



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

*Сборник статей по материалам
XLVII международной научно-практической конференции*

№ 6 (43)
Июнь 2015 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск
2015

УДК 62
ББК 30
Т 38

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

Ахметов Сайранбек Махсutowич — д-р техн. наук, проф., ректор Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем (КазУИТС), академик РАЕН, действительный член (академик) Национальной инженерной академии Республики Казахстан, заместитель председателя Западно-Казахстанского филиала НИА РК, директор Представительства Казахской академии экологии и безопасности жизнедеятельности» в г. Уральск.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

Барштейн Виктор Юрьевич — канд. тех. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией Государственного учреждения «Институт пищевой биотехнологии и геномики Национальной академии наук Украины» (ИПБГ НАН Украины).

Елисеев Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

Копылов Алексей Филиппович — канд. техн. наук, доц. кафедры Радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета;

Романова Алла Александровна — канд. техн. наук, доц. кафедры прикладной физики Санкт-Петербургского государственного экономического университета.

Т 38 Технические науки — от теории к практике / Сб. ст. по материалам XLVII междунар. науч.-практ. конф. № 6 (43). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. 104 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Технические науки — от теории к практике» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

Оглавление

Секция 1. Инженерная графика, САПР, САД, САЕ 6

МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ Свириденко Олеся Вячеславовна Андросова Галина Михайловна	6
--	---

Секция 2. Информатика, вычислительная техника и управление 12

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И УЧЕТА ИНФОРМАЦИИ Артамонов Евгений Борисович Венетикидис Панайотис	12
--	----

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ Карапетьян Валерий Артёмович	17
---	----

ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО КОНГРУЭНТНОГО И БИКВАДРАТНОГО МЕТОДОВ Курчатов Михаил Юрьевич Нурматова Елена Вячеславовна	30
---	----

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ Свириденко Олеся Вячеславовна Андросова Галина Михайловна	34
---	----

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ТЕСТИРУЮЩИХ ПРОГРАММ Филимонова Любовь Денисовна	40
--	----

Секция 3. Машиностроение и машиноведение 44

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ АРОЧНЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ Марголит Ремир Борисович Штрыков Андрей Константинович Липатов Сергей Игоревич	44
--	----

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ Огневенко Евгений Сергеевич	55
---	----

Секция 4. Энергетика и энергетические техника и технологии **63**

МИКРОВОДОРОСЛИ — ИСТОЧНИК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА Василенко Анна Павловна Иванникова Елена Михайловна Систер Владимир Григорьевич Ямчук Анастасия Игоревна Цедилин Андрей Николаевич Иванникова Юлия Михайловна	63
--	----

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИМОЙ ЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Джумаев Аганияз Ягшиевич	69
--	----

АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ Шевченко Сергей Николаевич Голов Александр Яковлевич Брюханов Олег Николаевич	80
--	----

Секция 5. Приборостроение, метрология, радиотехника **86**

ИЗМЕРЕНИЕ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ POWERBALL Дмитриев Александр Николаевич Какурин Юрий Борисович Какурина Наталья Андреевна	86
--	----

Секция 6. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология **92**

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА РИСКА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА
ЭТАНОЛАМИНОВ **92**
Козлитин Анатолий Мефодьевич

СЕКЦИЯ 1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ

МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Свириденко Олеся Вячеславовна

*канд. техн. наук, доцент
Омского государственного института сервиса,
РФ, г. Омск*

E-mail: olesya.sviridenko@mail.ru

Андросова Галина Михайловна

*д-р техн. наук, зав. кафедрой конструирования
и технологий изделий легкой промышленности,
профессор Омского государственного института сервиса,
РФ, г. Омск*

E-mail: mailgalina@rambler.ru

THE MODULAR APPROACH TO AUTOMATION OF THE PROCESS OF PARAMETRIC DESIGN OF COMPLEX OBJECTS

Olesya Sviridenko

*candidate of Technical Sciences,
Associate professor of Omsk`s State Institute of Service,
Russia, Omsk*

Galina Androsova

*doctor of Technical Sciences,
Professor of Omsk`s State Institute of Service,
Russia, Omsk*

АННОТАЦИЯ

Разработана модель функционирования процесса проектирования изделий из матричных элементов в трехмерном пространстве. Выполнено математическое описание процесса проектирования виртуального изделия в виде последовательности преобразований. С целью оптимизации процесса проектирования предложена реализация модульного подхода в автоматизированном режиме.

ABSTRACT

Developed a functioning model of the design process of products of matrix elements in three-dimensional space. Made mathematical description of the process of designing the virtual product in the form of a sequence of transformations. To optimize the design process proposed the implementation of a modular approach in the automated mode.

Ключевые слова: проектирование; автоматизация; матричный элемент; модульный подход; виртуальная модель; трехмерное пространство; автоматизация; визуализация.

Keywords: design; automation; the matrix element; modular approach; virtual model; a three-dimensional space; automation; visualization.

Перед производителями изделий из меха стоят две основные задачи:

- удовлетворение потребностей населения в разнообразной одежде высокого качества, что обусловлено высокой востребованностью этих изделий;
- рациональное использование пушно-меховых полуфабрикатов, что определяется высокой стоимостью изделий.

Решение этих задач возможно благодаря использованию способов получения меховых полотен из матричных элементов, которые наряду с возможностью получать разнообразные, оригинальные, ажурные меховые поверхности для изделий, позволяют максимально использовать не только целые шкурки, но и отходы [1; 2].

Перспективным направлением проектирования изделий является автоматизация. В современных программных продуктах при создании 3D модулей реализуются два основных подхода: построение шаблонов на основе развертывания поверхности проектируемого изделия с использованием математических и инженерных расчетов и виртуальная примерка образца, синтезированного на основе лекал, полученных на плоскости [5].

Несмотря на результативность работ в области трехмерного проектирования одежды, развитие данного направления исследований

остаётся актуальным. Возможности программ компьютерного моделирования сложных объектов позволяют определить цель научных изысканий, как адаптацию существующих пакетов для реализации прикладных задач (разработка библиотек и файлов приложений для автоматизации проектных процедур, создание пользовательского интерфейса и т. д.). Эффективность работы в значительной мере определяется степенью работ по выявлению информационных потребностей для комплекса проектных процедур и установлению способов их реализации.

Анализ существующих программных продуктов показал, что они предназначены для проектирования изделий из плоских материалов, обладающих целостной структурой, что принципиально отличается от получения объёмных форм из матричных элементов. Веской причиной для создания нового программного продукта специализированного на проектировании изделий именно из матричных элементов также является недоступность существующих программ в силу их дороговизны, сложность в изменении программного кода продукта [3; 4; 5]. Разработанный принцип формирования полотен из матричных элементов, предназначенных для изготовления изделий из меха и кожи, был сформирован недавно и поэтому существующие методики проектирования для него практически не применимы.

Проектирование изделий из матричных элементов в трёхмерном пространстве направлено на обеспечение адекватности интерпретации виртуальной модели и соответствующих разверток деталей исходной поверхности за счет однозначности задания геометрической формы изделия и пространственного расположения матричных элементов в структуре полотна. Такой процесс является сложным и трудоемким, следовательно, актуальной является его автоматизация.

С этой целью предлагается применение модульного подхода, который способствует адаптации к изменяющимся внешним условиям. Повышению результативности и улучшению качества проектирования изделий способствует разработка следующих модулей:

- модуля проектирования трёхмерного манекена по заданным размерным признакам, позволяющий создавать новый манекен или выбирать стандартный из базы данных;
- модуля проектирования 3D основы изделия с заданными параметрами;
- модуля построения развертки на плоскости;
- модуля оптимизации выбора и размещения матричных элементов на полученных лекалах;

- модуля визуализации модели изделия в трехмерном пространстве с учетом структуры полотен и их колористического решения.

Модель процесса проектирования изделий из матричных элементов в трехмерном пространстве приведена на рис. 1.



Рисунок 1. Модель функционирования процесса проектирования изделий из матричных элементов в трехмерном пространстве

Процесс проектирования виртуального изделия из матричных элементов можно представить как последовательность преобразований:

$$P_{\phi} \rightarrow ИСК \rightarrow ТМК \rightarrow ПМК \rightarrow ПМК_{\text{м}} \rightarrow ВИ, \quad (1)$$

где: P_{ϕ} — исходная поверхность фигуры (манекен фигуры человека);
 ИСК — исходная силуэтная конструкция изделия;
 ТМК — трехмерная модельная конструкция изделия;
 ПМК — плоская модельная конструкция;
 ПМК_м — плоская модельная конструкция с размещенными на ней матричными элементами;
 ВИ — виртуальное трехмерное представление изделия из матричных элементов на манекене.

Процесс преобразований предусматривает выполнение следующих операций:

- формирование исходной поверхности фигуры (создание трехмерного манекена) P_{Φ} :

$$P_{\Phi} = f \text{ РП}, \quad (2)$$

где: РП — размерные признаки, определяющие параметры манекена;

- разработка исходной силуэтной конструкции (ИСК) — формирование внешней формы изделия:

$$\text{ИСК} = f P_{\Phi} (x_1, \dots, x_n), \quad (3)$$

где: x_1, \dots, x_n — набор проекционных прибавок определяющий силуэтную форму изделия;

- воспроизведение изделия — разработки трехмерной модельной конструкции (ТМК) на основе ИСК, которая обеспечивает однозначность конструктивно-декоративного решения изделия:

$$\text{ТМК} = f \text{ ИСК (КДЧ)}, \quad (4)$$

где: КДЧ — конструктивно-декоративное членение;

- построение разверток деталей — получение данных для проектирования плоской модельной конструкции (ПМК):

$$\text{ПМК} = f \text{ ТМК (a, b, \dots, n)}, \quad (5)$$

где: a, b, ...n — аргументы, определяемые в соответствии с выбранным методом развертки;

- размещение матричных элементов на полученных развертках деталей:

$$\text{ПМК}_m = f \text{ ПМК } (y_1, \dots, y_n), \quad (6)$$

где: y_1, \dots, y_n — виды матричных элементов;

- визуализация изделия из матричных элементов.

Для реализации процесса преобразований разработана перспективная схема функционирования системы 3D проектирования, предполагающая следующие этапы:

- разработка исходной поверхности фигуры в автоматизированном режиме на основе размерных признаков и фото манекенов;

- построение объемной формы в виде исходной силуэтной конструкции одежды на основе информации о поверхности фигуры и проекционных прибавок;
- разработка трехмерной геометрической модели изделия, соответствующей дизайн-проекту, что предполагает отработку на соответствие проектируемому силуэтному решению и формирование конструктивно-декоративных линий;
- преобразование объемных деталей в развертки на плоскости, а именно построение модельной конструкции изделия;
- выбор вида матричных элементов и их размещение на полученной модельной конструкции;
- визуализация изделия из матричных элементов в трехмерном пространстве на манекене.

Предложенная модель позволяет реализовать метод построения деталей конструкции, адекватно интерпретировать исходную форму изделия, визуализировать объемно-пластическую композицию при воссоздании виртуальной модели проектируемой поверхности изделия из матричных элементов.

Список литературы:

1. Андросова Г.М., Браилов И.Г., Свириденко О.В., Старовойтова А.А. Автоматизация процесса проектирования изделий из пушно-мехового полуфабриката на основе матричных элементов: монография. Омск: Омский государственный институт сервиса, 2009. — 222 с.
2. Андросова Г.М., Браилов И.Г., Свириденко О.В., Ерохова Я.А. Оптимизация выбора полотен из матричных элементов на ассортимент изделий из меха и кожи: монография. Омск: Омский государственный институт сервиса, 2011. — 194 с.
3. Петросова И.А. Разработка методологии проектирования внешней формы одежды на основе трехмерного сканирования: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М., МГУДТ, 2014. — 522 с.
4. Раздомахин Н.В., Сурженко Е.Н. Развитие трехмерного проектирования одежды // В мире оборудования. — 2008. — № 5. — С. 56.
5. Ульянова О.В., Фаритова Л.Х. Проектирование моделей женского платья в среде 3D CAD // Швейная промышленность. — 2009. — № 3 — С. 38—40.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И УЧЕТА ИНФОРМАЦИИ

Артамонов Евгений Борисович

*канд. техн. наук, доцент Национальный авиационный университет,
Украина, г. Киев*

Венетикидис Панайотис

*студент Национальный авиационный университет,
Украина, г. Киев*

E-mail: venetikidis@yandex.ua

STORAGE AND ACCOUNTING INFORMATION WITH INFORMATION'S WEB APPLICATION

Ievgen Artamonov

*candidate of Science, docent National Aviation University,
Ukraine, Kiev*

Venetikidis Panayotis

*student National Aviation University,
Ukraine, Kiev*

АННОТАЦИЯ

Данная статья приводит пример использования веб-технологий для создания удаленного окружения хранения и учета информации. Полученная, в результате исследования, информация предоставляет возможность спроектировать и разработать веб-приложения для обмена текстовой и графической информации внутри своего окружения по средствам современных мобильных платформ.

ABSTRACT

This article gives an example of using Web technologies to create a remote storage environment and accounting information. Obtained as a result of the study, the information provides an opportunity to design and develop a web application for the exchange of textual and graphical information in their environment by means of today's mobile platforms.

Ключевые слова: веб-приложение; мобильная платформа; браузер; интерфейс.

Keywords: web application; mobile device; browser; interface.

На сегодняшний день трудно представить себе какую-нибудь организацию, в которой бы не пользовались программными продуктами для различного вида учета и хранения информации, а отдавали преимущество бумажным вариантам. Разумеется, такое наблюдать сегодня не приходится.

В любой организации в наше время существует набор программных средств, с помощью которых работники ведут учет требуемой информации, и фиксирует всю требуемую информацию для эффективной работы в целом. Это во многом облегчает процедуру оформления новых поступлений оборудования, слежением за его неисправностями.

Разумеется, сложно представить какую-нибудь значимую ИС либо ПО, которые бы не имели в качестве основы для хранения данных базу данных. Концепции и технологии баз данных складывались постепенно и всегда были тесно связаны с развитием систем автоматизированной обработки информации.

Назначение разрабатываемой ИС — ведение учета используемых в организации вычислительной техники и периферийных устройств. Информационная система будет строиться на основе клиент-серверной архитектуры, и включать в свой состав серверную часть с базой данных, и клиентскую часть, с интерфейсом пользователя для получения доступа к данной базе данных [1, с. 21].

В зависимости от типа передаваемых данных будут изменяться и объемы передаваемой и хранящейся информации. Соответственно необходимо наличие необходимого для базы данных свободного дискового пространства на серверной машине, а также наличие скоростного канала связи между клиентским ПК и серверным ПК, на котором будет размещена серверная часть и база данных. В качестве канала связи возможно использование, как локальной сети компании, так и сети Интернет.

Одним из основных требований к разрабатываемой ИС является обеспечение целостности хранимой информации. Это является условием сохранения информации в том виде, в котором она была внесена в информационную систему. В противном случае получится так, что после введения одних данных в систему на выходе пользователь может получить совсем другую информацию, что естественно является нарушением актуальности данной информации [2, с. 15].

Входными данными проектируемой информационной системы будут являться справочники типов технических устройств, справочники сотрудников, перечень используемых технических средств (компьютеров, ноутбуков и периферийных устройств). Выходной информацией будет являться перечень технических средств с данными по ответственному лицу, количеству ремонтных и сервисных работ, заявки на ремонт и обслуживание техники.

На текущий момент рынок программного обеспечения, позволяющего автоматизировать функции учета оргтехники в организации, ярко выражен двумя готовыми решениями: «1С: Предприятие 8» и ИС «Учет компьютеров».

Гибкость платформы позволяет применить «1С: предприятие 8» в самых разнообразных областях. Внедрение выполняется силами партнеров-внедренцев и реализуют особенности деятельности конкретного предприятия или специальные пожелания заказчика.

Внедрения и адаптация прикладных решений также могут выполняться и силами IT-специалистов заказчика, самостоятельно, или во взаимодействии с партнерами [1, с. 38].

Web-приложения — это специальный вид приложений, разработанных для глобальной сети. При запуске Web-приложения происходит генерирование HTML-кода, загрузка изображений, клиентских сценариев, таблиц стилей и других ресурсов. По запросу пользователя может быть загружен сохраненный на сервере статический документ HTML или генерация кода HTML происходит в процессе обработки запроса от клиента. Динамический контент позволяет разработать Web-приложение интерактивным. Разработка Web-приложений существенно отличается от разработки типичного приложения. Во-первых, Web-приложения исполняются на сервере, а во-вторых, не сохраняют состояния после обработки запросов пользователей. Поэтому при построении Web-приложения разработчик должен определить способы хранения информации о пользователе, организовать сеансы работы пользователя, способы переходов от страницы к странице. Перечисленные задачи считаются стандартными и одинаково решаются для большинства Web-прило-

жений. Реализация этих задач вынесена в отдельные технологии, которые называются технологиями для разработки Web-приложений. В Казахстане чаще всего используются следующие технологии: Flash, Microsoft ASP.NET, Java Server Pages, Personal Home Page. При использовании любой из перечисленных технологий, остается основное преимущество Web-приложений над традиционными, которое заключается в процессе развертывания. Для реализации проекта Web-приложение нужно разместить на сервере и дать ссылку на него всем пользователям, а в случае изменения программного кода потребуется обновить код только на сервере. Для загрузки Web-приложения на компьютеры пользователей требуется больше времени, но встроенные механизмы оптимизации кода позволяют получить более эффективный исполняемый код, а процесс компиляции придает гибкость и универсальность приложениям [3, с. 105].

Для организации динамически обновляемой информации на Web-страницах необходимо использование и ведения баз данных, а именно обязательное применение языка SQL. В зависимости от выбранной платформы проекта в настоящее время чаще всего используются MySQL, Oracle, Microsoft SQL Server. SQL Server в сочетании с .NET Framework уменьшает время разработки и внедрения современных приложений, ускоряет процесс поиска данных, упрощает управление сайтом, позволяет использовать создаваемые классы в других приложениях, предоставляет широкие возможности для создания Web-приложений. Для доступа к данным .NET Framework использует технологию ADO.NET, которая позволяет работать с данными, как с логически информационными сущностями. В среде Microsoft Visual Studio 2010 можно осуществить проектирование классов, на основе реляционных данных, определить структуру таблиц базы данных и их отношений [2, с. 121].

Для создания приложения была выбрана технология ASP.NET, которая содержит высокоуровневые концепции, необходимые для разработки высокопроизводительных Web-приложений. Любая технологическая платформа предлагает разработчику определенные стиль и подходы к разработке приложений. Основной задачей было создать приложение, в котором содержатся основные требования, предъявляемые к соискателям вакантных мест. Зачастую к одной и той же должности руководители предприятий и организаций предъявляют различные требования. Приложение содержит не только данные требований, но и позволяет осуществить поиск по названию должности, с учетом предъявляемых к данной должности требований. Пользователь на основании своей квалификации, знаний и умений,

может подобрать вакантные места на предприятиях Карагандинской области.

Для клиентской и серверной проверки ввода данных пользователя в технологии ASP.NET используют шесть элементов управления user input validation. Элементы управления проверкой достоверности объявляют в Web-форме и привязывают к элементу управления вводом данных пользователя. Свойства элементов управления user input validation определяет разработчик, это упрощают процесс проверки достоверности, и избавляет программиста от необходимости писать длинный код [2, с. 87].

Если пользователь Web-приложения не имеет аккаунта в системе, ему предлагается зарегистрироваться. Пользователь последовательно заполняет форму с проверкой корректности данных. Если данные будут не корректными, то пользователь в систему не будет добавлен. При сохранении данных пользователя происходит проверка на наличие в базе данных аналогичного аккаунта, если произойдет совпадение, то пользователю будет предложено изменить свои данные.

Разработка Web-приложения была выполнена в среде Microsoft Visual Studio 2010. Проект содержит страницы в формате.aspx, две базы данных, плагины jquery (для визуальных эффектов), таблицу стилей. Две базы данных необходимы для организации разделения уровня доступа.

Любое Web-приложение нуждается в обновлении информации, для этого создается блок администратора, из которого легко можно отредактировать, добавить, удалить устаревшую информацию или просто обновить существующие пункты. Административная часть Web-приложения — это часть сайта, предназначенная для настройки работы сайта, редактирования текстовой и графической информации (контента). Вход в административную часть сайта доступен не всем пользователям, т. к. является защищенной страницей Web-приложения от сторонних пользователей. Пользователи, могут регистрироваться в системе, просматривать информацию, осуществлять поиск по выбранным критериям [4, с. 31].

В настоящее время использование технологии ASP.NET находится на начальном этапе. Основные проекты Web-разработки выполнены на PHP и Java. Таким образом, возможности технологии ASP.NET позволили свободно использовать стандартные библиотеки и классы. NET, объектно-ориентированное программирование, создавая свои собственные функциональные элементы, безопасность типов. Разработанное Web-приложение является стартовым проектом, позволяющим оперативно найти информацию.

Список литературы:

1. Аллан А., Программирование для мобильных устройств на iOS / САВ.: Питер, 2013. — 264 с.
2. Бланшет Ж. Qt 4: Программирование GUI на C++ / М.: Кудиц-пресс, 2008. — 736 с.
3. Голощапов А., Системные компоненты и сетевые коммуникации / БХВ Петербург, 2012 — 328 с.
4. Горнаков С.Г. Программирование мобильных телефонов на Java / С.Г. Горнаков СПб.: Изд. ДМК Пресс, 2006. — 336 с.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Каранетьян Валерий Артёмович

*канд. техн. наук, доцент
Севастопольского государственного университета,
РФ, г. Севастополь
E-mail: karvalart@mail.ru*

PARAMETRIC IDENTIFICATION AND MODELING OF ELECTROHYDRAULIC SERVO CONTROL SYSTEM

Valery Karapetyan

*candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Sevastopol State University,
Russia, Sevastopol*

АННОТАЦИЯ

Описана процедура определение параметров передаточной функции силовой части гидропривода по данным эксперимента. Приведены результаты верификации модели электрогидравлической следящей системы путём компьютерного моделирования. Идентификация и моделирование проводились стандартными средствами пакета Matlab.

ABSTRACT

Procedure determination of parameters transfer function power part of a hydraulic actuator according to experiment is described. Results of verification model of the electrohydraulic servo system by computer modeling are given. Identification and modeling was conducted using the standard Matlab package.

Ключевые слова: идентификация; моделирование; следящая система; Matlab.

Keywords: identification; modeling; servo system; Matlab.

Постановка задачи и описание объекта исследования

Рассматривается следящая электрогидравлическая система управления, решающая задачу наведения объекта в горизонтальной плоскости. Исполнительным устройством следящей системы является силовой электрогидропривод (СЭГП) объемного регулирования [1; 4; 5]. Гидропривод предназначен для преобразования электрических сигналов управления во вращение вала гидромотора, механически связанного через редуктор с объектом управления — горизонтальной поворотной платформой.

Функциональная схема следящей системы управления с СЭГП [3] приведена на рисунке 1.

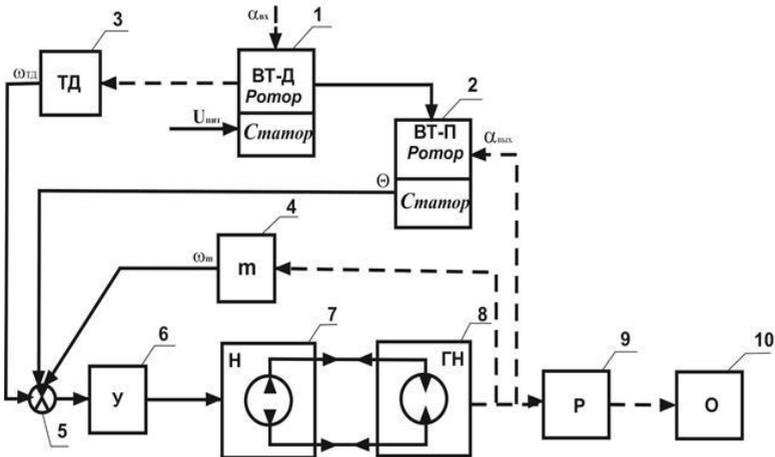


Рисунок 1. Функциональная схема СЭГП

Здесь приняты следующие обозначения:

- 1, 2 — вращающиеся трансформаторы, установленные в задающем устройстве и на выходном валу гидромотора;
- 3, 4 — измерительные тахогенераторы, связанные с задающим устройством и с выходным валом гидромотора;
- 5, 6 — электронный усилитель-сумматор и электрогидравлический усилитель (устройство управления гидронасосом);
- 7, 8 — гидронасос, гидромотор;
- 9, 10 — механический редуктор и объект управления (поворотная платформа).

пунктирными линиями обозначены механические связи, а сплошными — электрические и гидравлические связи;

- $\alpha_{вх}$ — угол поворота входного вала (задающего устройства);
- $\alpha_{вых}$ — угол поворота вала гидромотора (выходного вала);
- $\theta = \alpha_{вх} - \alpha_{вых}$ — сигнал принимающего вращающегося трансформатора, пропорциональный величине угла (ошибке) рассогласования;
- $\omega_{гд}$ — сигнал, пропорциональный угловой скорости вращения входного (задающего) вала;
- ω_m — сигнал, пропорциональный угловой скорости вращения вала гидромотора.

Собственно силовая часть электрогидропривода (гидронасос-гидромотор) представлена на схеме двумя блоками 7 и 8.

При наличии рассогласования между задающим (1) и принимающим (2) вращающимися трансформаторами измерительного устройства на вход усилителя (6) поступает сигнал, напряжение которого пропорционально углу рассогласования θ , далее он усиливается до необходимой величины и поступает на обмотки электромагнита гидроусилителя гидропривода в виде разности токов определенной полярности. На усилитель также поступает сигнал рассогласования по угловым скоростям вращения задающего (3) и выходного (4) валов. Гидроусилитель поворачивает люльку насоса, обеспечивающую соответствующую производительность, а следовательно, скорость и направление вращения вала гидромотора, связанного с исполнительной осью горизонтальной платформы.

Силовая часть привода в линейном приближении может быть представлена математической моделью в виде последовательного

соединения передаточных функций электрогидравлического усилителя и силового гидропривода (гидронасос-гидромотор), при этом вид этих передаточных функций соответствует динамическим звеньям, приведенным в [3; 4]. На рисунке 2 приведена структурная схема силовой части привода

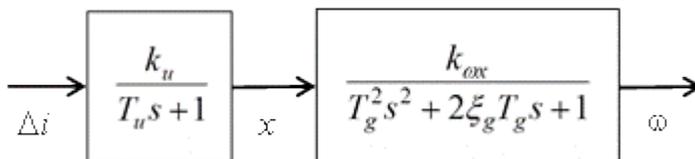


Рисунок 2. Структурная схема силовой части привода

На рисунке 2 приняты следующие обозначения:

- Δi — разность токов во входных цепях электромеханического преобразователя;
- k_u , T_u — коэффициент усиления и постоянная времени электрогидравлического усилителя (устройства управления гидронасосом);
- x — угол поворота люльки гидронасоса;
- k_{ox} — коэффициент усиления (по скорости) силового гидропривода;
- T_g — постоянная времени силового гидропривода;
- ξ_g — коэффициент демпфирования силового гидропривода;
- ω — угловая скорость вращения вала гидромотора.

Процедуры подготовки данных и идентификации

Для определения (идентификации) числовых значений параметров передаточных функций была проведена серия натуральных экспериментов на реальном объекте и системе автоматического управления. Суть экспериментов состояла в том, чтобы в процессе отработки системой управления объектом различных заданных тестовых движений, зафиксировать изменения некоторых, значимых для процесса идентификации параметров передаточных функций, сигналов.

Входной сигнал α_{ex} (угол поворота задающего вала) для системы слежения формировался в виде линейно нарастающего сигнала. Задавались начальное и конечное значения углового положения

горизонтальной платформы и время изменения угла от начального до конечного значений. Измеряемые электрические сигналы подавались на входы АЦП и фиксировались в числовых файлах. Данные во всех экспериментах снимались в течение фиксированного промежутка времени ~ 2800 мС.

Для проведения процедур идентификации параметров передаточных функций (рисунок 2) необходимо иметь отсчеты двух сигналов:

- сигнала Δi , поступающего на обмотки электромагнитного преобразователя ($\Delta i = i_1 - i_2$ — разность токов двух обмоток электромагнита), который управляет положением заслонки в схеме гидроусилителя дроссель-заслонка;
- сигнала ω принимающего тахогенератора (модулирован частотой 400 Гц), пропорционального угловой скорости вращения вала гидромотора.

Сигнал, пропорциональный углу поворота люльки гидронасоса x не потребуется для идентификации параметров, так как соединение двух передаточных функций представляет собой неизменяемую часть силового привода и можно будет заменить последовательность этих звеньев одним динамическим звеном третьего порядка. Управляющий сигнал электромеханического преобразователя Δi модулирован частотой 70 ± 30 Гц. Модуляция применяется для предотвращения "залипания" заслонки в системе сопло-заслонка.

В качестве примера числовых данных натуральных экспериментов приведем, в графической форме, отсчеты сигналов $\alpha_{вх}$, Δi , ω (Рисунок 3.).

Входное значение $\alpha_{вх}$ равномерно изменяется от нуля до 25 градусов (верхний график). Разность токов Δi обмоток магнитных катушек — управляющий сигнал электромеханического преобразователя, модулированный частотой 70 Гц (средний график). Сигнал угловой скорости ω вала гидромотора, модулированный частотой 400 Гц (нижний график). Длительность записи каждого из сигналов — около 2,8 секунды.

Проведение процедуры идентификации параметров передаточной функции силовой части привода (рисунок 2) требует предварительной обработки выходного сигнала ω , которая включает определение момента времени начала процесса идентификации и демодуляции сигнала ω выходного тахогенератора.

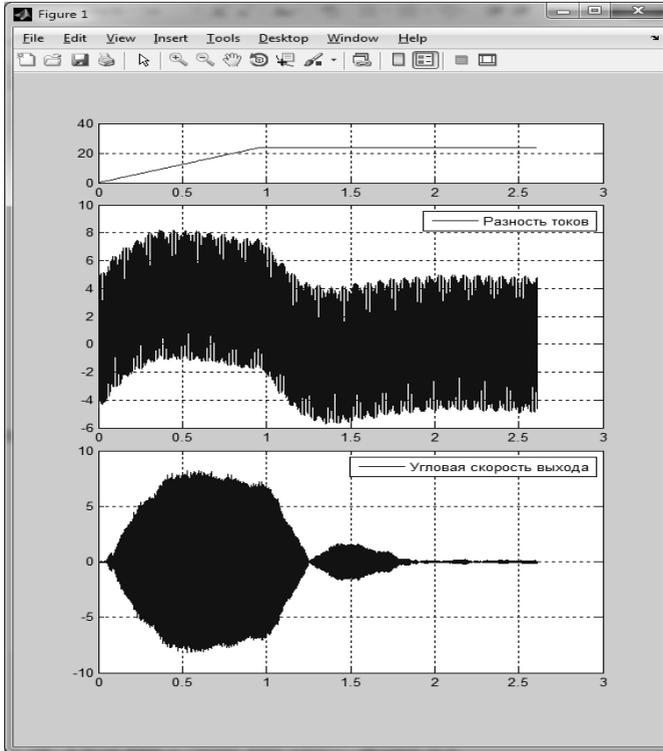


Рисунок 3. Графики экспериментальных значений сигналов $\alpha_{вх}$, Δi , ω

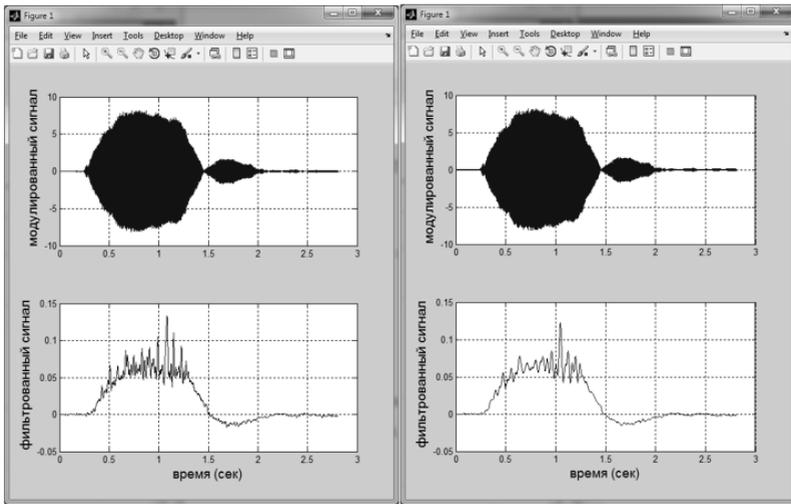
Момент начала процесса идентификации определить сравнительно легко по началу изменения входного сигнала $\alpha_{вх}$. Он выбран равным 200 мс или 1280 отсчетов с начала записи данных экспериментов.

Поиск приемлемого метода демодуляции выходного сигнала ω проводился по трем направлениям:

1. прямое применение функции демодуляции demod пакета Matlab [7];
2. методами цифровой частотной обработки [6; 8] — построением амплитудно-частотного спектра сигнала и, с помощью цифровой фильтрации (цифровыми фильтрами), удалением соответствующих частотных составляющих сигнала;
3. выделением огибающей путём оконтуривания рисунка графика [8] модулированного сигнала с последующей коррекцией, вызванной учетом направления поворота горизонтальной платформы.

Для успешной работы функции демодуляции `demod` необходимо более или менее точное значение частоты модуляции. В данном случае она должна быть равна 400 Гц. Однако в зависимости от номера эксперимента величина частоты модуляции менялась в пределах ± 20 Гц, более того, для некоторых экспериментов не удалось подобрать частоту модуляции даже на период длительности самого эксперимента. Поэтому данный метод был отвергнут.

Второй метод проведения «демодуляции» основывался на частотной обработке исходного сигнала цифровыми фильтрами низкой частоты. Применялись стандартные средства Matlab [6; 8] для реализации как БИХ-, так и КИХ-фильтров (функции `ellip` и `fir1`, соответственно) и прохождения сигнала ω через цифровой фильтр (функция `filter`). Этот приём удаления из сигнала ω несущей частоты удовлетворительных результатов не дал. На рисунках 4а и 4б приведены примеры частотной фильтрации сигнала, пропорционального угловой скорости вала гидромотора.



а)

б)

Рисунок 4. Исходный сигнал ω и результаты цифровой фильтрации. а) обработка ФНЧ с КИХ-фильтром, б) обработка ФНЧ с БИХ-фильтром

Третье направление поиска процедуры «демодуляции» сигнала угловой скорости выходного вала ω основывалось на идее получения

огibaющей модулированного сигнала путём оконтуривания изображений графиков измерений ω , представленных в виде, приведенном на рисунке 5.

Алгоритм выделения огibaющей для получения «демодулированного» сигнала ω включает следующие шаги:

- а. построение графика сигнала ω (верхняя часть рисунка 5);
- б. сохранение графика сигнала в виде файла-изображения в формате bmp;

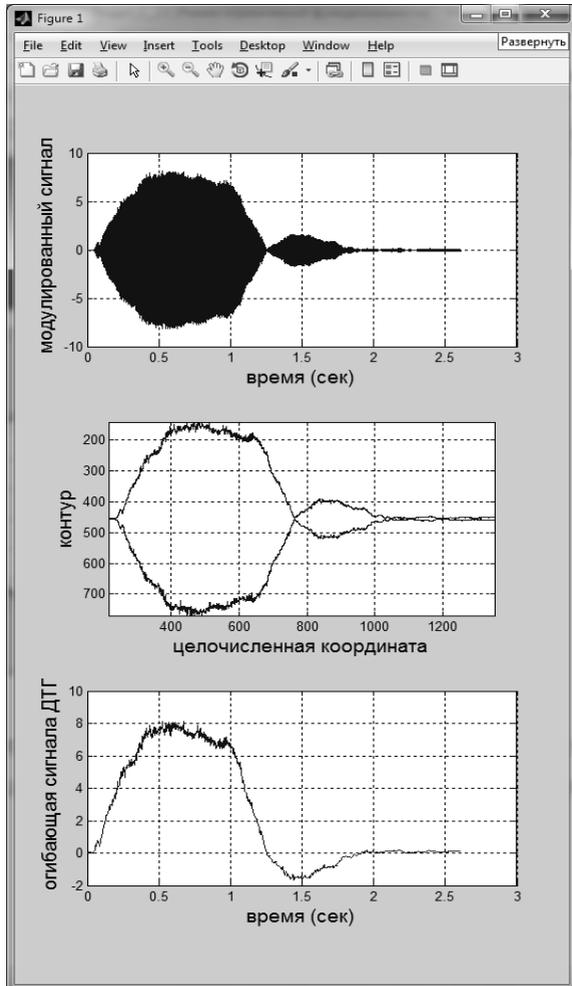


Рисунок 5. Процедура демодуляции

в. дополнительная обработка изображения в обычном графическом редакторе, например в Paint. Цель обработки состоит в том, чтобы в изображении графика сигнала в поле объекта figure оставить только само изображение, убрав оцифрованные оси и преобразовав многоцветное изображение к бинарному (черно-белому);

г. обработка полученного в пункте в) изображения в пакете Matlab функцией выделения контура изображения `imcontour` [9] и получение массива с координатами точек контура (средняя часть рисунка 5). Здесь следует заметить, что после такой обработки теряется связь значений координат точек контура с физическими единицами, например, горизонтальной координаты точек контура с временной переменной;

д. сохранение массива с координатами точек контура изображения в текстовом файле для дальнейшей обработки;

е. загрузка данных текстового файла с огибающей в Matlab-программу и приведение массива данных к истинным временным и амплитудным отсчётам масштабированием и с помощью аппроксимирующего сглаживающего кубического сплайна (функция `csaps`) и вычисления значений огибающей сигнала во временных дискретах (функция `fival`) [2];

ж. массив точек огибающей сигнала (нижняя часть рисунка 5) упаковывался в текстовый файл и в дальнейшем использовался как исходный набор числовых данных в алгоритмах идентификации математических моделей силового привода.

Сравнивая все три метода выделения огибающей сигнала ω и опираясь на опыт применения их к обработке всего объема экспериментальных данных, решено было остановиться на последнем. Этот метод наиболее трудоёмок — он требует использования нескольких сложных и «капризных» функций Matlab и программ графической обработки изображений. Однако каждый шаг алгоритма может визуально контролироваться исследователем путем сравнения получающихся графиков с исходным графиком модулированного сигнала ω .

После предварительной обработки экспериментальных данных и фиксации их в числовой форме, соответствующей нижнему графику рисунка 5, была проведена процедура идентификации параметров передаточных функций силовой части гидропривода.

В процессе выполнения процедуры идентификации для всех наборов экспериментальных данных было установлено, что наиболее устойчивые и адекватные результаты получаются для двух видов передаточных функций —

$$W_{03}(s) = \frac{b_0}{a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0} \text{ и } W_{14}(s) = \frac{b_1 s + b_0}{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0}. \quad (1)$$

Две цифры, составляющие индексы передаточных функций означают соответственно порядки полиномов числителя и знаменателя.

В нашем случае удобнее представлять передаточную функцию в виде набора коэффициента усиления K , постоянных времени T или τ и коэффициентов демпфирования ξ .

Для передаточных функций третьего порядка —

$$W_{03}(s) = \frac{K}{(1 + T_1 s) \cdot (1 + T_2 s) \cdot (1 + T_3 s)}$$

или $W_{03}(s) = \frac{K}{(1 + T_1 s) \cdot (1 + 2\xi T s + T^2 s^2)}; \quad (2)$

для передаточных функций четвертого порядка —

$$W_{14}(s) = \frac{K \cdot (1 + \tau_1 s)}{(1 + T_1 s) \cdot (1 + T_2 s) \cdot (1 + 2\xi T s + T^2 s^2)} \quad (3)$$

или $W_{14}(s) = \frac{K \cdot (1 + \tau_1 s)}{(1 + 2\xi_1 T_1 s + T_1^2 s^2) \cdot (1 + 2\xi T s + T^2 s^2)}$

или $W_{14}(s) = \frac{K \cdot (1 + \tau_1 s)}{(1 + T_1 s) \cdot (1 + T_2 s) \cdot (1 + T_3 s) \cdot (1 + T_4 s)}$.

Результаты идентификации и моделирования

Параметрическая идентификация передаточных функций вида (1), проведенная по данным всех экспериментов показала, что наиболее адекватными являются передаточные функции в виде (2) и (3).

Процедура идентификации проводилась программными средствами пакета System Identification Toolbox [7] системы Matlab, в частности, функцией `tftest` — оценки параметров передаточных функций по временным откликам. Качество идентификации оценивалось величиной соответствия fit

$$fit = \left(1 - \frac{\|y - \hat{y}\|}{\|y - \bar{y}\|} \right) \cdot 100\% , \quad (4)$$

где: y — исходные (экспериментальные) выходные данные;

\hat{y} — выход идентифицированной передаточной функции;

\bar{y} — усредненное значение массива y .

На рисунке 6 представлены графики, иллюстрирующие характерные результаты процедуры идентификации параметров передаточной функции по данным одного из экспериментов

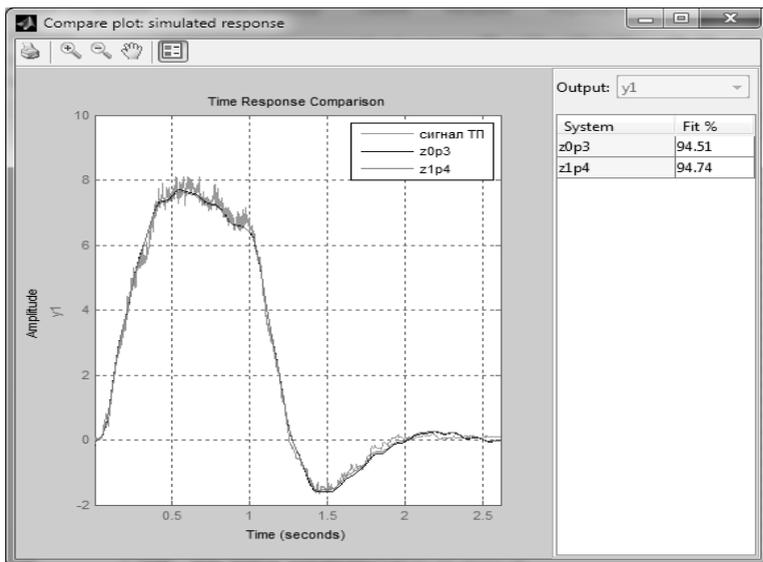


Рисунок 6. Экспериментальный и модельные графики угловой скорости ω с указанием процентных значений величин соответствия, $z0p3$ — идентификатор передаточной функции вида $W_{03}(s)$; $z1p4$ — идентификатор передаточной функции вида

$$W_{14}(s)$$

Из графиков рисунка 6 следует, что уровень адекватности модельных (синий и зеленый цвета) и экспериментальных (серый цвет) данных весьма высок (более 94 %). Практическое совпадение значений величин соответствия 94,51 % и 94,74 % позволяет сделать вывод о том, что значения постоянных времени T_1 и τ_1 в выражении (3) близки. Похожие результаты справедливы для всех наборов экспериментальных данных. Данный факт приводит к необходимости выбора передаточной функции силовой части гидропривода в виде (2) [4; 5].

Аналогичные результаты были получены и с помощью специальной графической утилиты Ident из расширения System Identification Toolbox пакета Matlab, представляющей собой интерактивный программный инструмент для решения широкого круга задач идентификации динамических объектов и процессов [7].

Результаты идентификации передаточных функций позволили провести моделирование движения силовой части гидропривода (изменение скорости вала гидромотора ω). Интегрируя модельную угловую скорость ω и учитывая передаточное число выходного механического редуктора (рисунок 1, блок 9), было проведено сравнение угловых характеристик экспериментального входного задающего процесса $\alpha_{вх}$ и модельного выходного $\alpha_{вых}$. Один из примеров такого сравнения приведен на рисунке 7.

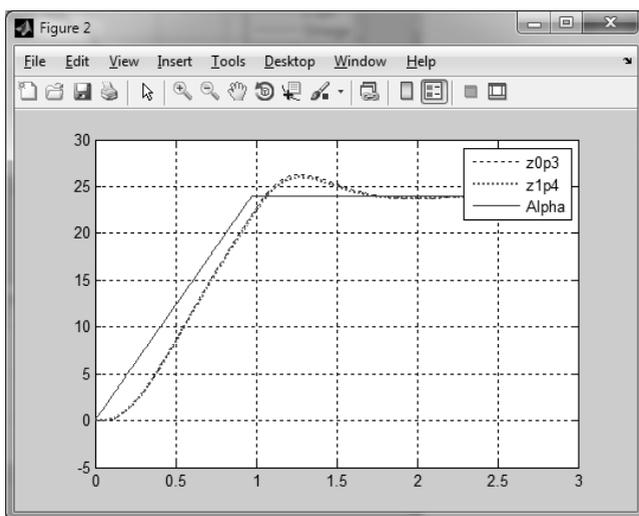


Рисунок 7. Графики экспериментального $\alpha_{вх}$ и модельных $\alpha_{вых}$

Характер взаимного поведения входных $\alpha_{вх}$ и выходных $\alpha_{вых}$ угловых характеристик обусловлен тем фактом, что экспериментальные данные снимались с действующего образца следящей электрогидравлической системы управления, обладающей астатизмом.

Заключение

Предложенная процедура предварительной подготовки экспериментальных данных и средства пакета Matlab для параметрической идентификации динамических объектов позволили эффективно решить поставленную задачу. Полученные результаты достаточно хорошо согласуются с данными из литературных источников, что подтверждает адекватность выбранного подхода и инструментария.

Список литературы:

1. Гамынин М.С. Гидравлический привод систем управления. М.: Машиностроение, 1972. — 376 с.
2. Кетков Ю.Л. Matlab 7: программирование, численные методы / Ю.Л. Кетков, А.Ю. Кетков, М.М. Шульц. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 752 с.
3. Описание изобретения к Патенту РФ № 2004114986/09, 17.05.2004 [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.freepatent.ru/images/patents/201/2268480/patent-2268480.pdf>.
4. Потапов А.М. Основы расчета и проектирования линейных следящих систем. Л.: ЛМИ, 1980. — 96 с.
5. Прокофьев В.Н., Данилов Ю.А., Кондаков Л.А. Аксиально-поршневой регулируемый гидропривод. М.: Машиностроение, 1969. — 496 с.
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2002. — 608 с.
7. Ljung L. System Identification Toolbox. User's Guide. MathWorks, 2012. — 818 p.
8. Signal Processing Toolbox. User's Guide. MathWorks, 2012. — 527 p.
9. Image Processing Toolbox. Reference. MathWorks, 2012. — 881 p.

ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО КОНГРУЭНТНОГО И БИКВАДРАТНОГО МЕТОДОВ

Курчатов Михаил Юрьевич

*студент 4 курса,
Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники,
РФ, г. Серпухов
E-mail: kaaelss@gmail.com*

Нурматова Елена Вячеславовна

*канд. техн. наук, зав. кафедрой «Приборы и информационные технологии», доцент, Филиал МИПЭА в г. Серпухове,
РФ, г. Серпухов
E-mail: ev8@mail.ru*

THE PROGRAM OF GENERATION OF PSEUDO-RANDOM SEQUENCE BASED ON A LINEAR CONGRUENT AND BIQUADRATIC METHODS

Michael Kurchatov

*student 4 course, Moscow State University of Information Technologies,
Radio Engineering and Electronics,
Russia, Serpukhov*

Elena Nurmatova

*Candidate of Science, head of the department "Devices and Information Technologies", Moscow State University of Information Technologies,
Radio Engineering and Electronics,
Russia, Serpukhov*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается вопрос построения генераторов псевдослучайных чисел, в частности на основе линейно-конгруэнтного и биквадратного метода. Показан практический результат реализации данных методов в виде интегрированного программного приложения.

ABSTRACT

In this paper we discuss the construction of pseudorandom number generators, in particular through the linear congruential method and biquadratic. Shows a practical result of the implementation of these methods in the form of an integrated software application.

Ключевые слова: информационная безопасность; генераторы псевдослучайных чисел.

Keywords: information security; pseudorandom number generators.

Информационная безопасность достаточно часто нуждается в генерации случайных чисел, которые по большей своей части являются одной из преград между злоумышленниками и информацией.

Существует два типа случайных чисел — случайные числа (true random numbers) и псевдослучайные числа (pseudorandom numbers) с определенными свойствами, позволяющими использовать их в криптографии. Отличие случайных и псевдослучайных последовательностей заключается в том, что, узнав часть случайного числа, нельзя точно предугадать следующие комбинации, а псевдослучайные числа можно рассчитать по заданному алгоритму. И тут появляется вопрос, зачем же нам нужны генераторы псевдослучайных чисел, если есть генераторы случайных чисел?

Основным достоинством является псевдослучайность числа, генератор псевдослучайного числа (ГПСЧ) требует начальное порождающее число для генерации последовательности, что открывает возможности как и для человека заинтересованного в защите информации, так и для злоумышленника.

При построения псевдослучайной последовательности необходимо уделять внимание их криптостойкости, а именно: прохождение статистических тестов на случайность и сохранение надежности при раскрытии части их порождающего или текущего значения в последовательности криптоаналитиком [2].

На данный момент ГПСЧ используются для генерации SSL и других сертификатах.

Приведем краткую характеристику линейно-конгруэнтного и биквадратного методов.

Линейный конгруэнтный (далее ЛК) метод заключается в расчёте некоторой цикличной функции вида [1]:

$$\begin{aligned} X_0 &= (a * t_0 + c) \bmod 2^{(b-1)} \\ X_1 &= (a * X_0 + c) \bmod 2^{(b-1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_2 &= (a * X_1 + c) \bmod 2^{(b-1)} \\
 &\quad \dots \\
 X_n &= (a * X_{n-1} + c) \bmod 2^{(b-1)}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где: X — часть цифрового ключа;

t — порождающее число;

a, b, c — некоторые целочисленные коэффициенты.

Важно знать что $2^{(b-1)}$ формально является ограничителем, период не может иметь больше $2^{(b-1)}$ элементов. Сам по себе метод не является криптографически стойким, поэтому его нельзя использовать без дополнительных решений для защиты в информационной безопасности. Вся опасность использования ЛК метода заключается в том, что доходя до определённой точки последовательность начинает повторяться, поэтому в ключах используют только уникальную часть цифрового кода (без повторяющихся элементов). Возможно самым главным достоинством является простота метода и его малая требовательность к ресурсам системы. Вне криптографии метод достаточно неплохо работает на различных малых системах, например игровых консолях (ведь кол-во памяти серьезно ограничено).

Теперь о Биквадратном (далее БК) методе, основанный на последовательном возведении в квадрат числовых данных с чётной разрядностью, начиная с порождающего значения t_0 .

Этот метод так же требует сравнительно небольшое количество средств ЭВМ для работы, но и имеет существенную проблему, связанную с цикличностью результата. В криптографии этот метод можно использовать с дополнительными средствами, усложняющими поиск порождающего значения (ведь узнав порождающее число, или строку, злоумышленник сможет без проблем вычислить и всю последовательность).

Для наглядности есть конкретная программная реализация в VB.net, осуществляющая генерацию последовательности этими методами.

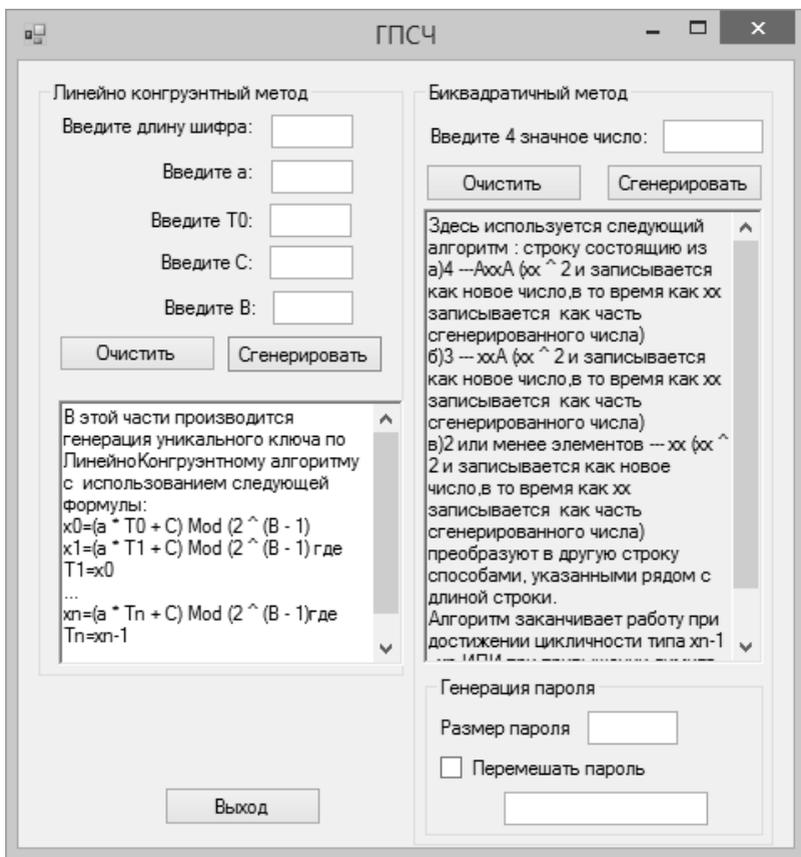


Рисунок 1. Главная форма приложения ГПСЧ

Ключ, сгенерированный с помощью БК метода можно с легкостью перевести в ASCII код для дальнейшего использования, например в качестве пароля \ ключа для чего либо. Важно учитывать что ASCII имеет отображаемые символы начиная с № 32 (пробел), поэтому комбинация 01 сгенерированная с помощью БК метода будет переведена в ASCII символ № 33 (т. е. «!»), помимо этого в программе имеется возможность перемешивания пароля с помощью алгоритма, который базируется на имеющихся в VB.net средствах.

Программа работает следующим образом: в поля вводятся начальные значения, в случае если генерация пароля осуществляется в БК методе так же вводят размер пароля и согласие на перемешивание

пароля, после чего нажимается кнопка «Сгенерировать» и в нижнем поле программы отобразится пароль для копирования. Если флаг «Перемешать пароль» не убрать и ввести новый набор данных с последующим нажатием кнопки «Сгенерировать» в строчку с паролем добавится ещё одна последовательность, таким образом можно создать композитный пароль.

Подводя итог, можно отметить простоту данных методов в целом (требуют мало ресурсов ЭВМ, достаточно просты в расчётах) и основной из недостатков — лёгкость в предугадывании последовательности при наличии одного из параметров. Несмотря на это методы применяются (хоть и редко, осторожно, и с использованием дополнительных средств защиты) в криптографии и достаточно успешно в других сферах (в игровых консолях и других малых устройствах).

Список литературы:

1. НОУ ИНТУИТ — К2.Генерация псевдослучайных чисел, линейно конгруэнтный метод. [“электронный ресурс” — Режим доступа. — URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/553/409/lecture/17868> (дата обращения 15.02.2015).
2. Хоффман Дж. Современные методы защиты информации. М., Советское радио, 1980. — 263 с.

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Свириденко Олеся Вячеславовна

*канд. техн. наук, доцент
Омского государственного института сервиса,
РФ, г. Омск
E-mail: olesya.sviridenko@mail.ru*

Андросова Галина Михайловна

*д-р техн. наук, зав. кафедрой конструирования и технологий изделий
легкой промышленности, профессор
Омского государственного института сервиса,
РФ, г. Омск
E-mail: mailgalina@rambler.ru*

MANAGEMENT INFORMATION FLOWS PROCESS PRODUCTION OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES ON THE BASIS OF TECHNOLOGIES OF SIMULATION MODELING

Olesya Sviridenko

*candidate of Technical Sciences, Associate professor
of Omsk's State Institute of Service,
Russia, Omsk*

Galina Androsova

*doctor of Technical Sciences, Professor
of Omsk's State Institute of Service,
Russia, Omsk*

АННОТАЦИЯ

В работе выполнена систематизация информационных потоков технологических процессов производства изделий легкой промышленности. Для результативного управления большими массивами информации на различных технологических переходах, разработана модель процессов производства изделий в нотации IDEFO.

ABSTRACT

The study focuses on the systematization of information flows of technological processes of production of light industry products. The model of process production developed in the IDEFO notation will help you to manage large amounts of information on different technological transitions.

Ключевые слова: информационные потоки; управление процессами; информационные технологии; моделирование процессов; автоматизация; декомпозиция процесса.

Keywords: information flows; process management; information technology; process modeling; automation; decomposition process.

В условиях перехода экономики страны на новый путь развития и формирования прогрессивных структурных сдвигов, главной задачей предприятий легкой промышленности является насыщение рынка качественными товарами, отвечающими требованиям мирового уровня. Планирование развития и управление устойчивым функционированием таких предприятий имеет особенности, обусловленные частой сменой объектов производства, что требует больших затрат временных и человеческих ресурсов.

Для обеспечения высоких темпов разработки и освоения изделий, современная организация технологической подготовки производства на всех ее этапах должна базироваться на унификации и типизации отдельных процессов, использовании средств вычислительной техники. Кроме этого, растущие с каждым днем объемы экономической информации, сложная структура современного производства требуют качественно нового подхода к проектированию и управлению технологическими процессами. Все это обуславливает необходимость внедрения и интеграции систем автоматизированного проектирования и управления на всех уровнях производства.

Следует отметить, что реализуемые подходы к автоматизации в легкой промышленности должны обеспечивать соответствие современным требованиям к системам управления производственными комплексами, учитывать специфику технологий отрасли, возможности применяемых средств управления и контроля. Отрасли легкой промышленности характеризуются большим разнообразием объектов, предметов и средств труда. Следовательно, каждая из отраслей требует индивидуального подхода к автоматизации процессов управления производством.

Технологические процессы предприятий легкой промышленности довольно многочисленны. К особой группе относится производство изделий из натурального меха. Сложность его организации определяется особенностью технологических процессов подготовительно-раскройного производства. Именно на этом этапе ведутся трудоемкие работы, требующие обработки больших массивов информации об используемых пушно-меховых и овчинных полуфабрикатах, что предполагает учет и хранение данных о каждой принимаемой в производство единице. Следовательно, перспективным является использование возможностей современных информационных технологий для управления производством. В связи с этим, необходима систематизация знаний в области комплексного управления предприятиями по пошиву изделий из меха за счет применения информационных технологий.

Характерной особенностью производства изделий из меха является то, что поступающие в производство полуфабрикаты значительно различаются по своим свойствам, таким как: толщина, площадь, доля волосяного покрова и кожаной ткани, характер микроструктуры, глубина залегания волоса, густота, высота, цвет, тонина волосяного покрова и т. д. При этом существенные различия наблюдаются и внутри одного вида сырья по биологическим признакам (порода, кряж, возраст, пол), а также по сырьевым порокам

(отдушистость, расслаивание, закусы, сваянность, болячки, навал, накостиши, битость ости, тощеватость, желтизна, ватность волосяного покрова и др.) или производственным (скляность, теклость волоса, прелины кожаной ткани, плешины) [2].

В значительной степени усложняют проектирование технологических процессов изготовления изделий из меха особенности полуфабрикатов, такие как: различие свойств по толщине и плотности волокнистой структуры отдельных топографических участков (хребта, пашин, шейной и средней частей, огузка). По качеству кожаной ткани отдельные участки более толстые и плотные (шейная часть и верхняя половина хребтовой части), другие тонкие и непрочные (пашины). Поэтому повышение эффективности производства становится возможным благодаря внедрению систем автоматизации. Поскольку наиболее сложные и трудоемкие операции выполняют в рамках подготовительно-раскройного производства, то автоматизация является актуальной именно на этом этапе. Следовательно, первостепенной задачей становится детальный анализ и выявление взаимосвязей отдельных технологических процессов изготовления изделий из меха. Такой подход позволит систематизировать информационные потоки на различных технологических переходах.

В структуре рынка одежды из натурального меха значительная доля принадлежит изделиям, изготовленным из овчинно-шубных полуфабрикатов. Это определено тем, что овчина является превосходным материалом для демисезонной и зимней одежды в силу высоких показателей теплозащиты, гигроскопичности, пластичности и носкости. Кроме этого, последние достижения научно-технического прогресса позволяют получать различные окраски, оригинальные отделки волосяного покрова и кожаной ткани, что все больше привлекает внимание потребителей, особенно молодежи. Изделия из шубной овчины отличаются отсутствием подкладки, что существенно усложняет технологические процессы на подготовительно-раскройном этапе производства в связи с необходимостью одновременно учитывать свойства и наличие пороков, как волосяного покрова, так и кожаной ткани [1].

Процесс производства начинается с момента поступления на предприятие заказа, документально оформляемого как наряд-заказ. В соответствии с этим документом изготавливается партия изделий. Процесс выполнения заказа регламентируется требованиями соответствующей нормативно-технической документации. Кроме этого, для его реализации требуется ряд ресурсов. Модель процессов произ-

водства изделий из шубной овчины 0-уровня в нотации IDEFO представлена на рис. 1.

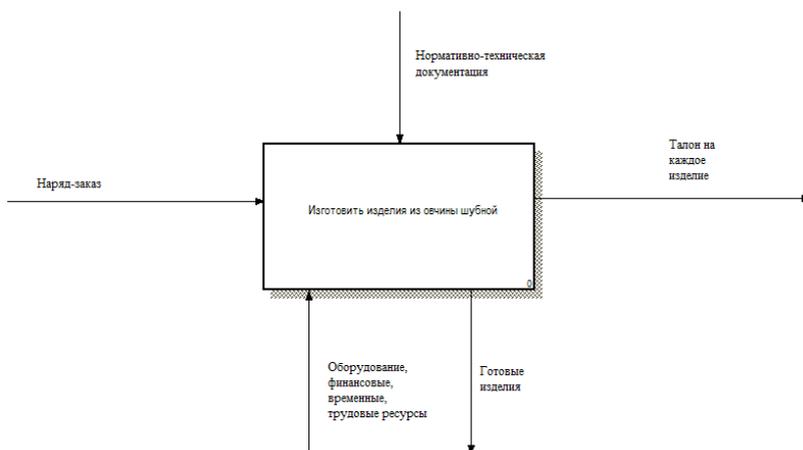


Рисунок 1. Модель процесса производства изделий из овчины шубной

Декомпозиция процесса производства позволяет представить его в виде совокупности взаимосвязанных технологических процессов подготовки овчинно-шубных полуфабрикатов для комплектования производственных партий, сборки необходимого количества полуфабрикатов для раскроя изделий, раскроя комплектов шкур, изготовления изделий из комплектов деталей кроя [1]. Модель процессов производства 1-уровня в нотации IDEFO представлена на рис. 2. На модели выделены 4 блока, которые характеризуют основные этапы производства изделий из овчины шубной — технологические переходы. При этом каждый этап характеризуется своими материальными и информационными потоками, что делает организационную модель производства достаточно громоздкой.

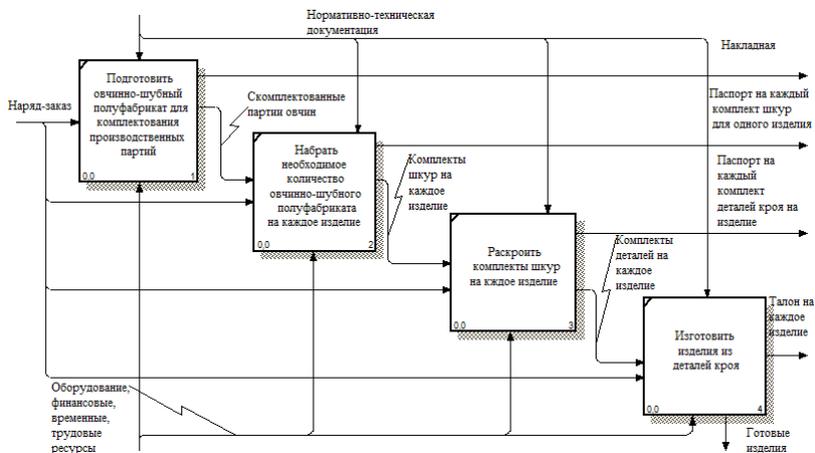


Рисунок 2. Развернутая модель процесса производства изделий

Таким образом, представление и систематизация информации об особенностях функционирования процессов подготовительно-раскройного производства изделий из овчины шубной наглядно отражает их взаимосвязи, последовательность протекания, входы, выходы, ограничения, заложенные в нормативно-технической документации и ресурсы необходимые для успешного функционирования предприятия. Реализация технологий имитационного моделирования процесса производства позволит эффективно и результативно управлять информационными потоками.

Список литературы:

1. Нагорная З.Е., Андросова Г.М., Ряпухина Е.А. Совершенствование процесса подготовки овчинно-шубного полуфабриката к раскрою // Кожевенно-обувная промышленность. — 2004. — № 3. — С. 40—41.
2. Производство овчинно-шубных изделий [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://bbsv.ru/production/proizv/index.htm> (дата обращения 05.06.2015).

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ТЕСТИРУЮЩИХ ПРОГРАММ

Филимонова Любовь Денисовна

программист ДГБ N1,

РФ, Саратовская область, г. Балаково

E-mail: lubovkoltsova@mail.ru

SOFTWARE FOR THE CREATION FOR EDUCATIONAL TESTING PROGRAMS

Lubov Filimonova

programmer CH N1,

Russia, Saratov region, Balakovo

АННОТАЦИЯ

В настоящее время компьютерные программы тестирования знаний обучающихся становятся все более актуальными. Чтобы учесть особенности изучаемой дисциплины, необходимо разрабатывать авторские тестирующие программы. Одним из основных этапов разработки программно-педагогических средств является анализ сред их разработки.

ABSTRACT

Currently the computer program of testing of knowledge of students are becoming more relevant. To account for the peculiarities of the studied discipline necessary to develop testing programs copyright. One of the main stages of the development of software teaching resources is the analysis of their development environments.

Ключевые слова: учебные тестирующие программы; программные средства создания систем тестирования знаний.

Keywords: educational testing programs; software for the creation of knowledge testing systems.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ТЕСТИРУЮЩИХ ПРОГРАММ

В настоящее время в учебном процессе активно используются электронные образовательные ресурсы [1; 2; 3; 4 и др.], в том числе

и при оценке знаний обучающихся. Соответственно, необходим систематический контроль их учебной деятельности. Для этого имеются компьютерные программы тестирования знаний обучающихся (КПТ ЗО) [5; 6 и др.]. У каждой из них есть свои особенности технической реализации, поэтому при их создании необходимо провести анализ программных средств, которые будут использоваться для их реализации.

В настоящее время существует достаточно много вариантов программной реализации КПТ ЗО, но наиболее востребованные КПТ, которые реализованы как веб-приложения. На основании анализа существующих КПТ, реализованных как веб-приложения [7; 8 и др.], выделяем следующие их особенности. Во-первых, эти КПТ имеют простой и удобный интерфейс для обучающегося. Во-вторых, они не требуют установки на рабочую станцию, так как для работы с ними необходим браузер. Третьей особенностью является платформонезависимость — разрабатываемая система тестирования может запускаться на любой из платформ. Четвертой — простота конфигурирования — специальные настройки на каждой из рабочих станций не требуются, они нужны лишь однажды для серверной части. Все перечисленные особенности делают такие системы тестирования особенно востребованными в настоящее время.

При реализации КПТ необходимо рассмотреть имеющиеся программные средства и выбрать наиболее оптимальные. В настоящее время самыми популярными языками программирования являются PHP, Perl и Java. Проанализируем их более подробно [6]. PHP представляет собой язык программирования серверного типа. Разработан он был специально для веб-разработок. Perl представляет собой язык, который предоставляет возможность из независимых программок собирать большие сценарии, решающие определенные задачи, связанные с администрированием и форматированием текста. Основным назначением языка является создание CGI-приложений. Он упрощает решение задач администрирования веб-серверов, электронной почты, а так же многих других систем. К его достоинствам можно также отнести быстроту и легкость создания сценариев, доступность, а также открытость. Java представляет собой язык программирования объектно-ориентированного типа, создателем которого была компания SunMicrosoft. Особенностью приложений Java является работоспособность независимо от архитектуры компьютера. Данный язык предназначен для разработки различных сетевых приложений, поэтому обладает необходимыми средствами для реализации динами-

ческого обмена информацией между компонентами распределенного приложения.

К самым популярным языкам разметки можно отнести HTML, JavaScript, а также CSS. HTML в настоящее время он по-прежнему остается базовым помощником разработчика веб-страниц. К достоинствам данного языка можно отнести следующие: видимость страницы для любых веб-браузеров; возможность добавления таблиц, картинок, элементов мультимедиа; возможность создания гиперссылок различного вида; возможность создания множественных гиперссылок; возможность включения интерактивных компонентов (бланки, анкеты, опросные формы). К недостаткам можно отнести следующие: влияние типа аппаратного обеспечения на отображение страницы; влияние типа браузера на отображение страницы; влияние настроек браузера на отображение страницы; статичность страниц; отсутствие жесткой иерархии элементов. SGML точно определяет синтаксис для включения разметки в текст, а также отдельно описывает, какие теги разрешены и где. Таким образом, авторам предоставляется возможность создавать и применять такую разметку по своему желанию, выбирая соответствующие теги и присваивая им имена на нормальном языке. Тем не менее, у него был обнаружен ряд недостатков: громоздкость, трудность для изучения, чрезмерная гибкость. CSS является языком таблиц каскадных стилей. Основным его назначением является расширение возможностей оформления веб-страниц. Данный язык был разработан для разделения основной части документа от его оформления. Данная возможность представляет разработчикам огромную гибкость и упрощает создание интерфейса документов и оформление повторяющихся элементов страницы. К достоинствам этого языка можно отнести следующие: простота использования; предоставление дополнительных возможностей оформления страниц; сокращение размера Интернет-ресурса; отсутствие табличной структуры макета. К недостаткам можно отнести зависимость от браузера.

На основании проведенного анализа выбрали язык программирования PHP и язык разметки CSS, которые являются наиболее оптимальными при выборе языка и технологии программирования для разрабатываемой информационной системы тестирования знаний учащихся.

Далее рассмотрим имеющиеся системы управления базами данных и проведем выбор для разработки КИПТ. Наиболее распространёнными являются: Access, MySQL и Oracle. Access представляет собой СУБД реляционного типа. Достоинством Access является возможность его использования как в самостоятельном режиме,

так и в клиент-серверном. MySQL — это свободно распространяемая СУБД. К основным достоинствам можно отнести многопоточность, наличие записей фиксированной и переменной длины, наличие системы привилегий и паролей, наличие интерфейса с языками Perl и C, а также легкость управления таблицей. Oracle — представляет собой комплекс программных средств, который предоставляет возможность создания приложений с любой степенью сложности, обладающий большим количеством достоинств: безопасность, надежность и простота использования. Еще одним достоинством является многоплатформенность — Oracle работает отлично на любой платформе.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что система управления базами данных MySQL является наиболее оптимальной при выборе СУБД для разрабатываемой информационной системы тестирования знаний обучающихся, которая предоставляет возможность автоматизировать контроль учебной деятельности и обеспечить централизованный сбор результатов проверки учащихся в образовательном учреждении.

Список литературы:

1. Антонова А.В., Виштак Н.М. Информационные технологии как базовый компонент инноваций в образовании. Преподаватель XXI век. — 2010. — Т. 1. — № 3. — С. 22—25.
2. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 2009.
3. Виштак Н.М. Применение мультимедийных средств обучения в вузовской практике реализации программ дополнительного образования. Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2014. — Т. 20. — С. 4826—4830.
4. Виштак О.В., Кондратов Д.В. Комплексный подход к созданию электронных образовательных ресурсов. Universum: психология и образование. — 2014. — № 2 (3). — С. 7.
5. Виштак Н.М., Шведченко А.Д. Тестирование как один из важнейших этапов создания информационных систем. Технические науки — от теории к практике. — 2014. — № 36. — С. 17—22.
6. Грабер М. Введение в SQL / М. Грабер. М.: ЛОПИ, 2008. — 568 с.
7. Михайлова М.В. Система тестирования на базе Web-приложений // Материалы международной Интернет-конференции «Информационные информационно-педагогические технологии в образовании», 2010.
8. Программа для тестирования «Ассистент» [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://informatik.com.ua>.
9. Профессиональное тестирование START EXAM [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.opentest.ru/>.

СЕКЦИЯ 3.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ АРОЧНЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Марголит Ремир Борисович

канд. техн. наук, профессор РИ (ф)

*Московского государственного университета машиностроения,
РФ, г. Рязань*

E-mail: r.margolit@yandex.ru

Штрыков Андрей Константинович

канд. экон. наук, доцент РИ (ф)

*Московского государственного университета машиностроения,
РФ, г. Рязань*

E-mail: mr.strikov@yandex.ru

Липатов Сергей Игоревич

канд. техн. наук, ГК «ФИНВАЛ»,

РФ, г. Москва

E-mail: onima@yandex.ru

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC PRECONDITIONS OF MANUFACTURE AND USE OF ARCH GEARS

Remir Margolit

*Ph.D., professor of the Ryazan (branch)
of the Moscow state machine-building University (MMBU),
Russia, Ryazan*

Andrey Shtrykov

*Ph.D., associate Professor of the Ryazan (branch)
of the Moscow state machine-building University (MMBU),
Russia, Ryazan*

Sergey Lipatov

*candidate Technical, «FINVAL»,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В статье представлен описание технологии нарезания арочных зубчатых колес и подход к оценке их себестоимости.

ABSTRACT

This article presents technological process description of arch gears cutting and approach to the assessment of their primecost.

Ключевые слова: арочная передача; зубонарезание; инструментальная головка; себестоимость.

Keywords: arch gears; gear cutting; instrumental flow-head; primecost.

Зубчатые колеса применяются в различных механических передачах, преобразующих крутящий момент. Возрастание требований к техническим характеристикам машин и механизмов вызывает естественный рост требований к технико-экономическим показателям и качеству этих передач — повышению несущей способности, долговечности, надежности, плавности работы, снижению массогабаритных параметров и стоимости. Увеличение скоростей и нагрузок в зубчатых зацеплениях привело в свое время к появлению в дополнение к прямозубым другим видов колес — косозубых и шевронных.

До настоящего времени ничто не смогло поколебать в зубчатых передачах ведущее место эвольвентного зацепления. Предпринятые попытки увеличить площадь контакта зубьев использованием иных,

не эвольвентных, видов колес (циклоидных, эпициклоидных, Новикова) не увенчались успехом.

Тем интересней обратить внимание на разновидность эвольвентных зубчатых колес с круговым расположением зубьев, а именно, на арочные колеса (рисунок 1). Первое упоминание о них относится к началу XX века. Уже тогда теоретически обосновывались их существенные преимущества перед прямозубыми колесами по несущей способности, долговечности и плавности работы. По сути, арочные колеса являются улучшенной конструкцией эвольвентных шевронных, но с более жестким зубом. Кроме того, в арочных передачах облегчено достижение одинаковости расположения всех частей ведущих и ведомых зубьев.



Рисунок 1. Арочная передача

Однако, несмотря на очевидные преимущества, арочные колеса до последнего времени не нашли широкого использования. Основная причина этому — отсутствие технологии, позволяющей выполнять зубонарезание с высокими показателями точности и производительности.

В настоящее время эта проблема решена в Рязанском институте (филиале) Университета машиностроения. Разработанная технология высокопроизводительного изготовления арочных колес по технико-экономическим параметрам вполне сопоставима с технологиями производства традиционных колес с прямолинейными зубьями [5], и может даже иметь преимущества перед ними по себестоимости. Реализованный способ зубонарезания арочного колеса обеспечивает образование эвольвенты с одинаковым углом зацепления во всех сечениях зубчатого венца, перпендикулярных оси колеса [4]. Зубонарезание выполняется на универсальных многокоординатных станках

с ЧПУ (рисунок 2) инструментальными головками (рисунок 3), оснащенными быстросменными пластинами твердого сплава [3].

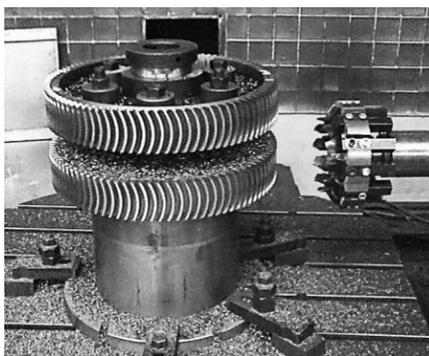


Рисунок 2. Зубонарезание на расточном станке с ЧПУ

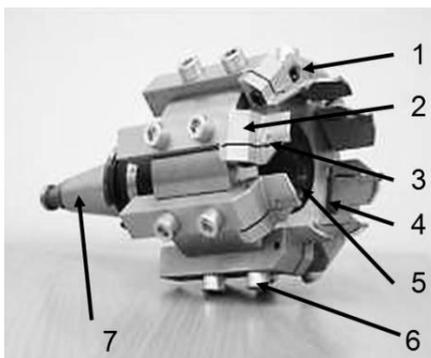


Рисунок 3. Инструментальная головка с оправкой

Инструментальная головка состоит из корпуса 1, резцов 2, оснащенных быстросменными режущими пластинами твердого сплава 3, подкладок под резцы 4, регулировочных 5 и крепежных 6 винтов. Грубая настройка положения резцов осуществляется с помощью мерных подкладок 4 под резцы, а тонкая настройка точнее 0,01 мм — с помощью регулировочных винтов.

В отличие от червячных фрез, различных для каждого модуля, инструментальной головкой одного наименования можно нарезать арочные колеса широкого диапазона модулей с любым числом зубьев. Важной особенностью является то, что точность обработки в наименьшей степени зависит от точности режущего инструмента.

Для полного зубонарезания венца, выполняемого в три технологических перехода, требуется использование трех инструментальных головок, отличающихся друг от друга только положением режущих пластин:

- для чернового прорезания впадины между зубьями;
- для нарезания вогнутой стороны зубьев;
- для нарезания выпуклой стороны зубьев.

Твердосплавные режущие пластины обладают шестью периодами стойкости: двумя для обработки вогнутой стороны зубьев, двумя для выпуклой стороны и двумя для прорезания впадины между зубьями в режиме кольцевого сверления. Каждая из пластин дважды работает в головках для выпуклой и вогнутой сторон зубьев и для порезки материала между зубьями.

К настоящему времени освоено нарезание на различных по типу и компоновкам универсальных четырехкоординатных обрабатывающих центрах арочных колес с числом зубьев от 9 до 100 модулей 2,5—9 мм с достижением 5—6 степени точности по ГОСТ1643-81.

Доказано, что высокая несущая способность арочных передач проявляется при обеспечении совмещения центральных сечений колес зубчатой пары, чему благоприятствует способность колес передачи самоустанавливаться в положение «арка в арку» [1], [2]. Эту особенность зубчатых передач необходимо учитывать в конструкции редукторов.

В данной работе проводится сравнительный экономический анализ технологий зубонарезания колес арочных и с прямолинейными зубьями, к которым относятся колеса прямозубые и косозубые.

Зубчатые передачи являются частями более сложных изделий, выполняющих законченную функцию — редукторов или иных трансмиссий. Сопоставимость должна основываться на сравнении себестоимости не колес, а именно этих изделий. Арочные передачи за счёт преимуществ формы зубьев имеют повышенную несущую способность, что может привести к снижению габаритов и массы трансмиссий по предварительной оценке на 12—18 %. Однако, в настоящее время имеется относительно малый опыт промышленного использования редукторов с арочными передачами. Поэтому проведение сравнительного экономического анализа использования различных по массогабаритным параметрам редукторов с разными передачами будет преждевременным.

Авторы работе исходили из следующей посылки. Если расчеты покажут, что себестоимость изготовления арочных колес окажется равной себестоимости изготовления прямозубых колес или разница

будет относительно небольшой, то это явится серьезным аргументом в пользу перехода к редукторам с арочными передачами. Существенно более высокая себестоимость арочных колес будет аргументом не в пользу их использования, даже если будут обоснования, что эти затраты окупятся за счет экономии по другим показателям.

Выполненный экономический анализ предусматривает сравнение себестоимости изготовления двух одинаковых по размерам и параметрам зацепления колес — с прямолинейными зубьями (вариант 1) и его арочного аналога (вариант 2). Для этого была выполнена методическая разработка соответствующих расчетов и составлены модели расчетов в параметрическом виде. Включение в расчет исходных значений технологических параметров позволяет получить завершённое сравнение экономичности зубонарезания.

Если выполнять расчет составляющих себестоимости для варианта 1 традиционного зубофрезерования червячной фрезой из быстрорежущей стали, работающей на скорости резания 25 м/мин, то расчет всегда окажется в пользу варианта 2 нарезания арочного колеса по технологии Рязанского института (филиала) Университета машиностроения. Наибольший интерес представляет использование новейшей технологии зубонарезания, выполняемой современными червячными фрезами из порошковой быстрорежущей стали со сверхтвёрдым покрытием TiAlN. Скорость резания при зубонарезании такими фрезами достигает 125 м/мин., и производительность зубонарезания по варианту 1 превысит нарезание арочных колес по варианту 2.

Сравнительный анализ затрат на изготовление зубчатых колёс фрезерованием по новейшей технологии и арочных колёс по технологии Рязанского института (филиала) Университета машиностроения проводится по изменяющимся издержкам. Стоимость затрат на заготовку при этом не учитывается. Вследствие различий в технологии изменяющиеся затраты включают стоимость машино-часов и стоимость инструмента. Также существенными могут оказаться издержки, связанные с образованием запасов в оборотных активах по этим технологиям.

В таблице 1 представлен сравнительный расчет стоимости машино-часа нарезания колес по вариантам 1 и 2.

Таблица 1.

Сравнительный расчет стоимости машино-часа

ПОКАЗАТЕЛИ	Технология (инструмент)	
	Вариант 1 Нарезание колеса червячной фрезой	Вариант 2. Зубонарезание арочного колеса
Потребляемая мощность, кВт.	20	20
Коэффициент загрузки мощности	0,8	0,8
Тариф оплаты электроэнергии, руб./кВт.-час.	4,54	4,54
Тариф заявленной мощности	0	0
Габаритные размеры станка: длина, м.	4	2,9
ширина, м.	2,5	5
Коэффициент использования станка	0,8	0,8
Вспомогательная площадь, м. кв.	8	8
Затраты на СОЖ, руб/час	1,9	1,9
Цена станка с НДС, руб.	32000000	22000000
Зарплата оператора, руб./мес.	40800	40800
Платежи в фонды социального страхования(30%), руб./мес.	12240	12240
Количество рабочих дней в месяц, дни	22	22
Количество рабочих часов в смене, час.	8	8
Коэффициент сменности	1	1
Количество станков, шт	1	1
Норматив амортизации в год, %	8,33 %	8,33 %
Затраты на зарплату рабочих, руб./час	301,4	301,4
Амортизационные отчисления, руб./час.	1262,12	867,71
Электроэнергия, руб./час	72,64	72,6
Налог на имущество (2,2%), руб./час	348,51	236,00
Прочие расходы, руб./час.	8,90	8,90
Штучно-калькуляционное время, мин./деталь	4,2	8,62
Стоимость эксплуатации станка, руб./час	1995,48	1488,51

Стоимость основного времени на изготовление одного колеса по сравниваемым технологиям составляет, (руб./дет.):

$C_{ПКТФ}$ — стоимость основного времени в варианте 1 при обработке колеса с прямолинейными зубьями по новейшей технологии зубофрезерования:

$$C_{ПКТФ} = 139,68 \text{ [руб./дет.]}$$

$C_{АКТР}$ — стоимость основного времени в варианте 2 при обработке арочного колеса:

$$C_{АКТР} = 213,78 \text{ [руб./дет.]}$$

Рассмотрим затраты на инструмент, образуемые сравниваемыми технологиями.

В таблице 2 представлен расчет затрат на инструмент в параметрическом виде.

Таблица 2.

Расчёт в параметрической форме расхода инструмента на одно изделие

№	ПОКАЗАТЕЛИ	Инструмент	
		Вариант 1. Червячная фреза	Вариант 2. Режущая головка
1	Количество комплектов режущего инструмента, шт.	1	3
2	Стоимость корпуса режущей головки, руб.	—	$C_{КР}$
3	Стоимость режущего инструмента (фреза, 8 пластин режущей головки)	$ЦФ_1$	$ЦАК_1$
4	Стоимость вспомогательной оснастки (оправки), руб.	$C_{Виф}$	$C_{Вир}$
5	Стоимость переточки фрезы, руб.	$C_{Пф}$	—
6	Количество переточек фрезы, максимальное	$Пф$	—
7	Количество замен резцов в корпусе	—	$ЗР$
8	Стойкость фрезы до переточки, мин.	$Тф$	—
9	Стойкость резцов с учётом перестановок, мин.	—	$ТР$
10	Стойкость вспомогательного инструмента, мин	$Т_{Виф}$	$Т_{Вир}$
11	Стойкость корпуса, мин.	-	$Т_{КР}$

12	Основное время резания, мин./деталь	TP1	TP2
13	Расход режущего инструмента в комплекте с учётом переточек фрезы, руб./дет.	$Z_{\text{ФИ}}=(Ц_{\text{Ф1}}+П_{\text{Ф}}*С_{\text{ПФ}}/(Т_{\text{Ф}}*(1+П_{\text{Ф}})))*TP1$	$Z_{\text{РИ}}=3*Ц_{\text{АК1}}*TP2/TP$
14	Расход вспомогательного инструмента, руб./дет.	$Z_{\text{ВФ}}=С_{\text{Виф}}/Т_{\text{Виф}}*TP1$	$Z_{\text{ВР}}=С_{\text{Вир}}/Т_{\text{Вир}}*TP2$
15	Общие затраты на инструмент, руб./дет.	$Z_{\text{ФР}}=Z_{\text{ФИ}}+Z_{\text{ВФ}}$	$Z_{\text{РГ}}=Z_{\text{РИ}}+Z_{\text{ВР}}$
16	Штучно-калькуляционное время, мин./деталь	T1	T2

В таблице 3, как и в таблице 2, приведены данные для расчета затрат на инструмент при нарезании зубьев зубчатых колес модуля 4 мм с числом зубьев 18, шириной венца 40 мм из стали марки 40Х.

Таблица 3.

Оценка затрат на инструмент в расчете на одно изделие

№	ПОКАЗАТЕЛИ	Инструмент	
		Вариант 1 Червячная фреза	Вариант 2 Режущая головка
1	Количество комплектов режущего инструмента, шт.	1	3
2	Стоимость корпуса режущей головки, руб.	—	8500
3	Стоимость режущего инструмента (1 фреза, 8 пластин режущей головки)	260000	2400
4	Стоимость вспомогательной оснастки (оправки), руб.	25000	10000
5	Стоимость восстановления фрезы, руб.	47000	—
6	Количество переточек фрезы, макс.	5	—
7	Количество замен резцов в корпусе, макс.	—	600
8	Стойкость фрезы до переточки, мин	3000	—
9	Стойкость резцов с учетом перестановок, мин.	—	360

10	Стойкость вспомогательного инструмента, мин.	10140	27180
11	Стойкость корпуса, мин.	—	300000
12	Время резания ТР1 и ТР2, мин./дет.	3,864	7,928
13	Расход режущего инструмента в комплекте с учётом переточек фрезы, руб./дет.	115,92	53,08
14	Расход вспомогательного инструмента, руб./дет.	9,53	0,16
15	Общие затраты на инструмент (ЗФр и Зрг), руб./дет.	115,79	53,24

Отсюда получаем стоимость зубонарезания с учетом затрат на инструмент:

- по варианту 1: $C_{ПКТФ} = 265,13$ [руб./дет.].
- по варианту 2: $C_{АКТР} = 267,0$ [руб./дет.].

Технологии варианта 1 и варианта 2, кроме изложенных выше параметров стоимости машино-часов и инструмента, отличаются по очень существенному экономическому фактору — уровню формируемых производственных запасов. Без учета этого фактора сравнительная оценка затрат на производство колес по вариантам 1 и 2 будет не полной и не вполне корректной.

Разница в уровне запасов, создаваемых сравниваемыми технологиями, зависит от стоимости применяемого инструмента и его количества, необходимого для обеспечения непрерывности процесса производства. Для рассматриваемого примера колеса потребуются по варианту 1 одна резервная фреза и один комплект вспомогательного инструмента, а для технологии нарезания арочных колес достаточно иметь одну-две резервные инструментальные головки и один комплект вспомогательного инструмента. Принимаем резерв режущего инструмента для технологии нарезания арочных колес в количестве двух головок. Тогда полная стоимость инструментов для варианта 1 составит $(260000+25000)*2=570000$ руб. Полная стоимость инструмента для варианта 2 будет равна $((8500+2400)*5+10000*2)=74500$ руб.

Для формирования запаса инструмента по варианту 1 необходимо на 495500 руб. больше оборотных средств, чем по варианту 2. Эта сумма составит дополнительные капитальные вложения по варианту 1 по сравнению с вариантом 2. Для оценки альтернативных издержек при переходе от варианта 2 к варианту 1 принимаем

стоимость капитала равной 5 %, что на самом деле существенно меньше ставки по долгосрочному кредиту. Тогда альтернативные затраты, то есть дополнительные процентные выплаты в связи с ростом капитальных затрат на увеличение запасов, составят $495500 \cdot 5 / 100 = 24775$ руб. в год.

Для включения альтернативных затрат в стоимость производства одного колеса принимаем годовую программу равной 10000 шт. В этом случае альтернативные затраты на одно колесо, изготовленное фрезерованием, составят +2,48 руб./дет.

Окончательно для рассматриваемого примера колес стоимость изготовления колес методом фрезерования равна, руб./деталь:

$$C_{АКТР} = 267,61 \text{ [руб./дет.]}$$

Таким образом, с учетом разницы в запасах на производство колес стоимость колеса, изготовленного методом фрезерования, незначительно — на 0,58 руб., превышает затраты на арочное колесо.

Подчеркнем, что это себестоимость колес, изготовленных по самой производительной технологии. Традиционная зубообработка обычными червячными фрезами проиграет значительно больше.

В реальных условиях многономенклатурного производства колес различных модулей зубонарезание арочных колес получит еще большие экономические выгоды перед зубофрезерованием колес с прямолинейными зубьями. Это связано с тем, что предложено ограничить число диаметров инструментальных головок семью типоразмерами, придав им возможность перенастраивать на различные радиусы арки за счет подкладок под резцы. Дорогостоящие червячные фрезы подобной способностью не обладают. Для каждого модуля колеса необходимо иметь свою фрезу.

Выводы

1. Технология зубонарезания, разработанная Рязанским институтом (филиалом) Университета машиностроения позволяет изготавливать арочные зубчатые колеса с высокой производительностью и точностью.

2. Расчеты для стадии производства доказывают достаточную экономическую эффективность перехода к использованию арочных передач в конструкции трансмиссий многих машин и механизмов.

3. Согласно сравнительным расчетам себестоимости нарезания зубьев арочных колес и колес с прямолинейными зубьями по самой прогрессивной современной технологии практически равны между собой.

4. Дополнительный, возможно основной, экономический эффект будет достигнут при уменьшении массогабаритных характе-

ристик редукторов, использующих повышенную несущую способность арочных передач.

Список литературы:

1. Виноградов А.Н., Липатов С.И., Марголит Р.Б. Проблемы сборки редукторов с арочными зубчатыми передачами // Сборка в машиностроении, приборостроении, № 5, 2014.
2. Виноградов А.Н., Давыдов А.П., Липатов С.И., Марголит Р.Б., Панков И.Г. Арочная цилиндрическая зубчатая передача // Патент на изобретение № 2551250, заявка № 2014119980 от 19.05.2014, зарегистрировано 16.04.2015.
3. Давыдов А.П., Липатов С.И., Марголит Р.Б., Панков И.Г., Паршин А.Н., Плахтин В.Д. Резцовая зуборезная головка для нарезания арочных зубьев цилиндрических зубчатых колес // Патент на изобретение № 2430813, заявка № 2009133751 от 08.09.2009, зарегистрировано 10.10.2011.
4. Давыдов А.П., Липатов С.И., Марголит Р.Б., Панков И.Г., Паршин А.Н. Способ изготовления цилиндрических зубчатых колес с арочными зубьями // Патент на изобретение № 246783, заявка № 201100521/02 от 11.01.2011, зарегистрировано 27.11.2012.
5. Липатов С.И., Виноградов А.Н., Марголит Р.Б.. Нарезание арочных зубчатых колес многорезцовыми инструментальными обкатными головками с нулевым углом профиля // Вестник МГТУ «Станкин» № 4, 2013.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Огневенко Евгений Сергеевич

*канд. техн. наук, Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова,
РФ, г. Барнаул*

E-mail: ognevenko_e@mail.ru

THEORETICAL BASES REDUCE VIBRATION BY APPLYING CUTTING TOOL WITH ADJUSTABLE RIGIDITY

Evgeniy Ognevenko

*PhD, Altay State Technical University,
Russia, Barnaul*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена проблема вибраций в технологической системе при обработке материалов резанием. Приведены данные теоретических исследований динамических свойств режущих инструментов. Показана теоретическая возможность снижения уровня вибраций за счет применения в конструкции инструментов упругих демпфирующих элементов с регулируемой жесткостью.

ABSTRACT

The problem of vibration in the process system in the processing of materials by cutting. The data of theoretical investigations of dynamic characteristics of cutting tools with adjustable stiffness. It is shown that the theoretical possibility of reducing vibration through the use of tools in the design of elastic damping elements with adjustable stiffness.

Ключевые слова: вибрации; резание; режущий инструмент; жесткость; режимы резания.

Keywords: vibration; cutting; cutting tools; cutting modes; stiffness.

Современные предприятия машиностроения предъявляют повышенные требования к качеству производимых изделий. В основе изготовления продукции машиностроения лежат процессы резания, являющиеся основным способом формообразования деталей. Процесс резания сопровождаются вибрации различной природы (вынужденные, автоколебания), которые снижают качество обрабатываемой поверхности, стойкость режущего инструмента, повышают трудоемкость и себестоимость изготовления деталей. В связи с этим разработка новых способов подавления вибраций и повышения качества обработки является актуальным направлением научных исследований.

Наиболее остро проблема вибраций стоит при обработке на высоких скоростях резания при частотах вращения шпинделя 15000 мин⁻¹ и более. При выборе оптимальных режимов на высокоскоростной обработке появляется дополнительное ограничение, связанное с появлением автоколебаний и биением инструмента. Это

обстоятельство позволяет сделать вывод, о том, что выбор максимальной скорости резания не дает гарантии стабильной обработки и максимальной производительности. Например, при обработке алюминия, существует оптимальный диапазон скоростей резания, когда глубину резания можно увеличить вдвое и даже втрое по сравнению с частотами вне его [6]. Учитывая изложенные выше обстоятельства, весьма актуальным направлением научных исследований является теоретическое описание динамического состояния режущего инструмента и разработка его конструкций, обеспечивающих устойчивость к вибрациям.

Многочисленные результаты исследований вибраций при механической обработке поднимают проблему появления автоколебаний в технологической системе [1, с. 30; 3, с. 17; 5, с. 28]. При этом отмечается [1, с. 34], что колебания инструмента происходят с частотой собственных колебаний упругой системы по закону, близкому к гармоническому. Таким образом, для анализа колебательной системы можем воспользоваться дифференциальным уравнением гармонического затухающего осциллятора [4, с. 34]:

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + k^2x = W(t)$$

где n — коэффициент демпфирования, c^{-1} ;

k — собственная частота (частота свободных колебаний) при $n=0$, Гц;

$W = \frac{F}{m}$ — отношение вынуждающей силы к массе, m/c^2 .

Собственная частота колебаний является одной из важнейших характеристик колебательной системы. При обработке резанием на частотах вращения кратных собственной частоте колебаний инструмента возникает явление резонанса и резкий рост амплитуды автоколебаний. Появление автоколебаний, в свою очередь, вызывает вынужденные колебания, связанные с неравномерностью срезаемого слоя или резанием «по следу». При этом, с увеличением глубины t срезаемого слоя происходит увеличение силы резания и амплитуды колебаний, происходит отрыв вершины инструмента от обрабатываемой поверхности и появляется биение. Однако, установлено [6], что в диапазоне частот вращения шпинделя присутствуют зоны оптимальных скоростей, где обработка возможна с максимальной глубиной резания (рисунок 1).

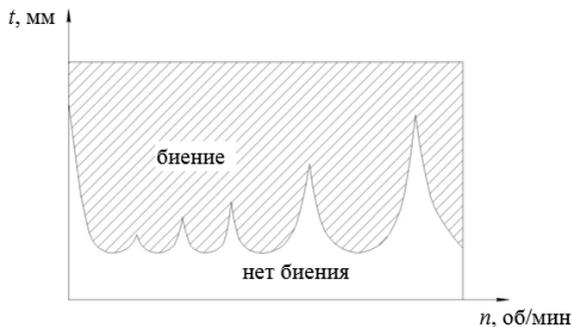


Рисунок 1. Гармоническая характеристика шпинделя станка [6]

Для случая свободных незатухающих колебаний ($n=0$) уравнение для определения собственной частоты имеет вид:

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}}, \text{ Гц}$$

где: c — жесткость Н/м;
 m — масса, кг.

В условиях вязкого сопротивления ($n \neq 0$), собственная частота определяется по формуле:

$$k_1 = \sqrt{k^2 - n^2}$$

или

$$k_1 = k\sqrt{1 - \delta^2}$$

где $\delta = \frac{n}{k}$ — безразмерный коэффициент демпфирования.

Иногда параметр δ называют долей критического демпфирования [4, с. 35], так как при $\delta > 1$ процесс становится неперiodическим.

Коэффициенты демпфирования связаны с декрементом колебаний уравнениями:

$$\lambda = nT = 2\pi\delta$$

где T — период колебаний, с.

Проанализируем поведение колебательной системы при изменении массы, жесткости и демпфирования. Уменьшение массы (рисунок 2, а) приводит к увеличению собственной частоты колебаний; уменьшение жесткости (рисунок 2, б) — к уменьшению собственной частоты. Увеличение демпфирования (рисунок 3) приводит к уменьшению амплитуды вплоть до перехода к процессу безвибрационного резания.

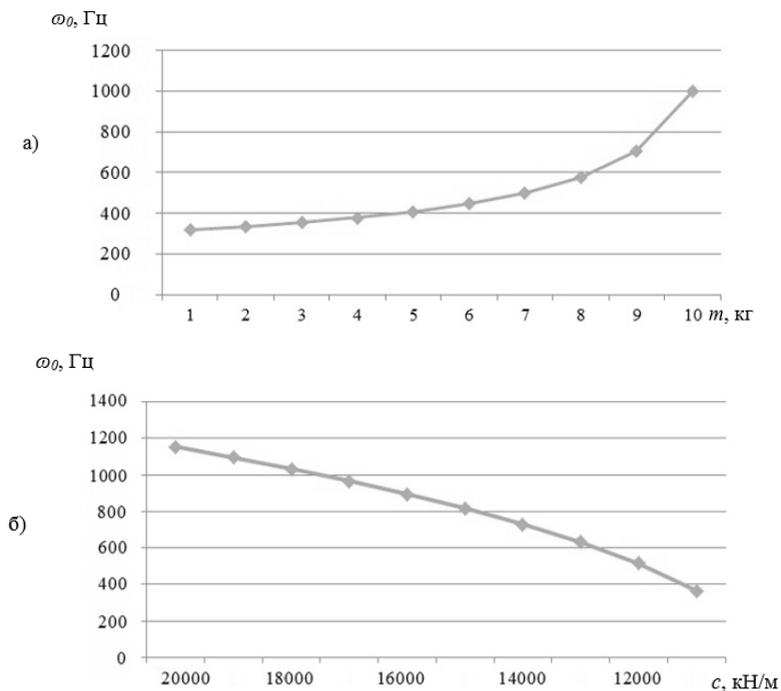


Рисунок 2. Зависимости: а) — собственной частоты колебаний от массы инструмента; б) — собственной частоты колебаний от жесткости инструмента

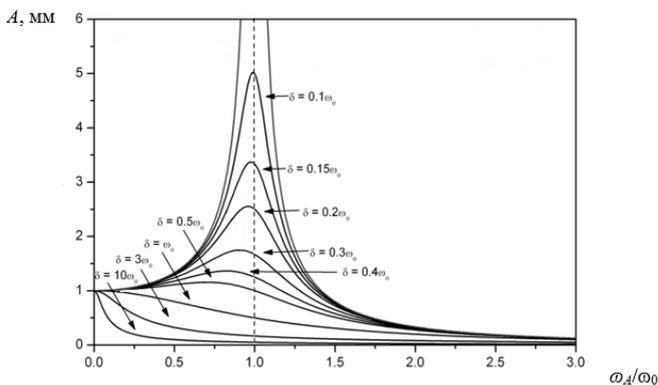


Рисунок 3. Явление резонанса в колебательной системе с различными коэффициентами демпфирования

На основании проведенных теоретических исследований была разработана конструкция торцевой фрезы с демпфирующими элементами (рисунок 4).

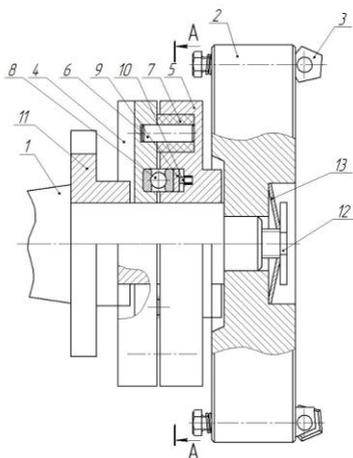


Рисунок 4. Сборная торцевая фреза с демпфирующими элементами: 1 — оправка; 2 — фреза торцевая; 3 — режущие пластины; 4 — верхнее кольцо узла демпфирования; 5 — нижнее кольцо узла демпфирования; 6 — стальные шарики; 7 — демпфирующий элемент; 8 — поводок; 9 — винт; 10 — пружинная шайба



Рисунок 5. Сборная торцовая фреза

Основным преимуществом рассматриваемой конструкции является возможность регулирования демпфирующей способности инструмента за счет изменения усилия затяжки винта 9. При этом регулируется сила трения между верхним и нижним кольцом узла демпфирования, которая, наряду упругим элементом 7, определяет демпфирующие свойства фрезы. Как было показано выше, повышение демпфирующих свойств уменьшает амплитуду колебаний независимо от массы и жесткости колебательной системы. Жесткость инструмента определяется упругими свойствами демпфирующего элемента 7, который может быть изготовлен из различных упругих материалов. Кроме того, сборная фреза представляет собой не единую жесткую конструкцию, а соединенные через упругую муфту верхнее 4 и нижнее 5 кольца узла демпфирования. Это уменьшает массу колеблющейся части фрезы, что, в свою очередь, уменьшает частоту собственных колебаний инструмента. На определенных частотах вращения данная конструкция изменяет соотношение собственной частоты и частоты возмущающей силы и выводит инструмент из резонансной области.

Для подтверждения теоретических выводов был проведен эксперимент на фрезерном станке ГФ-2171 с УЧПУ FMS 3000 при черновом фрезеровании заготовки из легированной стали 18Х12НЮТ торцевой фрезой с регулируемой жесткостью [2]. В качестве демпфирующих элементов использовались резиновые вставки. По результатам экспериментов было установлено уменьшение шероховатости поверхности по параметру Ra с 10 до 7,5 мкм.

Выводы:

1. Проведен расчет колебательной системы инструмента при фрезеровании. Определен логарифмический декремент колебаний, характеризующий вязкость системы. Показана возможность снижения амплитуды колебаний за счет применения в конструкции инструмента упругих демпфирующих элементов с регулируемой жесткостью.

2. Предложена конструкция режущих инструментов для операций фрезерования с упругими демпфирующими элементами и регулируемой жесткостью, позволяющая снизить уровень вибраций и повысить качество обрабатываемой поверхности, а также увеличить стойкость режущего инструмента.

3. Получены зависимости шероховатости поверхности при фрезеровании с использованием стандартной торцевой фрезы и фрезы с упругими демпфирующими элементами. Установлено повышение качество поверхностного слоя при обработке инструментом с демпфирующими элементами.

Список литературы:

1. Асташев В.К., Корендяев Г.К., Ерофеев В.И. Термомеханическая модель возбуждения автоколебаний при обработке металлов резанием // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. — 2013. — № 1(3). — С. 29—35.
2. Горин Е.Ю., Кряжев А.Ю., Татркин Е.Ю., Кряжев Ю.А. Повышение качества обработки при фрезеровании путем использования виброустойчивой конструкции торцевой фрезы [Электронный ресурс] // Наука и молодежь — 2014: 11-я Всероссийская науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Барнаул, АлтГТУ, апрель 2014 г.) [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://edu.secna.ru/media/f/tehnology_mashin_tez_2014.pdf.
3. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом / И.Г. Жарков. Л.: Машиностроение, 1986. — 184 с.: ил.
4. Шарапин И.А. Расчет колебаний привода. Виброизоляция: учеб. пособие для студентов втузов / И.А. Шарапин 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : ФГБОУВПО «СПГУТД», 2014. — 188 с.
5. Эльясберг М.Е. Основы теории автоколебаний при резании металлов // Станки и инструмент. 1962. № 10, № 11.
6. Zelinski P. Maximum aluminum [Electronic resource] // Modern Machine Shop. — 2001. — Vol. 1. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.mmsonline.com/articles/maximum-aluminum>.

СЕКЦИЯ 4.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

МИКРОВОДОРОСЛИ — ИСТОЧНИК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

Василенко Анна Павловна

магистрант МГМУ (МАМИ),

РФ, г. Москва

E-mail: vasilenkoannet@yandex.ru

Иванникова Елена Михайловна

канд. техн. наук, доцент МГМУ (МАМИ),

РФ, г. Москва

Систер Владимир Григорьевич

*д-р техн. наук, профессор, член-корр РАН, заведующий кафедрой
«Инженерная экология и альтернативная энергетика» МГМУ (МАМИ),*

РФ, г. Москва

Ямчук Анастасия Игоревна

старший преподаватель МГМУ (МАМИ),

РФ, г. Москва

Цедиллин Андрей Николаевич

канд. техн. наук МГМУ (МАМИ),

РФ, г. Москва

Иванникова Юлия Михайловна

инженер, ООО «Национальная инновационная компания»,

РФ, г. Москва

MICROALGAE — ALTERNATIVE FUEL SOURCES

Anna Vasilenko

*graduate student of Moscow State Engineering UNIVERSITY (MAMI),
Russia, Moscow*

Elena Ivannikova

*candidate of Technical Sciences, Professor
of Moscow State Engineering UNIVERSITY (MAMI),
Russia, Moscow*

Vladimir Sister

*doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of the RAN,
head of the department "Engineering ecology and alternative power
engineering" Moscow State Engineering UNIVERSITY (MAMI),
Russia, Moscow*

Anastasia Yamchuk

*senior lecturer of Moscow State Engineering UNIVERSITY (MAMI),
Russia, Moscow*

Andrey Tsedilin

*candidate of Technical Sciences, Moscow State Engineering UNIVERSITY
(MAMI),
Russia, Moscow*

Julia Ivannikova

*engineering, LLC "National Innovation Company",
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В статье обосновано использование микроводорослей, как одного из перспективного источника растительного сырья для получения биотоплива. Приведены данные по сопоставлению с другими растительными культурами по объему производства масла с единицы площади. Представлены данные по использованию микроводорослей в качестве источника для биотоплива в мире.

ABSTRACT

In article use of microseaweed, as one of a perspective source of vegetable raw materials for receiving biofuel is proved. Data on comparison

to other vegetable cultures on oil output from unit of area are provided. Data on use of microseaweed as a source for biofuel in the world are submitted.

Ключевые слова: биотопливо; биомасса; микроводоросли.

Keywords: biofuels; biomass; microalgae.

Быстрое сокращение ресурсов ископаемого энергетического сырья заставляет интенсивно осваивать возобновляемые энергетические ресурсы, среди которых первое место по объемам потребления возобновляемой энергии занимает растительная биомасса. Также топлива, полученные из растительного сырья более экологичны в сравнении с традиционным ископаемым энергетическим сырьем. Постепенное замещение углей, природного газа и продуктов нефтеперегонки биотопливом, произведенным из возобновляемого растительного сырья поможет восстановлению и сохранению баланса углекислоты в атмосфере.

В настоящее время актуальны поиски и промышленное освоение альтернативного растительного сырья высокой продуктивности для получения биотоплив. Особый интерес в этом плане представляют микроводоросли (МВ), которые можно выращивать как в открытых водоемах (включая засоленные пруды и озера), так и в полностью контролируемых условиях с применением фотобиореакторов (ФБР). Повышенное внимание уделяется разработке технологий культивирования и переработки микроводорослей в различные виды биотоплива [4, с. 103]. Это связано с неоспоримыми преимуществами культивирования (выращивания) микроводорослей перед традиционным растениеводством в сфере производства биомассы энергетического назначения. Так, микроводоросли обладают исключительно высокой производительностью, в сотни раз превышающей урожайность современных сельскохозяйственных культур (Таблица 1). Организация производства микроводорослей возможна на площадях, не пригодных для земледелия. Кроме того, МВ различных видов существенно различаются по своему химическому составу и, в зависимости от конкретных практических задач, могут быть использованы в качестве энергетического сырья для производства любых существующих на сегодняшний день биотоплив [2, с. 125].

Таблица 1.

Объемы производства масел микроводорослей с единицы площади в сравнении с традиционными масличными культурами

Культура	кг масла с га	литров масла с га
Кукуруза	145	172
Кешью	148	176
Овес	183	217
Люпин	195	232
Хлопок	273	325
Конопля	305	363
Соя	375	446
Лен	402	478
Лесной орех	405	482
Семена тыквы	449	534
Семена горчицы	481	572
Рыжик (растение)	490	583
Кунжут	585	696
Подсолнечник	800	952
Арахис	890	1059
Рапс	1000	1190
Олива	1019	1212
Кокос	2260	2689
Пальмовое масло	5000	5950
Микроводоросли		95000

Биотопливо на основе водорослей может быть использовано в качестве замены или в смешанной форме с обычным дизельным топливом или с любым нефтяным топливом без значительной модификации двигателя. Смешивание с дизелем или нефтью биодизеля из водорослей, как было установлено, приводит к снижению износа двигателя по сравнению с обычным дизельным топливом. Это также показывает превосходные смазывающие свойства и продлевает срок службы двигателя. Биодизель из водорослей распадается почти в 4 раза быстрее, чем обычное дизельное топливо. Биодизель из водорослей имеет более высокую температуру воспламенения, т. е. вспышки делают его гораздо безопаснее, чем обычный дизель [3, с. 19].

В настоящее время коммерческое выращивание микроводорослей в основном проводят с целью производства биодобавок в небольших биореакторах с ежегодной производительностью от нескольких десятков до нескольких сотен тонн биомассы. Около половины суммарного количества биомассы водорослей выращивается в Китае, Японии, Тайване, США, Индии и Австралии. Среди продуктов,

получаемых из их биомассы, многие нашли коммерческое применение, или находятся на стадии, близкой к промышленному производству: биодобавки, корм для рыб, биоудобрения, антиоксиданты (каротин, астаксантин), естественные красители, косметические препараты, биотопливо.

Проекты по использованию водорослей в качестве источника для биотоплива (биодизеля) имеются в США, Испании, Португалии, Голландии, Японии, Новой Зеландии, Германии [1, с. 92].

Так, например, в Испании фирма *Bio-Fuel-Systems* разработала технологию получения биотоплива, схожего с параметрами с обычной нефтью, из «суперводорослей». Для ускорения их роста создан «биоэлектромагнитный» ускоритель. Получается уникальное биотопливо не содержащее SO₂, и не требующее смешения с другими видами топлива. Остаток представляет почти стопроцентное биотопливо (жиры — биодизель, а углеводороды — этанол). Так же высушенные водоросли можно сжигать в тепловых электростанциях для производства электроэнергии.

В США компания *Solazyme* вывела новые водоросли и разработала технологию их выращивания. Водоросли помещаются в стальные контейнеры и растут не на солнце, а в темноте. Питательный элемент — сахар, который превращает водоросли в нефтеподобную жидкость. На основе этой жидкости можно производить биодизель.

В Нидерландах компания «*Альгалинк*» разработала новые фотобиореакторы, которые по объему выпуска в шесть раз превышают аналогичный показатель других систем по выращиванию водорослей. Фотобиореакторы рассчитаны на массовое производство биодизельного топлива из водорослей и других, ценных биопродуктов из водорослевого масла, созданных с применением запатентованных технологий.

В Японии готовятся запуску первые промышленные электростанции, питаемые морскими водорослями. Это итог многолетнего совместного проекта компании *Tokyo Gas* и японской организации по развитию энергетических и промышленных технологий (*New Energy and Industrial Technology Development Organization — NEDO*). *Tokyo Gas* и *NEDO* создали систему брожения биомассы («каши» из морских водорослей) с применением микроорганизмов, в результате которого выделяется метан [1, с. 92].

В Германии изучением водорослей для использования в качестве топлива и борьбы с двуокисью углерода занимается *НИИ Rehbruckener Institut fur Getreideverarbeitung* и баварская фирма *Schmack Biogas AG*. Баварцам удалось разработать замкнутый цикл превращения CO₂,

выделяемого из биомассы (там содержится до 40 % двуокиси углерода), с помощью фотосинтеза в биомассу водорослей, которая затем снова используется для производства биогаза. В свою очередь, этот биогаз после отделения CO_2 состоит в основном из метана и может закачиваться в газопроводы, снабжающие природным газом домашние хозяйства, или использоваться при производстве электроэнергии.

В России также ведется много работ по выращиванию и использованию микроводорослей для получения биотоплива. Так, проведенные экспериментальные исследования Университета машиностроения по выращиванию микроводорослей в открытых водоемах Московской области Солнечногорского района также показали возможность получения микроводорослей для дальнейшего использования в качестве топлива. Одна из петербургских компаний в ближайшее время займется производством электроэнергии, а затем и выпуском биодизеля по технологии испанской компании *Bio-Fuel-Systems*, которая как уже упоминалось ранее, не только изобрела технологию, но и осваивает ее в одном из городов в Испании. Источником получения новых продуктов станут морские микроводоросли, которые при определенных условиях способны не только быстро размножаться, но и давать относительно дешевое топливо и электричество [1, с. 93].

По оценкам экономистов, к 2018 году глобальный оборот от переработки биомассы морских микроводорослей может составить около 100 миллиардов долларов. Также морские водоросли ежегодно могут обеспечить не менее 50 млн. тонн сухого сырья для производства биотоплива. Россия, имея большой научно-исследовательский потенциал, могла бы занять достойное место в получении микроводорослей для производства биотоплива и самого биотоплива.

Список литературы:

1. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня — реальность, завтра — необходимость. М.: Лесная страна, 2009. — 120 с.
2. Иванникова Е.М., Систер В.Г., Нагорнов С.А. Альтернативные топлива для дизельных двигателей. М: 2014. — 185 с.
3. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Плотников С.П., Чирков В.Г., Росс М.Ю. Использование адаптивных свойств микроводорослей при производстве фитомассы биотопливного назначения// Экология и промышленность России. — 2012. — № 7. — с. 18—21.
4. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Чирков В.Г., Кожевников Ю.А. Приготовление композиционных котельных и моторных биотоплив из альгамассы// Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». — 2013. — № 1—2 (118). — с. 103—107.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИМОЙ ЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Джумаев Аганияз Ягшиевич

*канд. физ.-мат. наук, проректор по научной работе,
Государственный энергетический институт Туркменистана,
Туркменистан, г. Мары
E-mail: A.JUMAYEV_tm@mail.ru*

RESEARCH OF DEPENDENCE OF MADE ENERGY OF PHOTO-ELECTRIC SOLAR STATION FROM ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Aganiyaz Jumayev

*PhD, the State energy institute of Turkmenistan,
Turkmenistan, Mary*

АННОТАЦИЯ

В работе исследуется зависимость производимой энергии фотоэлектрической солнечной станции от климатических условий Туркменистана. Проведено исследование влияния климатических условий на выработку энергии фотоэлектрической солнечной станции с мощностью 2 кВт построенной в Государственном энергетическом институте Туркменистана. Получены зависимости энергетических параметров солнечной станции при различных климатических условиях Туркменистана.

ABSTRACT

In work dependence of made energy of photo-electric solar station on environmental conditions of Turkmenistan is investigated. Research of influence of environmental conditions on development of energy of photo-electric solar station with capacity of 2 kw constructed in the State energy institute of Turkmenistan is conducted. Dependences of power parameters of solar station are received at various environmental conditions of Turkmenistan.

Ключевые слова: фотоэлектрическая солнечная станция; энергия; климатические условия.

Keywords: photo-electric solar station; energy; environmental conditions.

В мировой практике широко используется две формы энергообеспечения объектов — централизованное и автономное. В последние годы стремление к внедрению чистых технологий способствует наиболее активному развитию автономного энергообеспечения, использующего возобновляемые источники энергии. Использование солнечной энергии в Туркменистане является одной из перспективных ключевых тем, развития альтернативной энергетики.

В климатических условиях Туркменистана практическое использование солнечной энергии во многом зависит от того, насколько точно при проектных разработках были учтены и анализированы закономерности и конкретные данные о приходе солнечной радиации в месте предполагаемой эксплуатации фотоэлектрической солнечной станции.

В работе по оценке обеспеченности территории Туркменистана ресурсами солнечной энергии [2] проводился анализ статистических характеристик суточных сумм суммарной солнечной радиации в целях районирования территории страны по типам плотности распределения. Появившиеся в последние годы новые источники метеорологической информации, основанные, в частности, на многолетних спутниковых наблюдениях за поверхностью земного шара, представляет более детальные актинометрические и метеорологические данные. В частности, значительно расширяет возможность оценки ресурсов солнечной энергии открытый доступ к базе данных Национального агентства по авионавигации и исследованию космического пространства США NASA SSE (NASA, Surface meteorology and Solar Energy) [3].

В качестве технического потенциала солнечной энергии определенной территории будем рассматривать в первом варианте расчета удельную выработку электрической энергии одного фотоэлектрического преобразователя (ФЭП), заданной площадью, работающим на электрическую сеть. В этой простой оценке не предусматривается использование дополнительных устройств аккумулирования электрической энергии, что требуется при сооружении автономных систем электроснабжения. Так как, в этих условиях технический потенциал солнечной энергии будет отличаться от природного ресурса на величину, определяемую коэффициентом полезного действия ФЭП и промежуточных систем, обеспечивающих передачу энергию в сеть. Во втором варианте расчета предлагается принять, что система автономна и содержит в своем составе простейшие кислотно-свинцовые аккумуляторы.

Для фотоэлектрических солнечных станций, работающих на электрическую сеть, энергию, произведенную ФЭП за определенный период времени можно считать пропорциональной сумме солнечной радиации за этот период, приходящей на поверхность фотоэлектрического преобразователя. Расчет проводился для фотоэлектрической панели, установленной фотоэлектрической солнечной станции с мощностью 2 кВт. Технические параметры фотоэлектрической панели представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Технические параметры фотоэлектрической панели

Мощность солнечной панели, Вт	130
Оптимальное напряжение на выходе солнечной панели, В	17,5
Оптимальный ток на выходе солнечной панели, А	7,43
Максимальное напряжение на выходе солнечной панели, В	22
Максимальный ток на выходе солнечной панели, А	7,96
Температурный режим, градус	-40 ⁰ С- +85 ⁰ С
Размеры солнечной панели, мм	1485 x 666 x 40 mm
Вес солнечной панели, кг	12

Усредненная дневная выработка для группы фотоэлектрических панелей количеством N_n в i -ом месяце определяется как:

$$E_{adv I} = \eta_{inv} \cdot \eta_{pv} \cdot S_{ss} \cdot N_n \cdot E_i / 100 ,$$

где входящие величины представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Условные обозначения величин и их расшифровка

№№	Символ	Расшифровка	Ед.измерения
1	E_i	Удельный приход солнечного излучения в i-ом месяце	(кВт·ч/м ² /день)
2	η_{pv}	КПД фотоэлектрической панели	%
3	η_{cont}	КПД контроллера	%
4	N_n	Количество фотоэлектрических панелей	шт
5	η_{inv}	КПД инвертора	%
6	S_{ss}	Площадь одной фотоэлектрической панели	м ²
7	$E_{adv I}$	Усредненная дневная выработка	кВт·ч
8	U_{ch}	Напряжение заряда аккумулятора	В
9	U_{dch}	Напряжение разряда аккумулятора	В

В случае сетевой энергоустановки при расчетах учитывается только КПД инвертора. В случае автономной установки предполагается обязательное присутствие в системе аккумулятора. Соответственно, при расчетах необходимо учесть кпд аккумулятора (определяется как отношение напряжение разряда к напряжению заряда), кпд контроллера заряда и инвертора. Формула расчета приобретает следующий вид:

$$E_{adv I} = \eta_{inv} \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_{cont} \cdot S_{ss} \cdot N_n \cdot E_i \cdot (U_{dch} / U_{ch}) / 100.$$

При расчетах учитываются параметры приборов установленные в фотоэлектрической солнечной станции. Расчеты проводились для г. Мары с географическими координатами 37°06' северной широты и 61°08' восточной долготы. Результаты расчетов, представленные на рисунке 1 показали, что полученные данные свидетельствуют о возможности использования международных баз данных NASA для расчетов солнечной радиации в рассматриваемом районе.

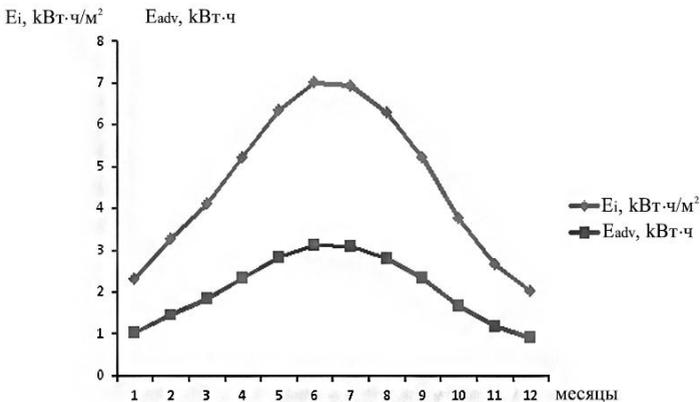


Рисунок 1. Усредненная дневная выработка для группы фотоэлектрических панелей

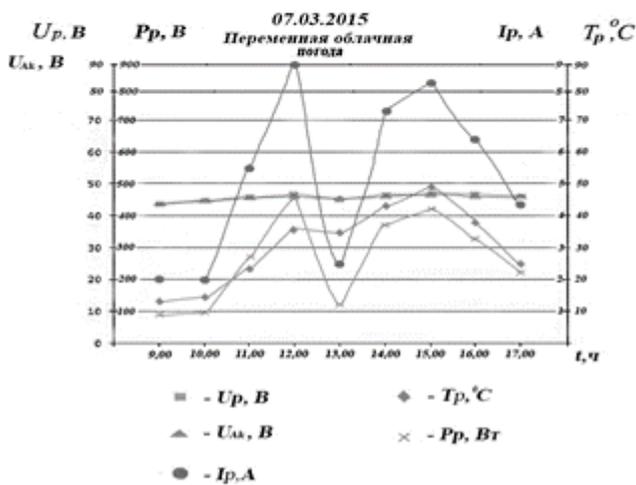
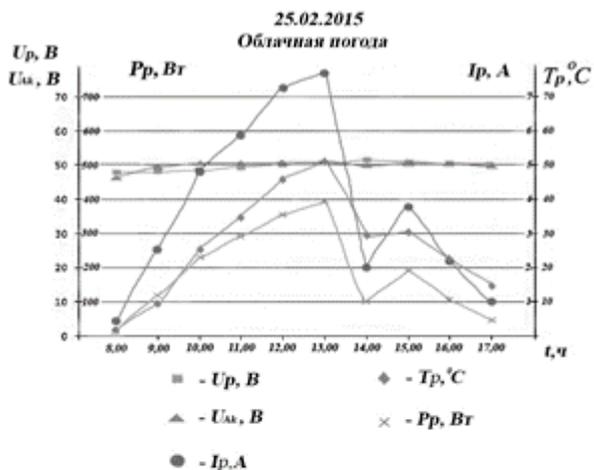
В зависимости климатических условий и различные времена года интенсивность солнечного излучения принимает различные значения. Низкие энергетические характеристики солнечного излучения в зимнее время требуют завышенных мощностей преобразователей солнечной энергии, что приводит к их неэффективному использованию в летний период. Очевидно, что для снижения стоимости электроэнергии производимой фотоэлектрическими преобразователями нужно уменьшение площади ФЭП, для этого стремятся повысить КПД. На практике повышение КПД фотоэлектрических преобразователей сопровождается повышением их стоимости, следовательно, снижение стоимости производимой электроэнергии будет незначительно, и в Туркменистане по сравнению дешевой сетевой электроэнергией будет оставаться все еще выше стоимости электроэнергии вырабатываемой традиционным способом.

Наши исследования показали, что устройство слежения за солнцем позволяет эффективно использовать установку в течении светового дня, т. е. коэффициент использования энергии солнечного излучения увеличивается в 1,4 раза в зимние месяцы и в 1,9 раза в летние [4]. Выработка электрической энергии производимой этой установкой в течении одного дня при фиксированном и следящем режиме соответственно равны 3,68 Вт·ч и 7,22 Вт·ч. Так как, системы слежения в свою очередь ведет к увеличению потребления электроэнергии на ее привод. В результате эффективность солнечной электростанции для маломощных потребителей существенно снижается.

Также следует отметить, что требуемая точность слежения взаимосвязана с типом и конструкцией концентратора. Кроме того, необходимая точность слежения определяется параметрами электрической нагрузки, а также все эти весьма сложные зависимости еще достаточно не исследованы, что не позволяет получать максимальный эффект.

Результаты исследования влияния температуры на энергетические параметры фотоэлектрической солнечной станции показали, что климатические условия влияют на энергетические параметры фотоэлектрической станции, при этом температура панелей в летнее время нагревается до температуры 70°C и выше. Полученные данные показали, что КПД солнечной панели в жаркое время в течении года снижается на 8—21 %. Зимой солнечная панель нагревается до температуры 40°C , при этом КПД фотоэлектрической солнечной станции снижается на 7—8 %, а летом температура поверхности достигает до 70°C при КПД уменьшается на 20—21 % [1].

Наши исследования проводились на фотоэлектрическая солнечная станция на 2 кВт, построенной в Государственном энергетическом институте Туркменистана, которая состоит из 16 фотоэлектрических солнечных панелей на 130 Вт. Фотоэлектрическая солнечная станция, кроме фотопреобразователя-солнечные панели, содержит 8 аккумуляторных батарей на 200 А·ч, контроллер солнечной батареи и инвертор, обеспечивающий преобразование постоянного низковольтного тока от аккумуляторов и фотопреобразователей к бытовому или промышленному стандарту. Проведены исследования влияния климатических условий, т.е. влияние облачной погоды, запыленности воздуха на эксплуатационные параметры фотоэлектрической станции, а также низкие энергетические характеристики солнечного излучения в зимнее время требуют завышенных мощностей преобразователей солнечной энергии, что приводит к их неэффективному использованию в летний период, т.е. летнее время быстро заряжаются аккумуляторы и контроллер отключает процесс зарядки аккумулятора. На рисунке 2 показаны влияние различных климатических условий на выработку электрической энергии солнечной станцией.



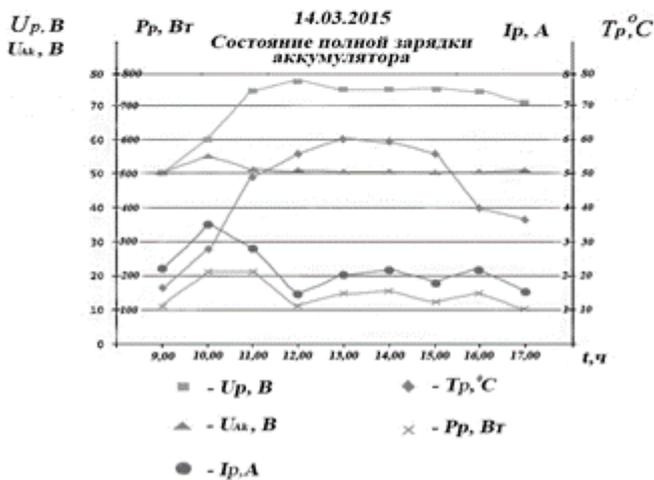
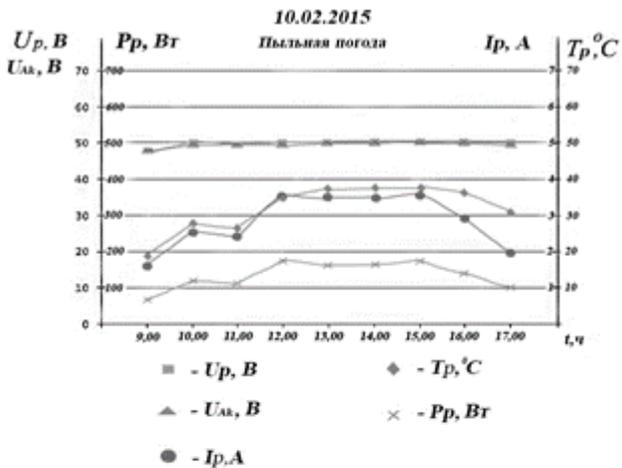


Рисунок 2. Изменение энергетических параметров фотоэлектрических панелей при различных климатических условиях

А также для сравнения на рисунках 3 и 4 показаны изменение энергетических параметров в зимнее и летнее время при солнечной погоде. Измерение проводились в последовательно соединенных 4 фотоэлектрических панелях при различных нагрузках. Полученные

данные показали, что сезонные изменения погоды при солнечной погоде сильно не влияет на энергетические параметры фотоэлектрической станции, хотя температура панелей в летнее время нагреваются до температуры 70°C и выше. Изменение энергетических параметров в течении года составляет порядка 20—25 %. На рисунках 5 и 6 показаны изменения тока и мощности на выходе фотоэлектрических солнечных панелей в разные месяцы при солнечной погоде. Влияние климатических условий можно оценить по графикам, полученные в результате измерений энергетических параметров фотоэлектрической станции в разные дни при различных климатических условиях. Результаты показали, что производимая энергия фотоэлектрической станций сильно зависит от климатических условий, т. е. выработка энергии составляет соответственно при облачной погоде — 1,895 кВт•ч, при пыльной погоде — 1,289 кВт•ч, при переменной облачной погоде — 2,397 кВт•ч, при состоянии полной зарядки аккумулятора — 1,368 кВт•ч, при солнечной погоде в зимнее время — 2,351 кВт•ч, при солнечной погоде в летнее время — 2,838 кВт•ч,

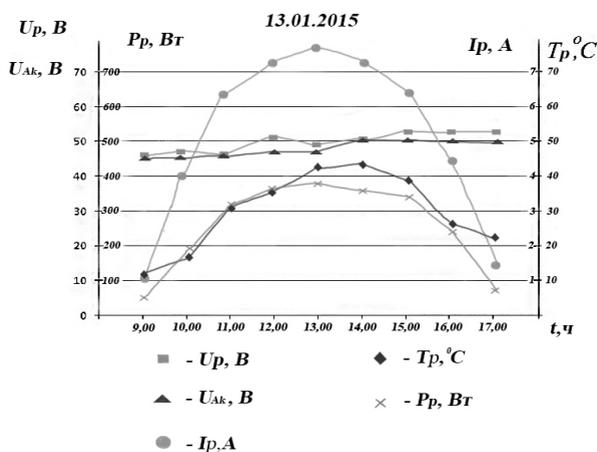


Рисунок 3. Изменение энергетических параметров фотоэлектрических панелей в зимнее время

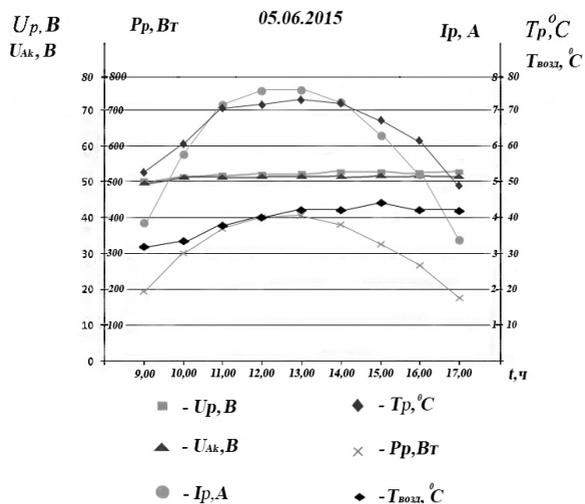


Рисунок 4. Изменение энергетических параметров фотоэлектрических панелей в летнее время

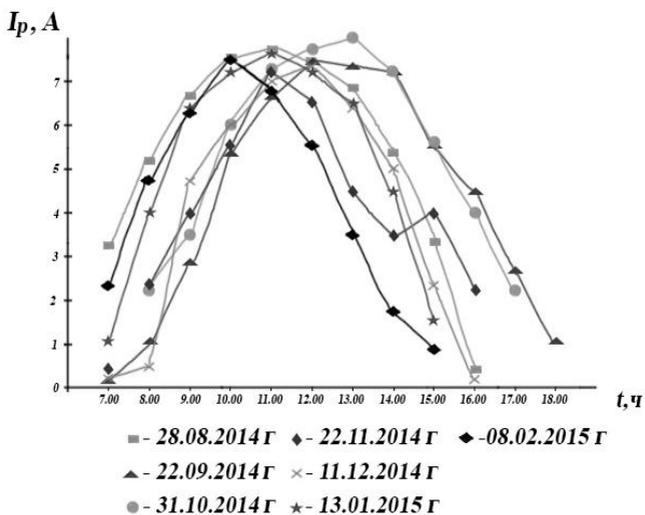


Рисунок 5. Изменение тока на выходе фотоэлектрических панелей в разные времена года

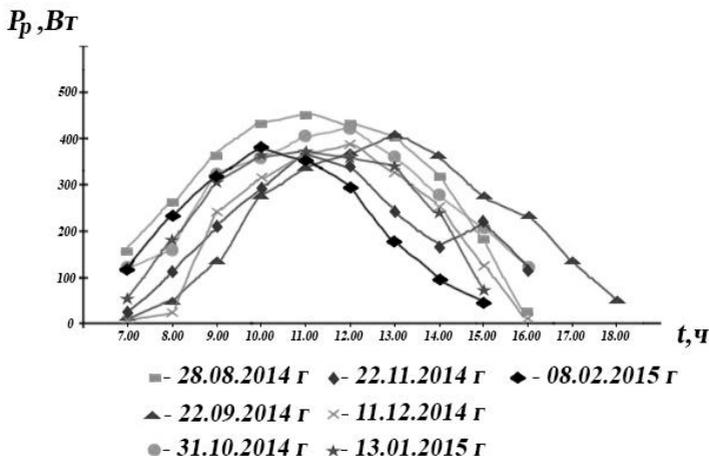


Рисунок 6. Изменение мощности на выходе фотоэлектрических панелей в разные времена года

Результаты исследования и полученные данные могут быть использованы для технико-экономического обоснования эффективности использования солнечной энергии и разработки дорожной карты развития солнечной энергетики в Туркменистане, в частности для определения места для построения фотоэлектрической солнечной станции большой мощности, составления бизнес-модели для этой станции.

Список литературы:

1. Джумаев А.Я., Сарыев К.А. Анализ влияния температуры на энергетические параметры фотоэлектрической солнечной станции. "European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences". Proceeding of the 7th International scientific conference. (25th May 2015.). „East West“ Association for Advanced Studies on Higher Education. GmbH. Vienna. 2015, — p. 82—88.
2. Стребков Д.С., Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д. Развитие солнечной энергетики в Туркменистане. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. — 496 с.
3. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://wrdc.mgo.rssi.ru/>, <http://eosweb.lars.nasa.gov/sse/>.
4. Jumayev A., Sariyev K. Research of the optimum operating mode of photoelectric solar station under the conditions of Turkmenistan. The 9th International Conference on Electrical and Control Technologies, May 8—9, 2014, Kaunas, Lithuania. Proceedings of the 9th International Conference on Electrical and Control Technologies ECT-2014, — p. 154—156.

АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Шевченко Сергей Николаевич

*канд. техн. наук, доцент, Балтийский военно-морской институт,
РФ, г. Калининград
E-mail: shevchenko_s@baltnet.ru*

Голов Александр Яковлевич

*д-р воен. наук, профессор, Балтийский военно-морской институт,
РФ, г. Калининград*

Брюханов Олег Николаевич

*д-р техн. наук, профессор,
Московский государственный строительный университет,
РФ, г. Москва*

ANALYSIS OF THERMAL ENERGY EFFICIENCY OF MARINE HEAT EXCHANGERS

Sergey Shevchenko

*PhD, Associate Professor, Baltic Naval Institute,
Russia, Kaliningrad*

Alexander Golov

*doctor of Military Sciences, Full Professor, Baltic Naval Institute,
Russia, Kaliningrad*

Oleg Bryuhanov

*doctor of Science, Full Professor,
Moscow State University of Civil Engineering,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ оценки эффективности теплообменных аппаратов при помощи теплоэнергетического эквивалента. Аналитически получена формула для коэффициента теплоэнергетической эффектив-

ности теплообменника при отсутствии зависимости гидравлического сопротивления от числа Re (автомодельный режим).

ABSTRACT

The analysis of the evaluation of the effectiveness of heat exchangers using equivalent of thermal power. Analytically derived formula for the thermal energy efficiency heat exchanger in the absence of hydraulic resistance, depending on the number of Re (similar regime).

Ключевые слова: теплопередача; теплообменник; энергетическая эффективность.

Keywords: heat transfer; heat exchanger; energy efficiency.

Рассмотрим оценку способа интенсификации конвективного теплообмена по коэффициенту теплоэнергетической эффективности поверхностей теплообмена. Совершенство теплообменного аппарата и реализуемого в нем способа интенсификации конвективного теплообмена при вынужденном движении рабочих сред характеризует отношение двух видов энергии — теплоты Q , переданной в аппарате, и энергозатрат N на преодоление гидравлических сопротивлений,

называемое энергетическим эквивалентом $E_0 = \frac{Q}{N}$ [2, с. 10—15].

Однако, эта простая зависимость не получила широкого применения. Главным ее недостатком явилась неоднозначность коэффициента E_0 в зависимости от принятых скоростей рабочих сред, соотношений коэффициентов теплоотдачи и температур. Преобразуем E_0 в коэффициент E путем анализа величин. Так как $Q = \alpha_1 F \Delta t_1$, а $N = V_1 \Delta p$, где V_1 — объемный расход теплоносителя, имеем

$E_0 = \frac{Q}{N} = \frac{\alpha_1 F \Delta t}{V_1 \Delta p}$. Разделим числитель и знаменатель на площадь

поверхности теплообмена F , m^2 , и получим удельный показатель теплоотдачи и энергозатрат на $1 m^2$. $E_0 = \frac{\alpha_1 \Delta t F_1}{V_1 \Delta p}$. Пусть $\frac{V_1 \Delta p}{F_1} = N_0$ —

удельная энергозатрата, $Вт/м^2$, тогда $E_0 = \frac{\alpha_1 \Delta t}{N_0}$. Если принять $\Delta t =$

$1^\circ C$, тогда E_0 является безразмерной величиной. Отсюда коэффициент теплоотдачи $\alpha = E_0 N_0$. Таким образом, коэффициент теплоэнергетической эффективности дает отношение двух видов энергии — удельного теплосъема $\alpha \Delta t_1$ и удельных энергозатрат

на преодоление гидравлических сопротивлений N_0 на единице поверхности теплообмена в данной конструкции при равных условиях сравнения. Рассмотрим уравнение удельных энергозатрат при перекачивании рабочей среды через теплообменник $N_0 = \frac{V\Delta p}{F} = \frac{\Delta p \cdot v \cdot f}{F}$,

где f — площадь поперечного сечения канала, v — средняя скорость движения теплоносителя. Тогда гидравлическое сопротивление

$\Delta p = \frac{N_0 F}{v \cdot f}$. Известно [1, с. 50—58], что потери давления в цилиндрическом трубопроводе (гидравлическое сопротивление) определяются

по формуле $\Delta p = \xi \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$. Если принять, что коэффициент гидравлического сопротивления определяется по формуле Блазиуса

$\xi = \frac{0,3165}{\text{Re}^{0,25}}$, тогда $\Delta p = \frac{A}{\text{Re}^p} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2} = \frac{A}{\left(\frac{vd}{\nu}\right)^p} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$. Приравняв Δp ,

получаем взаимосвязь энергозатрат и скорости рабочей среды $\frac{N_0 F}{v \cdot f} = \frac{A}{\left(\frac{vd}{\nu}\right)^p} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$. Отсюда можно найти скорость рабочей среды

$N_0 F = \frac{v f A v^p L \rho v^2}{2 v^p d^{p+1}}$. Следовательно, $v^{3-p} = \frac{2 N_0 F \alpha^{p+1}}{A f v^p L \rho}$ или

$$v = \sqrt[3-p]{\frac{2 N_0 F \alpha^{p+1}}{A f v^p L \rho}}.$$

Найдем взаимосвязь между теплоотдачей и скоростью рабочей среды в канале. Так как $\alpha = \text{Nu} \frac{\lambda}{d}$. Тогда

$$\alpha = \frac{\lambda}{d} C \text{Re}^n \text{Pr}^{0,43} = C \left(\frac{\lambda}{d}\right) \left(\frac{vd}{\nu}\right)^n \text{Pr}^{0,43} = \frac{C \lambda v^n d^{n-1} \text{Pr}^{0,43}}{\nu^n}.$$

Подставляя значение скорости, получаем

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{C\lambda v^n d^{n-1} \text{Pr}^{0,43}}{v^n} = \frac{C\lambda d^{n-1} \text{Pr}^{0,43}}{v^n} \cdot \frac{\left(\frac{F}{Lf}\right)^{\frac{n}{3-p}} \cdot d^{\frac{n(p+1)}{3-p}}}{\left(\frac{A}{2}\right)^{\frac{n}{3-p}} \cdot \rho^{\frac{n}{3-p}} \cdot v^{\frac{np}{3-p}}} \cdot N_0^{\frac{n}{3-p}} = \\ &= C\lambda \text{Pr}^{0,43} \cdot \frac{\left(\frac{F}{Lf}\right)^{\frac{n}{3-p}} \cdot d^{\frac{n(p+1)}{3-p} + (n-1)}}{\left(\frac{A}{2}\right)^{\frac{n}{3-p}} \cdot \rho^{\frac{n}{3-p}} \cdot v^{n\left(1 + \frac{p}{3-p}\right)}} \cdot N_0^{\frac{n}{3-p}} \end{aligned}$$

Таким образом, сомножитель перед N_0 описывает коэффициент теплоэнергетической эффективности E в зависимости от критериальных уравнений теплоотдачи и гидравлического сопротивления.

Тогда $\alpha = E \cdot N_0^{\frac{n}{3-p}}$

Отсюда получаем уравнение для определения коэффициента теплоэнергетической эффективности поверхностей конвективного теплообмена $E = \frac{\alpha}{N_0^{\frac{n}{3-p}}}$. Пусть $\frac{n}{3-p} = m$, тогда $E = \frac{\alpha}{N_0^m}$. Для

турбулентного режима течения сред в сетчато-поточных каналах пластинчатых теплообменников (критериальные уравнения имеют вид $Nu = C \text{Re}^n \text{Pr}^{0,43}$) известны показатели степеней: $n = 0,73$, $p = 0,25$.

Тогда $m = \frac{0,73}{3-0,25} = 0,26$ и $\alpha = E \cdot N_0^{0,26}$, что совпадает с уравнением прямой [1]. Это свидетельствует о достоверности полученных результатов. Чем больше значение коэффициента E , тем лучше теплообменник: по энергетическому показателю, требуемой площади поверхности теплообмена, удельной материалоемкости и другим техническим показателям, характеризующим оптимальный теплообменный аппарат. Очевидно, что при $N_0 = 1$ $E = \alpha$. Из наиболее универсальных и широко распространенных можно применять более

короткую приближенную формулу А. Альтшуля $\xi = 0,11 \left(\frac{\Delta_s}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$.

Преимущества этой формулы заключаются также в том, что в квадратичной области течения, когда числа Re достаточно большие

она переходит в формулу Б.Л. Шифринсона $\xi = 0,11 \left(\frac{\Delta_9}{d} \right)^{0,25}$. Таким

образом, в квадратичной области течения, когда зависимость $\xi = f(\text{Re})$

отсутствует $\Delta p = 0,11 \frac{\Delta_9^{0,25}}{d^{0,25}} \frac{L \rho v^2}{2}$. Следовательно,

$$\frac{N_0 F}{v \cdot f} = 0,11 \frac{\Delta_9^{0,25} L \cdot \rho \cdot v^2}{d^{1,25}}. \text{ Отсюда}$$

$$v^3 = \frac{N_0 F d^{1,25}}{0,11 \Delta_9^{0,25} L \cdot \rho}.$$

Тогда

$$v = \sqrt[3]{\frac{N_0 F d^{1,25}}{0,11 \Delta_9^{0,25} L \cdot \rho}}.$$

Подставим значения скорости в уравнение для коэффициента теплоотдачи, имеем

$$\alpha = \frac{C \lambda v^n d^{n-1} \text{Pr}^{0,43}}{v^n} = \frac{C \lambda d^{n-1} \text{Pr}^{0,43}}{v^n} \cdot \frac{N_0^{\frac{n}{3}} F^{\frac{n}{3}} d^{2,4n}}{0,11^{\frac{n}{3}} \Delta_9^{0,083n} L^{\frac{n}{3}} \cdot \rho^{\frac{n}{3}}}$$

или

$$\alpha = \frac{C \lambda v^n d^{n-1} \text{Pr}^{0,43}}{v^n} = \frac{C \lambda d^{1,4+n} \text{Pr}^{0,43} F^{\frac{n}{3}}}{0,11^{\frac{n}{3}} v^n \Delta_9^{0,083n} (L \rho)^{\frac{n}{3}}} \cdot N_0^{\frac{n}{3}}.$$

В таком случае, коэффициент теплоэнергетической эффективности E в квадратичной области шероховатых труб имеет вид

$$E = \frac{C \lambda d^{1,4+n} \text{Pr}^{0,43} F^{\frac{n}{3}}}{0,11^{\frac{n}{3}} v^n \Delta_9^{0,083n} (L \rho)^{\frac{n}{3}}}.$$

Упрощенный вид зависимости объясняется отсутствием зависимости гидравлического сопротивления от числа Re . В тоже время зависимость коэффициента теплоотдачи от Re сохраняется.

Для шероховатых труб в области доквадратичного режима получить строгие аналитические выражения для коэффициента теплоэнергетической эффективности не удастся вследствие сложной зависимости коэффициента гидравлического трения от скорости (числа Re). Однако решение может быть получено путем разложения формулы Альтшуля в ряд (например, в ряд Маклорена) и последующего использования первых двух членов ряда.

Список литературы:

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям М.: Машиностроение. 1975. — 559 с.
2. Кирпичев М.В. О наивыгоднейшей форме поверхности теплообмена //Известия ЭНИН. — 1944. — т. 12. — С. 10—15.

СЕКЦИЯ 5.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

ИЗМЕРЕНИЕ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ POWERBALL

Дмитриев Александр Николаевич

студент

Южного федерального университета,

РФ, г. Таганрог

E-mail: alexs.dmitriev.1996@mail.ru

Какурин Юрий Борисович

канд. техн. наук, доцент кафедры физики

Южного федерального университета,

РФ, г. Таганрог

E-mail: y_kakurin@mail.ru

Какурина Наталья Андреевна

канд. техн. наук, доцент кафедры физики

Южного федерального университета,

РФ, г. Таганрог

E-mail: filipenko_n@mail.ru

MEASUREMENT AND CALCULATION OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE GENERATOR BASED ON THE POWERBALL

Alexander Dmitriev

*student of Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

Yuri Kakurin

*candidate of Sciences, assistant professor of Physics Department
of Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

Natalya Kakurina

*candidate of Sciences, assistant professor of Physics Department
of Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

АННОТАЦИЯ

Целью работы являлась изготовление генератора для зарядного устройства на основе кистевого эспандера PowerBall. Представлены расчетное выражение для ЭДС генератора и осциллограмма выходного сигнала. Показано, как можно определить основные электрофизические характеристики подобных устройств.

ABSTRACT

The aim of this work was the manufacture of the generator to the charger on the basis of the carpal expander PowerBall. The presented computational expression for the EMF of the generator and the waveform of the output signal. Shows how to determine the basic electrical characteristics of such devices.

Ключевые слова: кистевой эспандер; генератор; зарядное устройство; электромагнитная индукция; осциллограмма; неодимовый магнит.

Keywords: carpal expander; generator; battery charger; electromagnetic induction; waveform; neodymium magnet.

Никто не будет спорить с тем, что удобно иметь мобильное зарядное устройство (ЗУ) для сотового телефона. В нашей работе проведены теоретические и экспериментальные исследования характеристик генератора для ЗУ на основе гироскопического кистевого

эспандера PowerBall. Идея разработки принадлежит Игорю Белецкому [1].

Как указывается в [1], для создания генератора на роторе эспандера необходимо расположить магниты, чередуя их полюса, а в корпусе эспандера закрепить катушку индуктивности так, чтобы при вращении ротора она располагалась строго над пролетающими магнитами. Очевидно, что согласно закону электромагнитной индукции, катушка станет источником электродвижущей силы (ЭДС). Попробуем установить закон изменения от времени ЭДС в рассматриваемом устройстве.

Для этого нам понадобятся рисунки 1 и 2. На рисунке 1 схематически изображены магниты (синие кружки), катушка (зеленый кружок) и графики, моделирующие изменение потока магнитной индукции во времени, когда катушка пересекает области магнитов при вращении ротора.

В первом приближении изменение потока при прохождении катушки областей магнитов одной полярности (например, рис. 1, б) и г)) можно описать законом $\sin^2 \alpha$ (рис. 2, а), тогда при прохождении катушки областей магнитов противоположной полярности (рис. 1, в)) изменение потока описывается законом $-\sin^2(\alpha + \pi/2)$ (рис. 2, б). Сдвиг фазы на $\pi/2$ обусловлен чередованием магнитов противоположных полярностей и, соответственно, «запаздыванием» изменения одного из потоков. В результате, изменения потока и ЭДС со временем происходят по законам $-\cos 2\alpha$ и $\sin 2\alpha$ соответственно (см. рис. 2, в) и г)).

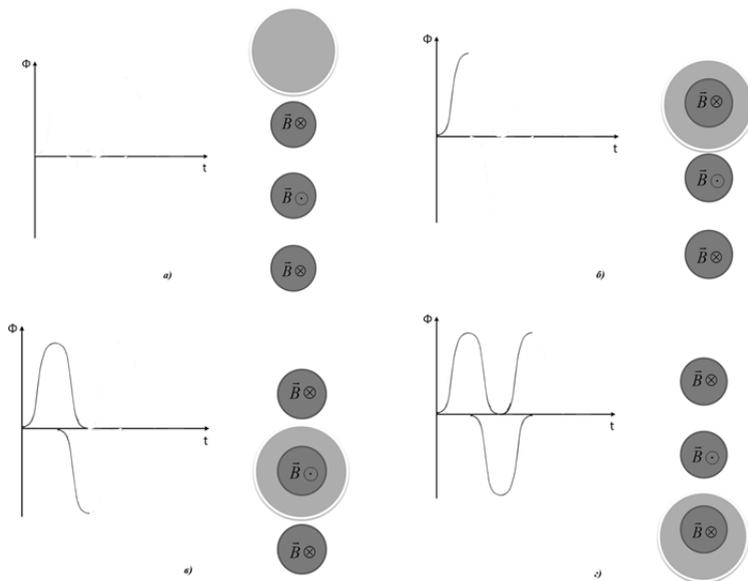


Рисунок 1. К описанию закона изменения магнитного потока

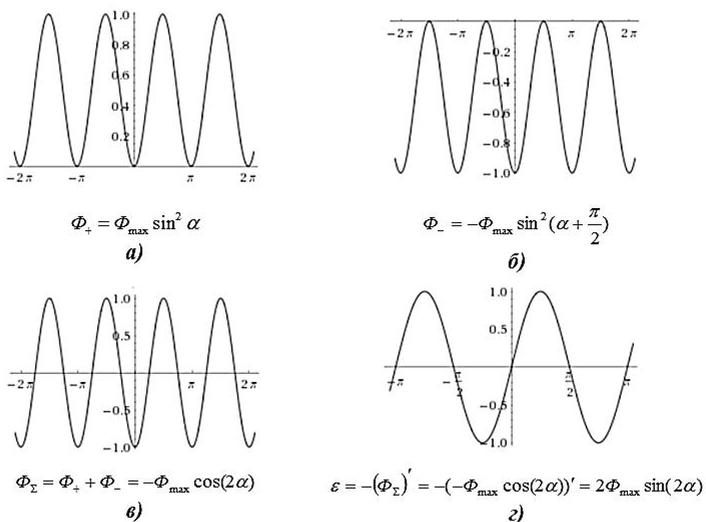


Рисунок 2. Математическое описание законов:
а)–в) — изменения магнитного потока; г) — ЭДС

С целью получения расчетного выражения для ЭДС необходимо вспомнить, что максимальный поток (потокосцепление) через катушку рассчитывается

$$\Phi_{\max} = NBS, \quad (1)$$

где: N — число витков в катушке;

B — величина индукции магнитного поля;

S — площадь, «заметаемая» линиями магнитной индукции, в нашем случае, это площадь сечения магнита;

а фаза — есть произведение циклической частоты ω на время t . Таким образом, ЭДС в рассматриваемом генераторе меняется по закону:

$$\varepsilon = 2NBS\omega \sin 2\omega t. \quad (2)$$

На рисунках 3, 4 представлены фотографии прибора, рисунке 5 — результаты измерений выходного сигнала генератора, собранного нами на основе недорогой модели эспандера, с размещенными на его роторе 10 магнитами. Измерения проведены с помощью осциллографического датчика. Компьютерная обработка этих данных дает: среднее значение максимальной ЭДС $\langle \varepsilon_{\max} \rangle_6 = 13 \text{ В}$; средний период $T = 2 \text{ мс}$; величина $2\omega = 3,14 \cdot 10^3 \text{ рад/с}$.



Рисунок 3. Эспандер-генератор

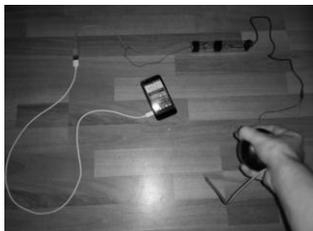


Рисунок 4. Прибор в действии

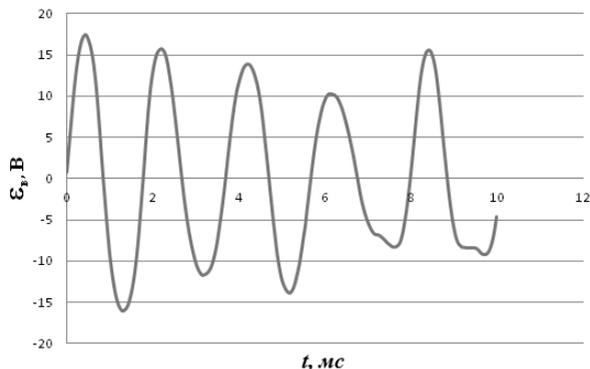


Рисунок 5. Вид выходного сигнала

Теоретически максимальное значение ЭДС, согласно выражению (2), рассчитывается

$$\varepsilon_{\max} = 2NBS\omega . \quad (3)$$

Если выразить из (3) индукцию магнитного поля B и рассчитать ее значение, используя ранее полученные результаты, а также следующие параметры нашего устройства $S=1 \text{ см}^2$, $N=600$, то получится величина 300 мТл. Эта величина хорошо согласуется со значениями величин остаточной намагниченности неодимовых магнитов, приводимых в статье [2].

Список литературы:

1. Самодельный генератор для зарядки телефона из спортивного тренажера Powerball. И. Белецкий [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.youtube.com/watch?v=IEGCpDQ_srI.
2. Характеристики неодимовых магнитов. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://magnit96.com/biblioteka/harakteristiki_neodimovyh_magnitov.

СЕКЦИЯ 6.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА РИСКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЭТАНОЛАМИНОВ

Козлитин Анатолий Мефодьевич

*д-р техн. наук, профессор, Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

E-mail: kammov@gmail.com

SAFETY ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF ETHANOLAMINES

Anatoliy Kozlitiin

*doctor of Technical Sciences, Professor
of Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,
Russia, Saratov*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности анализа и оценки риска аварий в планах локализации и ликвидации аварийных ситуаций в нефтехимической промышленности. Разработан метод анализа и количественной оценки риска перехода аварийной ситуации в технологическом блоке установки на более высокий уровень по степени опасности.

ABSTRACT

The article describes the peculiarities of analysis and evaluation of accident risks in the plans of localization and liquidation of emergency situations in the petrochemical industry. The method for analyzing and quantifying the risk of transition of accident situation of installation technological block to a higher level of hazard has been developed.

Ключевые слова: риск; авария; аварийная ситуация; безопасность; технологический блок; сценарии аварийной ситуации; технический риск; потенциальный риск.

Keywords: risk; accident; accident situation; safety; technological block; accident situation scenarios; technical risk; potential risk.

Анализ опасности технологического блока заключается в разработке сценариев возникновения аварий и количественной оценке риска их развития. При этом важной составляющей плана локализации и ликвидации аварий (ПЛА) является оценка вероятности перехода аварии в технологическом блоке на более высокий уровень «Б» или «В».

Остановимся более подробно на последовательности анализа опасностей технологического блока для конкретного предприятия оргсинтеза.

С этой целью из всего множества объектов рассматриваемого предприятия органического синтеза выделим для последующего анализа блок слива жидкого аммиака из вагона-цистерны в емкости склада хранения аммиака цеха производства гликолей и этаноламинов (ПГЭ).

Жидкий аммиак поступает на предприятие в вагонах-цистернах. Слив производится на эстакаде слива, которая расположена на отдельном ответвлении ж/д пути.

Определим возможные сценарии развития аварийных ситуаций на стадии слива жидкого аммиака из вагона-цистерны, с помощью типовой схемы построения сценариев (рис. 1).



Рисунок 1. Схема сценариев развития аварийных ситуаций в блоке слива жидкого аммиака цеха ПГЭ

Выполним оценку вероятности реализации и дальнейшего развития аварий в блоке слива жидкого аммиака цеха ПГЭ. На представленной схеме сценариев для блока слива жидкого аммиака цеха ПГЭ в качестве исходных стадий аварийных ситуаций рассматриваются: разгерметизация трубопровода и разгерметизация вагона-цистерны жидкого аммиака на открытой площадке территории эстакады слива. Вероятность реализации возможных сценариев аварийной ситуации в технологическом блоке слива жидкого аммиака характеризуется, в соответствии с РД 03-418-01 [4], техническим риском.

Для оценки величины технического риска R_{tex} воспользуемся в соответствии с нашими исследованиями [1; 2] уравнением следующего вида:

$$R_{\text{tex}} = \lambda_A \cdot [1 - P(A)] \cdot P(B), \quad (1)$$

где: λ_A — вероятность возникновения на рассматриваемом оборудовании аварийной ситуации за год;

$P(A)$ — надежность работы локализирующих систем;

$P(B) = \prod_{k=1}^s P_k$ — вероятность сложного события, характеризующего развитие рассматриваемой аварийной ситуации в технологическом блоке;

P_k — вероятности элементарных событий, предопределяющих развитие аварии по рассматриваемому сценарию.

Вероятность возникновения на рассматриваемом оборудовании аварийной ситуации λ_A определяется на основе метода анализа дерева отказов. Дерево отказов вагона-цистерны приведено на рис. 2.

Необходимо, при оценке λ_A , учитывать, что вагоны-цистерны с жидким аммиаком поступают на предприятие по мере необходимости, в среднем 100 вагонов-цистерн в год. При этом поставка и слив на эстакаде из вагона-цистерны жидкого аммиака осуществляется в рабочие дни. Одновременно на эстакаде находится одна вагон-цистерна. Таким образом, вероятность вагона-цистерны оказаться на эстакаде в течение года составляет $P_{в-ц} = 0,0913$.

Следовательно, учитывая рассчитанную на основе дерева отказов вероятность разгерметизации вагона-цистерны $4,7 \times 10^{-4}$ год⁻¹ и вероятность нахождения ее в течение года на эстакаде 0,0913, получим частоту исходного события А-1.1.1 — разгерметизация вагона-цистерны с аммиаком на эстакаде, которая составит $\lambda_A = 4,29 \times 10^{-5}$ год⁻¹.

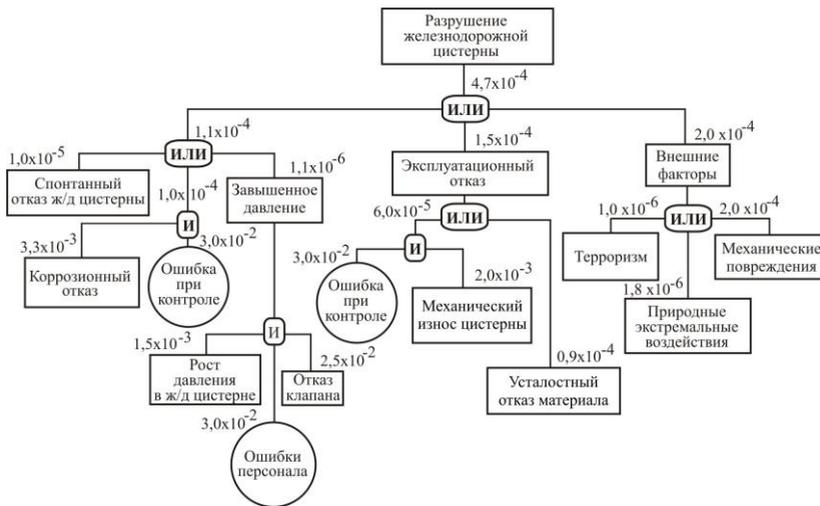


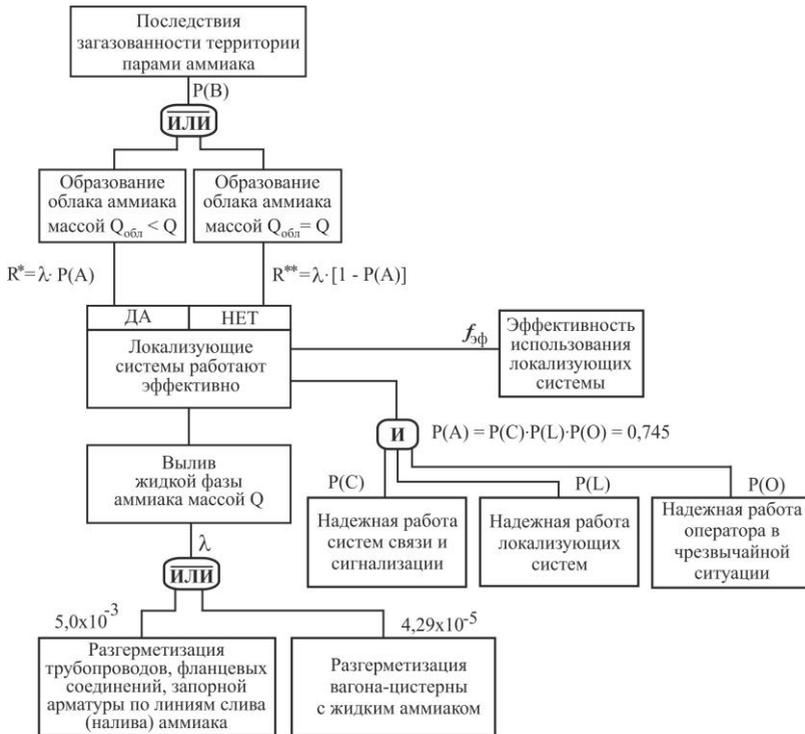
Рисунок 2. Дерево отказов вагона-цистерны

Вероятности реализации исходных аварийных ситуаций в технологическом блоке слива жидкого аммиака цеха ПГЭ, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Вероятности реализации аварийных ситуаций в блоке

Стадия аварии	Аварийная ситуация	Вероятность аварийной ситуации, 1/год
A-1.1.0.	Разгерметизация трубопроводов, фланцевых соединений, запорной арматуры по линиям слива (налива) аммиака	$5,0 \times 10^{-3}$
A-1.1.1.	Разгерметизация вагона-цистерны с аммиаком	$4,29 \times 10^{-5}$



ИЛИ - логический элемент "Исключающее ИЛИ"

λ - частота инициирующего события; $P(B)$ - условная вероятность развития аварийной ситуации;

R^* - технический риск аварии при условии надежной работы локализирующих систем;

R^{**} - технический риск аварии при условии отказа локализирующих систем

Рисунок 3. Диаграмма «причин-последствий» при авариях в технологическом блоке слива жидкого аммиака

При выбросах токсичных сжиженных газов последствия аварии будут зависеть от уровня подготовки оператора, от надежности и эффективности локализирующих систем, а также систем сигнализации и связи. Поэтому вероятности, характеризующие развитие аварийной ситуации в технологическом блоке слива жидкого аммиака для каждого из рассматриваемых сценариев, определялись с использованием диаграммы «причин-последствий». Диаграмма «причин-последствий» для определения вероятностей сценариев дальнейшего развития аварийных ситуаций в технологическом блоке, показана на рис. 3.

Элементарные события P_k определяются для соответствующего сценария с использованием дерева событий.

Дерево событий для определения вероятностей сценариев дальнейшего развития аварийных ситуаций в технологическом блоке слива жидкого аммиака, показано на рис. 4.



Рисунок 4. Дерево событий при авариях в технологическом блоке слива жидкого аммиака

Частоты реализации сценариев аварийных ситуаций в технологическом блоке слива жидкого аммиака с учетом диаграммы «причин-последствий» (рис. 3) и дерева событий (рис. 4), представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Технический риск сценариев аварийных ситуаций

Стадия аварии	Сценарий		Технический риск, год ⁻¹	
			R*.P(B)	R**.P(B)
А-1.1.2	Загазованность территории парами аммиака	при разгерметизации трубопроводов, фланцевых соединений, запорной арматуры по линиям слива аммиака	2,24×10 ⁻³	7,65×10 ⁻⁴
		при разгерметизации вагона-цистерны с жидким аммиаком на эстакаде	1,92×10 ⁻⁵	6,56×10 ⁻⁶
Возникновение и развитие аварии в блоке при: R*.P(B) — надежной работе локализирующих систем; R**.P(B) — отказе локализирующих систем				

Для оценки ожидаемых последствий при осуществлении рассматриваемых сценариев в блоке слива жидкого аммиака цеха ПГЭ необходимо определить количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов. При этом предполагается, что разгерметизация единичного аппарата технологического блока приводит к выбросу всего опасного вещества, обращающегося в данном аппарате и формированию поражающих факторов.

Данные о количестве опасного вещества, участвующего в аварии при аварийной разгерметизации технологического блока для рассмотренных выше сценариев приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Количество опасного вещества, участвующего в аварии

Стадия аварии	Последствия		Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, участвующего	
				в аварии, т	в создании поражающих факторов, т
А-1.1.2	Загазованность территории парами аммиака	при разгерметизации трубопроводов, фланцевых соединений, запорной арматуры	Токсическое воздействие	5	1,8

		при разгерметизации вагона-цистерны с аммиаком на эстакаде		34	34
--	--	--	--	----	----

Выполним расчет вероятных зон действия поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке слива жидкого аммиака цеха ПГЭ. Результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке слива жидкого аммиака приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Основные результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов для сценариев развития аварий в блоке слива жидкого аммиака

Параметр	Результаты расчета для сценария А-1.1.2.	
	при разгерметизации трубопроводов, фланцевых соединений, запорной арматуры	при разгерметизации вагона-цистерны с аммиаком на эстакаде
Токсическое поражение. Методика «Токсис 2.2»		
Размер зоны смертельных поражений, м	188	627
Размер зоны пороговых поражений, м	729	2443
Токсическое поражение. Методика «REAPS-REA» РЭА		
Глубина зоны при надежной работе систем локализации аварийной ситуации, м		
смертельного поражения	105	364
тяжелого поражения	134	467
поражения средней тяжести	169	587
порог поражения	424	1471
Глубина зоны при отказе систем локализации аварийной ситуации, м		
смертельного поражения	188	654
тяжелого поражения	241	837
поражения средней тяжести	303	1054
порог поражения	760	2642

Основная опасность технологического блока слива жидкого аммиака связана с токсическим заражением прилегающей территории парами аммиака. В данной статье рассмотрим наиболее тяжелые последствия при разгерметизации оборудования блока слива жидкого аммиака для стадии развития аварийной ситуации А-1.1.2 — загазованность территории парами аммиака с образованием токсичного облака. Поражающие факторы аварии выходят за границы территории предприятия, рис. 5.

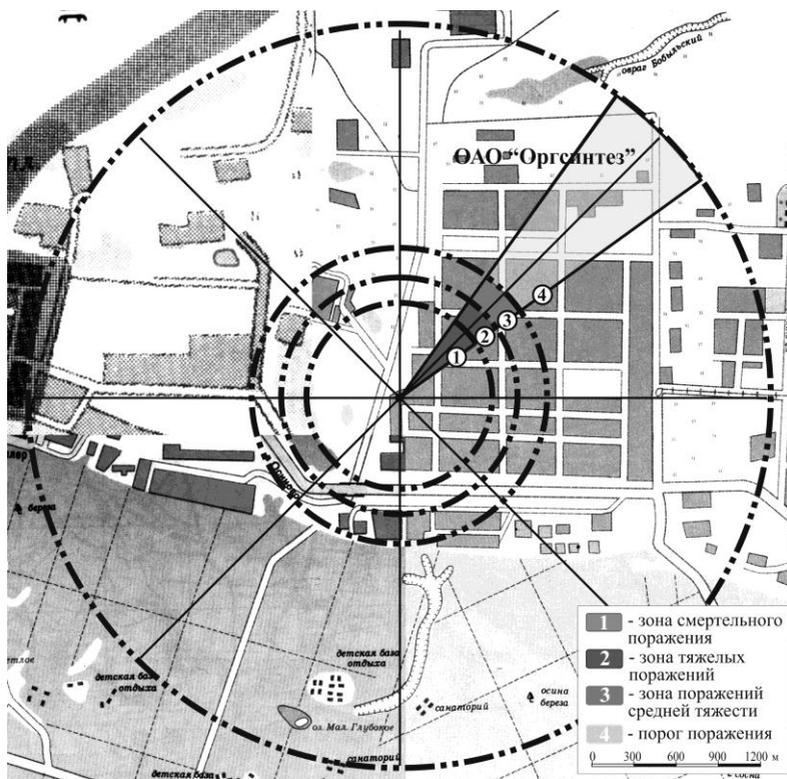


Рисунок 5. Зоны токсического поражения людей при разгерметизации вагона-цистерны с аммиаком

Краткое описание сценария аварии в блоке слива жидкого аммиака:

Разрушение вагона-цистерны на эстакаде с выбросом жидкого аммиака. Отказ систем локализации. Образование токсичного облака.

Загазованность территории парами аммиака. Технический риск аварии — $6,56 \times 10^{-6}$ год⁻¹. Максимально возможный аварийный выброс жидкого аммиака 34 т. Основной поражающий фактор — токсическое поражение. В зоне токсического воздействия паров аммиака может оказаться прилегающая к объекту селитебная территория. Аварийная ситуация на этой стадии может перейти на уровень «В».

Оценим последствия перехода аварийной ситуации на уровень «В». С этой целью определим распределение потенциального риска на прилегающей к объекту территории, используя изложенные в работах [1; 2; 3] методы количественной оценки техногенных рисков.

Результаты выполненных расчетов приведены на рис. 6 и рис. 7.

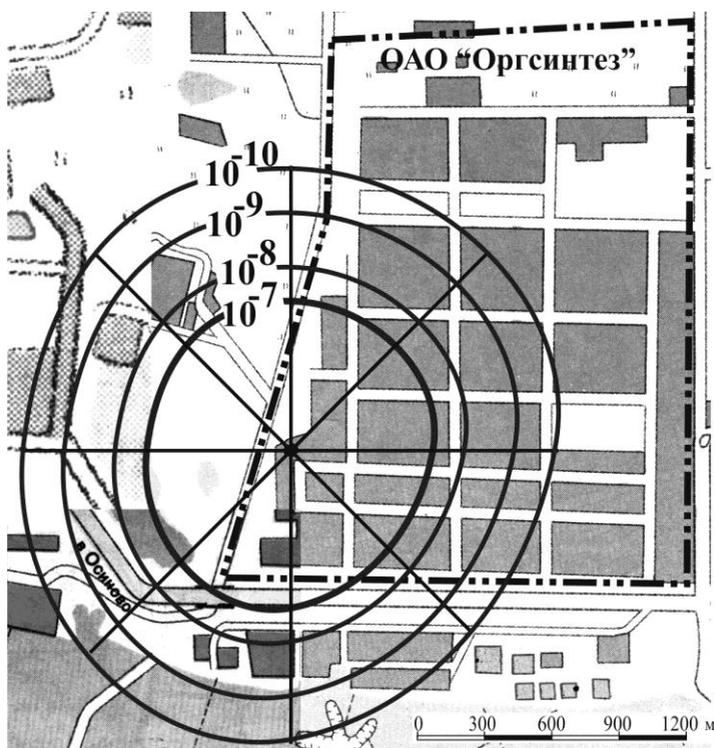


Рисунок 6. Распределение потенциального риска на прилегающей к объекту территории

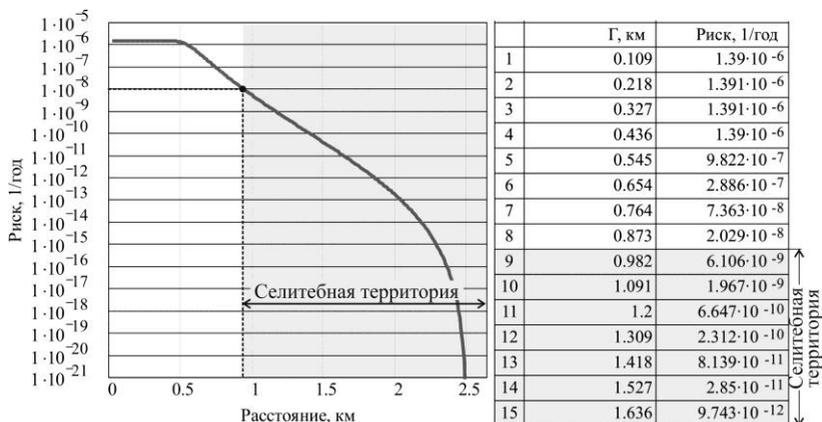


Рисунок 7. График потенциального риска в функции расстояния от места аварии

Выводы

По результатам картирования потенциального риска можно видеть, что вероятность поражения населения близлежащих жилых массивов и производственного персонала других организаций пренебрежимо мала и ниже приемлемого уровня риска 10^{-8} 1/год с учетом вероятности нахождения людей в зонах поражения, что позволяет не рассматривать для селитебной территории уровень «В» аварийной ситуации.

Однако при разрушении вагона-цистерны с аммиаком на эстакаде с образованием токсичного облака, риску токсического поражения парами аммиака подвергается персонал соседних цехов с вероятностью, превышающей 10^{-6} 1/год. Следовательно, аварийная ситуация на этой стадии переходит на уровень «Б».

Список литературы:

1. Козлитин А.М. Аналитические методы количественной оценки коллективного риска людских потерь при авариях на химически опасных объектах техносферы // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по материалам XXXVI Междунар. науч.-практ. конф. (Россия, г. Новосибирск, 23 июля 2014 г.) № 7 (32). Новосибирск: Изд. «СИБАК», 2014. — С. 137—145.
2. Козлитин А.М. Теория и методы анализа рисков сложных технических систем: монография. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2009. — 200 с.

3. Козлитин А.М., Козлитин П.А. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование, анализ и оценка опасностей техносферы: учеб. пособие. Саратов: Издательский Дом «Райт-Экспо», 2013. — 136 с.
4. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. Утверждены Госгортехнадзором России Постановлением от 10.07.2001 г. № 30.

Научное издание

«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»

Сборник статей по материалам
XLVII международной научно-практической конференции

№ 6 (43)

Июнь 2015 г.

Подписано в печать 08.07.15. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6,5. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3