации информационных задач УБВС с использованием концептуальных (SADT) моделей

В первую очередь анализируются свойства информации: ее динамичность, вариативность, достоверность (стохастичность), объем и режим передачи, форма представления, тип данных и источник получения.

Динамичность, вариативность и тип данных свойства взаимосвязанные и исследуются методом анализа вариаций и временных рядов.

Вариативность может характеризоваться показателями размаха вариации R или среднеквадратичным отклонением σ ; динамичность — абсолютный приростом Δu , темпом роста T_p и темпом прироста (снижения) ΔT_p .

По типу элементы данных могут быть постоянными (константами) или переменными, числовыми (целочисленными, двоичными, десятичными и др.), логическим, строковыми (буквенно-цифровыми) [1, с. 92].

Объем информационного обеспечения задач при обследовании рассчитывается приближенно по объему входных и выходных документов в страницах с переводом их в единицы измерения объема информации килобайты (байты).

На основе анализа свойств информации она разделяется на классы и группы — консервативная (постоянная), оперативная (переменная), общего пользования, функциональная, специальная. Затем формируются соответствующие этим классам и группам банки данных.

Заключительный этап информационного обследования включает: определение подмножества управленческих задач, подлежащих автоматизации по признакам низкой существующей оперативности, снижающей оперативность процесса управления в целом или же по недостаточной достоверности результатов; частоты использования задач в звене и обследуемой системе в целом, наличия типовых и стандартных программ решения конкретных задач; проведение военно-экономического анализа с учетом перечня задач, автоматизация которых возможна, частоты использования и наличия типичности в обследуемой системе управления, наличия разработанных уже стандартных программ решения задачи.

Затем составляется перечень задач подлежащих автоматизации, определяется последовательность ее реализации с учетом взаимосвязанности задач и вклада их автоматизации в улучшение качества управления безопасностью военной службы.

Список литературы:

1. Ларин А. А. Теоретические основы управления. Часть I. Учебное пособие. М.: РВСН, 1998. — 300 с.

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Потапова Вера Андреевна

*студентка 4 курса, кафедры защита в чрезвычайных ситуациях
Горный Факультет, Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск*

E-mail: beriske@mail.ru

Иванов Алексей Алексеевич

научный руководитель, доцент СВФУ, г. Якутск

PROBLEM OF POLLUTION DRINKABLE WATER IN SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA)

Vera Potapova

*The student 4 course, faculties protection in extreme situations Mining
Faculty, North-East federal university, Yakutsk*

Aleksey Ivanov

North-East federal university, Yakutsk

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена отрицательному воздействию качество питьевой воды на здоровье населения Республики Саха (Якутия) и на решение вопроса о будущем здоровья населения. В статье рассматриваются пути и мероприятия, проводимые для сохранения здоровья человека, путем обеспечения доброкачественной водой.

ABSTRACT

Article is devoted to negative influence quality of drinkable water on health of the population of Sakha Republic (Yakutia) and on the decision of a question on the future of health of the population. In article solve problem for preservation of health of the person, by maintenance with good-quality water.

Ключевые слова: геохимические реакции; экологический риск.

Keywords: geochemical reactions; ecological risk.

Республика Саха (Якутия) — самый крупный субъект Российской Федерации и самый суровый край на Земле, освоенный человеком. Якутия богата не только ценными природными ресурсами, но и

водными ресурсами, это страна многочисленных рек и озер. Величественны и многоводны ее реки и озера. Через заснеженные горы, дремучие таежные леса и бескрайние тундровые просторы несут свои воды реки. В речных и озерных водах — рыбное изобилие. Гордостью Республики Саха (Якутия) является одна из величайших рек мира — река Лена.

Одним из факторов, оказывающих отрицательное влияние на здоровье населения, является низкое качество питьевой воды, прежде всего, из-за отсутствия водоочистных сооружений и крайне неудовлетворительного технического состояния и маломощности существующих водозаборных сооружений водопровода г. Якутска.

Таким образом, качество подаваемой питьевой воды населению города Якутска целиком зависит от качества воды реки Лена.

Все реки Якутии относятся к рекам бассейна Северного Ледовитого океана. По типу питания они относятся преимущественно к снеговому, хотя участие ледников и подземных вод в питании рек горной области прослеживается достаточно ясно. Значительная часть стока осуществляется в теплое время (от 80 до 100 %), в зимнее время многие реки перемерзают и не имеют постоянного стока. Общий сток рек оценивается в 900 куб. км. Это означает, что на каждого жителя приходится немногим менее 1 млн. т речной воды.

Однако замедленность геохимических реакций в условиях низких температур приводит к медленной самоочистке (окислению, гидратации, переработке водными организмами) загрязнителей. Это обстоятельство, в свою очередь, приводит к ухудшению качества воды. На Вилюе, Хроме, Верхней Индигирке, на многих малых реках вблизи крупных населенных пунктов по многим соединениям и элементам (нефтепродукты, фенолы, окислы твердых металлов и др.) давно превышены предельно допустимые концентрации (ПДК) [1, с. 18].

Согласно общей классификационной схеме, все речные системы Якутии объединены в 5 классов, каждому из которых соответствует определенный диапазон изменения площадей водосборов, длин расходов воды. По признаку пространственной размерности к малым рекам отнесены водотоки с площадью водосбора от 201 кв. км до 2000 кв. км и длиной от 21 км до 100 км, к средним — площадями от 2001 кв. км до 200000 кв. км и длиной от 101 до 500 км. [4, с. 32]

Бассейн Лены в целом, как и сама эта река, представляет с собой трансграничную, сложно построенную экологическую систему планетарного ранга. Ее верховья представлены горно-долинными ответвлениями в окрестностях Байкала, а низовья смыкаются

с Приморскими низменностями и прибрежными акваториями Северного Ледовитого океана. Естественно, что на столь большом пространстве факторы экологического риска существенно варьируют, причем они распадаются на две большие категории: А — естественные факторы экологического риска и Б — техногенно обусловленные факторы.

Таблица 1

Сведения об основных реках Якутии

Река	Место впадения	Длина реки, км	Площадь бассейна, тыс. кв. км	Ср. год. расход, куб. м/ с	Объем стока, куб. км/ год
Лена	море Лаптевых	4400	2488	16600	523
Олекма	р. Лена	1436	210	1040	33
Алдан	р. Лена	2273	729	5270	166
Мая	р. Алдан	1053	171	1180	37
Амга	р. Алдан	1462	69,3	178	6
Виллюй	р. Лена	2650	454	1520	48
Марха	р. Виллюй	1181	99,0	4021	13
Тюнг	р. Виллюй	1092	49,7	118	4
Анабар	море Лаптевых	939	100	444	14
Оленек	море Лаптевых	2270	219	1200	39
Яна	море Лаптевых	1490	238	1080	57
Индигирка	Восточно-Сибирское море	1726	360	1560	49
Алазея	Восточно-Сибирское море	1590	74,7	36,3	1
Колыма	Восточно-Сибирское море	2129	681	3260	103

К **естественным** факторам экологического риска (категория А) бассейна Лены в целом относятся:

- экстремальные климатические условия;
- наличие криолитозоны с изменяющимися в широком диапазоне параметрами мощности, температуры, сплошности, литологического строения, величинами сезонного протаивания — промерзания и т. д.;
- низкая способность биоты к самовосстановлению и самоочищению после техногенных воздействий;
- малая мощность и термическая неустойчивость почвенного покрова;
- наличие устойчивых геохимических аномалий, создающих под влиянием криогенных процессов ореолы концентрации тяжелых

металлов в почвенно-растительном покрове вследствие «подсасывания» к верхним горизонтам химических элементов от залегающих на глубине рудных источников;

- неравномерность схода снежного покрова и вскрытия рек в горно-долинных участках гидросети по отношению к равнинно-низменным, что само по себе создает предпосылки появления высоких и быстро нарастающих паводков.

К **техногенным (или наложенным, вторичным)** факторам экологического риска (категория Б) следует относить большую группу явлений и процессов, обусловленных производственной деятельностью человека, дестабилизирующей естественное состояние экосистем. Эта группа факторов включает весьма широкий спектр техногенных и промышленных воздействий человека на экосистемы, — от просто механического нарушения почвенно-растительного покрова до радиационного загрязнения природной среды и загрязнения природной среды и загрязнения поверхностных вод стоками сельскохозяйственного производства, выпадениями из атмосферы техногенных аэрозольных и пылевых примесей. Установлено, например, что различных участков Ленского бассейна достигают выбросы в атмосферу Норильского горно-металлургического комбината, дымовые выпадения от местных и удаленных лесных пожаров [5, с. 54] [3, с. 48].

В республике по данным лабораторной статистики водопроводной воды, которой пользуется 30 % населения, каждая пятая проба не соответствует гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям; каждая четырнадцатая по бактериологическим. Из 670 населенных пунктов республики только в 32 имеются сооружения по очистке воды, это 0,05 % и в основном в промышленных районах и поселках. Город Якутск, г. Ленск, п. Удачный имеют только механическую очистку, а г. Алдан и того не имеет [2, с/ 112].

Как мы знаем, факты упрямая вещь. Если мы говорим «Вода — источник жизни», то вода, не отвечающая ГОСТу причина болезней и смерти людей в 30 случаях от 100.

Встает вопрос, как выйти из создавшегося безвыходного положения? Ответ один. Человек является частью окружающей среды, притом основной частью. Надо обратиться лицом к человеку, занимаясь охраной его здоровья, путем обеспечения доброкачественной водой.

А пути таковы:

- первое, принятие в Республике Саха (Якутия) Закона «О питьевой воде и питьевом водоснабжении», разработанный Госкомитетом по санэпиднадзору;

- второе, для реализации «Программы обеспечения населения питьевой водой» создать при Правительстве «Специализированную исполнительную дирекцию», которая занималась бы только вопросами питьевой воды.

Стоит задуматься, неужели нам не дорога собственная жизнь, которую мы беспощадно, незаметно для себя губим. А объем загрязнений водоемов с каждым годом увеличивается во много раз.

Список литературы:

1. Вопросы экологии и экологического образования в Якутии: Сборник научных трудов/ Под. ред. к.б.н. доцента В. Н. Винокурова. Якутск: Издательство Якутского университета, 2001.
2. О состоянии окружающей среды РС(Я) в 2001: Гос докл./ Правительство РС(Я). Якутск: Сахаполиграфиздат, 2001 — 272 с.
3. Проблемы экологии Якутии: Биогеографические исследования. Сборник научных трудов, Якутск: Издательство Якутского госуниверситета, 1996 — 164 с.
4. Реки и озера Якутии: крат. справ./ С. К. Аржакова [и др.; отв. ред. В.И. Агеев]; М-во образования и науки РФ, Якут. гос. ун-т им. М. К. Амосова.— Якутск: Бичик 2007.— 136 с.:ил.
5. Экологическая безопасность реки Лены: Мониторинг, природные и техногенные катаклизмы: Материалы респ. науч.- практ.конф., г. Якутск, 23 ноября 2001г./ Отв. ред. Д. Д. Савинов; АН РС(Я) Ин-т прикл. Экология Севера. — Якутск, 2001 — 136 с.

СЕКЦИЯ 10.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИКИ

Семушкин Дмитрий Анатольевич

аспирант, МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва

E-mail: disemushkin@yandex.ru

DEVELOPMENT OF THE COMPLEX INDEX OF PRODUCTION AND LOGISTIC SUPPORT OF RESTORATION OF EQUIPMENT OPERABILITY

Dmitry Semushkin

Postgraduate Moscow State Technical University n.a. N.E. Bauman

АННОТАЦИЯ

Целью работы является рассмотрение проблемы рациональной организации комплекса мероприятий и процессов производства технического обслуживания и ремонта техники, связанная с учетом ряда факторов.

Предложена методика формирования комплексного показателя производственно-логистической поддержки восстановления работоспособности техники, позволяющая оценивать производственно-восстановительные процессы в цепи «эксплуатация — обслуживание — снабжение — поставщики — производитель».

ABSTRACT

The purpose of this work is to consider an issue of rational organization of the complex of actions and processes to perform maintenance and repair of equipment, accounting for a number of factors.

Suggested technique is formation of a complex index of production and logistic support of restoration of equipment operability, allowing to evaluate production and restoration processes in the chain «operation — service — supply — suppliers — the producer».

Ключевые слова: комплексный показатель; производственно-восстановительные процессы; интегрированная логистическая поддержка.

Keywords: complex index; production and restoration processes; the integrated logistic support.

В последние десятилетия произошло коренное изменение вектора развития и совершенствования разработки и производства сложной техники — процессы проектирования, конструирования, создания опытных образцов, переход непосредственно к самому производству, продажа, поставка — рассматриваются только во взаимосвязи с процессом эксплуатации; этап эксплуатации становится главенствующим, определяющим концепцию и организующим «под себя» систему управления и поддержки жизненным циклом (ЖЦ) продукции.

Эффективность использования техники возможна только при ее исправном работоспособном состоянии, другими словами, только непосредственно в процессе эксплуатации техники можно судить о ее надежных и конкурентных характеристиках, составляющих понятие «качество объекта техники».

Появление непредвиденных отказов и дефектов может произойти даже на самом современном высокотехнологичном оборудовании. С одной стороны, современная техническая ремонтная база позволяет восстановить утраченную работоспособность практически для любых видов отказов (кроме гибели изделия в результате катастрофы). С другой стороны, ключевой вопрос восстановления работоспособности — это временные и материальные затраты на проведение технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Ведь по какой бы причине не произошел бы отказ, первостепенное значение имеют показатели готовности объекта техники, зависящие от возможности замены отказавшего узла в кратчайшие сроки. Поэтому в технических заданиях на поставку объектов техники с особой тщательностью прописываются определения отказа, дефекта, регламенты проведения работ по ТОиР и ответственность за их сроки и качество, а в части технико-экономического обоснования, рассчитываются эксплуатационные расходы и плановая стоимость ЖЦ на этапе эксплуатации.

Средства мониторинга и диагностики агрегатов и подсистем — это решение технических проблем по снижению времени, необхо-

димого для обнаружения дефектного элемента. Но остается проблема рациональной организации всего комплекса мероприятий и процессов производства технического обслуживания и ремонта техники, связанная с учетом множество разнообразных и часто противоречивых факторов, среди которых можно выделить основные:

- необходимость учитывать реальные технологические возможности и производственные мощности;
- фактические условия, режимы и стратегии эксплуатации.
- вопросы эффективности эксплуатации и технического обслуживания изделий, так как организация эффективной системы ТОиР влечет за собой дополнительные расходы.

Таким образом, основой эффективной производственно-логистической поддержки является информационное, производственное и логистическое обеспечение процессов эксплуатации техники.

Поэтому представляется необходимым формирование агрегированного показателя, отражающего вышеперечисленные факторы.

Введем показатель уровня логистизации, характеризующий отношение нормативного времени восстановления работоспособности, заявленное производителем (поставщиком изделия) к фактическому времени восстановления:

$$U_{\text{лог}} = \frac{T_{\text{нн}}}{T_{\text{эф}}},$$

где: $T_{\text{нн}}$ — нормативное время восстановления работоспособности, ч.;

$T_{\text{эф}}$ — фактическое время восстановления работоспособности, ч.

Под нормативным временем восстановления понимаются длительности проведения регламентных работ по техническому обслуживанию, оговоренные в технической документации (в соответствии с видами, порядком и сроками работ и с учетом нормативной трудоемкости). Фактическое время восстановления возможно определять через суммирование табельного времени всех занятых рабочих.

Величину $T_{\text{эф}}$ можно минимизировать за счет повышения уровня автоматизации и механизации работ, квалификации персонала и других факторов, позволяющих увеличить интенсивность выполнения работ по восстановлению работоспособности. Но, как показывает практика, именно потери времени, связанные с организационными причинами, а именно организацией информационного и логистического взаимодействия в цепи «эксплуатация — обслуживание — снабжение — поставщики — производитель», приводят к значительному увеличению величины $T_{\text{эф}}$, следовательно, к потерям прибыли от эксплуатации техники.

Проанализируем, от каких факторов зависит эффективность производственно-восстановительных процессов. Эти факторы должны отражать не только производственные процессы восстановления, но и входящие ресурсные потоки — информационные и материальные.

1. Входящий информационный поток характеризует показатель своевременности получения и обработки информационных сигналов о предотказном состоянии изделия и необходимости проведения ТО или ПВР (производственно-восстановительные работы):

$$k_{инф} = \frac{\tau_{ин}}{\tau_{иф}}$$

где: $\tau_{ин}$ — нормативное время работы информационного канала, получаемое суммированием времени, необходимым для передачи и обработки информации соответствующими программными средствами и персоналом;

$\tau_{иф}$ — фактическое время поступления информации.

2. Входящий материальный поток характеризует показатель своевременности поставки запасных частей и комплектующих в центры производства технического обслуживания (ТО):

$$k_{пост} = \frac{\tau_{нн}}{\tau_{нф}}$$

где: $\tau_{нн}$ — нормативное время поставки запасных частей;

$\tau_{нф}$ — фактическое время поставки запасных частей.

3. Производственные процессы восстановления характеризует показатель обеспеченности ремонтным оборудованием, технологическим инструментом и оснасткой для проведения ТО:

$$k_{обор} = \frac{k_{он}}{k_{оф}}$$

где: $k_{но}$ — нормативное (технологически необходимое) количество ремонтного оборудования и инструмента, прописанное в регламенте проведения работ по ТО;

$k_{фо}$ — фактическое наличие ремонтного оборудования и инструмента в центре производства ТО.

4. Также производственные процессы восстановления характеризует показатель обеспеченности кадровыми ресурсами (рабочим и инженерно-техническим персоналом):

$$k_{\text{кадр}} = \frac{k_{\text{кн}}}{k_{\text{кф}}},$$

где: $k_{\text{фк}}$ — фактическое количество кадровых ресурсов;

$k_{\text{нк}}$ — нормативное количество кадровых ресурсов.

5. Показатель готовности к исполнению производственно-восстановительных работ, характеризующий своевременность доставки и постановки изделий на ТО:

$$k_{\text{зот.ТО}} = \frac{k_{\text{зот.н}}}{k_{\text{зот.ф}}},$$

где: $k_{\text{зот.н}}$ — нормальное время доставки и постановки изделий на ТО (среднее время с учетом появления очереди на выполнение потока требований);

$k_{\text{зот.ф}}$ — фактическое время доставки и постановки изделий на ТО.

Таким образом, производственно-восстановительные процессы в цепи «эксплуатация — обслуживание — снабжение — поставщики — производитель» характеризует комплексный показатель производственно-логистической поддержки $Q_{\text{ПЛП}}$, соединяющий временные и ресурсные показатели.

$Q_{\text{ПЛП}}$ — это монотонно возрастающая функция, зависящая от всех вышеперечисленных показателей:

$$Q_{\text{ПЛП}} = f(k_{\text{пост}}, k_{\text{инф}}, k_{\text{обор}}, k_{\text{кадр}}, k_{\text{зот.ТО}})$$

Если увеличивать значения каждого из аргументов (за счет снижения фактических значений в знаменателе показателей), то $Q_{\text{ПЛП}}$ будет расти. Для обеспечения возрастания функции $Q_{\text{ПЛП}}$ производственно-логистическая цепь восстановления работоспособности «эксплуатация — обслуживание — снабжение — поставщики — производитель» должна быть информационно прозрачной, реактивной, все процессы должны регулироваться и контролироваться в реальном времени на основе интеграции прогрессивных логистических и информационных технологий.

Мероприятия по организации производственно-логистической поддержки восстановления работоспособности являются частью системы интегрированной логистической поддержки жизненного цикла продукции (ИЛП ЖЦ), т. к. ИЛП — это международный стандарт в области поддержки ЖЦ объектов техники.

В современных условиях производственно-логистическая поддержка представляет собой управление информационными потоками, так как обеспечить координацию и синхронизацию процессов восстановления работоспособности и производства технического обслуживания возможно только на основе единых информационных каналов. Кроме того, внедрение прогрессивных средств и ИТ-технологий дает возможность видеть всю цепь в режиме реального времени. Активная разработка автоматизированных систем, позволяющих осуществлять диагностику изделий и принятие решений о сроках технического обслуживания, комплексное информационное обеспечение организационного взаимодействия позволит постоянно снижать время восстановления техники и реализовать эффективную производственно-логистическую поддержку.

Список литературы:

1. Бром А. Е. Методология, методы и модели управления организационно-логистической системой поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции: Монография / Под ред. А. А. Колобова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 240 с.
2. Судов Е. В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции: Принципы. Технологии. Методы. Модели. — М.: МВМ, 2003.

СЕКЦИЯ 11.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

НЕКОТОРЫЕ МОДИФИКАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРИБОРНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР

Прокофьева Елена Васильевна

*канд. физ.-мат. наук, доцент, Волгоградский государственный университет, г. Волгоград
E-mail: olenyonok83@mail.ru*

Прокофьева Ольга Юрьевна

*преподаватель, Волгоградский политехнический колледж
им. В. И. Вернадского, г. Волгоград*

Саунин Владимир Сергеевич

студент 4 курса специальности «Наноматериалы», Волгоградский государственный университет, г. Волгоград

Алексеев Валерий Валерьевич

студент 4 курса специальности «Наноматериалы», Волгоградский государственный университет, г. Волгоград

Киселев Александр Юрьевич

студент 4 курса специальности «Наноматериалы», Волгоградский государственный университет, г. Волгоград

SOME OF THE MODIFICATIONS OF THE RESEARCH INSTRUMENT BASE FOR THE STUDY OF NANOSTRUCTURES

Elena Prokofyeva

*Candidate of physico-mathematical Sciences, associate professor in forensic and physical materials, Volgograd State University, Volgograd
E-mail: olenyonok83@mail.ru*

Olga Prokofyeva
a lecturer of Volgograd Polytechnic College by VI Vernadsky, Volgograd

Vladimir Saunin
4th year students of speciality "Nanomaterials", Volgograd State University, Volgograd

Valera Alekseev
4th year students of speciality "Nanomaterials", Volgograd State University, Volgograd

Alexander Kiselev
4th year students of speciality "Nanomaterials", Volgograd State University, Volgograd

АННОТАЦИЯ

Предпринята попытка расширить и углубить возможности методов и средств исследования наноструктур. Определяется роль сканирующей зондовой микроскопии в сфере нанотехнологий.

ABSTRACT

An attempt to expand and deepen the capabilities and methods of nanostructures research was made. The role of scanning probe microscopy in nanotechnology is defined.

Ключевые слова: наноструктуры, углеродные нанотрубки, нанотехнологии, катализаторы, полуэмпирический расчет, сканирующая зондовая микроскопия, наноиндентирование.

Keywords: nanostructures, carbon nanotubes, nanotechnology, catalyst, semi-empirical calculation, scanning probe microscopy, nanoindentation.

Нанотехнологии открывают большой спектр возможностей в разных областях: физике, электронике, химии, биологии, и т. д. Появление наноструктур привело к созданию новых методов и средств, позволяющих изучать их свойства.

1. Калибровочные образцы для наноиндентирования.

Актуальность данного исследования в том, что в свете стремительно развивающихся методик нанесения нанопокровов на различные объекты, с целью модификации их физико-химических свойств, одним из важнейших исследуемых свойств является твердость нанообъектов, а также упругость. Для исследования механических свойств различных наноструктурированных материалов

широко применяется специальный метод определения микротвердости вещества — наноиндентирование. Метод заключается в прецизионном погружении зонда в поверхность образца на глубину нескольких нм и непрерывной регистрации прилагаемого усилия. Индентирование осуществляется посредством наноиндентора (нанотвердомера). Данное оборудование предоставляет возможность посредством высокоэффективного автоматизированного метода определить твердость и модуль упругости определенных точек поверхностных слоев [1].

В современном приборостроении существуют наноинденторы, как отдельные устройства, не являющиеся периферийными модулями атомно-силового микроскопа (АСМ). Однако, в наших исследованиях измерение механических свойств нанообъектов осуществимо только в случае использования наносклерометрического модуля АСМ SolverPro. Посредством наносклерометрического модуля была проведена модификация и сканирование поверхности исследуемого объекта на открытом воздухе в жесткой полуконтактной методике. Отсутствие поверочной схемы для средств измерений механических свойств в наномасштабе приводит к тому, что единственным способом обеспечения прослеживаемости значений твердости из микро- в наномасштаб является использование стандартных (калибровочных) образцов (мер), аттестованных на эталоне микротвердости (по Виккерсу). В настоящее время эталонным объектом для измерения микротвердости принято считать плавленный кварц, однако нигде не конкретизируется, что этот образец является эталонным для нанообъектов (нанопленок). Установление возможных эталонов стало одной из важных проблем нашего исследования.

В результате проведенного исследования, мы выделили ряд материалов, которые могут быть использованы в качестве эталонов для наноиндентирования. Разработаны и аттестованы меры твердости, необходимые для калибровки наносклерометрического модуля АСМ SolverPro. В качестве материалов для изготовления таких мер были выбраны, например, монокристалл Al_2O_3 (сапфир, грань С), стекло, а также и другие материалы, однородные по своей структуре. Измерение твердости и модуля упругости осуществлялось методом динамического наноиндентирования. Полученные результаты полностью удовлетворяют табличным данным.

2. Выращивания углеродных нанотрубок методом каталитического пиролиза на возможных новых катализаторах.

Объекты нанометрового масштаба становятся все более популярными в различных областях науки и техники. Одними из таких объектов являются углеродные нанотрубки (УНТ). Нанотрубки следует рассматривать как новый материал с уникальными свойствами, открывающими большие возможности для их широкого применения. Вследствие этого очень острой становится необходимость массового

производства УНТ, а также поиск доступных и экономически выгодных для их использования катализаторов [2].

Поиск новых катализаторов для роста УНТ является весьма актуальным в свете того, что исследование свойств УНТ — перспективное направление в нанотехнологии в целом, и с помощью новых катализаторов могут быть получены УНТ с уникальными физико-химическими свойствами. Существует множество методов по выращиванию УНТ, метод каталитического пиролиза один из них. Мы осуществляли рост УНТ на установке CVDomna. При работе с данной установкой используются определенные базовые катализаторы, преимущественно, никелевый золь-гель. Вследствие ограниченности набора исходных катализаторов для данной установки перед нами стояла задача расширить исходную базу катализаторов. Одним из главных критериев поиска катализаторов стали его широкая доступность для использования в массовом производстве [5]. Исследуя базы катализаторов других установок для роста нанотрубок, а также альтернативных методов роста НТ, мы подобрали некоторые новые катализаторы для установки CVDomna: никель-хромовый катализатор; пористый оксид алюминия; питанный дихлоридом гексааммония-никеля и т. д. Катализаторы проходили стандартный технологический процесс в установке. Также, для массового роста УНТ методом каталитического пиролиза мы впервые использовали воду, как добавку к основному катализатору, были подобраны оптимальные условия роста УНТ на данной установке в присутствии воды.

Также, в подтверждение экспериментальных фактов были теоретически исследованы основные электронно-энергетические характеристики процесса внедрения в полости углеродных нанотрубок типов “arm-chair” и “zig-zag” молекулы воды. Расчеты выполнены на основе модели молекулярного кластера с использованием полуэмпирической квантово-химической схемы MNDO, хорошо зарекомендовавшей себя при исследовании электронного строения молекул и периодических твердотельных структур. Ненасыщенные связи на границе полубесконечной трубки замыкались атомами водорода — так называемая “краевая функционализация” нанотрубки. Заполнение трубки моделировалось путем пошагового приближения молекулы H_2O к тубулену вдоль его главной продольной оси (с шагом 0.1 Å) и проникновением внутрь через торец тубулена. Геометрия системы оптимизировалась. Установлено, что наличие граничных атомов H делает процесс проникновения молекулы воды в полость тубулена активным и энергетически выгодным. Молекула воды входит в полость УНТ и адсорбируется на ее внутренней поверхности.

3. Зонды для сканирующего туннельного микроскопа

Наиболее новым и вместе с тем перспективным направлением в исследовании строения и свойств наноструктур, в том числе на атомарном

уровне, является сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Принцип действия СТМ настолько прост, а потенциальные возможности так велики, что позволяет СТМ занять лидирующие позиции в сфере нанотехнологий, а также стать простым и доступным в использовании [3, 4].

Нами подготовлена материальная база для создания новых зондов-СТМ, а также модифицирования существующей методики травления зондов. Зонды, которые на сегодняшний день используются в СТМ, являются дорогостоящими и труднодоступными, например, платина и вольфрам. В результате наших исследований мы подобрали новые материалы, преимущественно металлы и сплавы (железо, медь, никром) для создания зондов-СТМ. Размеры каждой проволоки, используемой для создания зонда, составляют от $0.5 \div 1$ мм. В идеальном случае желательно, чтобы кончик иглы состоял из 1—2 атомов. Предполагается, что в таком случае туннелирование будет происходить на площади, равной поперечному сечению 1—3 атомов, и соответственно можно проводить исследования с атомарным разрешением [4].

Как известно, в сканирующих туннельных микроскопах используются зонды нескольких типов. Широкое распространение получили зонды, приготовленные методом электрохимического травления. Однако новые материалы для зондов, потребовали модификации самого процесса травления, в частности поиска химических реактивов под определенный сплав или металл, а также модификации имеющейся установки для травления посредством замены некоторых составных ее элементов. Полученные зонды-СТМ на данном этапе исследования тестируются на предмет установления возможности получения с их помощью атомарного разрешения.

Список литературы:

1. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего. / В. И. Балабанов. - М.: Эксмо, 2008. — 256 с.
2. Ивановский, А. Л. Квантовая химия в материаловедении. Нанотубулярные формы вещества / А. Л. Ивановский. — Екатеринбург: УрОРАН, 1999. — 176 с.
3. Маслова, Н. С. Сканирующая туннельная микроскопия атомной структуры, электронных свойств и поверхностных реакций / Н. С. Маслова, В. И. Панов // Успехи физических наук. — 1989. — Т. 157, № 1. — С. 185—195.
4. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В. Л. Миронов. — Нижний Новгород: РНИФМ, 2004. — 110 с.
5. Симунин, М. М. Анализ температурного профиля полупроводникового образца в дилатометре с ИК-нагревом / М. М. Симунин // Микроэлектроника и Информатика. — М.: МИЭТ, 2004. — 60 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНОВ В АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Стамбакио Егор Сергеевич

*аспирант, кафедры физической электроники и нанотехнологий,
Белорусский Государственный Университет, г. Минск, Республика
Беларусь*

E-mail: stambakio@gmail.com

MONTE-CARLO SIMULATION OF ELECTRON TRANSPORT IN GAAS IN HIGH ELECTRIC FIELDS

Egor Stambakio

*P.G., Department of Physical Electronics and Nanotechnology, Belarusian
State University, Minsk, Belarus*

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы была разработка физико-математической модели, а также реализующих ее алгоритма и программы для расчета многочастичным методом Монте-Карло кинетических параметров, характеризующих перенос электронов в GaAs в сильных электрических полях. Для расчета интенсивности рассеяния электронов на ионах примеси в алгоритм включена модель исключения третьего тела, или модель Ридли. Разработанная программа позволяет моделировать зависимость дрейфовой скорости электронов от напряженности приложенного электрического поля при различных концентрациях легирующей примеси, а также другие кинетические параметры (среднюю энергию носителей заряда, подвижность и др.), характеризующие перенос электронов в GaAs в сильных электрических полях.

ABSTRACT

The purpose of this work is the development of a simulation model, an algorithm and the corresponding computer program for the simulation of kinetic parameters which describe electron transport in GaAs in high electric fields. The Readley model is used to calculate electron scattering frequency on impurities. The designed program allows simulating relations between electron drift speed and electric field intensity according to different concentration of impurity, and other kinetic parameters (mobility and average energy of charge carriers, etc.) which describe electron transport in GaAs in high electric fields.

Ключевые слова: монте-карло; GaAs; перенос электронов; моделирование.

Keywords: monte-carlo; GaAs; electron transport; simulation.

ВВЕДЕНИЕ

Численное моделирование является одним из важнейших этапов создания полупроводниковых интегральных схем с субмикронными и нанометровыми размерами активных элементов. Компьютерные модели электрофизических свойств полупроводниковых материалов и приборных структур дают возможность рассчитывать различные характеристики интегральных приборов при изменении технологии их изготовления и структуры. При построении таких моделей необходимо учитывать влияние на процессы переноса носителей заряда в полупроводниковых материалах специфических эффектов, обусловленных сильными электрическими полями и структурой кристаллической решетки полупроводника. При этом последовательное уменьшение размеров элементов интегральных схем требует постоянной разработки новых и совершенствования известных физико-математических моделей, алгоритмов и программ численного моделирования приборов и структур. Одним из наиболее перспективных методов такого моделирования является метод Монте-Карло [1, 2, 4, 5].

Целью данной работы была разработка физико-математической модели, а также реализующих ее алгоритма и программы для расчета многочастичным методом Монте-Карло кинетических параметров, характеризующих перенос электронов в GaAs в сильных электрических полях.

МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА

Физико-математические модели переноса носителей заряда в полупроводниках на основе метода Монте-Карло строятся на представлении свободного дрейфа этих носителей, прерываемого актами рассеяния на некоторых центрах рассеяния. Эти центры рассеяния представляют собой дефекты кристаллической решетки материала полупроводника, полярные оптические и акустические фононы, примесные центры (нейтральные точечные дефекты и ионы), другие электроны (электрон-электронное рассеяние). Учет всех механизмов рассеяния при моделировании процессов переноса заряда является сложной задачей, поскольку вероятность каждого механизма рассеяния зависит от результата предыдущего рассеяния, длины пробега, приложенного поля, температуры. После каждого акта рассеяния для определения направления движения носителя и его начальной энергии необходимо рассчитывать волновой вектор носителя после рассеяния, а также полярный и азимутальный углы

рассеяния. Во время пробега между актами рассеяния носители движутся согласно направлению поля и знака заряда носителя и изменяют свою энергию. В момент рассеяния направление движения носителя отклоняется на некоторый угол (вплоть до разворота в обратном направлении). Различают упругие и неупругие механизмы рассеяния. При упругом рассеянии энергия носителя остается равной энергии непосредственно перед рассеянием, а при неупругом рассеянии часть энергии носителя поглощается центром рассеяния либо испускается в виде фонона.

АЛГОРИТМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Метод Монте-Карло — это численный статистический метод, позволяющий численно решать громоздкие уравнения, характеризующие перенос носителей заряда. В общем случае при моделировании переноса носителей заряда вероятностным образом определяется начальное состояние носителей, после чего пошагово прослеживается их дрейф в материале полупроводника. Механизм для каждого акта рассеяния определяется также статистически, исходя из вклада каждого механизма в общую вероятность рассеяния.

Если, например, в модели учитывается N механизмов рассеяния, то для каждого механизма рассчитывается частота рассеяния (вероятность рассеяния в единицу времени). Далее все частоты последовательно суммируются, и выбирается некоторое значение частоты рассеяния Γ , которое больше либо равно максимальному суммарному значению частот во всем диапазоне изменения энергии носителей. Этот прием значительно упрощает расчеты. Далее случайным образом на отрезке $0 \div \Gamma$ выбирается механизм для данного акта рассеяния, согласно законов которого определяются волновой вектор носителя после рассеяния и соответствующие углы. Если случайное значение попадает в верхний интервал от W_N до Γ , то движение частицы продолжается без изменения параметров (имеет место так называемое саморассеяние).

На рис. 1 приведена диаграмма, поясняющая процедуру выбора механизма рассеяния для конкретного значения энергии электрона E . Здесь $W_i(E)$ — интенсивность рассеяния для i -го механизма; r — случайное число на отрезке $[0; 1]$; j — номер выбранного механизма рассеяния. Согласно рис. 1, если для какой-либо энергии носителя выполняется неравенство $\sum_{i=1}^j W_i \leq r * \Gamma \leq \sum_{i=1}^{j-1} W_i$, то выбирается механизм рассеяния с номером j .

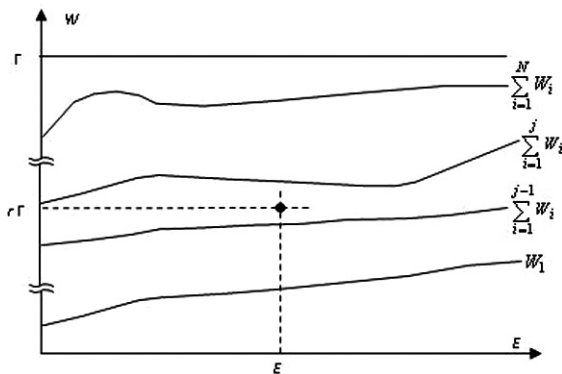


Рис. 1. Диаграмма, поясняющая процедуру выбора механизма рассеяния для конкретного значения энергии электрона E .

Для моделирования стационарных процессов применяется одночастичный метод Монте-Карло, когда моделируется пробег одной частицы множество раз, а результат находится как среднее значение по всем пробегам. При моделировании нестационарных процессов (переменное внешнее воздействие) используется многочастичный метод Монте-Карло. В отличие от одночастичного, в многочастичном методе моделируется перенос некоторого, достаточно большого числа носителей (не менее 1000 электронов) при фиксированном значении определенного динамического параметра, а усреднение ведется по этому ансамблю. Далее прослеживается новый пакет носителей при изменившемся значении данного параметра. Таким образом, многочастичный метод является более ресурсоемким и сложным в реализации, чем одночастичный метод.

На рисунке 2 приведены временные диаграммы движения электрона и алгоритма моделирования этого движения многочастичным методом Монте-Карло [2]. Инкремент временного параметра τ вычисляется как величина, обратная Γ . Таким образом это время свободного пробега носителя.

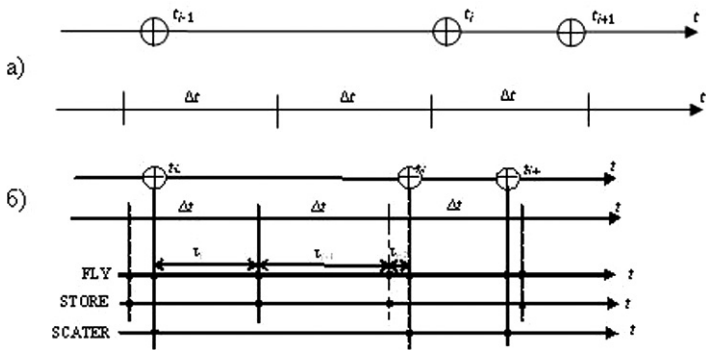


Рис. 2. Временная диаграмма поведения электрона (а) и временная диаграмма алгоритма моделирования (б) [2].

РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ РАССЕЯНИЯ

Поскольку целью данной работы было моделирование методом Монте-Карло переноса электронов в арсениде галлия в сильных электрических полях, в вычислительной модели были учтены следующие виды рассеяния: рассеяние на акустических и полярных оптических фононах, междолинное Г-L внутридолинное рассеяние, рассеяние на ионах примеси и ударная ионизация. Формулы для расчета частот рассеяния в арсениде галлия взяты из [2, 3]. При этом одной из основных задач в данной работе было определение влияния концентрации легирующей примеси на величину дрейфовой скорости электронов.

Поскольку известные модели для расчета частоты рассеяния на ионах примеси (модель Конуэлл-Вайскопфа и Брукса-Херринга) применимы лишь для определенных, достаточно узких диапазонов концентрации примесей, в данной работе применен алгоритм, перекрывающий области применения этих моделей. Данный алгоритм основан на включении в него модели исключения третьего тела, или модели Ридли [3].

Если предположить, что вероятность p существования другого центра рассеяния, по отношению к которому прицельный параметр b будет находиться в интервале $[b; b + db]$, равна $p = 2\pi N_i a b db$, то есть вероятность отсутствия рассеивающих центров с прицельным параметром, меньшим b можно представить в виде $P(b) = \exp(-\pi a b^2 N_i)$, где a — среднее расстояние между ионами.

Таким образом, вероятность $P(b)$ можно считать множителем, исключаяющим влияние третьего тела или множителем экранирования третьим телом. Этот множитель должен входить в вероятности всех

процессов двухчастичного рассеяния, в которых центр рассеяния локализованы. Он должен учитываться в принципе во всех процессах рассеяния на примеси, как нейтральной, так и заряженной.

Для модели исключения третьего тела оказывается несложным получить выражение для расчета вероятности рассеяния в единицу времени с учетом весового множителя [1]:

$$P^R(E) = \frac{1}{a} \sqrt{\frac{2E}{m^*}} \left[1 - \exp\left(-\frac{a\sqrt{m^*P_{BH}(E)}}{\sqrt{2E}}\right) \right],$$

где: P_{BH} — частота рассеяния, рассчитанная по модели Брукса-Херринга.

Для расчета полярного угла рассеяния в [6] была предложена следующая формула

$$\cos \theta_r^R = 1 + \frac{\sqrt{n^2 - 4mn} - n}{2m},$$

где: $m = 2rE - z(1 - \pi a N_i (K^2 + b_m^2))$,

$$n = 2z \left(\pi a N_i K^2 - \sin^2 \frac{\theta_m}{2} (1 - \pi a N_i (K^2 + b_m^2)) \right) - rE_d,$$

$$h = 4z \pi a N_i K^2 \sin^2 \frac{\theta_m}{2},$$

$$K = \frac{ze^2}{4\pi \epsilon \epsilon_0 m^* v^2},$$

а максимальное значение прицельного параметра определяется из неравенства

$$b_m^{-2} \exp(\pi a N_i b_m^2) > \left(4\pi a N_i - \frac{2\beta_S^2(1-2\pi a N_i b_m^2)}{K^2(\beta_S^2 + \frac{\epsilon m E}{\hbar^2})} \right).$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Разработанные в данной работе алгоритм и реализующая его программа для расчета кинетических параметров переноса электронов в арсениде галлия методом Монте-Карло продемонстрировали адекватность полученных нами результатов с экспериментальными результатами и результатами компьютерного расчета других авторов (рис. 3). На рис. 3 приведена рассчитанная нами зависимость дрейфовой скорости электронов в GaAs от величины напряженности электрического поля E при температуре $T=300K$, а на рис. 4, 5, 6 в качестве примера представлены зависимости $v_{др}(E)$ при различных температурах (рис. 4) и концентрации легирующей примеси.

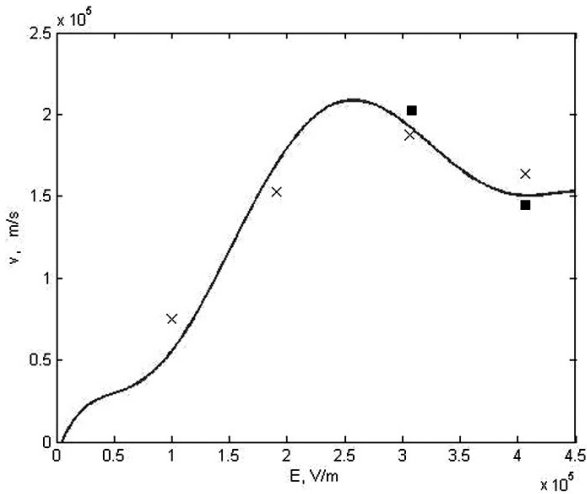


Рис. 3. Рассчитанная зависимость дрейфовой скорости электронов в GaAs при температуре 300К и концентрации примесных ионов 10^{21} м^{-3} . Для сравнения результаты моделирования других авторов [4, 5] показаны крестиками, а экспериментальные данные [5] — квадратами.

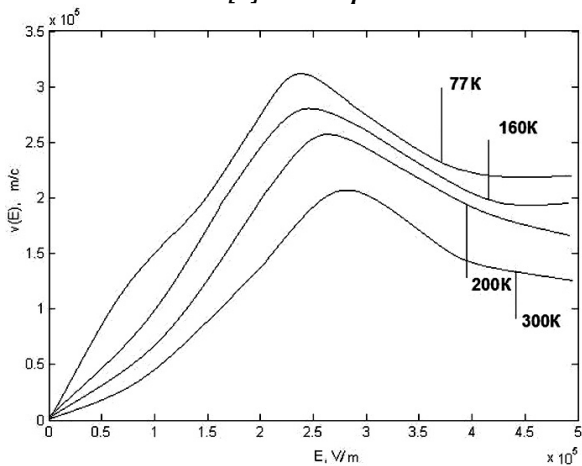


Рис. 4. Рассчитанные зависимости дрейфовой скорости электронов от напряженности электрического поля при температурах 77÷300К. Концентрация ионов примеси 10^{21} м^{-3} .

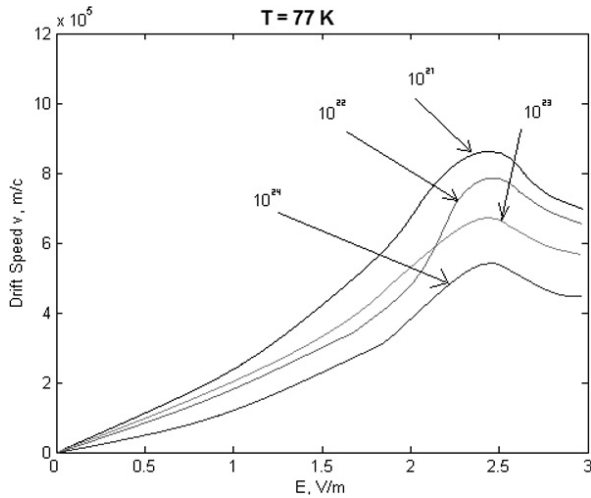


Рис. 5. Полученная зависимость дрейфовой скорости электронов от напряженности электрического поля в GaAs при температуре 77 К и различных концентрациях примеси. Стрелками обозначены соответствующие кривые для различных концентраций, в м $^{-3}$.

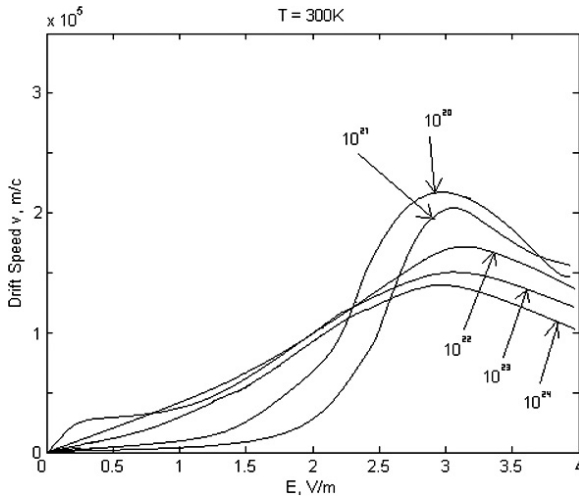


Рис. 6. Полученная зависимость дрейфовой скорости электронов от напряженности электрического поля в GaAs при температуре 300К и различных концентрациях примеси. Стрелками обозначены соответствующие кривые для различных концентраций, в м $^{-3}$.

ВЫВОДЫ

Анализ полученных в представленной работе результатов позволил сделать следующие основные выводы:

При температуре 300 К переходы из Γ в L долины GaAs наблюдаются при напряженности электрического поля $\sim 2,5$ кВ/см, что хорошо согласуется с известными экспериментальными данными для GaAs:

С уменьшением температуры дрейфовая скорость электронов возрастает, а переход из Γ в L долины наблюдается при меньшем электрическом поле, что связано с уменьшением интенсивности рассеяния электронов на фононах.

При возрастании концентрации ионизированной примеси в GaAs дрейфовая скорость электронов падает, что связано с возрастанием количества рассеивающих центров на пути пробега электрона. При этом участок характеристики с отрицательной дифференциальной проводимостью сглаживается, что дает возможность управлять данной величиной, меняя степень легирования GaAs.

В заключение отметим, что разработанная программа позволяет моделировать помимо дрейфовой скорости и другие кинетические параметры (среднюю энергию носителей заряда, подвижность и др.), характеризующие перенос электронов в GaAs в сильных электрических полях.

Список литературы:

1. Борздов В. М., Жевняк О. Г., Комаров Ф. Ф., Галенчик В. О. Моделирование методом Монте-Карло приборных структур интегральной электроники. Минск: БГУ 2007.
2. Иващенко В. М., Митин В. В. Моделирование кинетических явлений в полупроводниках. Метод Монте-Карло. — Киев: Наукова думка, 1990.
3. Ридли Б. К. Квантовые процессы в полупроводниках. М.: Мир, 1986. — 304 с.
4. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц. — М.: «Мир», 1987.
5. Шур М. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1992.
6. Speransky D. S. Monte Carlo simulation of ionized impurity scattering process in bulk silicon, NDTCS'08.

«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»

Материалы IX международной заочной научно-практической
конференции

17 апреля 2012 г.

Под редакцией канд. техн. наук Якова Аркадьевича Полонского

Подписано в печать 24.04.12. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 10. Тираж 550 экз.

Издательство «Сибирская ассоциация консультантов»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3