



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

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

№ 1 (26)
Январь 2014 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск
2014

УДК 62
ББК 30
Т 38

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

Ахметов Сайранбек Махсutowич — д-р техн. наук, профессор, ректор
Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных
систем.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доцент Полтавского
национального технического университета имени Юрия Кондратюка;

Елисеев Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент Института
развития дополнительного профессионального образования;

Романова Алла Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры
прикладной физики Санкт-Петербургского государственного университета
сервиса и экономики.

Т 38 Технические науки — от теории к практике / Сб. ст.
по материалам XXX междунар. науч.-практ. конф. № 1 (26).
Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. 158 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. Информатика, вычислительная техника и управление	7
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ КОМАНДООБРАЗОВАНИЯ Бейльханов Дамир Кайржанович Квятковская Ирина Юрьевна	7
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРТИОННОГО УЧЕТА FIFO В КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЕ Грибанова-Подкина Мария Юрьевна	13
МЕТОДИКА ВЕРИФИКАЦИИ ПОЛИТИК БЕЗОПАСНОСТИ В МНОГОУРОВНЕВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА Котенко Игорь Витальевич Саенко Игорь Борисович	18
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ САПР MULTISIM Пономарев Иван Сергеевич	23
Секция 2. Машиностроение и машиноведение	28
ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ СОПРЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ Лукьянов Алексей Александрович Левицких Олеся Олеговна Ежелев Андрей Викторович Логвиненко Алексей Алексеевич	28
ПРИМЕНЕНИЕ ФОРКАМЕРНО-ФАКЕЛЬНОГО ПОДЖОГА ПРИ ТЕРМОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ Малашенко Владимир Львович	34
ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНИРУЮЩЕГО МЕТОДА ШВАРЦА К РЕШЕНИЮ ПОЛИКООНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ Яковлев Максим Евгеньевич	38

Секция 3. Энергетика и энергетические техника и технологии 45

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ 45

Бисенов Руслан Жоламанович
Сатыбалдина Дана Каримтаевна

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К СИСТЕМАМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ 51

Савин Даниил Викторович
Дроздов Владимир Георгиевич

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ
НА ВЕЛИЧИНУ ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ 57

Цыцарева Елена Ивановна
Лысяков Анатолий Иванович

Секция 4. Материаловедение и металлургическое оборудование и технологии 63

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ИОННО-
ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ННВ-6.6-И1 63

Гончаров Максим Витальевич

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГАЗОПЛАМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ 68

Гончаров Максим Витальевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ
ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЯЧИХ ТРЕЩИН В СТАЛЬНЫХ
ОТЛИВКАХ 74

Ольховик Евгений Олегович

Секция 5. Транспорт и связь, кораблестроение 82

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ТРЕБОВАНИЙ К АВТОФУРГОНАМ 82

Смирнова Ольга Александровна
Ващинская Инна Владимировна

**Секция 6. Технология продовольственных
продуктов** **87**

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНЦЕНТРАЦИИ
ВНОСИМОЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ
МОРСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В СОСТАВ
РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКИ **87**

Лях Владимир Алексеевич
Смертина Елена Семеновна
Федянина Людмила Николаевна
Рочин Егор Олегович

Секция 7. Электротехника **94**

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
С СИНХРОННОЙ РЕАКТИВНОЙ МАШИНОЙ
НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ **94**

Журавлев Артем Михайлович
Белоусов Евгений Викторович
Сычев Дмитрий Александрович
Кинас Станислав Игоревич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ГАРМОНИЧЕСКОГО
ТОКА В КОМПЛЕКСНОЙ ФОРМЕ **103**

Копылов Алексей Филиппович
Копылова Наталья Алексеевна

**Секция 8. Безопасность жизнедеятельности
человека, промышленная безопасность,
охрана труда и экология** **112**

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ
КОТЛА ПК-39 АКСУЙСКОЙ ГРЭС **112**

Габитова Зарина Хамитовна
Аскарова Алия Сандыбаевна
Максимов Валерий Юрьевич
Бекмухамет Айдын
Бекетаева Меруерт Турганбеккызы
Оспанова Шынар Сабитовна
Ергалиева Айгуль Балатбековна

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЭРОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ПРИ ИСПАРЕНИИ СМАЗОЧНО- ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ Соболев Алексей Александрович Кадочкин Дмитрий Станиславович Чаусов Владислав Нурмухаммадович	119
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ РАБОТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ Кравцов Александр Валериевич Фенюк Наталья Анатольевна	125
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ТОЛЬЯТТИ Писклова Ольга Павловна Башкиров Юрий Юрьевич	132
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЕРЕНОСА РАДИОНУКЛИДОВ В РАЙОНЕ ХРАНИЛИЩ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ РАДИОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА Прохоров Александр Владимирович	138
ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ «БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА» НА РАБОТНИКОВ ОАО «РЖД» Хаманов Иван Геннадьевич Щетинин Александр Николаевич	142
Секция 9. Организация производства и менеджмент, системы управления качеством	151
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА МУФТЫ ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА Карпов Павел Евгеньевич	151

СЕКЦИЯ 1.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ КОМАНДООБРАЗОВАНИЯ

Бейльханов Дамир Кайржанович

аспирант АГТУ,

РФ, г. Астрахань

Email: mcproxa@yandex.ru

Квятковская Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор АГТУ,

РФ, г. Астрахань

Email: i.kvyatkovskaya@astu.org

USE OF COMPETENCE MODEL IN THE TEAMBUILDING PROCESS

Beylkhanov Damir Kayrzhonovich

postgraduate of ASTU,

Russia, Astrakhan

Kvyatkovskaya Irina Yurievna

doctor of Technical Sciences, Professor of ASTU,

Russia, Astrakhan

АННОТАЦИЯ

В данной статье уделяется внимание применению модели оценки компетенций в процессе командообразования при управлении командами и проектами, где описывается разработка общих принципов, которые применимы для создания проектных команд.

ABSTRACT

This article discusses applying of competency assessment model in the process of teambuilding at managing teams and projects, which describes the development of common principles that apply to formation project teams.

Ключевые слова: командообразование; кластеризация; система поддержки принятия решений; модель компетенций.

Keywords: teambuilding; clustering; decision support system; competence model.

Успешная деятельность современных организаций сферы услуг определяются различными факторами, одним из которых является создание сплоченной команды. Основным методом развития командной работы является тимбилдинг или система командообразования, благодаря которой создаются и корректируются установки сотрудников организации и выравниваются компетентности в области командного менеджмента.

Командообразование, как раз используется в таких случаях, когда требуется:

- сплочение и направление сотрудников на достижение командных целей;
- адаптация новых сотрудников;
- повышение уровня личной ответственности за результат;
- повышение уровня доверия и поддержки между членами команды;
- предоставление возможности каждому сотруднику внести свой вклад в решение задач;
- диагностика команды с точки зрения ее структуры (влияние, лидерство, групповые роли, сильные и слабые стороны команды).

Управление при помощи команды имеет большое количество преимуществ: сотрудничество в противовес конкуренции; увеличение возможностей каждого члена группы; умение рисковать, а не контролировать; децентрализация принятия решений как механизм «исправления ошибок»; коллегиальные отношения в противовес авторитарности [3].

Компетентностный подход, рассматриваемый в данной работе, значительно расширяет функциональность существующих информационных систем за счет применения модели оценки компетенций, которая используется для определения состава участников команды и назначения задач, что позволяет повысить эффективность процесса привлечения специалистов.

Данная модель определения компетенции может быть использована в системе поддержки принятия решений (СППР) в виде независимого модуля, где показатели уровня компетенции обеспечивают основу для дальнейших вариантов использования. В модуль оценки компетенций может быть включено любое количество видов тестирования, поскольку основной его задачей является правильно обработать полученные оценки и сопоставить их между задачами и участниками команды, после чего, сформировать эффективную команду [1].

Таким образом, в настоящее время существует актуальная научная и техническая задача, состоящая в разработке системы поддержки принятия решений (СППР), в которой будут заложены методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений, позволяющие автоматизировать процесс командообразования, оценивая навыки, знания и умения, а также личностные и психологические характеристики будущих кандидатов.

Структура подхода. При разработке модели для количественной оценки компетенций для процессов электронного рекрутмента и командообразования, в данном подходе используется четыре модуля, каждый из которых концентрируется на различных точках зрения.

Модули «Профиль работы» и «Профиль команды» являются необходимыми модулями с точки зрения работодателя. Модель компетентностного подхода, служит целью, чтобы рассчитать сопоставимые уровни компетенции на основе входных данных из базы данных кандидатов, профиля работы или профиля команды.

Интересы кандидатов и рекрутеров выражены в качестве входных данных для процесса подбора и хранятся в базе данных кандидатов. Модель компетентностного подхода вычисляет уровни компетентности с помощью алгоритма, основанного на методе многокритериальной оценки. Дополнительные параметры представляют собой расчет связанных модулей (профиль работы, профиль команды), где предоставляют более конкретные модели расчета. Параметры должны быть скорректированы за счет привлечения специалистов, использующих профессиональные знания и опыт работы в рекрутменте.

По сравнению с процессом найма отдельных кандидатов на работу, состав команды включает в себя определение ролей, которые отнесены к экспертам. Модель компетенций может быть использована для определения уровня компетенции, включая сочетание выделенных рекомендуемых навыков с каждым необходимым навыком. Уровни компетентности используются для установки

минимальных, оптимальных и максимальных уровней компетентности в соответствии с ролями в команде [4].

Планируемый размер команды используется в качестве отправной точки для определения реального размера команды, который, как правило, меньше, когда эксперты начинают объединять несколько необходимых компетенций в общие требования.

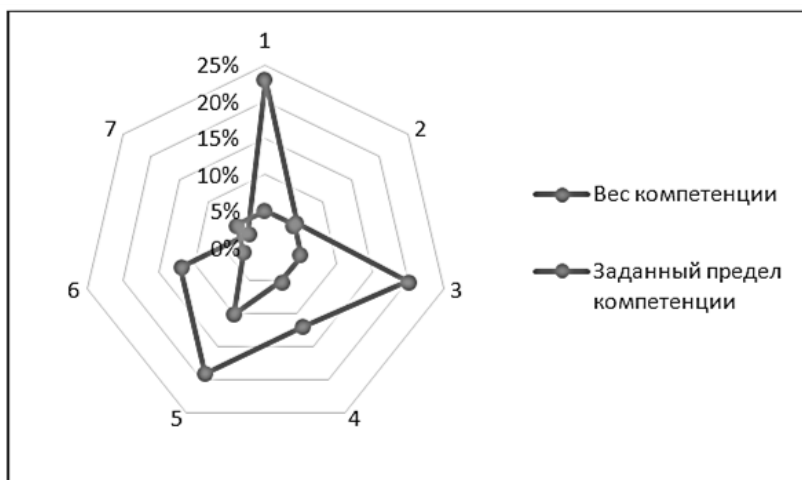


Рисунок 1. Уровни компетенций участника команды и задачи

На рисунке 1 продемонстрирован результат проверки модели компетенций, где в результате была получена диаграмма распределения компетенций в сочетании с уровнем, определенным для участника команды. Веса компетенций — существенный параметр в модели, которые указывают на важность навыков и служат в качестве механизма распределения компетенций, которые определяются экспертами по рекрутменту в сотрудничестве с работодателем или ответственным за управление проектом. В случае с компетентностью под номером 7, ее вес компетенции ниже, чем заданное значение комбинации компетенций, и тем самым, приводит к выводу о том, что роль существующего члена команды покрывает только компетенции от 1 до 6.

Методы исследования. Для решения поставленной задачи применялись методы теории принятия решений, линейной алгебры, теории множеств, теории алгоритмов, где ROC (англ. “Rank Order Clustering” — упорядочивание на основе кластеризации) является

основным методом расчета оценки компетенций на основе кластеризации массива [3].

Предлагаемый в данной работе подход командообразования предусматривает процесс моделирования компетенций, кластеризацию в виде «задача-кандидат» и компетенции на основе динамического назначения задач. Во-первых, моделирование компетенций основано на расчете матрицы компетенций, представляющая уровень компетентности участников команды для конкретного списка задач. Во-вторых, кластеризация вида «задача-кандидат» является важным шагом в связи с растущей сложностью при проектировании проектов. В-третьих, модель назначения задач благодаря сопоставлению компетенций кандидатов и задач минимизирует стоимость проекта и риски появления неустоек с просроченными сроками [3].

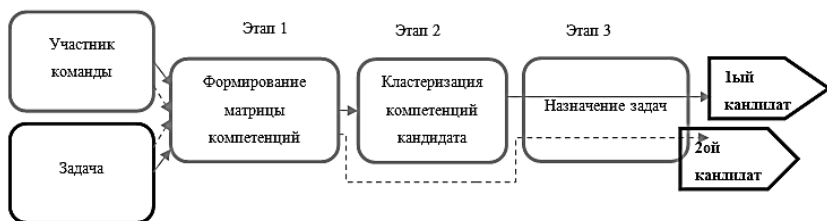


Рисунок 2. Многоэтапный подход при командообразовании

В соответствии с рисунком 2, данный подход был разделен на три этапа. На первом этапе, осуществляется создание матрицы компетенций. На втором этапе, приводим алгоритм к тому, чтобы сгруппировать участников на основе связи задача-кандидат в так называемые целевые группы с использованием алгоритма кластеризации массива ROC. Третий этап решает проблему назначения на основе результатов, полученных путем кластеризации [5].

Научная новизна. В рамках разработки модели компетенций были получены следующие результаты:

- выделены требуемые характеристики оценки навыков, знаний и умений кандидатов при подборе в команду, позволяющие расширить набор параметров информационного поиска;
- разработана модель оценки компетенций и назначения задач;
- разработан алгоритм кластеризации участников команды и задач;
- модифицирована информационная поисковая технология в части анализа и систематизации полученных данных, позволяющая

в процессе анализа неструктурированной информации формировать команды участников.

Для решения поставленной задачи применялись методы теории принятия решений, линейной алгебры, теории множеств, теории алгоритмов и математического моделирования. Результаты работы могут применяться рекрутинговыми агентствами и руководителями проектов в целях привлечения подходящих специалистов, оценки компетенций кандидатов и задач в проектах.

Список литературы:

1. Бейльханов Д.К., Квятковская И.Ю. Система поддержки принятия решений по формированию команд проектов на основе компетентностного подхода // Международная научно-практическая конференция «Проблемы развития науки и образования: теория и практика. Часть II». М., 2013. — С. 125—129.
2. Tsai H., H. Moskowitz, L. Lee. Human resource selection for software development projects using taguchi's parameter design. *European Journal of Operational Research*, 2003. 151: 167—180.
3. Färber F., T. Keim, T. Weitzel. An Automated Recommendation Approach to Personnel Selection. Tampa, USA: Proceedings of the 2003 Americas Conference on Information Systems, 2003.
4. Herlocker J.L., J.A. Konstan, A. Borchers, J. Riedl. An Algorithmic Framework for Performing Collaborative Filtering. *Proc. of the 22nd ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 1999. — pp. 230—237.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРТИОННОГО УЧЕТА FIFO В КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Грибанова-Подкина Мария Юрьевна

*канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной информатики
Балашовского института Саратовского государственного
университета им. Н.Г. Чернышевского,
РФ, г. Балашов*

E-mail: m.gribanova-podkina@rambler.ru

SOFTWARE DEVELOPMENT OF BATCH ACCOUNTING FIFO IN CLIENT-SERVER ARCHITECTURE

Maria Gribanova-Podkina

*candidate of physical and mathematical sciences, Assistant professor
of Applied informatics department,
Balashov Institute of Saratov State University,
Russia, Balashov*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается модель партионного учета по схеме FIFO. Реализация в клиент-серверной архитектуре представлена моделью базы данных и клиентскими компонентами, осуществляющими регистрацию поставок и расхода товара.

ABSTRACT

The article describes the model of batch accounting FIFO. Implementation in a client-server architecture model is presented database and client components that register supplies and flow of goods.

Ключевые слова: FIFO; информационная система; программное обеспечение.

Keywords: FIFO; information model; software.

При разработке информационной системы, автоматизирующей учет движений товара на складе предприятия, была поставлена задача партионного учета по технологии FIFO (first-in-first-out). Эта техно-

логия подразумевает последовательное списание (или расход) товара, начиная с самых ранних поставок [1, с. 163]. Схема востребована во многих организациях при ведении учета товаров, так как всегда известно, какой товар, в каком количестве и по какой цене присутствует на складе. Это позволяет, например, в любой момент времени рассчитать реальную себестоимость продукции. Большинство программных продуктов, существующих на рынке, реализуют самые распространенные схема партионного учета, в том числе и FIFO. Однако информационная система, разработанная по индивидуальному проекту, является лучшим выбором, так как учитывает все обозначенные заказчиком особенности. В этом случае необходимо разрабатывать и индивидуальную модель реализации партионного учета.

Для программной реализации рассматриваемой схемы моделируется база данных с информацией обо всех необходимых сущностях (см. рисунок 1).

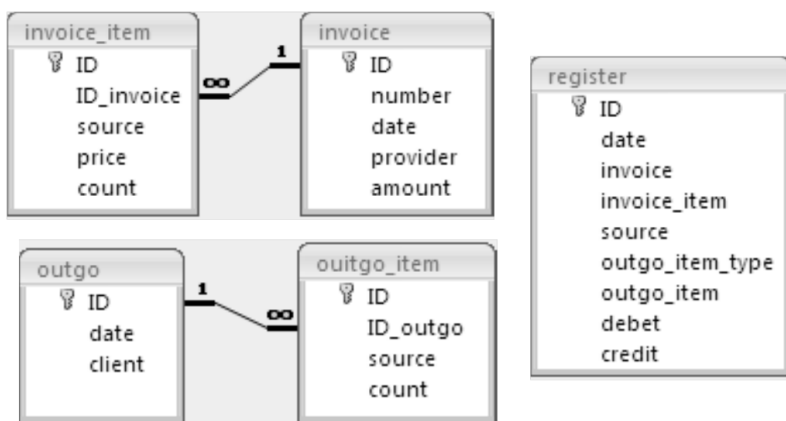


Рисунок 1. Логическая модель базы данных

Для поступления товара потребуются две таблицы:

1. invoice — накладная, будет содержать сведения о номере накладной, дате поставки и поставщике;
2. invoice_item — табличная часть накладной, содержит номер позиции, собственно приходяемый ресурс (товар), его цену и количество.

Аналогично расход оформляется двумя таблицами:

1. outgo — документ на расход, содержит номер, дату и код клиента;

2. `outgo_item` — табличная часть расходного документа, содержит номер позиции, расходующий ресурс (товар) и количество товара в расходе.

Еще одна дополнительная сущность будет регистрировать приход и расход товара. Это таблица `register`, содержащая сведения о дате операции, номере накладной и ее позиции, регистрируемом ресурсе, приходяемом и расходующем количестве ресурса, а также о расходном документе и его позиции.

Допустим, имеются две поставки товара с кодом 5, каждая поставка в количестве 10 единиц. В таблице `invoice_item` они будут зафиксированы, соответственно, двумя записями (см. таблица 1).

Далее, товар с кодом 5, расходуетя дважды, и каждый раз в количестве 7 единиц. В таблице `outgo_item` фиксируем также две записи (см. таблица 2).

Таблица 1.

Записи таблицы `invoice_item`

ID	ID_invoice	source	price	count
1	1	5	300	10
2	2	5	320	10

Таблица 2.

Записи таблицы `outgo_item`

ID	ID_outgo	source	count
1	1	5	7
2	2	5	7

Таблица 3.

Записи таблицы `register`

ID	date	invoice	Invoice_item	source	debit	credit
1		1	1	5	10	
2		2	2	5	10	
3		1	1	5		7
4		1	1	5		3
5		2	2	5		4

Теперь необходимо зарегистрировать соответствие между поставками товара и его расходом. Для этого, согласно технологии FIFO, в таблице `register` будет пять записей: две на приход товара, одна

на первый расход (7 единиц) и две на второй расход (3 единицы и 4 единицы). Каждый расход привязывается к соответствующему приходу (см. таблица 3).

Для вычисления остатков по каждой партии на серверной стороне имеется представление `view_saldo_source`, SQL-код которого приведен ниже:

```
select invoice_item.id_invoice as invoice, register.invoice_item,
register.source, sum(debet)-sum(credit) as saldo
from register, invoice_item
where register.invoice_item=invoice_item.id
group by invoice_item.id_invoice, register.invoice_item,
register.source
order by register.invoice_item;
```

Теперь в клиентской части информационной системы (реализована в Delphi 7) для списания товара необходима реализация двух задач:

1. сформировать остатки по данному товару;
2. в цикле, пока не наберем нужное количество единиц товара для списания, формируем записи на расход товара из первой по порядку партии, полученной в обновленном представлении `view_saldo_source`.

Первая из этих задач обеспечивается выборкой из представления `view_saldo_source` по заданному параметру `source`. В среде Delphi это компонент

`ADOQSaldoSource` класса `TADOTable` со следующим текстом:

```
select invoice,invoice_item, source, saldo
from view_saldo_source
where source=:source
```

Вторая задача подразумевает наличие компонента `ADOCreditRegister` класса `TADOCommand` с командой

```
insert into register
(invoice,invoice_item,source,outgo_item_type,outgo_item,debet,credit)
values
(:invoice,:invoice_item,:source,:outgo_item_type,:outgo_item,:debet,:
credit)
```

Формирование записей на расход товара по партиям приведен фрагментом процедуры клиентской части, являющейся частью транзакции:

```
while credit>0 do begin
ADOQSaldoSource.Active:=false;
```

```
ADOQSaldoSource.Parameters.ParamByName('source').Value:=source_;
```



```

ADOQSaldoSource.Active:=true; //обновление представления
с остатками
...//общие параметры для списания
ADOQSaldoSource.First; //первая запись = первая партия товара
saldo:=ADOQSaldoSource.FieldByName('saldo').AsFloat;
//количество
...//читываем из ADOQSaldoSource общие данные по накладной
if saldo<=credit then begin
//если количество в партии недостаточное, то запись на расход
//с количеством в партии

ADOCreditRegister.Parameters.ParamByName('credit').Value:=saldo;
credit:=credit-saldo; //уменьшаем следующий расход
end else begin
//иначе запись на расход с оставшимся неписанным
количеством

ADOCreditRegister.Parameters.ParamByName('credit').Value:=credit;
credit:=0; //следующего расхода не будет, цикл закончится
end;
ADOCreditRegister.Execute; // формируем запись в таблице
register
end; //конец цикла

```

Приведенная реализация на данный момент успешно функционирует в составе разработанной по заказу информационной системы. Кроме того, она может рассматриваться как общая модель функционирования партионного учета FIFO и быть руководством для программной разработки.

Список литературы:

1. Кондраков Н.П. Бухгалтерский учет: Учебник. М.:ИНФРА-М, 2007. — 592 с.

**МЕТОДИКА ВЕРИФИКАЦИИ
ПОЛИТИК БЕЗОПАСНОСТИ
В МНОГОУРОВНЕВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

Котенко Игорь Витальевич

*д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией проблем
компьютерной безопасности
Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации
РАН (СПИИРАН),
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ivkote@comsec.spb.ru*

Саенко Игорь Борисович

*д-р техн. наук, профессор, вед. научн. сотрудник лаборатории
проблем компьютерной безопасности
Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации
РАН (СПИИРАН),
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ibsaen@comsec.spb.ru*

**THE TECHNIQUE FOR VERIFICATION
OF SECURITY POLICIES IN THE MULTILEVEL
INTELLIGENT SYSTEM OF INTEGRATED
PROTECTION OF RAILWAY TRANSPORT**

Kotenko Igor Vitalievich

*Ph.D., Professor, Head of Laboratory of Computer Security Problems,
St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS),
Russia, St. Petersburg*

Saenko Igor Borisovich

*Ph.D., Professor, Leading research scientist of Laboratory of Computer
Security Problems, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation
of RAS (SPIIRAS),
Russia, St. Petersburg*

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 13-01-00843, 13-07-13159, 14-07-00697, 14-07-00417) и программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН (проект 2.2)

АННОТАЦИЯ

В статье приводится описание методики верификации политик безопасности, применяемых в многоуровневой интеллектуальной системе обеспечения комплексной безопасности железнодорожного транспорта. Рассматриваются этапы методики, основанной на методе «проверки на модели». Обсуждаются вопросы построения модели компьютерной сети, модели аномалий и модели переходов, используемых в методике верификации.

ABSTRACT

The paper outlines a technique for verification of security policies applied in an intelligent system of integrated protection of railway transport. The stages of the technique based on Model checking are considered. The issues related to building the models of computer network, anomalies and transitions used in the verification technique are discussed.

Ключевые слова: верификация; политика безопасности; железнодорожный транспорт; управление безопасностью.

Keywords: verification; security policy; rail transport; security management.

Обеспечение комплексной безопасности железнодорожного транспорта (ЖТ) предполагает внедрение многоуровневой интеллектуальной системы, обеспечивающей своевременный сбор и аналитическую обработку данных о состоянии ЖТ и происходящих на нем событиях [1, с. 69; 4, с. 8], основанной на технологиях, применяемых в системах мониторинга и управления безопасностью [2, с. 28; 3, с. 8]. Одной из важнейших задач, решаемых в такой системе, является задача верификации политик безопасности, заключающаяся в выявлении ошибок в спецификации правил обеспечения безопасности, которые первоначально вводятся на этапе ввода интеллектуальной системы в эксплуатацию и пополняются либо корректируются в ходе эксплуатации системы [5, с. 707].

Одним из наиболее известных и широко распространенных методов верификации политик безопасности в настоящее время является метод «проверки на модели» (Model checking), на базе которого разрабатывается специальный верификатор [5, с. 706]. С его помощью верификация политик безопасности на предмет

аномалий фильтрации методом “проверки на модели” сводится к следующим действиям. Вначале осуществляется построение модели компьютерной сети, в которой применяются политики безопасности. Затем задается спецификация этой сети с помощью линейной темпоральной логики. Модель компьютерной сети предназначена для представления структуры сети, ее основных элементов и сетевых процессов. Она включает в себя два базовых компонента: топологию сети и сетевой трафик, контролируемый политиками безопасности. Топология сети представляется расположением хостов и межсетевых экранов. Основными компонентами модели сетевого экрана являются сетевые идентификаторы, заданные политики безопасности, представленные в виде набора правил фильтрации, а также алгоритм обработки сетевого трафика. В этом случае методика верификации правил политик безопасности в компьютерных сетях ЖТ будет включать в себя следующие этапы: (1) построение модели компьютерной сети во внутреннем формате системы верификации в виде конечного автомата; (2) построение спецификации на проверяемую систему, задающей свойства корректности (т.е. отсутствия аномалий) на языке темпоральной логики; (3) вычисление модели с помощью программного средства (верификатора); (4) обработка результатов верификации и построенных контрпримеров, показывающих, каким образом система может перейти в некорректное состояние; (5) сравнение и оценка результатов верификации в соответствии с требованиями к их эффективности.

Рассмотрим, каким образом формируются модель компьютерной сети и модели для каждого типа аномалий.

Для построения модели компьютерной сети в методе Model checking принято использовать модель Крипке [6, с. 10]. Она состоит из множества состояний, множества переходов между состояниями и функции, которая помечает каждое состояние набором свойств, истинных в этом состоянии. Пути в модели Крипке соответствуют вычислениям системы. Для описания параллельных систем можно воспользоваться формулами логики предикатов первого порядка, по которым строится модель Крипке. Модели типов аномалий, по сути, являются спецификациями, задаваемыми на языке темпоральной логики. Темпоральные формулы отображают желаемое поведение системы. Иными словами, они выражают отсутствие аномалий в политиках безопасности. Таким образом, задача верификации представляет собой проверку выполнимости данных формул на модели Крипке. С помощью верификатора проводится автоматический анализ того, соответствует ли модель заданной

спецификации. Если же модель не удовлетворяет спецификации, то определяется опровергающее вычисление, т. е. последовательность действий модели, на которой нарушается спецификация.

Моделью Крипке M_N над множеством атомарных высказываний AP является четверка $M_N = (S_0, S, R, L)$, где S — конечное множество состояний, $S_0 \subseteq S$ — множество начальных состояний, $R \subseteq S \times S$ — отношение переходов, где для каждого состояния $s \in S$ должно существовать такое состояние $s' \in S$, что имеет место $R(s, s')$, $L: S \rightarrow 2^{AP}$ — функция, которая помечает каждое состояние множеством атомарных высказываний, истинных в этом состоянии.

Модель Крипке строится на основании формул \mathcal{R} первого порядка с учетом следующих правил: множество состояний S есть множество всех оценок над множеством переменных V ; какова бы ни была пара состояний s и s' , отношение $R(s, s')$ соблюдается в том и только в том случае, когда формула \mathcal{R} обращается в *True*, после того, как каждой переменной $v \in V$ присвоено значение $s(v)$, а каждой переменной $v' \in V'$ — значение $s'(v')$.

Каждое атомарное высказывание представляет собой присваивание переменным из множества V значений из домена D . Приведем пример формализации переменных для межсетевое экрана. В этом случае запишем $V = (u, p)$, где u — правило фильтрации, p — сетевой пакет.

Множество состояний будет определяться как $S = E \times U \times AF$, где E — множество сетевых пакетов в модели, U — множество используемых в модели правил политики безопасности, AF — множество примененных правил.

Для построения системы переходов выполняются следующие действия: (1) для сетевого пакета p проверяется возможность применения правила u до тех пор, пока все правила не будут проанализированы. Если правило можно применить к данному сетевому пакету, то пара (p, u) добавляется в массив пар, включающих пакет и правило политики безопасности; (2) когда сетевой пакет p обработан, анализируется пакет p' , и к нему начинают применяться все правила фильтрации; (3) проверяется пара, включающая сетевой пакет

и примененное к нему правило (p, u) . Если проанализирован весь набор примененных к одному пакету правил, то они удаляются.

Результаты тестирования разработанной методики показали, что ее применение в многоуровневой интеллектуальной системе обеспечения комплексной безопасности ЖТ существенно повышает корректность и безошибочность используемых в ней политик безопасности. Следовательно, методика верификации политик безопасности, реализованная с учетом предлагаемых в настоящей статье решений, позволяет в целом существенно повысить комплексную безопасность ЖТ в условиях современных кибервоздействий.

Список литературы:

1. Котенко И.В., Саенко И.Б. Предложения по созданию многоуровневой интеллектуальной системы обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем на железнодорожном транспорте // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. Научно-технический журнал. — 2013. — № 3(51). — С. 68—78.
2. Котенко И.В., Саенко И.Б., Полубелова О.В., Чечулин А.А. Применение технологии управления информацией и событиями безопасности для защиты информации в критически важных инфраструктурах // Труды СПИИРАН. 2012. Вып. 1 (20). СПб.: Наука. — С. 27—56.
3. Котенко И.В., Степашкин М.В., Богданов В.С. Архитектуры и модели компонентов активного анализа защищенности на основе имитации действий злоумышленников // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2006. — № 2. — С. 7—24.
4. Котенко И.В., Саенко И.Б., Чернов А.В., Бутакова М.А. Построение многоуровневой интеллектуальной системы обеспечения информационной безопасности для автоматизированных систем железнодорожного транспорта // Труды СПИИРАН. — 2013. — Вып. 7 (30). — С. 7—25.
5. Kotenko I., Polubelova O. Verification of Security Policy Filtering Rules by Model Checking // Proceedings of IEEE Fourth International Workshop on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications" (IDAACS'2011). Prague, Czech Republic. 2011. — Pp. 706—710.
6. Peled D.A., Clarke E.M., Grumberg O. Model checking. MIT Press. 2000. — 314 p.

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ САПР MULTISIM

Пономарев Иван Сергеевич

*без уч. степени, ассистент на кафедре автоматизации предприятий
связи Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ivan15-91@mail.ru*

SOFTWARE MODULE OF GENETIC ALGORITHMS FOR CAD MULTISIM

Ivan Ponomarev

*without scientific degree, Assistant at the Department of Automation
Communications Enterprises of the Bonch-Bruevich Saint-Petersburg
State University of Telecommunications,
Russia, Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается разработка программного модуля генетических алгоритмов для структурно-параметрической оптимизации.

ABSTRACT

This paper describes the development of a software module of genetic algorithms for structural and parametric optimization.

Ключевые слова: генетические алгоритмы; структурно-параметрическая оптимизация; лестничные цепи; Multisim; SPICE; программный модуль.

Keywords: genetic algorithms; structural and parametric optimization; ladder circuit; Multisim; SPICE; a software module.

В настоящее время для разработки электронного устройства производится проектирование принципиальной электрической схемы в системах автоматизированного проектирования (САПР). Разработчик ограничен числом исследуемых решений, из которых будет выбрано наилучшее, путем анализа выходной характеристики при изменении номиналов электронных компонентов, входящих в структуру.

Все это отражает реализацию только параметрической оптимизации, что сужает область поиска оптимального решения.

Задача структурно-параметрического синтеза относится к классу NP-трудных задач, плохо поддающихся формализации. Для решения таких задач можно использовать различные приближенные методы, к которым относятся генетические алгоритмы. Генетические алгоритмы имитируют естественный отбор в природе и обладают высокой скоростью сходимости, причем они хорошо себя зарекомендовали при работе с многоэкстремальными целевыми функциями от большого числа рабочих параметров [2].

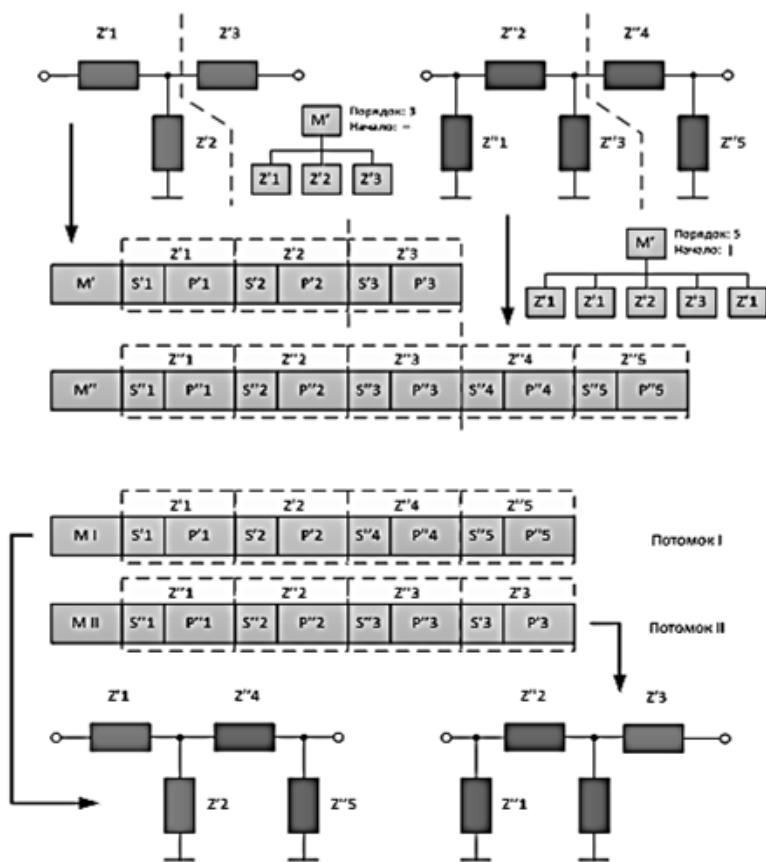


Рисунок 1. Представление схемы и принципа работы алгоритма

Разрабатываемый генетический алгоритм работает с лестничными цепями. Каждая лестничная цепь представляется в виде отдельной хромосомы. Схема будет являться набором подсхем, представленных в виде генов, и не будет содержать отдельных электронных компонентов, не входящих в состав подсхем. Структура подсхемы определяется структурным идентификатором из строго типизированного набора. Генетические операторы будут оперировать целыми неделимыми подсхемами. Такой метод представления электрической схемы и реализации генетических операций над ней с целью нахождения оптимального решения изображен на рис. 1 применительно к лестничным цепям.

Для лестничной цепи важным условием является чередование соединения ее элементов с последовательного к параллельному. Хромосома содержит список морфологических параметров, который включает порядок цепи (количество подсхем) и тип соединения первой подсхемы, с помощью которого можно определить тип подключения любой последующей подсхемы благодаря чередованию. Каждый ген в генотипе является комплексным объектом, содержащим несколько типов данных, описывающих структуру подсхемы.

Начальная популяция решений генерируется случайным образом. По полученной информации генерируется и передается на анализ в Multisim SPICE-код описания схемы. Результаты анализа приписываются каждой хромосоме. Каждая последующая популяция решений создается при использовании кроссинговера решений из предыдущей популяции. Селекция хромосом для кроссинговера производится методом рулетки на основании значений результата анализа. После кроссинговера для каждого потомка создается множество дубликатов, в которых регенерируются только номиналы компонентов. Каждый дубликат анализируется и выбирается лучший на позицию решения в популяции. При достижении определенного количества популяций оптимальное решение находится среди всей пройденной эволюции.

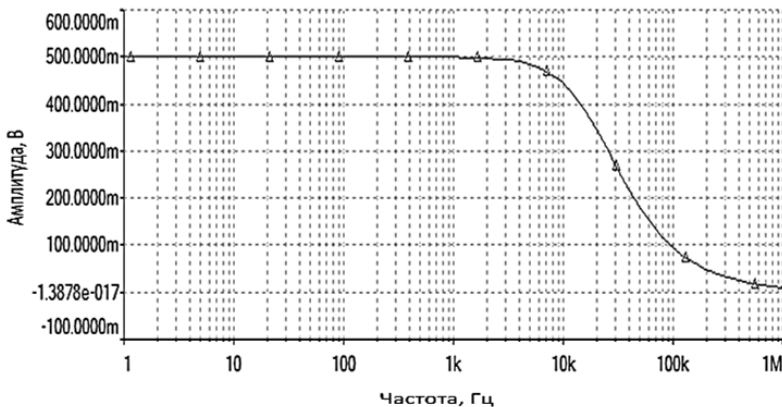


Рисунок 2. АЧХ лучшего решения начальной популяции

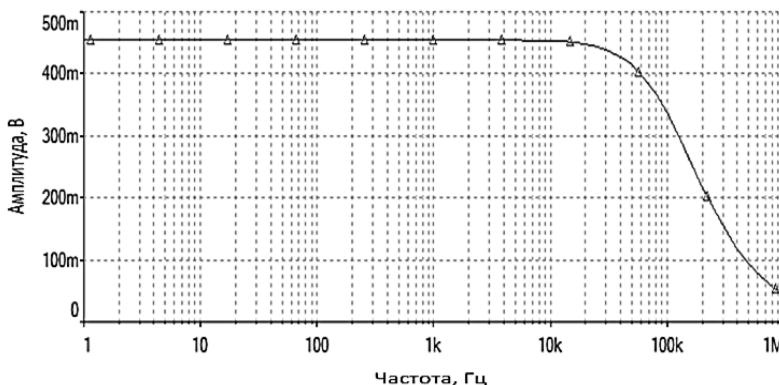


Рисунок 3. АЧХ лучшего решения всей эволюции

Для вычислительного эксперимента была поставлена задача найти оптимальное решение фильтра нижних частот с частотой среза 200 кГц. Количество популяций и хромосом в каждой популяции равны 100. В ходе эксперимента лучшим решением в начальной популяции была хромосома № 53 (рис. 2). Лучшим решением во всей эволюции после окончания работы генетического алгоритма была 9-я регенерация хромосомы № 61 в 47-й популяции (рис. 3).

Проведенный вычислительный эксперимент демонстрирует жизнеспособность предложенной идеи. Предложенный генетический

алгоритм позволяет автоматически находить оптимальное решение, производя структурно-параметрический синтез лестничных цепей. Из проведенного эксперимента следует, что оптимальные размер популяций и их количество должны быть не менее 100. Следует учитывать, что при увеличении данных значений значительно увеличивается время выполнения алгоритма программного модуля. Предложенная схема структурно-параметрического синтеза хорошо согласуется с концепцией четырехуровневых интегративных моделей [1].

Список литературы:

1. Акимов С.В. Четырехуровневая интегративная модель для автоматизации структурно-параметрического синтеза // Труды учебных заведений связи. — 2004. — № 171. — С. 165.
2. Курейчик В.В., Гладков Л.А. Генетические алгоритмы. 2. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — стр. 320.

СЕКЦИЯ 2.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ СОПРЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Лукьянов Алексей Александрович

*инженер, Тольяттинский государственный университет,
РФ, Тольятти*

E-mail: a.lukyanov@tehnomasch.ru

Левицких Олеся Олеговна

*ведущий экономист, аспирант,
Тольяттинский государственный университет,
РФ, Тольятти*

E-mail: loo-05@mail.ru

Ежелев Андрей Викторович

*аспирант, Тольяттинский государственный университет,
РФ, Тольятти*

E-mail: a.lukyanov@tehnomasch.ru

Логвиненко Алексей Алексеевич

*магистрант, Тольяттинский государственный университет,
РФ, Тольятти*

E-mail: logvinenko1987@gmail.com

FEATURES OF THE BURNISHING PROCESSING OF CONJUGATE CYLINDRICAL AND CONICAL SURFACES

Aleksey Lukyanov

*engineer, Togliatty State University,
Russia, Togliatti*

Olesya Levitskih

*lead Economist, post-graduate student, Togliatty State University,
Russia, Togliatti*

Andrey Ezhelev

*post-graduate student, Togliatty State University,
Russia, Togliatti*

Aleksey Logvinenko

*undergraduate student, Togliatty State University,
Russia, Togliatti*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрен способ обработки поверхностей деталей машин поверхностным пластическим деформированием. При обработке поверхностей под манжетное уплотнение важно произвести обработку не только участка шейки вала, который соприкасается с рабочей кромкой манжетного уплотнения, но и участок фаски с целью исключения повреждения рабочей кромки манжеты в процессе сборки. Предложены технические решения, позволяющие обрабатывать алмазным выглаживанием цилиндрическую и сопряженную к ней коническую поверхность детали без потери в качестве обработанной поверхности и в стойкости рабочего инструмента.

ABSTRACT

In this paper a method of processing surfaces of machine parts by burnishing with surface plastic deformation was considered. In surfaces processing for the lip seal is important not only to process area of the shaft journal which contacts with attacking edge of the lip seal, but the facet to avoid damage of the attacking edge of the lip seal during assembly. Technical solutions for cylindrical and its conjugate conical surface of the part processing by diamond burnishing without losing the quality of the processed surface and durability of the working tool were proposed.

Ключевые слова: выглаживание; обработка сопряженных поверхностей; фаска.

Keywords: burnishing; conjugated surfaces processing; facet.

Процесс поверхностного пластического деформирования часто применяется на финишных операциях изготовления деталей машин для обеспечения заданных геометрических и физико-механических параметров обрабатываемой поверхности [2, 3, 6]. При обработке выглаживанием шеек различных валов и осей часто требуется обрабатывать одновременно и заходную фаску. Такая необходимость может возникнуть, например, при обработке подманжетных шеек с целью исключения повреждения рабочей кромки манжеты в процессе сборки. Одинаковые условия для работы инструмента при последовательной обработке этих поверхностей можно получить путем поворота оси инструмента относительно оси изделия (образующей обрабатываемой поверхности). В ряде случаев кроме цилиндрической и конической поверхности нужно образовать скругление на переходной кромке с цилиндра на конус.

Классическое расположение выглаживателя (перпендикулярно к обрабатываемой поверхности) может приводить к сколам рабочей поверхности, вызванным возникновению ударных нагрузок при переходе обработки цилиндрического участка поверхности к коническому (фаски). Данная проблема также усугубляется тем, что в процессе обработки выглаживанием в качестве материалов рабочей поверхности инструмента применяются природный или синтетический алмазы, которые крайне плохо воспринимают ударные нагрузки и склонны к разрушению под данными нагрузками (см. рисунок 1) [4].



Рисунок 1. Рабочая поверхность инструмента с обозначением поврежденного участка в виде скола

Недостатком при классическом расположении инструмента является и то, что после перехода с цилиндрического участка на поверхность конической фаски не сохраняется угол между осью инструмента и образующей обрабатываемой поверхности, что приводит к изменению условий обработки и снижению качества обработки [1, 5]. Для сохранения условий приходится прямо в процессе обработки поворачивать инструмент, что создает дополнительные сложности.

Разработанное техническое решение позволяет обеспечить одинаковые условия обработки одним инструментом на цилиндрической поверхности и конической фаске путем сохранения угла между осью инструмента и образующими обрабатываемых поверхностей [7].

Данная возможность обеспечивается тем, что в способе последовательной обработки выглаживанием цилиндрической поверхности и конической фаски, включающем обработку поверхности детали выглаживанием цилиндрической поверхности и конической фаски с использованием одного инструмента, рабочая часть которого выполнена в виде участка сферы или тора, или цилиндра, при обработке поверхности детали выглаживанием цилиндрической поверхности и конической фаски ось инструмента поворачивают относительно нормали к образующей цилиндрической поверхности в сторону фаски на угол, равный одной четвертой части ($1/4$) угла конуса, образуемого фаской.

Технический результат, достижение которого обеспечивается всей заявляемой совокупностью существенных признаков, заключается в сохранении угла между осью инструмента и образующими обрабатываемых поверхностей обработки, что обеспечивает возможность обработки одним инструментом на цилиндрической поверхности детали и конической фаске без изменения заданных рабочих условий обработки на разных поверхностях.

Сущность решения поясняется рисунком 2, где изображено относительное положение инструмента и изделия. Угол конуса, образующего фаску, обозначен α , радиус на переходной кромке — r .

Предложенный способ осуществляется следующим образом. Ось выглаживающего инструмента 1, рабочая часть которого выполнена в виде участка сферы или цилиндра, наклоняют в сторону фаски и устанавливают таким образом, чтобы между осью инструмента и образующей цилиндрического участка изделия 2 был угол, равный четвертой части угла конуса α , образуемого конусом фаски. Инструмент прижимают к обрабатываемой поверхности рабочим усилием, включают вращение изделия и перемещают инструмент

вдоль оси изделия движением подачи. Положение инструмента относительно изделия после перехода на конический участок (фаску) показано тонкой линией «штрих-две точки». Очевидно, что после перехода на конус величина угла между осью инструмента и образующей обрабатываемой поверхности сохраняется, меняется только знак этого угла. При переходе с цилиндра на конус происходит поверхностная пластическая деформация переходной кромки, в результате чего на ней образуется радиус r . При обработке меняется положение точки контакта рабочей части инструмента и детали, что благоприятно сказывается на стойкости инструмента.

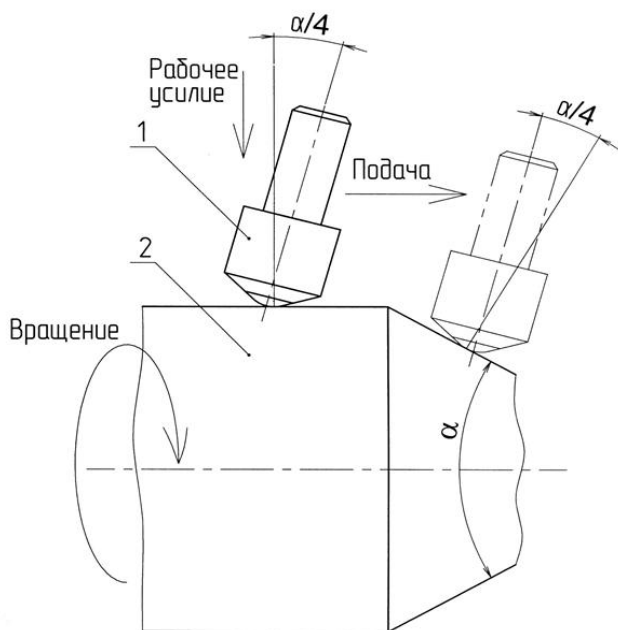


Рисунок 2. Положение оси инструмента относительно обрабатываемой поверхности детали в процессе обработки

Применение предлагаемого способа в условиях массового производства позволяет сохранить заданные рабочие условия, упростить процесс обработки, а также значительно повысить стабильность обработки во времени с сохранением стойкости рабочих инструментов.

Список литературы:

1. Бобровский Н.М., Барабанов С.И., Максименко Н.Н., Бобровский И.Н. Оценка качества методов обработки ППД без применения смазочно-охлаждающих жидкостей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2008. — № 6. — С. 37—44.
2. Бобровский И.Н. Повышение эксплуатационной надежности деталей автомобилей и экологичности их изготовления за счет освоения новой технологии широкого выглаживания: Дис. ... канд. техн. наук Московский государственный технологический университет. М., 2011. — 187 с.
3. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Мельников П.А. Технология обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием без применения смазывающе-охлаждающих технологических средств // Монография, ISBN 987-5-93424-598-7. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. — 142 с.
4. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Мельников П.А. Определение площади износа рабочей поверхности деталей машин и инструментов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2009. — № 1. — С. 17—23.
5. Бобровский Н.М., Мельников П.А., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Лукьянов А.А. Исследование влияния режимов обработки на шероховатость поверхности закаленных валов в условиях массового производства // Современные проблемы науки и образования. — 2011. — № 5. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.science-education.ru/99-4791> (дата обращения: 17.01.2014).
6. Мельников П.А., Селиванов А.С., Хамидуллова Л.Р. Повышение эксплуатационных свойств сальниковых шеек коленчатых валов путем оптимизации технологии изготовления // Объединенный научный журнал. — 2003. — № 29. — С. 15—17.
7. Способ последовательной обработки выглаживанием цилиндрической поверхности и конической фаски: пат. 2460625 Рос. Федерация. № 2011108428/02; заявл. 04.03.11; опубл. 10.09.12, Бюл. № 25. — 5 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ФОРКАМЕРНО-ФАКЕЛЬНОГО ПОДЖОГА ПРИ ТЕРМОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ

Малашенко Владимир Львович

*ст. преподаватель Национального аэрокосмического университета
«Харьковский авиационный институт»,
Украина, г. Харьков
E-mail: k104@khai.edu*

USING OF THE PRECOMBUSTION CHAMBER IGNITION DURING THERMAL-PULSE PROCESSING

Malashenko Vladimir

*senior lecturer of National aerospace university
"Kharkov aviation institute", Ukraine, Kharkov*

АННОТАЦИЯ

Решается задача обеспечения заданной равномерности температуры продуктов сгорания при термоимпульсной обработке. Обосновано применение форкамерно-факельного поджога. В ходе численного моделирования показано, что задача может быть решена заданием размеров и положение отверстий перетекания. Рекомендовано использование форкамерно-факельного поджога для термоимпульсной зачистки деталей из термопластов.

ABSTRACT

The problem of providing a predetermined temperature uniformity of combustion products during thermal-pulse processing is solved. The application of the precombustion chamber ignition is substantiated. During the numerical simulation shows that the problem can be solved by specifying the size and position of the holes overflowing. It is recommended using of the precombustion chamber ignition during thermal-pulse processing of parts from thermoplastics.

Ключевые слова: термоимпульсная обработка; форкамерно-факельный поджог; зачистка деталей из термопластов.

Keywords: thermal-pulse processing; precombustion chamber ignition; edge finishing of parts from thermoplastics.

Для обработки в термоимпульсных машинах характерна групповая обработка деталей. Это приводит к трудностям, связанным с неоднородностью поля температур после сгорания топливной смеси. Такая неравномерность вызвана с эффектом Махе — разогревом продуктов сгорания за счет адиабатического сжатия. При термоимпульсной зачистке изделий из пластмасс неравномерность температуры и, как следствие тепловых потоков, может привести к браку. Поэтому для обработки пластмасс равномерность поля температур в камере термоимпульсной установки имеет первоочередное значение.

Известны работы по созданию систем объемного поджога на основе химического пробыа топливной смеси коронным разрядом [3]. В сравнении с локализованным в миллиметровом зазоре искровым разрядом размер пульсирующей высокочастотной короны в камере может задаваться произвольно. В системе зажигания фирмы Etatech, удалось добиться стабильного образования в камере 18-сантиметрового коронного разряда, что практически соответствует размерам камер термоимпульсных машин. Химический пробой происходит практически одновременно во всем объеме камеры, что сокращает период сгорания смеси до 100—200 мкс. В настоящее время проводятся испытания системы, но конкретные сроки внедрения не называются.

Другим возможным вариантом выравнивания температуры продуктов сгорания может быть многоточечный поджог лазерным излучением [4]. В настоящее время системы лазерного поджога активно разрабатываются применительно к автомобильным двигателям. Однако и эти системы остаются на уровне экспериментальных образцов.

Поэтому практически единственным вариантом решения задачи является использование форкамерно-факельного зажигания.

В связи с этим целью настоящей работы была разработка методики выбора геометрических параметров форкамеры, обеспечивающих заданную степень равномерности температур при термоимпульсной зачистке деталей из термопластов. Рассматривался случай обработки метано-воздушной смесью стехиометрического состава.

Для описания сгорания газовой смеси в камере термоимпульсной машины использовать модель многокомпонентного течения реагирующих газов, включающая уравнения Навье-Стокса, стандартные правила смешения и уравнение концентрации.

Зависимости плотности, вязкости, теплопроводности, удельных теплоемкостей, коэффициентов диффузии компонентов от температуры

задавались уравнениями состояния и эмпирическими уравнениями [1]. Для вычисления турбулентной вязкости и теплопроводности использовалась SST модель турбулентности.

Уравнения баланса реагентов при горении предварительно перемешанной топливной смеси будет иметь вид

$$\rho \frac{\partial(Y_j)}{\partial t} + \rho u_i \frac{\partial(Y_j)}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho D \frac{\partial Y_j}{\partial x_i} \right) = \rho \sum_{n=1}^N \nu_{jn} R_n,$$

где: Y_j — содержание реагента j ;

u_i — скорость смеси в направлении i ;

ν_{jn} — стехиометрический коэффициент реагента j в реакции n ;

N — суммарное количество реакций;

R_n — скорость реакции n .

При возникновении детонации в уравнение прогресса реакции добавлялся дополнительный источниковый член. Величина этой составляющей определялась как скорость реакции при детонации.

Для определения констант прямых и обратных реакций используется температурные зависимости Аррениуса:

$$F_k = A_{k1} T^{\beta_{k1}} \exp\left(-\frac{E_k}{RT}\right) \quad B_k = A_{k2} T^{\beta_{k2}} \exp\left(-\frac{E_k}{RT}\right),$$

где: A_k , β_k — эмпирические коэффициенты;

E_k — энергия активации.

Механизм горения метана, который использовался при моделировании, основывается на сокращенном кинетическом механизме, который состоит из 52 элементарных реакций и включает в себя 19 реагента [5]. Для определения констант прямых и обратных реакций используется температурные зависимости Аррениуса.

Для оценки степени однородности смеси будем использовать функции, определяющие математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение температуры продуктов сгорания T_r

$$MT_{\Gamma} = \sum_N \bar{V}_{kk} T_{\Gamma k}, \quad (4)$$

$$\sigma_{T_{\Gamma}} = \sqrt{DT_{\Gamma}} = \sqrt{\sum_N (T_{\Gamma k} - MT_{\Gamma k})^2 \bar{V}_k}.$$

Температуру продуктов сгорания будем считать соответствующей требованиям термоимпульсной обработки, если T_{Γ} находится внутри диапазона $T_{\Gamma} = [T_{\Gamma}] \pm 0,03[T_{\Gamma}]$.

Моделирование проводилось для определения геометрических параметров форкамеры, которая располагалась по центру рабочей камеры. При моделировании варьировались диаметры отверстий перетекания, их количество и угла расположения относительно оси камеры. Использование интегрированного подхода, объединяющего модуль геометрического моделирования, генератор сетки и препроцессор, позволило автоматически перестраивать расчетную сетку при изменении геометрических параметров модели, что существенно сократило общее время проведения численного эксперимента.

В ходе моделирования была установлена конфигурация форкамеры, при которой равномерность распределения температуры оказалась наибольшей — среднеквадратичное отклонение составило всего 0,88 % при средней температуре 2636 К. Этот вариант был рекомендован для использования при термоимпульсной обработке изделий из пластмасс [2].

Таким образом, в ходе численных экспериментов показано, что при использовании форкамерно-пламенного поджога можно обеспечить выполнение требований по равномерности температур при термоимпульсной зачистке. Предложена методика выбора геометрических параметров форкамеры для термоимпульсной установки, основанная на проведении численных экспериментов с использованием подробного механизма горения. Показано, что при варьировании геометрических размеров и количества отверстий перетекания разброс температур может быть уменьшен до величины меньшей 1 % от средней температуры в камере.

Список литературы:

1. Зверев И.Н. Газодинамика горения / И.Н. Зверев, Н.Н. Смирнов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 307 с.
2. Современные методы финишной очистки интенсивными потоками энергии/ О.В. Шипуль, Е.В. Цегельник А.О. Гарин и др. X.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. — 189 с.

3. Miet J.B. Corona ignition system for highly efficient gasoline engines/J.B. Miet, J. Lykowski, K. Mixell// MTZ worldwide. — 2013, — V. 74, — Is. 6. — P. 38—41.
4. Weinrotter M. Application of laser ignition to hydrogen-air mixtures at high pressures / M. Weinrotter, H. Kopecek, W. Ernst // International journal of hydrogen energy. 2005. 30/3. — P. 319—326.
5. Yungster S. Computation of shock-induced combustion using a detailed methane-air mechanism / S.,M.J. Rabinowitz // Journal of propulsion and power. — 1994. — Vol. 10, — № 5, — P. 609—617.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНИРУЮЩЕГО МЕТОДА ШВАРЦА К РЕШЕНИЮ ПОЛИКОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Яковлев Максим Евгеньевич

*аспирант, ассистент кафедры ФН-2, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

E-mail: me-yakovlev@rambler.ru

APPLICATION OF SCHWARZ ALTERNATING METHOD TO THE SOLUTION OF POLYCONTACT PROBLEMS OF ELASTICITY

Maxim Yakovlev

*graduate student, assistant, Moscow State Technical University,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены особенности алгоритма численного решения поликонтактных задач механики деформируемого твёрдого тела в сложных двухмерных областях. Решение построено в рамках конечно-элементной технологии на основе альтернирующего метода Шварца. Метод состоит в попеременном выполнении на контактных поверхностях силовых и кинематических граничных условий. Проведён анализ напряжённо-деформированного состояния столба тепловыделяющих элементов.

ABSTRACT

The paper discusses the features of the algorithm of numerical solution of polycontact problems of solid mechanics in complex two-dimensional fields. The solution is constructed in the framework of finite element technology based on the Schwarz alternating method. The method consists of alternating between fulfilling the power and the kinematical boundary conditions on the contact surfaces. The stress-strain state of the fuel elements column is analyzed.

Ключевые слова: контактное взаимодействие упругих тел; метод Шварца; метод конечных элементов; поликонтактное взаимодействие; итерационное решение.

Keywords: Contact interaction of elastic bodies; the Schwartz method; finite element method; polycontact interaction; the iterative solution.

Многие ответственные узлы и элементы конструкций объектов энергетического оборудования, авиационной, аэрокосмической, наземной и морской транспортной техники работают в условиях контактного взаимодействия. Для правильной оценки их ресурса и надежности необходимо знать напряженно-деформированное состояние, которое можно определить, решив соответствующую контактную задачу. Таким образом, контактные задачи являются одними из центральных в механике деформируемого твердого тела, так как контакт — это основной метод приложения нагрузок к деформируемому телу, кроме того, концентрация напряжений в зоне контакта часто инициирует разрушение материала.

Весьма перспективным для решения контактных задач является применение альтернирующего метода Шварца, основанном на принципе поочередности. Преимущества этого метода состоят в том, что не требуется согласовывать построение узлов конечно-элементных моделей на поверхностях контакта и переформировывать матрицы систем линейных алгебраических уравнений в процессе итерационного уточнения границ зон контакта, что особенно важно в случае большого числа контактирующих тел.

Математическая формулировка контактной задачи теории упругости включает: уравнения равновесия

$$\sigma_{ji,j}(\mathbf{u}(\mathbf{x})) = 0, \mathbf{x} \in G^\alpha, i, j = 1, 2, \alpha \in \{A_1 \dots A_n\}; \quad (1)$$

граничные условия

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}) = \mathbf{u}_0^\alpha(\mathbf{x}), \mathbf{x} \in S_u^\alpha \subset \partial G^\alpha, \alpha \in \{A_1 \dots A_n\}; \quad (2)$$

$$\sigma_{ji}(\mathbf{u})n_j = p_i^\alpha(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in S_p^\alpha \subset \partial G^\alpha, \quad i, j = 1, 2, \quad \alpha \in \{A_1 \dots A_n\}; \quad (3)$$

соотношения Коши

$$\varepsilon_{ij}(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}(u_{i,j}(\mathbf{x}) + u_{j,i}(\mathbf{x})), \quad \mathbf{x} \in G^\alpha, \quad i, j = 1, 2, \quad \alpha \in \{A_1 \dots A_n\}; \quad (4)$$

и определяющие уравнения в форме закона Гука

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{D}(\boldsymbol{\varepsilon} - \boldsymbol{\varepsilon}_0), \quad (5)$$

здесь \mathbf{D} — матрица Гука, $\boldsymbol{\sigma} = \{\sigma\}$ — вектор напряжений, $\boldsymbol{\varepsilon} = \{\varepsilon\}$ — вектор деформации, $\boldsymbol{\varepsilon}_0 = \{\varepsilon_0\}$ — вектор начальной деформации (например, обусловленной температурным воздействием) $\mathbf{u}_0^\alpha(\mathbf{x})$ — вектор заданных перемещений точек поверхностей S_u^α , $p_i(\mathbf{x})$ — компоненты распределенной нагрузки $\mathbf{p}_0^\alpha(\mathbf{x})$ на поверхностях S_p^α .

Кроме того, на каждой поверхности контакта $S_k^{\alpha\beta}$ должны быть выполнены условия контактного взаимодействия: кинематическое

$$u_n^\alpha(\mathbf{x}) - u_n^\beta(\mathbf{x}) = \delta_n^{\alpha\beta}(\mathbf{x}); \quad (6)$$

и силовое

$$p_n^\beta(\mathbf{x}) = -p_n^\alpha(\mathbf{x}) \leq 0, \quad (7)$$

где: u_n^α , u_n^β — проекции перемещений граничных точек на внешнюю нормаль к границе тела β ($\beta \in \{A_1 \dots A_n\}$);

$\delta_n^{\alpha\beta}$ — начальное расстояние по нормали между граничными точками;

$\sigma_n^\alpha, \sigma_n^\beta$ — составляющие поверхностных сил по внешней нормали к границе тела β . Соотношения (6) и (7) соответствуют случаю, когда трение не учитывается.

Для решения контактной задачи (1)—(7) был использован алгоритм, основанный на альтернирующем методе Шварца [2—4]. Данный метод является итерационным. Рассмотрим его работу в случае двух контактирующих тел A и B . Для численного решения задач теории упругости используется метод конечных элементов [1]. Пронумеруем узлы контактных поверхностей S_k^A и S_k^B и введем в рассмотрение векторы — $\{U_k\}_{(\alpha)}$ и $\{R_k\}_{(\alpha)}$, $\alpha = A, B$, первый из которых составлен из компонент перемещений u и v узлов, расположенных на контактной поверхности $S_k^{(\alpha)}$, а второй — из компонент f и g узловых сил тех же узлов.

В *первом шаге* на контактных поверхностях тел A и B соответственно S_k^A и S_k^B задают начальные перемещения $u(x)|_{S_k^A} = u_A^0(x)$ и $u(x)|_{S_k^B} = u_B^0(x)$, которые имеют смысл дополнительных кинематических условий. Далее решают независимо две подобные задачи теории упругости для тел A и B . Затем вычисляют поверхностные силы $p_k^A(x)$ и $p_k^B(x)$ на контактных поверхностях S_k^A и S_k^B и корректируют их так, чтобы выполнялись силовые контактные условия (7), по формуле

$$\begin{Bmatrix} f \\ g \end{Bmatrix}_{(A),m}^{2n+1} = \begin{Bmatrix} f \\ g \end{Bmatrix}_{(A),m}^{2n} - \alpha_{(A),m}^{2n} \left(\begin{Bmatrix} f \\ g \end{Bmatrix}_{(B),s}^{2n} + \begin{Bmatrix} f \\ g \end{Bmatrix}_{(A),m}^{2n} \right), \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (8)$$

здесь $\alpha_{(A),m}^{2n}$ — итерационный параметр, m ($1 \leq m \leq M$) — узел, лежащий на контактной поверхности S_k^A тела A , $\begin{Bmatrix} f \\ g \end{Bmatrix}_{(B),s}^{2n}$ —

вектор контактных узловых сил сходственной точки S , лежащей на контактной поверхности S_k^B тела B .

Во *втором шаге* на контактных поверхностях S_k^A и S_k^B задают силовые контактные условия, в качестве которых используют скорректированные поверхностные силы $\mathbf{p}_k^A(\mathbf{x})$ и $\mathbf{p}_k^B(\mathbf{x})$, и вновь решают независимо задачи теории упругости отдельно для тел A и B . По результатам полученных решений, выполняют коррекцию компонент векторов перемещений $\mathbf{u}_k^A(\mathbf{x})$ и $\mathbf{u}_k^B(\mathbf{x})$ соответственно точек контактных поверхностей S_k^A и S_k^B с тем, чтобы выполнялись кинематические условия контактного взаимодействия (6), по формуле

$$\begin{Bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix}_{(A),m}^{2n} = \begin{Bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix}_{(A),m}^{2n-1} + \alpha_{(A),m}^{2n-1} \left(\begin{Bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix}_{(B),s}^{2n-1} - \begin{Bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix}_{(A),m}^{2n-1} \right), \quad n = 1, 2, \dots, \quad (9)$$

где: $\alpha_{(A),m}^{2n-1}$ — итерационный параметр,

m ($1 \leq m \leq M$) — узел, лежащий на контактной поверхности S_k^A тела A ,

$\begin{Bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix}_{(B),s}^{2n-1}$ — вектор перемещений сходственной точки S ,

лежащей на контактной поверхности S_k^B тела B .

Скорректированные перемещения точек контактных поверхностей $\mathbf{u}_k^A(\mathbf{x})$ и $\mathbf{u}_k^B(\mathbf{x})$ рассматривают в качестве новых кинематических граничных условий на геометрически измененных поверхностях контакта S_k^A и S_k^B и вновь решают независимо задачи теории упругости отдельно для тел A и B . Вопрос выбора итерационных параметров рассматривался, в частности, в работах [2, 3].

В случае большего количества (n) контактирующих тел метод модифицируется следующим образом. В первом шаге на всех контактных поверхностях тел задаются перемещения $\mathbf{u}(\mathbf{x})|_{S_k^{\alpha\beta}} = \mathbf{u}_{\alpha\beta}^0(\mathbf{x})$ и решаются n отдельных задач теории упругости. Во втором шаге часть этих кинематических граничных условий (на подмножестве K_1 множества контактных поверхностей K) заменяется скорректированными силовыми аналогично случаю двух тел, а часть (на подмножестве $K_2 = K \setminus K_1$) остается прежними, таким образом, чтобы для любого тела соответствующая задача теории упругости имела единственное решение, и снова решаются n отдельных задач. В третьем шаге кинематические граничные условия на контактных поверхностях из множества K_1 заменяются на скорректированные силовые по формуле (8), а силовые граничные условия на поверхностях из множества K_2 — на скорректированные кинематические по формуле (9). Далее корректировка кинематических и силовых граничных условий чередуется таким же образом до сходимости на всех поверхностях.

Важно отметить, что с увеличением количества контактирующих тел значительно возрастает зависимость скорости сходимости от выбранного начального приближения. Хороший результат во многих случаях дает использование в качестве начального приближения решения задачи для единого твердого тела достаточно сходной формы при тех же кинематических и силовых граничных условиях и температурном воздействии. Такое решение часто может быть легко получено аналитически и при этом дает качественное изменение характера сходимости, приводящее к увеличению скорости сходимости в несколько раз. Так, в приведенном ниже примере при поиске начального приближения система тел заменялась единым телом прямоугольного сечения.

На основе разработанного алгоритма был создан комплекс прикладных программ для решения термоупругих контактных задач. Для проверки работоспособности программного комплекса было выполнено численное решение ряда задач, имеющих известное аналитическое решение [3]. В качестве примера поликонтактного взаимодействия был проведен модельный расчет напряженно-деформированного состояния столба тепловыделяющих элементов. Температура во всех четырех телах распределена одинаково и линейно убывает вдоль оси абсцисс. Сверху приложена распределенная нагрузка $p = 150$ МПа. На рис. 1 приведено полученное распределение напряжений вдоль оси ординат.

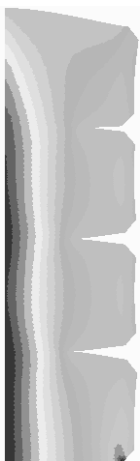


Рисунок 1. Распределение компоненты тензора напряжения σ_{22} (МПа)

Выводы:

Разработан алгоритм решения поликонтактных задач на основе альтернирующего метода Шварца и создан комплекс прикладных программ. Выполненный цикл численных исследований контактного взаимодействия термоупругих тел, имеющих сложное геометрическое оформление, показал достаточно высокую эффективность разработанного алгоритма и реализующего его программного кода.

Список литературы:

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. — 542 с.
2. Можаровский Н.С., Качаловская Н.Е. Приложение методов теории пластичности и ползучести к решению инженерных задач машиностроения: В 2 т. Т. 2: Методы и алгоритмы решения краевых задач. К.: Выща школа, 1991. — 287 с.
3. Станкевич И.В., Яковлев М.Е., Си Ту Хтет. Разработка алгоритма контактного взаимодействия на основе альтернирующего метода Шварца // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2011. Спец. вып. Прикладная математика. — С. 134—141.
4. Цвик Л.Б. Принцип поочередности в задачах о сопряжении и контакте твердых деформируемых тел. // Прикл. Мех. — 1980 — т. 16, Ш I — С. 13—18.

СЕКЦИЯ 3.
ЭНЕРГЕТИКА
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ

Бисенов Руслан Жоламанович
магистрант, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана
E-mail: r.bisenov@gmail.com

Сатыбалдина Дана Каримтаевна
канд. техн. наук, доцент ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана
E-mail: satybaldinad@mail.ru

MODELING ENERGY SYSTEM
IN SPACE OF STATES

Ruslan Bissenov
candidate for a master's degree, L.N. Gumilyov ENU,
Republic of Kazakhstan, Astana

Satybaldina Dana
candidate of Technical Science, Associate Professor of L.N. Gumilyov ENU,
Republic of Kazakhstan, Astana

АННОТАЦИЯ

В данной статье ставится задача исследования методов и проблем при моделировании энергетических систем. На основе проведенного исследования автором статьи большое значение уделяется надежности математической модели. Показано, что моделирование энергетических

систем открывает широкие возможности по мониторингу и управлению таких систем, что в свою очередь повышает устойчивость передачи и оптимальное распределение энергии.

ABSTRACT

This article puts the problem of research methods and problems in modeling energy systems. Based on the research the author of the article is given great importance to the reliability of the mathematical model. It is shown that the simulation of power systems offers great opportunities for monitoring and management of such systems, which in turn increases the resistance of the transmission and distribution of optimal energy.

Ключевые слова: математическое моделирование; энергетические системы; надежность.

Keywords: mathematical modeling; energy systems; reliability.

В настоящее время, с развитием телекоммуникационных технологий и ростом вычислительной мощности, актуальной становится попытка представления энергетических систем в виде математических и компьютерных моделей [4, 7].

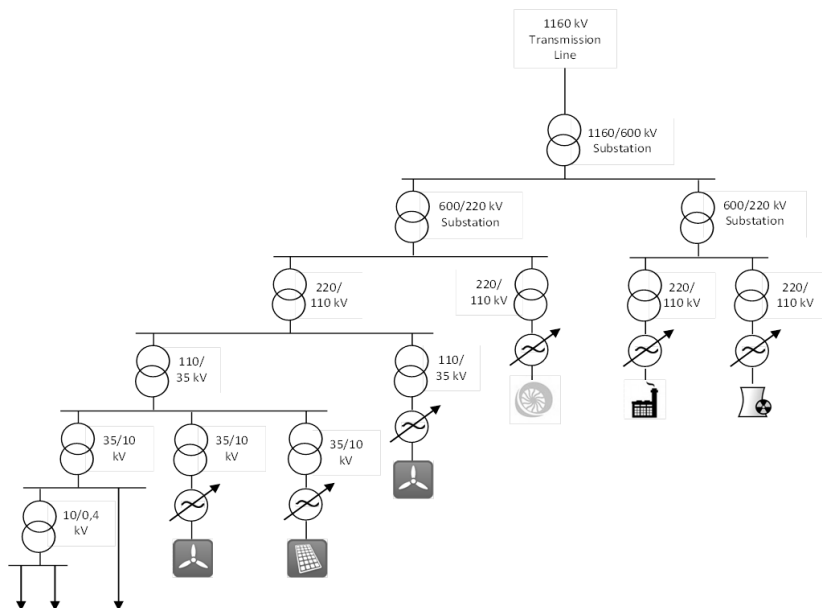


Рисунок 1. Модель энергосети, характерной для Казахстана

Основные трудности, возникающие при моделировании сложных систем энергетики, связаны с неоднородностью наблюдаемых физических явлений и сложностью их математического описания, значительным разнообразием системообразующих элементов, а также жесткими ограничениями на длительность вычислительных экспериментов, в течение которых получаемая информация не теряет актуальности.

Комплексное решение проблемы создания компьютерных моделей энергетических систем возможно в рамках единого подхода, который обеспечивает согласованное построение физико-математических моделей и вычислительных алгоритмов.

Существующая теория однородных по физическим явлениям цепей является основой для построения физико-математических моделей этих явлений и соответствующих технических систем. Характерная особенность энергетических систем — неоднородность физических явлений, которые должны быть описаны в модели, т. е. одновременно в одной системе наблюдаются электромеханические и другие взаимосвязанные процессы. Поэтому для построения физико-математических моделей энергетических систем введено понятие энергетической цепи.

При проектировании и внедрении современного оборудования, а также при модернизации существующего возникает проблема моделирования динамических процессов в энергетических системах. Это обусловлено тем, что параметры переходного процесса, возникающего как при нормальной работе, так и при аварийных режимах, определяют устойчивость и, соответственно, надежность системы. Кроме того, по параметрам переходного процесса определяются координаты мест аварий линий электропередачи. Зависимость параметров переходного процесса от расстояния до места аварии положена в основу принципа действия приборов контроля и диагностики. В настоящее время переходные процессы в элементах энергетических систем рассчитываются по упрощенным моделям: линеаризованным дифференциальным уравнениям и упрощенным схемам замещения, что вызывает погрешность моделирования. Поэтому использование более точных моделей позволит повысить качество проектирования энергетических систем, а именно: обеспечить оптимальное техническое решение по критериям быстроты и устойчивости и более обоснованный выбор параметров устройств защиты, контроля и диагностики.

Одна из основных проблем моделирования энергетических систем заключается в том, что такие системы являются гибридными

и при описании основных элементов системы используется математический аппарат анализа аналоговых и цифровых систем. В настоящее время при моделировании и проектировании энергетических систем и цифровых устройств управления широко используются компьютерные технологии, основанные на использовании цифровой информации. Поэтому для моделирования совместной работы цифровых и непрерывных звеньев систем необходим метод моделирования, использующий дискретизацию непрерывных процессов, что позволит обеспечить моделирование преобразования сигналов на едином языке и формализовать процесс проектирования цифровых устройств по аналоговым моделям элементов системы. В качестве теоретической основы моделирования целесообразно использовать аппарат z-преобразования, который обладает потенциальными возможностями для решения указанных проблем. В развитие теории цифровых систем внесли существенный вклад ученые Я.З. Цыпкин, Л.Т. Кузин, Э.И. Джури, Ю.Т. Ту, Б. Куо, К. Остром, В.П. Шипилло, А.Н. Шилин и др.

В целом такую систему можно описать следующими уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu, \\ y = Cx + Du. \end{cases} \quad (1),$$

где: x — состояния,

u — входы,

y — выходы;

A, B, C, D — матрицы размерности $n \times n$, $n \times r$, $m \times n$, $m \times r$ соответственно.

Предложенный подход, с учетом особенностей, характерных для Казахстана, в случае адекватного представления модели открывает широкие возможности по мониторингу и управлению таких систем [5, 6], что в свою очередь повышает устойчивость передачи и оптимальное распределение энергии.

Значительная специфичность и уникальность ЭЭС в большинстве случаев не позволяют непосредственно воспользоваться предлагаемыми в общей теории надежности математическими методами, моделями и алгоритмами вычисления показателей надежности, поскольку эта теория достаточно хорошо развита для так называемых простых систем и ограниченного класса сложных технических систем,

в моделях которых не могут быть в достаточно полной мере отображены технологические особенности систем электроэнергетики, их многофункциональное и многоцелевое назначение, множественность вероятных состояний и доминирующая роль частичных отказов. Именно поэтому для оценки надежности объектов ЭЭС необходима разработка специальных математических методов и моделей, реализуемых затем в алгоритмах и вычислительных программах.

Основное назначение моделей надежности ЭЭС заключается в получении таких показателей надежности, которые могли бы напрямую или косвенно использоваться для принятия решений по обеспечению надежности объектов и ЭЭС в целом. Обеспечение надежности ЭЭС — сложная и многоплановая проблема, требующая своего решения в различных оценочных и оптимизационных задачах на разных уровнях территориально-временной и технологической иерархии управления. Представление же о комплексности свойства надежности как совокупности некоторых единичных свойств, актуальных для того или иного объекта, еще больше усложняет проблему анализа и синтеза надежности ЭЭС. В такой ситуации создание какой-то единой модели для решения всех задач надежности на всех временных этапах управления (при прогнозировании, проектировании, планировании развития, при долгосрочном, краткосрочном и текущем управлении функционированием), на всех территориальных уровнях (от оборудования до установки объекта и системы различной степени объединения: регионального, единого для страны и выше), для всех технологических звеньев (звена первичных энергоресурсов, генерирующего звена, звеньев транспорта, преобразования и распределения электроэнергии) и для всех единичных свойств (безопасности, долговечности, безотказности, ремонтпригодности, устойчивоспособности, живучести, управляемости, ресурсообеспеченности и сохраняемости) не представляется возможным не только сейчас, но и в обозримом будущем.

На различных уровнях и этапах отношение к точности и полноте решения задач надежности различно, то есть и в этом плане имеющиеся модели могут существенно различаться. Более того, для решения одной и той же задачи возможны модели разной степени полноты и точности представления исходных данных и результатов решения соответственно. Таким образом, отказ от единой универсальной модели и переход к ее декомпозиции на множество моделей, решающих частные задачи надежности, являются объективно обусловленными. Но при этом возникает особая проблема согласования решений частных задач надежности, которая на практике также должна решаться или решается тем или иным путем.

В отечественной и мировой практике существует обширное множество методик и способов выполнения расчетов надежности ЭЭС и ее объектов [2—3]. Наряду со значительным количеством различающих их нюансов, они обладают и определенными элементами общности, одинаковостью принципиальных подходов. Многообразие используемых математических методов и таких моделей позволяет считать полезным анализ их особенностей и потенциальных возможностей с целью выявления областей преимущественного применения.

Список литературы:

1. Биллinton Р., Аллан Р. Оценка надежности электроэнергетических систем: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1988. — 288 с.
2. Ковалев Г.Ф., Малкин П.А. Программное обеспечение для оптимизации и оценки надежности при проектировании ЭЭС // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 22. Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1981. — С. 7—16.
3. Эндрени Дж. Моделирование при расчетах надежности в электроэнергетических системах: пер. с англ. / Под ред. Ю.Н. Руденко. М.: Энергоатомиздат, 1983. — 180 с.
4. Anderson P.M., Fouad A.A. Power system control and stability. Iowa State University Press, Ames (Iowa), 1977.
5. Hornik T., Zhong Q.-C., H_{∞} repetitive voltage control of grid connected inverters with a frequency adaptive mechanism, Power Electronics, IET, 3(6), 2010, 925—935.
6. Kundur P. Power system stability and control. McGraw-Hill Companies, Incorporated, 1994.
7. Lubosny Z. Wind turbine operation in Electric power systems. – Springer, 2003.
8. Methods and Techniques for Reliability Assessment of Interconnected Systems / Prepared by CIGRE T.F. 38.03.11. July 1997. — 60 pp.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К СИСТЕМАМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Савин Даниил Викторович

*аспирант,
Костромской Государственный Технологический Университет,
РФ, г. Кострома
E-mail: meolom@mail.ru*

Дроздов Владимир Георгиевич

*канд. техн. наук, профессор,
Костромской Государственный Технологический Университет,
РФ, г. Кострома*

MODERN APPROACH TO SYSTEMS AUTOMATIC CONTROL HEATING BUILDING

Daniil Savin

*graduate student, Kostroma State Technological University,
Russia, Kostroma*

Vladimir Drozdov

*candidate of Science, professor, Kostroma State Technological University,
Russia, Kostroma*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены актуальные вопросы создания систем автоматического регулирования температуры в зданиях. Особое внимание уделено анализу возмущающих воздействий, определяющих подходы к выбору принципов управления системой. На основе проведённого исследования обосновывается необходимость применения в системе отопления здания адаптивной нечёткой системы автоматического управления построенной по технологии нечеткой логики и нейросетевого подхода, обеспечивающую экономию энергоресурсов и комфортную температуру в помещениях здания.

ABSTRACT

The article discusses current issues of creating automatic temperature control systems in buildings. Particular attention is paid to the analysis revolving influences, defining approaches to the selection principles of management system. Based on the research substantiates the need for the heating system of the building adaptive fuzzy automatic control system built on the technology of fuzzy logic and neural network approach, providing energy savings and a comfortable temperature in the rooms of the building.

Ключевые слова: возмущающее воздействие; система отопления здания; система автоматического управления (САУ); САУ с нечетким контроллером, гибридная нечеткая САУ; адаптивная нечеткая САУ.

Keywords: disturbance; heating system of the building; automatic control system (ACS); ACS fuzzy controller; hybrid fuzzy ACS; adaptive fuzzy ACS.

В настоящее время реализуются программы по строительству нового жилья. Немаловажную роль в создании комфортных условий проживания и домашнего уюта играет температура внутри помещения/квартиры, особенно в зимний и переходные периоды года. Отопление — одна из дорогих систем, стоимость которой составляет 4—6 % единовременных затрат на строительство здания и 40—50 % эксплуатационных затрат. А эффективность работы данной системы выражается ещё в большем эквиваленте [3].

Отапливаемое помещение является объектом со сложными динамическими свойствами, переходные тепловые процессы в отапливаемых помещениях характеризуются непрерывным обменом энергии между отдельными емкостями (воздух, внутренние стены и др.). Которые, в свою очередь, обусловлены наружными возмущающими воздействиями, поступающие в здание через теплоемкие и нетеплоемкие ограждающие конструкции, т. е. проникают по каналам медленных и быстрых теплопотерь [8], — ветер, солнечная радиация, температура наружного воздуха, а также внутренними (воздействующие непосредственно на температуру воздуха в помещении) — бытовое выделение тепла (тепловыделение от работающего оборудования). А сама система отопления имеет большую инерционность и большое время запаздывания.

Нарушение равновесия между поступлением и потерями тепла вызывает изменение регулируемой величины — температуры воздуха в помещении (твн), рис. 1. В случае превышения тепlopоступлений

от приборов отопления ($Q_{пр}$) и бытовых тепловыделений ($Q_{быт}$) избыточное тепло затрачивается частично на нагрев внутреннего воздуха ($t_{вн}$) и частично аккумулируется ($Q_{ак}$) в ограждающих конструкциях, мебели и других предметах, находящихся в помещении, или охлаждается/переносится по средствам искусственной вентиляции воздуха ($Q_{вв}$). При уменьшении поступлений тепла от системы отопления и понижении внутренней температуры происходит выделение аккумулированного тепла ($Q_{ак} + Q_{огр}$).

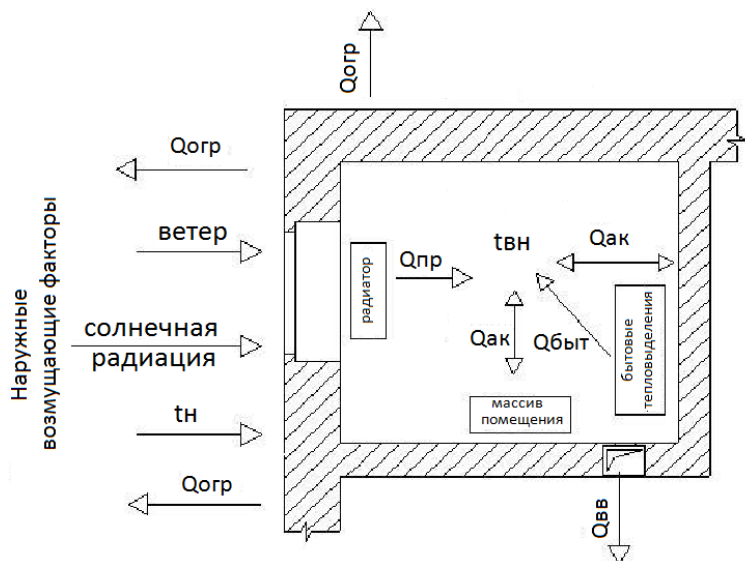


Рисунок 1. Поступления и потери тепла в помещении здания

Всем вышеперечисленным наружным и внутренним возмущениям свойственно изменяться во времени и «случайным» образом, поэтому всегда есть величины, которые влияют на результат, но не измеряются при проведении эксперимента для построения модели. Температура наружного воздуха, внутренние тепловыделения (по периодам времени суток/недели/года) — имеют систематический характер; скорость ветра, солнечная радиация, внутренние тепловыделения (количество человек и работающие электроприборов в помещении) — случайный [5]. В совокупности с погрешностью измерений (наличия зашумлённости) и течением времени — старения здания, происходит изменение коэффициентов модели.

Все это требует от математической модели способности изменять структуру моделирования, анализировать зашумленные данные, быть устойчивой по отношению к изменениям нагрузки на отопительную систему и обрабатывать возмущающие воздействия (с учётом запаздывания и инерционности). Поэтому, в таких случаях, необходимо применение нелинейных математических моделей.

В настоящее время для непрерывного управления в системах отопления применяются релейные (двухпозиционные) или ПИ, ПИД-регуляторы. Последние работают хорошо, когда управляемый объект находится в устойчивом режиме, и зарекомендовали себя при относительно невысокой сложности объекта управления и наличии достаточно полной информации о нем. В системах с сильными помехами, постоянным изменением параметров во времени и наличии запаздывания, чем и является система отопления зданием, — традиционные регуляторы (их математический аппарат) могут не справиться со своей задачей, поскольку исходное для них предположение о линейности объекта уже не действует. В связи с чем, модель не может точно учесть влияние случайных возмущений в каждом отдельном измерении, она показывает лишь некоторые усредненные характеристики не отражающие протекающие явления достаточно точно.

Для решения поставленной задачи требуется интеллектуальная система с возможностью работы с нечеткой информацией и знаниями, а также способностью к самостоятельной адаптации. Класс таких САУ называют — *нечёткие*, и состоит он из:

1. САУ с нечетким контроллером (используются заранее введенные знания, система не адаптивна);
2. Гибридные нечеткие САУ (сочетание традиционных методов управления, нечеткой логики и нейросетевого подхода, система «ограничено» адаптивна);
3. Адаптивные нечеткие САУ (алгоритм управления и методы его модификации используют методы искусственного интеллекта, адаптивный нейро-нечёткий регулятор, система обладает максимальной адаптивностью).

Исходя из параметров системы отопления, создания комфортных условий с учётом технико-экономической целесообразности и санитарно-технических норм — оптимальным решением является применение *адаптивной нечёткой САУ* (рис. 2). Данная САУ — замкнутая, с обратной связью, в прямом контуре которой в качестве регулятора используется адаптивный нечеткий контроллер — двухуровневое иерархическое устройство, опрашивающее при помощи датчиков состояние объекта управления и вырабатывающее на первом

уровне управляющее воздействие посредством реализации одной из схем нечеткого вывода. Далее — осуществляется коррекция базы правил системы нечеткого вывода при помощи одного из методов нечеткого вывода. Поэтому, при изменении среды функционирования нечеткой адаптивной САУ верхний уровень осуществляет интеллектуальную адаптацию системы нечеткого вывода нижнего уровня, который в свою очередь представляет устройство автоматического принятия решений на основе знаний эксперта [4].

В блоках фаззификации производится трансформация четких сигналов в нечеткие множества, а дефаззификации осуществляется переход от нечетких значений величин к определенным физическим параметрам, которые служат «командами» исполнительному устройству.

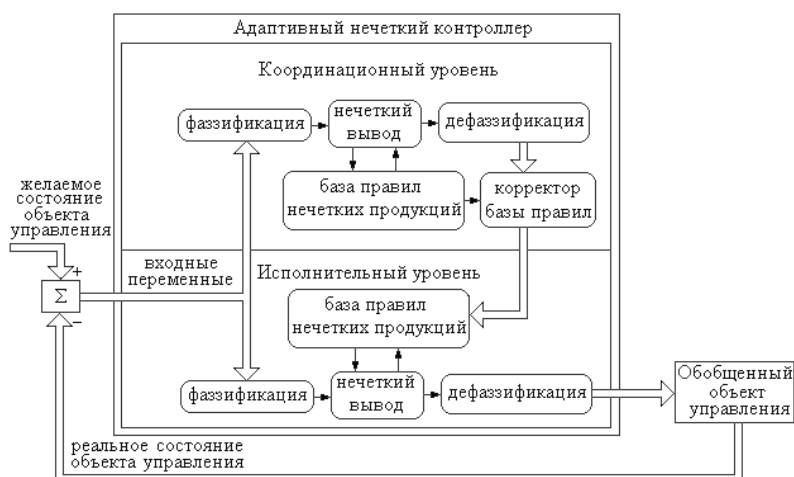


Рисунок 2. Архитектура адаптивной нечеткой САУ

Адаптивная нечёткая САУ системы отопления здания позволит:

1. создать систему управления эффективную во всем спектре ситуаций;
2. автоматизирование отопления зданий (сложных объектов) с минимально известной информацией;
3. обрабатывать возмущения с учётом старения здания (течением времени), большого запаздывания и инерционностью;
4. оценивать постоянно изменяющиеся показатели возмущающих воздействий и выдавать конкретный результат регулирования

(благодаря базам данных/правил/знаний, блокам фазификации и дефазификации);

5. адаптироваться к изменениям как самого объекта управления, так и факторов на него влияющих;

6. применять данные САУ для различного рода типовых конструкций зданий (требуется база знаний);

7. обеспечивать более высокие показатели качества переходных процессов;

8. выполнить оптимизацию контура регулирования без проведения всесторонних математических исследований.

В заключении необходимо отметить, что *адаптивная нечёткая* САУ отопления здания построенная по технологии нечеткой логики и нейросетевого подхода будет решать задачу энергосбережения и обеспечивать комфортную температуру в помещениях здания, что в силу масштабности энергозатрат приведёт к ощутимым эффектам в абсолютном выражении.

Список литературы:

1. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий: Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2000 — 368 с.
2. Куленко М.С., Буренин С.В. Исследование применения нечетких регуляторов в системах управления технологическими процессами. Вестник ИГЭУ — № 2 — 2010. — с. 1—5.
3. Он-лайн энциклопедия зданий [электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.zdanija.ru/> (дата обращения 02.09.2013).
4. Рубанов В.Г., Филатов А.Г., Рыбин И.А. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечёткое управление в технических системах [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://nrsu.bstu.ru/> (дата обращения 17.07.2013).
5. Сотников А.Г. Теплопотери и отопительная нагрузка зданий: комплексный физико-математический (динамический) подход. Теплоэнерго-эффективные технологии — № 4 (64). СПб.: — 2011. — 18 с.
6. Усков А.А. Принципы построения систем управления с нечеткой логикой // Приборы и системы. Управление, Контроль, Диагностика. — 2004. — № 6. — с. 7—13.
7. Чернецкая И.В., Чернецкий В.О. Нечёткие регуляторы в системах автоматического регулирования. Вестник ЮУрГУ, — № 14, — 2006. — с. 156—159.
8. Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпель Ю.Я., Быков С.И. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. Стройиздат. Л.: 1987 — 249 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Цыцарева Елена Ивановна

*магистрант ИМЭ «МГУ им. Н.П. Огарева» направления
«Теплоэнергетика и теплотехника»,
РФ, г. Саранск
E-mail: lenalisakowa@mail.ru*

Лысяков Анатолий Иванович

*преподаватель кафедры теплоэнергетических систем
«МГУ им. Н.П. Огарева»,
РФ, г. Саранск
E-mail: lysyakov_lai@mail.ru*

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS AT A SIZE OF ANNEALING OF THERMAL ENERGY

Tsytsareva Elena Ivanovna

*undergraduate of Mechanics and Power Engineering Institute
“Ogarev Mordovia State University”
of the Power System and Heating Engineer direction,
Russia, Saransk*

Lysyakov Anatoly Ivanovich

*teacher of chair of heat power systems
“Ogarev Mordovia State University”,
Russia, Saransk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены и оценены внутренние количественные факторы, влияющие на отпуск тепловой энергии, к использованию в процессе прогнозирования предложено выражение, основанное на использовании факторов, сильно коррелирующих с отпуском, а также проведена оценка эффективности предлагаемой методики путем прогноза и сопоставления с фактом на 2012 год для предприятия ОАО «СаранскТеплоТранс», для которого дан прогноз отпуска тепловой энергии на 2013 год.

ABSTRACT

In article the internal quantitative factors influencing annealing of thermal energy are considered and estimated, to use in the course of prediction the expression based on use of factors, strongly correlating with annealing is offered, and also the assessment of effectiveness of an offered technique by the forecast and comparison to the fact for 2012 for the JSC Saranskteplotrans enterprise for which the forecast of annealing of thermal energy for 2013 is given is carried out.

Ключевые слова: отпуск тепловой энергии; прогнозирование; внутренние количественные факторы; корреляция.

Keywords: annealing of thermal energy; prediction; internal quantitative factors; correlation.

Показатель отпуска тепловой энергии для организаций производства, передачи и сбыта тепловой энергии является важнейшим производственным показателем, представляющим собой отпуск тепловой энергии с коллекторов за вычетом тепловой энергии, необходимой на хозяйственные нужды и потери в тепловой сети.

На величину отпуска влияет множество факторов, которые можно представить, как внешние по отношению к организации, так и внутренние (рисунок 1).

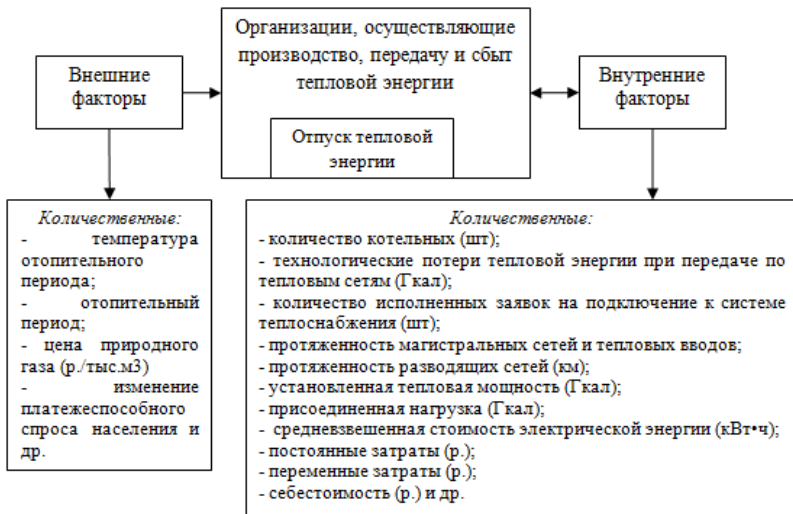


Рисунок 1. Факторы, влияющие на отпуск тепловой энергии

Организации необходимо управлять данными факторами, так как их изменение, в конечном счете, ведет к воздействию на экономические показатели деятельности организации. Влияние организации на изменение внешних факторов малозначительно, либо совсем невозможно; внутренние же должны находиться под полным контролем руководства. В свою очередь, внешние и внутренние факторы можно классифицировать на количественные и качественные. В данной статье будем рассматривать только количественные факторы в связи с возможностью их математической оценки.

Для оценки связи между отпуском тепловой энергии и факторами, влияющими на него, приведенными на рисунке 1, рассчитаем коэффициент корреляции на примере данных организации ОАО «СаранскТеплоТранс» (ОАО «СТТ»). Для расчетов воспользуемся коэффициентом корреляции Пирсона, для чего примем распределение отпуска тепловой энергии по годам и факторов нормальным.

Для расчета воспользуемся следующим выражением [1]:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x - \bar{x})^2) \cdot (\sum (y - \bar{y})^2)}}, \quad (1)$$

где: r — коэффициент корреляции;
 x — отпуск тепловой энергии;
 y — факторы, влияющие на отпуск тепловой энергии;
 \bar{x} , \bar{y} — средние значения.

Значения коэффициента корреляции расположены в диапазоне от -1 до 1, причем если $r \rightarrow 1$, то между показателем отпуска тепловой энергии и выбранным фактором наблюдается положительная корреляция; $r \rightarrow -1$ — это означает, что между показателями наблюдается отрицательная корреляция, то есть, если значение фактора будет возрастать, то отпуск будет уменьшаться, и наоборот; $r \rightarrow 0$ — поведение фактора не будет совсем (или почти совсем) влиять на величину отпуска тепловой энергии.

Для упрощения расчета коэффициента корреляции можно использовать функцию «Коррел» программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel, которая возвращает коэффициент корреляции между двумя множествами данных.

Полученные значения коэффициента корреляции для ОАО «СТТ» позволяют выделить факторы, находящиеся в высокой корреляции с отпуском тепловой энергии ($0,7 < r \leq 1$):

- средняя температура отопительного периода (коэффициент корреляции равен — 0,83);
- разница между комнатной температурой и средней температурой отопительного периода, комнатную температуру принимаем равной 20°C (0,83);
- продолжительность отопительного периода (0,98);
- количество котельных (0,98);
- установленная тепловая мощность (0,81);
- присоединенная нагрузка (0,74);
- постоянные затраты (0,79);
- себестоимость (0,85);
- переменные затраты (0,87).

Посредством корреляционного анализа возможно не только определение взаимосвязи между различными показателями, но и прогнозирование одного показателя за счет поведения другого, коррелирующего с первым, то есть сильная связь вышеприведенных факторов с отпуском тепловой энергии позволяет их использование в прогнозировании. Необходимость качественного прогнозирования для предприятия обусловлена технологическими и экономическими причинами [2].

Методика прогнозирования может содержать операции, связанные с нахождением отпуска посредством определения среднеарифметического прогнозных значений, найденных как средний отпуск за определенный период времени с использованием метода пропорций и выбранных факторов.

Для упрощения проводимых в процессе прогнозирования расчетов к использованию может быть предложено выражение, позволяющее найти значение отпуска тепловой энергии на будущие периоды:

$$x_{n+1} = \sum_{y=a}^z (y_{n+1} \cdot \sum_{n=1}^n \frac{x_n}{y_n}) / m \cdot n \quad (2)$$

где: x_n — значение отпуска тепловой энергии;
 n — анализируемые периоды;
 x_{n+1} — прогнозируемое значение;

u_n — значение фактора, влияющего на отпуск тепловой энергии;
 u_{n+1} — значение фактора на прогнозируемый период;
 m — количество факторов.

Для наиболее точного прогнозирования проклассифицируем коррелирующие с отпуском факторы на три группы:

- температурные;
- финансовые;
- производственно-структурные.

Из каждой группы отберем по одному фактору. Для ОАО «СТТ» данными факторами являются показатели с наибольшим коэффициентом корреляции: разница между комнатной температурой и средней температурой отопительного периода; количество котельных; постоянные затраты.

Выбор, именно этих факторов, также обусловлен следующим. Во-первых, выбор показателя в группе температурных факторов определен таким образом, так как использование среднегодовой температуры отопительного периода затруднено в связи с отрицательным значением показателя, а продолжительность отопительного периода со сложностью его отслеживания в динамике лет. Во-вторых, использование финансового фактора — постоянные затраты обусловлено тем, что было бы некорректно прогнозирование отпуска посредством переменных затрат и себестоимости, так как хотя они и находятся в сильной взаимосвязи, но данная взаимосвязь определяется влиянием отпуска тепловой энергии на эти факторы, а не наоборот. В третьих, выбор фактора в производственно-структурной группе связан с самым высоким коэффициентом корреляции, а также с тем, что аналогично некоторые показатели не влияют на отпуск, а находятся под его влиянием.

С целью определения эффективности предлагаемой методики, представленной выражением 2, спрогнозируем значение данного показателя для ОАО «СТТ» на 2012 год (используем данные таблицы 1) и сопоставим с фактом. Прогнозное значение составляет 1926697 Гкал, что обеспечивает точность в 95,03 %, т. е. ошибка прогнозирования оказывается равной 4,97 %, причем ошибка в прогнозном значении, рассчитываемом на предприятии составляет 11,18 %, что обеспечивает улучшение прогноза на 6,21 %. Таким образом, можно говорить об эффективности данной методики. Прогнозируемое значение отпуска тепловой энергии на 2013 год для ОАО «СТТ» составляет 1879395,9 Гкал.

Таблица 1.

Показатели, необходимые для прогнозирования отпуска тепловой энергии ОАО «СТТ», в динамике с 2009 по 2013 гг. [3]

Показатель \ Год	2009	2010	2011	2012	2013
Отпуск тепловой энергии	1685160	1746046	2066601	1835494	
Разница между комнатной температурой и средней температурой отопительного периода (комнатную температуру принимаем равной 20 °С) [4]	22,6	23,9	24,74	23,12	23,42
Количество котельных	27	27	29	28	28
Постоянные затраты (тыс. р.)	176030,2	189351,3	373845,1	388353,4	417456,9

Итак, качественное прогнозирование отпуска тепловой энергии является как экономически, так и социально значимым. Вышеприведенная методика, основанная на использовании в прогнозах температурных, финансовых и производственно-структурных факторов, позволяет улучшить результаты прогнозирования в организациях производства, передачи и сбыта тепловой энергии.

Список литературы:

1. Коэффициент корреляции, коэффициент Пирсона [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://economyreview.ru/analiz-informacii/koefficient-korrelyacii-koefficient-pirsona> (дата обращения 14.01.2014).
2. Цыцарева Е.И. Прогнозирование отпуска тепловой энергии / Е.И. Цыцарева // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвуз. сб. науч. тр. / редкол.: А.В. Котин [и др.]. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. — С. 241—244.

СЕКЦИЯ 4.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ННВ-6.6-И1

Гончаров Максим Витальевич

*старший преподаватель
Поволжского государственного университета сервиса,
РФ, г. Тольятти
E-mail: gvs777@gmail.com*

UPGRADE OF ARC-PVD PLANT NNV-6.6-I1

Goncharov Maksim Vitalyevich

*senior teacher of Volga Region State University of Service,
Russia, Togliatti*

АННОТАЦИЯ

В работе предложены схемы модернизации серийных установок ионно-плазменного напыления с размером камеры меньше длины упрочняемого изделия (на примере протяжек в камере установки ННВ-6.6-И1). Апробирована схема модернизации установки с горизонтальным расположением изделия, получено увеличение стойкости инструмента до 2,9 раз.

ABSTRACT

Upgrade schemes for serial Arc-PVD plant with size of hardening tool exceeding camera size were proposed (on example of long broaches hardening in serial PVD plant NNV-6.6-I1). Tested horizontal scheme of modernization showed good results with increasing in wear resistance up to 2,9 times.

Ключевые слова: ионно-плазменное напыление; быстрорежущая сталь; износостойкость; протяжки; защитные покрытия.

Keywords: cathodic arc deposition; high-speed steel; wear resistance; broaches: protective coatings.

В настоящее время значительная часть протяжек изготавливается из быстрорежущей стали, которая, имеет меньшую твердость (60—65 HRC) по сравнению с твердыми сплавами (70—73 HRC) и склонна к разупрочнению в результате тепловых нагрузок [6]. При этом износ режущих кромок протяжки приводит к невозможности обеспечения в процессе обработки поверхностей деталей заданных конструктом требований на чертеже [1. Переточка цилиндрической протяжки осложняется тем, что происходит уменьшения ее диаметра в силу чего, дальнейшая обработка поверхностей деталей будет приводить к занижению размеров обработанных поверхностей с выходом за границы поля допуска.

Возможными путями повышения эксплуатационных характеристик деталей и инструментов является поверхностно-пластическое деформирование [2] или нанесение защитных износостойких покрытий [4 5]. Однако, поверхностного пластическое деформирование не дает столь значительного прироста к стойкости изделий из инструментальных материалов, в то время, как нанесение покрытий газопламенными методами требует в дальнейшем механической обработки с целью обеспечения размеров изделия в заданных границах полей допусков, что приводит к значительному повышению себестоимости изготовления инструмента. Для упрочнения длиномерного режущего инструмента ионно-плазменным методом разработаны различные установки, которые, однако, узкоспециализированы, имеют значительные габариты и высокую стоимость [3]. Кроме того, в настоящее время широко распространены серийные установки с габаритами камеры, не позволяющими размещать в них длиномерный инструмент, в связи с чем актуальна модернизация таких установок с расширением спектра упрочняемых изделий.

Целью работы является повышение износостойкости длиномерных протяжек и модернизация установок ионно-плазменного напыления с размером камеры меньше размера упрочняемого изделия на примере установки ННВ-6.6-И1.

Для осуществления возможности ионно-плазменного упрочнения длиномерных протяжек (с учетом того, что их хвостовики не требуют упрочнения, и следовательно могут находиться вне зоны действия плазменных потоков) в установке ННВ-6.6-И1 предложены 2 конструкции вакуумной камеры и оснастки.

На рисунке 1 представлена схема модернизации камеры с вертикальным расположением упрочняемого изделия, которая состоит из удлиняющих цилиндров 1 и 11, направляющих 2 и 12, зажимов 4,9, креплений 3 и 10, кольца 5, вала 14 и диска 15.

Направляющие выполнены из тефлона для изоляции деталей от корпуса вакуумной камеры установки. Вакуумная камера имеет удлиненную конструкцию благодаря нижнему и верхнему цилиндрам, которые герметично крепятся к корпусу. Рабочий ход инструмента определяется углом наклона кольца, а вращение изделия и его перемещение по вертикальной оси осуществляется за счет передачи движения от вала к кольцу, что обеспечивает упрочнение всей режущей части по длине.

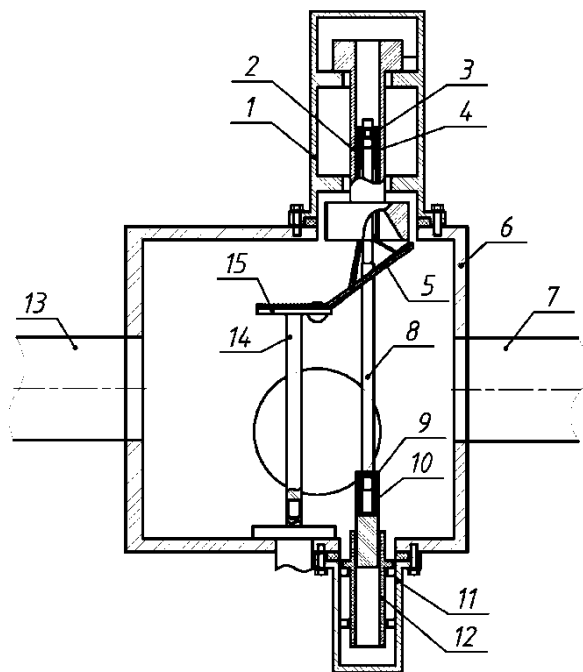


Рисунок 1. Предлагаемая схема модернизации камеры установки ННВ-6.6-И1 с вертикальным расположением упрочняемого изделия (вид спереди): 1, 11 — цилиндры; 2, 12 — направляющие; 3, 10 — крепления; 4, 9 — зажимы; 5 — кольцо; 6 — корпус вакуумной камеры; 7, 13 — катодные узлы; 8 — протяжка; 14 — вал; 15 — диск

Такая конструкция оснастки позволяет легко закреплять и жёстко фиксировать длинномерный режущий инструмент длиной до 900 мм в вертикальном положении. Кроме того, при нанесении покрытия на малогабаритные изделия удлиняющие цилиндры 1 и 11 заменяются крышками, что придает первоначальный вид установке. Однако, следует отметить, что данная конструкция требует значительной модернизации вакуумной камеры, что существенно усложняет ее практическую реализацию.

На рисунке 2 представлена предлагаемая схема модернизации установки ННВ-6.6-И1 с горизонтальным расположением упрочняемого изделия длиной до 1500 мм.

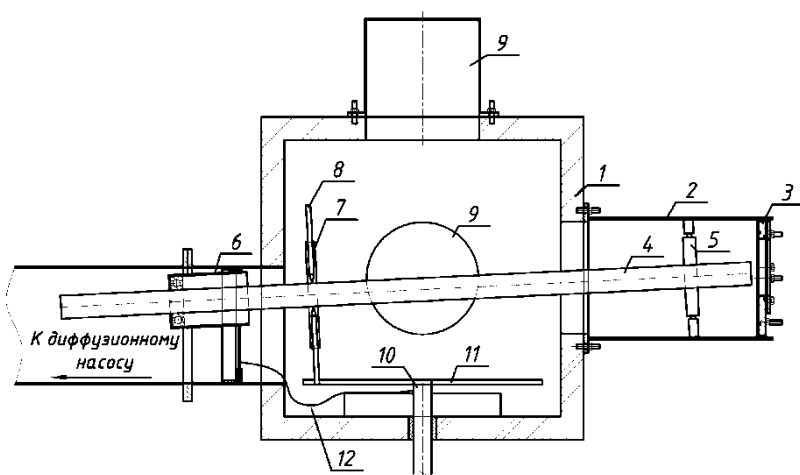


Рисунок 2. Предлагаемая схема модернизации установки ННВ-6.6-И1 с горизонтальным расположением упрочняемого изделия (вид сбоку): 1 — камера; 2 — удлиняющий цилиндр; 3 — фланец; 4 — упрочняемое изделие (протяжка); 5,6 — крепежные устройства; 7 — зажим; 8 — установочный винт; 9 — катодный узел; 10 — вал; 11 — механизм зацепления; 12 — токоподвод

На камеру 1 монтируется удлиняющий цилиндр 2, который герметизируется при помощи фланца 3 со смотровым окном. Упрочняемое изделие (протяжка) 4 устанавливается в камеру при помощи крепежных устройств 5 и 6 таким образом, что может свободно вращаться на подшипниках вдоль своей продольной оси.

На рабочую часть протяжки с помощью установочных винтов 8 устанавливается зажим 7. При вращении вала 10 механизм 11 входит в зацепление с установочными винтами 8, которые приводят во вращение упрочняемое изделие. При помощи изолированного токоподвода 12 напряжение от вала 10 передается на упрочняемое изделие. При нанесении покрытия на малогабаритные изделия удлиняющий цилиндр 2 может заменяться на катодный узел, что придает первоначальный вид установке.

Следует отметить, что в стандартной конфигурации установки ННВ-6.6-И1 боковые катодные узлы расположены на одной оси, и плазменные потоки сосредоточены в центре камеры, ось верхнего катодного узла смещена относительно центра камеры. С целью равномерного нанесения покрытия по всей длине режущей части был произведен разворот катодных узлов при помощи фланцев с переменной толщиной.

Для проверки работоспособности предлагаемой конструкции было проведено упрочнение протяжки длиной 1400 мм из быстрорежущей стали Р6М5 после закалки и низкого отпуска. Перед загрузкой в камеру изделия были промыты и обезжирены с помощью ацетона и высушены.

Перед нанесением покрытия предварительно азотировали рабочую поверхность инструмента на глубину 30—40 мкм, что способствует компенсации разницы тепло-физико-механических свойств материалов покрытия и инструмента и повышает твердость основы. После этого наносили чередующиеся твердые слои нитрида титана (TiN) толщиной 100 нм и пластичные слои металлического титана толщиной 20 нм. Время нанесения покрытия составило 1 час.

Металлографический анализ показал, что максимальная толщина покрытия составляет до 4 мкм на режущих зубьях (360—1000 мм от входа) и 1—2 мкм на калибрующих зубьях (1000—1028 мм от входа), что не превышает предел допуска точности (+0,03 мм для калибрующих зубьев).

Микротвердость покрытия составила 26—28 ГПа, испытания адгезионной прочности показали достаточную степень сцепления покрытия с основой. Результаты испытаний инструмента при протягивании стали 35 показали увеличение износостойкости в 2,9 раза, что делает целесообразным упрочнение длинномерного режущего инструмента.

Список литературы:

1. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Мельников П.А. Определение площади износа рабочей поверхности деталей машин и инструментов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2009. — № 1. — С. 17—23.
2. Бобровский Н.М., Мельников П.А., Бобровский И.Н., Ежелев А.В. Гиперпроизводительный способ обработки поверхностно-пластическим деформированием // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 5. — С. 67.
3. Гончаров В.С., Васильев Е.В. Упрочнение длинномерных протяжек в ионно-плазменных установках типа ННВ-6.6-И1 // Упрочняющие технологии и покрытия. — 2013. — № 6 (102). — С. 3—6.
4. Гончаров В.С., Мельников П.А., Попов А.Н., Васильев Е.В. Упрочнение лезвийного инструмента с созданием эффекта самозатачивания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2013. — Т. 15. — № 4-1. — С. 233—235.
5. Гончаров В.С., Мельников П.А., Попов А.Н., Васильев Е.В. Упрочняющее покрытие с эффектом самозатачивания // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2013. — № 1 (23). — С. 101—103.
6. Конструкционные материалы: Справочник / Под ред. Б.Н. Арзамасова. М.: Машиностроение, 1990. — 688 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГАЗОПЛАМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Гончаров Максим Витальевич

*старший преподаватель
Поволжского государственного университета сервиса,
РФ, г. Тольятти
E-mail: gvs777@gmail.com*

PERSPECTIVE GAS-FLAME COATINGS

Goncharov Maksim Vitalyevich

*senior teacher of Volga Region State University of Service,
Russia, Togliatty*

АННОТАЦИЯ

Разработана технология нанесения упрочняющего газопламенного покрытия на режущий инструмент с получением эффекта самозатачивания.

ABSTRACT

In this work a technology of hardening with creation of self-sharpening effect for blade tool was developed.

Ключевые слова: инструмент; газопламенное напыления; износостойкость; защитные покрытия; самозатачивание.

Keywords: tool; gas-flame spraying; wear-resistance; protective coatings; self-sharpening.

В связи с быстрым развитием техники и промышленности неуклонно возрастает потребность в новых материалах, обладающих повышенными физико-механическими свойствами. Частично могут решить эту задачу высоколегированные стали, сплавы и композитные материалы, однако из-за их ограниченного производства и высокой стоимости в настоящее время широко применяются углеродистые и малолегированные стали. Они имеют более низкие эксплуатационные характеристики, вследствие чего потери металла из-за коррозии и износа составляют до 25 % их годового производства, при этом экономические потери в промышленно развитых странах достигают 2—4 % валового национального продукта [7].

Эксплуатационные свойства изделий в значительной мере определяются финишными операциями обработки, так как именно при финишной обработке окончательно формируются механические и физико-механические свойства рабочих изделия. Для повышения эксплуатационных свойств рабочих поверхностей деталей, работающих в условиях трения на износ, известны методы поверхностного пластического деформирования [2] или нанесения высокоэффективных защитных покрытий [4]. Следует отметить, что по многим параметрам покрытия превосходят высоколегированные сплавы при значительно меньшей стоимости, что делает их применение экономически целесообразным. Покрытия находят все большее применение в поверхностной модификации материалов и позволяют получать комплекс таких особых свойств, как коррозионная стойкость, жаро- и теплостойкость, твердость и износостойкость [3, 8].

В последние годы одним из перспективных направлений развития режущего инструмента является применение технических решений, направленных на создания эффекта самозатачивания

инструмента в процессе эксплуатации. Наиболее полно эффект самозатачивания присутствует в случае таких режущих органов, как лемех плуга, лапы культиваторов и т. д., как правило, работающих с высокотвердой средой, либо в паре с более твердой противорежущей пластиной [1].

Цель работы — повышение износостойкости режущего инструмента с созданием эффекта самозатачивания.

Одним из перспективных методов повышения износостойкости с получением эффекта самозатачивания является газопламенное напыление [5, 6]. По заданию АПК ОАО «Подстепкинское» было произведено упрочнение опытной партии лемехов плугов из стали 45 после закалки с последующим отпускком до HRC 45 по следующей технологии:

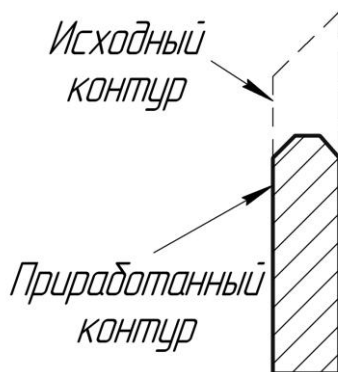
1. Струйно-абразивная обработка поверхности с целью ее активации и придания нужной шероховатости.

2. Газопламенное напыление самофлюсующегося порошка H70X17C4P4.

3. Локальное оплавление покрытия.

Толщина напыленного покрытия составляет 800—1000 мкм, твердость поверхности: 62-65 HRC.

На рисунке 1 и 2 представлены иллюстрации механизма самозатачивания режущего инструмента с газопламенным упрочняющим покрытием.



**Рисунок 1. Лезвие инструмента без эффекта самозатачивания.
Наблюдается затупление режущей кромки**

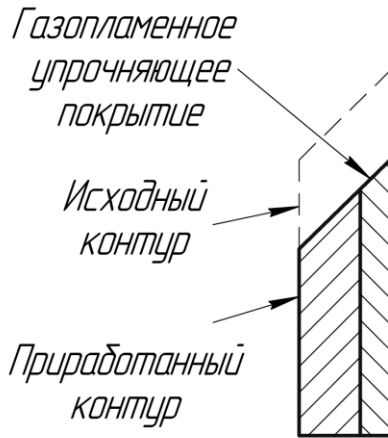


Рисунок 2. Лезвие инструмента с эффектом самозатачивания. Наблюдается сохранение остроты режущей кромки

Проведенный металлографический анализ показал, что покрытие имеет слоистую арочную структуру, четко выражена адгезионная граница и просматриваются тонкие когезионные границы слоев (рис. 3).



Рисунок 3. Хромовое покрытие, нанесенное газопламенным способом на стальной образец. Увеличение x400

После 120 Га наработки инструмента было установлено повышение износостойкости в 2,7 раза (рис. 4, 5), увеличение времени между заточкой режущей кромки в 4,7 раза, из чего можно сделать вывод об эффективности предлагаемой технологии.



Рисунок 4. Внешний вид лемеха плуга без защитного покрытия после 120 Га наработки. Износ 8,4 мм, затупление режущей кромки



Рисунок 5. Внешний вид лемеха плуга с защитным покрытием после 120 Га наработки. Износа 3,1 мм, отсутствие затупления режущей кромки

Разработанная технология обеспечивает получение защитного износостойкого покрытия на поверхности режущей кромки лезвийного

инструмента с созданием эффекта самозатачивания. Промышленное внедрение технологии показало повышение износостойкости в 2,7 раза и увеличение времени между заточкой режущей кромки в 4,7 раза, что обеспечивает ее экономическую эффективность. Результаты работы могут быть использованы в машиностроении, пищевой и текстильной промышленности, а также в агропромышленном комплексе.

Список литературы:

1. Баряин А.Г. Самозатачивание ножей режущих механизмов из слоистых материалов // Новые перспективные материалы и технологии их получения 2004: Сб. науч. тр. международной конференции. В 2-х т. Том 2. Слоистые композиционные материалы. / Волгоград. гос. техн. ун-т, Волгоград, 2004., — С. 56—57.
2. Бобровский Н.М., Мельников П.А., Бобровский И.Н., Ежелев А.В. Гиперпроизводительный способ обработки поверхностно-пластическим деформированием // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 5. — С. 67.
3. Газотермическое напыление композиционных порошков / А.Я. Кулик [и др.] Л.: Машиностроение, 1985. — 199 с.
4. Гончаров В.С., Васильев Е.В. Упрочнение длинномерных протяжек в ионно-плазменных установках типа ННВ-6.6-И1 // Упрочняющие технологии и покрытия. — 2013. — № 6 (102). — С. 3—6.
5. Гончаров В.С., Мельников П.А., Попов А.Н., Васильев Е.В. Упрочнение лезвийного инструмента с созданием эффекта самозатачивания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2013. — Т. 15. — № 4-1. — С. 233—235.
6. Гончаров В.С., Мельников П.А., Попов А.Н., Васильев Е.В. Упрочняющее покрытие с эффектом самозатачивания // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2013. — № 1 (23). — С. 101—103.
7. Конструкционные материалы: Справочник / Под ред. Б.Н. Арзамасова. М.: Машиностроение, 1990. — 688 с.
8. Поляк М.С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения. М.: Машиностроение, 1995. — 832 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЯЧИХ ТРЕЩИН В СТАЛЬНЫХ ОТЛИВКАХ

Ольховик Евгений Олегович

канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВПО «Государственный университет
морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»,*

РФ, г. Санкт-Петербург

E-mail: olhovick@gmail.com

SIMULATION OF TEMPERATURE CONDITIONS HOT CRACKING IN STEEL CASTINGS

Evgeniy Olkhovik

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Admiral Makarov
State University of Maritime and Inland Shipping,
Russia, Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены причины образования горячих трещин в фасонных стальных отливках имеющих геометрическую форму в виде тела вращения. Предложена математическая модель для расчета и анализа температурных условий затвердевания металла отливки, определяющая условия возникновения горячих трещин. Разработаны критерии для оценки тепловых условий направленности затвердевания и отвода тепла в литейную форму, позволяющие скорректировать литейную технологию для предупреждения образования дефектов.

ABSTRACT

In paper discusses the reasons for the formation of hot cracks in steel castings having shaped geometric shape in the form of a body of revolution. A mathematical model for the calculation and analysis of the temperature conditions of solidification of metal castings, determines the conditions of hot cracking. Developed criteria for evaluating thermal conditions directional solidification and heat dissipation into the mold, allowing correct casting technology for the prevention of defects.

Ключевые слова: горячие трещины; моделирование; стальные отливки; МКЭ.

Keywords: hot cracks; modeling; steel castings; FEM.

Введение. Горячие трещины в стальных фасонных отливках хорошо известная и актуальная проблема для заготовительного производства. Усадочные деформации затвердевающей стали серьезно отличаются от температурных деформаций большинства металлов, в отливке развиваются начальные напряжения сразу при ее кристаллизации в форме. Задачи анализа развития термических усадочных напряжений затвердевающей отливки включает в себя особенности, которые обычно отсутствуют при раздельном расчете температурного поля или развития напряжений, и описаны нами в работе [4]. Из-за сложности и практических трудностей экспериментов с изучением процесса затвердевания фасонных отливок в литературе имеется лишь ограниченное число экспериментальных исследований температурных условий затвердевания, что затрудняет построение физической и математической модели формирования горячих трещин. В данной работе предлагается методика для оценки температурных условий затвердевания, влияющих на образование дефектов для заготовок арматуры нефтегазовой промышленности. Корпусные отливки дисковых поворотных затворов (рис. 1) имеют большой внешний диаметр по сравнению с толщинами стенок детали. Такая конструкция всегда является проблемой для литейщиков, поскольку для обеспечения качества необходимо применять сразу весь комплекс технологических приемов, куда входят следующие задачи: доработка конструкции детали (введение противоусадочных ребер, технологических напусков, перемычек и пр.); разработка технологических средств для создания объемного или направленного затвердевания металла отливки; разработка специальной модельной и технологической оснастки, методов для обеспечения необходимой податливости материалов литейной формы и стержней.

Даже применение технологии вакуум-пленочной формовки (наиболее безопасной с точки зрения появления горячих трещин) не всегда решает проблему. Подпитка отливки жидким металлом происходит через прибыли непосредственно во фланец корпуса, а для качественного улучшения подпитки конструктивно делаются специальные утолщения. Таким образом, стенки отливки затвердевают достаточно быстро из-за малого поперечного сечения, а фланец долго находится в сильно разогретом состоянии под термическим воздей-

ствием прибыли, скорости затвердевания металла могут отличаться в несколько раз для стенки и фланцев.

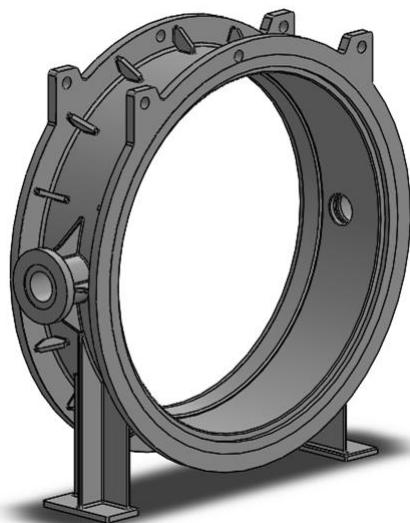


Рисунок 1. Корпус дискового поворотного затвора с проходным сечением 800 мм

Методы исследования. Сильный температурный градиент в затвердевающей стальной отливке корпуса с одной стороны выгоден для создания объемного или направленного затвердевания, но с другой стороны наличие нескольких центров кристаллизации является источником их конкуренции, и при реализации затрудненной усадки металла формируется промежуточная зона, усадка которой недостаточно компенсируется жидким металлом. Такая зона представлена на рис. 2., при снижении температуры металла ниже точки солидуса, он теряет свою пластичность, но еще не набирает достаточной прочности, и за счет неравномерной усадки между областями фланца и стенки корпуса происходит горячий разрыв.

Рассматривая реальное макростроение (рис. 2.) горячей трещины в стенке отливки (сталь 15 Л), четко наблюдается наличие трещины между зоной столбчатых дендритов и областью равноосных кристаллов, последняя была сильно разогрета в результате подпитки из прибыли, стенка отливки с столбчатыми дендритами имеет меньшее сечение и охлаждается более интенсивно со стороны формы и стержня.

Разработка расчетной модели. Для прогнозирования образования горячих трещин разработаны методики численного моделирования, которые воспроизводят весь тепловой процесс затвердевания металла отливки. Входной информацией является геометрическая модель отливки, формы и стержней, выполненная в виде совместной сборки. Далее генерируется сетка конечных элементов в форме тетраэдров, для такой операции может использоваться любой доступный генератор КЭ.

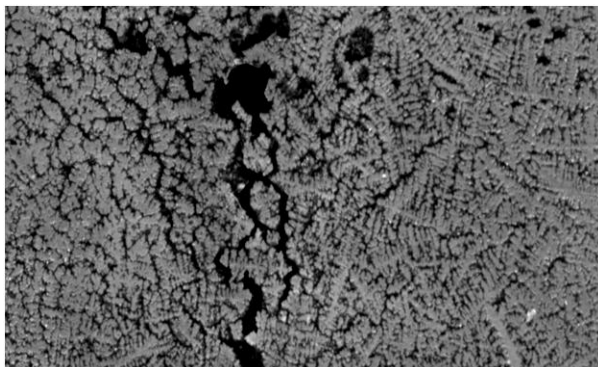


Рисунок 2. Макростроение горячей трещины в отливке корпуса дискового затвора (расположение трещины — радиусный переход проходного сечения к фланцу)

Стандартные методы расчета задач теплопроводности не могут быть использованы для моделирования затвердевания металла отливки в форме, поскольку при этом не учитывается ряд происходящих физических процессов, например фазовый переход или выделение скрытой теплоты кристаллизации.

Для компьютерной реализации расчета остывания отливки в форме была разработана специальная методика расчета, в которой уравнение теплового баланса для каждого i -го элемента разбиения сетки имеет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^m k_{i,j}^n (T_i^n - T_j^n) F_{ij} \Delta\tau = C_i G_i (T_i^n - T_j^n), \quad (1)$$

где: k — коэффициент теплопередачи между элементами i и j ;
 m — количество неадиабатных граней элемента ($m=4$);
 F — площадь контакта между элементами i и j ;
 C_i и G_i — удельная теплоемкость материала элемента и его масса;
 $\Delta\tau$ — временной шаг;

n — временной индекс.

На контакте элемента i с элементом j коэффициент теплопередачи определяется по формуле: $k_{i,j} = 1/(L_i/\lambda_i + L_j/\lambda_j)$, где L — расстояние от центра «тяжести» “ i ” — элемента (с коэффициентом теплопроводности λ) до соседнего элемента по направлению движения теплового потока. Предварительно все элементы сетки КЭ индексируются (по принадлежности к материалам и по типу граничных условий теплопередачи), что позволяет по мере расчетов изменять параметры теплопроводности, теплоемкости и др. свойства. Для определения теплофизических свойств материалов, участвующих в теплопередаче используются их температурные зависимости, которые хранятся в виде линейно-кусочных зависимостей в специальной базе данных. В результате расчетов формируются температурные поля в металле, форме и стержне на каждом шаге по времени. В качестве модели кристаллизации используется модель Шейли с поправкой на неравновесность процесса кристаллизации, и также позволяющая более точно учитывать выделение скрытой теплоты кристаллизации. Расчет скорости затвердевания рассчитывался как соотношение полного времени затвердевания элемента (i)

$$V_i = \frac{T_{liq} - T_{sol}}{\tau_i} \left[\frac{^{\circ}C}{сек} \right].$$

Как только температура металла снизилась ниже температуры ликвидуса сплава, возникают условия для образования твердой фазы, в соответствии с диаграммой состояния. Начинается процесс кристаллизации и твердая фаза — g_s занимает некоторую фракцию $0 < g_s < 1$ от объема металла, которая постепенно увеличивается с продвижением фронта затвердевания. Для условного «равновесного» состояния затвердевание заканчивается достижением температуры солидуса и полным отверждением металла $g_s = 1$. Для случая равновесной кристаллизации, этот диапазон зависит от состава сплава и наклона линии ликвидуса на диаграмме состояния. Развитие процесса равновесной кристаллизации — $g_s(T)$ описывается известным правилом рычага. Но в реальных условиях температурный диапазон затвердевания металла будет также зависеть

$$\text{от неравновесного фактора — } g_s = 1 - \left(\frac{T_f - T_{liq}}{T_f - T} \right)^{\frac{1}{1-k}}, \text{ прежде всего}$$

связанного с локальной скоростью затвердевания, которая для фасонной отливки будет иметь сложное градиентное распределение.

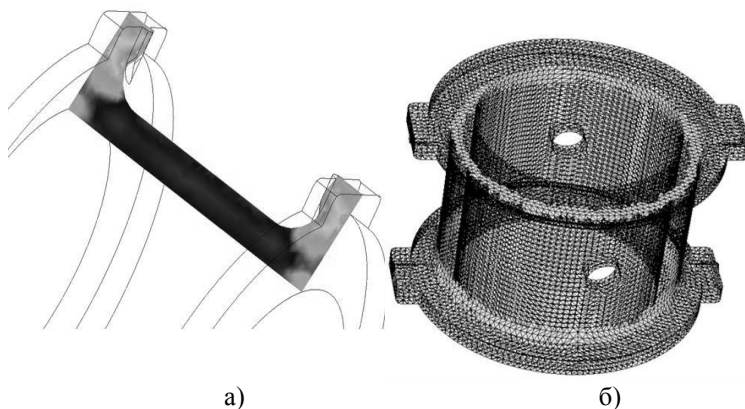


Рисунок 3. Температурный градиент в сечении затвердевающей отливки — а) и расчетная область по критерию опасности образования горячих трещин — б)

Анализ полученных результатов. Наличие мощного градиента скоростей охлаждения металла приводит к ситуации, когда одна локальная область отливки полностью затвердела (проходное сечение корпуса дискового затвора), при этом успев реализовать собственную усадку за счет еще податливого жидкого участка. Зона отливки с невысокой скоростью охлаждения уже не может свободно реализовать усадку без силовых последствий. Наличие участка, находящегося в промежуточной области между зоной быстрого и медленного затвердевания является опасной в аспекте образования горячих трещин. Различия в скоростях охлаждения, а значит и в темпах затвердевания в свою очередь серьезно определяют степень подпитки жидким металлом различных локальных зон отливки. Такое различие в скоростях затвердевания может быть критическим с точки зрения формирования термической усадки металла, которая при сильном градиенте приведет к горячему разрыву в области перехода от одной локальной зоны к другой. Для отливки корпуса поворотного затвора была выявлена опасная зона на тепловой градиентной границе (рис. 3(б), выделена цветом), что соответствует практике, горячие трещины обычно поражают такие отливки насквозь на радиусном переходе от цилиндра к фланцу.

Анализ термических деформаций, рассчитанных по данным нестационарных температурных полей, вызывает ряд осложнений для понимания механизма затрудненной усадки металла [3]. Несжимаемая природа пластической деформации создает ограничение в каждом элементе сетки КЭ. Когда число ограничений, возникающих из-за несжимаемости, превосходит число степеней свободы, имеет место блокировка, так как отсутствует возможное решение для данного случая. Решением может быть сокращенный порядок расчетных итераций для гидравлических компонентов напряжения (шаровый тензор), что может привести к неадекватным результатам. Связанный с этим эффект вытекает из порядка полей термического напряжения внутри элементов сетки КЭ. Если узловые температуры интерполируются для получения значения температуры в самом элементе, они используются для определения термических напряжений, поле термического напряжения имеет тот же порядок, как и поле перемещений в элементе. Полная деформация, рассчитанная из частных производных перемещений, на порядок ниже. Эта несовместимость также может привести к проблемам при решении. Необходимость избегать полей несовместимых деформаций хорошо известна, а в нашем случае мы всегда имеем в рамках расчета набор материалов с различными и изменяющимися во времени упругими свойствами и в случае поверхностного учета таких особенностей могут возникнуть значительные ошибки. Несомненно, что основой для анализа напряженно-деформированного состояния металла отливок в период образования горячих трещин является информация о формировании температурных полей, однако решение задачи развития напряжений и деформаций требует специального подхода, основанного на силовой механической модели взаимодействия металла затвердевающей отливки с формой, предложенной нами в работе [2].

Выводы. Итоговый критерий для оценки опасности образования горячих трещин можно сформулировать следующим образом — наличие областей в отливке содержащих несколько несвязанных термических центров, а также присутствие сильного градиента скоростей охлаждения. Под таким градиентом можно рассматривать разницу в скоростях затвердевания на расстоянии не менее двух минимальных толщин стенок отливки или наличие двух или более термических центров с разницей скорости охлаждения в $30\div 50^\circ\text{C}/\text{сек}$.

Для предупреждения образования горячих трещин, возможно еще на этапе технологического проектирования провести

моделирование затвердевания и внести соответствующие поправки в литейную технологию.

Список литературы:

1. Десницкий В.В., Ольховик Е.О., Молчанюк Р.А. Исследование деформационно-прочностных характеристик материалов формы при затвердевании металла // Заготовительные производства в машиностроении — № 1, — 2007 г., — с. 16—18.
2. Десницкая Л.В., Ольховик Е.О., Пирайнен В.Ю. и др. Проблемы моделирования литейных процессов // Литейное производство — 2010 г., — № 8, — с. 25—28.
3. Ольховик Е.О., Десницкий В.В. Разработка механической концепции образования горячих трещин в стальных отливках // Литейщик России — 2007 г., — № 11, — с. 21—25.
4. Ольховик Е.О., Желателева Р.В., Матвеев И.А., Молчанюк Р.А. Экспериментальное исследование развития затрудненной усадки в стальных отливках // Литейщик России. — 2006 г. — № 5 — с. 38—40.

СЕКЦИЯ 5.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОФУРГОНАМ

Смирнова Ольга Александровна

*канд. техн. наук, доц. ИСО и П (филиал) ДГТУ,
РФ, г. Ростов-на-Дону
E-mail: smir_nova@inbox.ru*

Ващинская Инна Владимировна

*аспирант ИСО и П (филиал) ДГТУ,
РФ, г. Ростов-на-Дону
E-mail: inna_vash@mail.ru*

ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE PRODUCTION REQUIREMENTS TO MOTOR VANS

Smirnova Olga

*candidate of Technical Sciences, associate professor SIBI (branch) DSAS,
Russia, Rostov-on-Don*

Vashchinskaya Inna

*graduate student SIBI (branch) DSAS,
Russia, Rostov-on-Don*

АННОТАЦИЯ

Развитие караванинга формирует производство соответствующих транспортных средств: трейлеров, автодомов, автодач и автофургонов. Отсутствие нормативной базы в проектировании, а также ограничения в использовании данных транспортных средств, являются сдерживающими факторами развития и популяризации автотуризма в России.

В данной статье представлен комплекс основных конструктивно-технологических требований к внутреннему оснащению жилого модуля автофургонов.

ABSTRACT

Development of a karavaning forms production of the corresponding vehicles: trailers, autohouses, autodachas and motor vans. Lack of regulatory base in design, and also restrictions in use of these vehicles, are limiting factors of development and trailering promoting in Russia. The complex of the main constructive production requirements is presented in this article to internal equipment of the inhabited module of motor vans.

Ключевые слова: автофургоны; энергоресурсы; хронометраж; конструктивно-технологические требования.

Keywords: motor vans energy resources timing constructive production requirements.

Производство автофургонов мелкосерийным типом определяет необходимость производства конкурентоспособной продукции, как по техническим, так и по стоимостным характеристикам. Современное производство автофургонов для отдыха и туристической сферы направлено на индивидуализацию изделий с учетом требований потребителя. Отсутствие нормативной базы для конструктивно-технологического оснащения подобных автофургонов требует детального изучения законодательства в смежных отраслях. Проведенная аналитическая работа [2—6] позволяет выявить следующие санитарно-эпидемиологические требования, которым должны соответствовать автофургоны:

1. Требования к отоплению, вентиляции, микроклимату и воздушной среде.

Системы отопления и вентиляции должны обеспечивать оптимальные и допустимые параметры микроклимата с учетом сезонности использования автофургона. Так, в холодное время года оптимальной температурой воздуха внутри фургона следует считать 20—22 °С, в теплый период года — 22—25 °С. Естественная вентиляция должна осуществляться через форточки, вентиляционные каналы, специальные отверстия в вентиляционных створках. Вытяжные отверстия должны предусматриваться в ваннных и кухонных зонах автофургонов.

2. Требования к естественному и искусственному освещению и инсоляции.

Автофургон должен иметь непосредственное естественное освещение. Коэффициент естественной освещенности в жилой зоне должен быть не менее 0,5 % в середине помещения.

3. Требования к уровню электрических и электромагнитных полей.

Интенсивность электромагнитного излучения радиочастотного диапазона в автофургонах от стационарных передающих радиотехнических объектов, не должна превышать значения, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

**Допустимые уровни электромагнитного излучения
радиочастотного диапазона в жилых помещениях**

Объект	Предельно допустимые уровни в диапазонах частот				
	30— 300 кГц	0,3— 3 МГц	3— 30 МГц	30—300 МГц	300 МГц— 300 ГГц
	В/м	В/м	В/м	В/м	мкВт/см ²
Автофургоны	25,0	15,0	10,0	3,0	10; 100,0*

* Для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора с частотой вращения диаграммы направленности не более 1 Гц и скважностью вращения не менее 20

4. Требования к строительным материалам и внутренней отделке автофургонов.

Применяемые строительные и отделочные материалы, а также материалы, используемые для изготовления встроенной мебели, должны быть разрешены к применению органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы. При этом, уровень напряженности электростатического поля на поверхности строительных и отделочных материалов не должен превышать 15 кВ/м (при относительной влажности воздуха 30—60 %). Дозовые пределы величины интенсивности ионизирующего излучения, связанного с радиоактивностью строительных материалов, для проживающих не должен превышать 1 мЗв в год в среднем за 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

5. Требования к инженерному оборудованию.

Автофургон для туристических целей должен предусматривать питьевое водоснабжение и систему водоотведения. При этом, в системах питьевого и горячего водоснабжения должны применяться трубы и иное оборудование, контактирующее с водой, выполненные

из материалов, разрешенных органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы [1].

Эксплуатационные характеристики применяемого оборудования в автофургоне определяются хронометражем использования энерго-ресурсов: воды и электричества, представленного на рисунках 1—2.

Расход воды	Время, часы												Температура воды	Температура, °С																																	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24		20	40	60	80	100																													
Приготовление пищи					■						■						■						■	Приготовление пищи																							
Умывание и мытье рук												■													Умывание и мытье рук	■	■	■																			
Мытье посуды																								Мытье посуды		■	■																				
Душ					■																			Душ																							
Стирка																								Стирка																							
Уборка и санитарная обработка																								Уборка и санитарная обработка	■	■	■																				

Рисунок 1. Хронометраж использования воды

Расход электро энергии	Время, часы											
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
Хранение пищи	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Освещение помещения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Кондиционирование	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Отопление	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Утюг									■			
Электрический чайник												
Стиральная машина												
Электродуховка												
Телевизор												
Зарядка телефона	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Зарядка ноутбука	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Рисунок 2. Хронометраж использования электроэнергии

Разработанные требования и хронометраж использования энергоресурсов представляет собой базис для разработки и внедрения современных ресурсосберегающих технологий с использованием источников альтернативной энергетики [1, 7].

Список литературы:

1. Бринк И.Ю. и др. Формирование рынка в сфере возобновляемых источников энергии, организационный аспект И.Ю. Бринк А.Ю. Сироткин И.С. Кононенко О.А. Смирнова// Управление экономическими системами. Ресурс доступа [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://uecs.ru/regionalnaya-ekonomika/item/2285-2013-08-16-09-26-44> Дата обращения 18.08.2013 г.
2. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.2.1002-00. Дата введения 1.07.2001 г.
3. СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».
4. СН 2605-82 «Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки».
5. СН 4723-88 «Санитарные правила устройства и эксплуатации системы централизованного горячего водо26. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха».
6. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха».
7. Смирнова О.А. и др. Аспекты внедрения высокотехнологичного оборудования в сферу туриндустрии [текст] О.А. Смирнова, Н.В. Рыбалка // Наука третьего тысячелетия: сборник Международной научно-практической конференции. 14—15 ноября 2013 г., Уфа: в 2-х частях. Ч.2/отв. Ред. А.А. Сукиасян. Уфа: РИЦ БашГУ, 20013. — 268 с. — С. 88—90.

СЕКЦИЯ 6.
ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНЦЕНТРАЦИИ
ВНОСИМОЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ
МОРСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В СОСТАВ
РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

Лях Владимир Алексеевич

аспирант, ассистент

Дальневосточного федерального университета, Школы биомедицины,

РФ, г. Владивосток

E-mail: lyah_v@bk.ru

Смертина Елена Семеновна

канд. техн. наук, доцент Дальневосточного федерального
университета, Школа экономики и менеджмента,

РФ, г. Владивосток

E-mail: smertina-lena@mail.ru

Федянина Людмила Николаевна

д-р мед. наук, профессор

Дальневосточного федерального университета, Школа биомедицины,

РФ, г. Владивосток

E-mail: fedyanina52@mail.ru

Рочин Егор Олегович

студент Дальневосточного федерального университета,
Школа экономики и менеджмента,

РФ, г. Владивосток

E-mail: egorrochin@mail.ru

**RATIONALE FOR SELECTION
OF CONCENTRATION INTRODUCED BIOLOGICALLY
ACTIVE ADDITIVE OF MARINE ORIGIN
IN TO THE RECIPE OF BAKERY PRODUCTS
ON THE BASIS OF RESULTS
OF ORGANOLEPTIC EVALUATION**

Vladimir Lyakh

*postgraduate student, assistant
of Far East Federal University School of Biomedicine,
Russia, Vladivostok*

Elena Smertina

*candidate technical, Associate Professor
of Far East Federal University School of Economics and Management,
Russia, Vladivostok*

Lydmila Fedyanina

*doctor of Medical Sciences, Professor
of Far East Federal University School of Biomedicine,
Russia, Vladivostok*

Egor Rochin

*studentt
of Far East Federal University School of Economics and Management,
Russia, Vladivostok*

АННОТАЦИЯ

Целью работы явилась разработка хлебобулочных изделий функциональной направленности с применением биологически активной добавки к пище «Фуколам». Изучено влияние на органолептические показатели качества готовых изделий, определена оптимальная концентрация вносимой биологически активной добавки, получены хлебобулочные изделия с заданными свойствами.

ABSTRACT

The purpose of the work was to develop bakery products functional orientation with using a biologically active food supplement "Fukolam". Were studied the influence on the organoleptic quality of the finished product, determined the optimum concentration introduced biologically active additive, prepared bakery products with desired properties.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия; бурые водоросли; функциональная направленность.

Keywords: bakery; brown algae; functional orientation

В настоящее время одним из перспективных направлений в развитии производства продуктов функционального питания является создание хлебобулочных изделий профилактической и лечебно-профилактической направленности, как важнейших пищевых продуктов повседневного и повсеместного спроса.

Обеспечение лечебно-профилактических свойств хлебобулочных изделий осуществляется введением в рецептуру различных функциональных пищевых ингредиентов, в том числе биологически активных добавок (БАД) к пище.

БАД «Фуколам» разработан учеными Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН, на основе полисахаридов морских водорослей (фукоидана), разрешен к применению в качестве источника полисахаридов и растворимых пищевых волокон [3—6]. Эффективность и целесообразность регулярного употребления фуколама и продуктов на его основе в пищу доказана многочисленными медико-биологическими исследованиями [3—6].

На базе Дальневосточного федерального университета был разработан хлеб функционального назначения с использованием БАД к пище «Фуколам» и изучено влияние добавки (в разных концентрациях) на хлебопекарные свойства пшеничной муки и товароведные характеристики хлеба.

Целью нашей работы явилось обоснование выбора оптимальной концентрации вносимой БАД «Фуколам» по результатам органолептической оценки качества готовых изделий.

Для проведения исследований, в лабораторных условиях были выпечены три варианта опытных образцов хлеба пшеничного с содержанием БАД «Фуколам» 0,05; 0,1 и 0,15 % от массы пшеничной муки, и контрольный образец хлеба (без содержания БАД «Фуколам»). Концентрацию биологически активной добавки «Фуколам» рассчитывали в зависимости от степени удовлетворения суточной потребности в БАД, рекомендуемой разработчиками. Три варианта изделий с различными концентрациями БАД «Фуколам» были выбраны для определения оптимальной концентрации вносимой добавки.

Тесто готовили ускоренным безопасным способом. Подготовку сырья к производству производили согласно технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий [2].

Из литературных источников известно, что при хранении приятный сильно выраженный аромат свежее испеченного хлеба

постепенно ослабевает. Это объясняется испарением части летучих веществ, продолжающейся диффузией некоторых компонентов аромата из корки в мякиш и их адсорбцией на крахмале и белке, т. е. переходом части ароматических веществ в связанное состояние, а также окислением некоторых альдегидов. При длительном хранении хлеб приобретает специфические вкус и запах черствого (лежалого) хлеба. Это может быть обусловлено образованием и накоплением в хлебе продуктов реакции меланоидинообразования, замедленно происходящей при хранении хлеба [1].

Наблюдение за изделиями показало, что в процессе хранения постепенно ухудшались вкус и аромат, хлеб становился более жестким, а мякиш менее эластичным. Однако интенсивность этих процессов в образцах была различной. Результаты органолептической оценки качества образцов хлеба через 3 часа после выпечки представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Органолептические показатели качества хлеба с добавлением БАД «Фуколам» в разных концентрациях через 3 ч после выпечки

Показатель	Контрольный образец (без добавки)	Опытные образцы		
		Содержание БАД «Фуколам», % от массы пшеничной муки		
		0,05	0,1	0,15
Внешний вид: форма	Круглая, слегка расплывчатая	Круглая, правильная	Круглая, слегка расплывчатая, больший объем	Круглая, правильная
поверхность	Слабовыпуклая, неровная, без крупных трещин, глянцева	Средневыпуклая, ровная, без трещин, глянцевая.	Выпуклая, гладкая без трещин, глянцевая	Выпуклая, гладкая с трещинами, не глянцевая
окраска корки	Достаточно равномерная, коричневая	Равномерная, золотисто-коричневая	Равномерная, золотисто-коричневая	Равномерная, золотисто-коричневая
Состояние мякиша: пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь	Пропеченный, не влажный на ощупь	Пропеченный, не влажный на ощупь	Пропеченный, не влажный на ощупь
промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
пористость	Мелкая, тонкостенная, неравномерная	Мелкая, тонкостенная, слегка неравномерная	Мелкая, тонкостенная, равномерная	Мелкая, тонкостенная, равномерная

цвет мякиша	Белый с сероватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком
Запах	Приятный, специфический для пшеничного хлеба, интенсивно выраженный, без посторонних запахов	Приятный, специфический для пшеничного хлеба, интенсивно выраженный, без посторонних запахов	Приятный, специфический для пшеничного хлеба, интенсивно выраженный, без посторонних запахов	Приятный, специфический для пшеничного хлеба, интенсивно выраженный, без посторонних запахов
Вкус	Приятный специфический для пшеничного хлеба, без посторонних привкусов. При разжевывании достаточно нежное ощущение во рту	Приятный специфический для пшеничного хлеба, без посторонних привкусов. При разжевывании достаточно нежное ощущение во рту	Приятный специфический для пшеничного хлеба, без посторонних привкусов. При разжевывании нежное ощущение во рту	Приятный специфический для пшеничного хлеба, без посторонних привкусов. При разжевывании нежное ощущение во рту

У всех исследуемых образцов и у контроля корка глянцевая (блестящая), хрупкая, гладкая, кроме образца с концентрацией БАД 0,15 %. У данного образца поверхность покрыта незначительными трещинами.

Добавление БАД «Фуколам» в хлеб оказало положительное влияние на эластичность его мякиша. Мякиш образца с минимальным содержанием добавки — эластичный, после легкого надавливания хорошо восстанавливал свою первоначальную форму. Хлеб с содержанием БАД «Фуколам» в количестве 0,1 % и 0,05 % быстрее всего восстанавливал свою первоначальную форму. Контроль по сравнению с опытными образцами менее эластичный, хотя после легкого надавливания мякиш достаточно хорошо восстанавливал первоначальную форму, но времени на восстановление затрачивалось несколько больше.

По показателю пористости как контрольный, так и опытные образцы имели мелкие тонкостенные поры. Присутствие добавки оказало положительный эффект на равномерность пор. В опытных образцах с содержанием БАД «Фуколам» в количестве 0,1 % и 0,05 % пористость равномерная, в образце с концентрацией БАД «Фуколам» 0,15 % наблюдалась легкая неравномерность пор. Контрольный образец имел неравномерную пористость.

При добавлении в хлеб биологически активной добавки, его вкус и аромат не изменялся. Во всех исследуемых образцах хлеба, как опытных, так и контрольных, наблюдался приятный вкус и запах, специфический соответствующий свежеспекечному пшеничному хлебу без добавок, интенсивно выраженный, без посторонних привкусов и запахов.

Добавление БАД «Фуколам» оказало благоприятное влияние на показатель мягкости мякиша хлеба. Наилучший результат наблюдался в хлебе с концентрацией 0,1 % БАД «Фуколам», его мякиш очень мягкий, при разжевывании возникало нежное ощущение во рту. В двух других опытных образцах при разжевывании обоих образцов мякиша возникало достаточно нежное ощущение во рту.

Наилучшими органолептическими показателями обладал образец хлеба с концентрацией БАД «Фуколам» 0,1 % от массы муки. Профиль органолептических показателей данного образца представлен на рисунке 1.

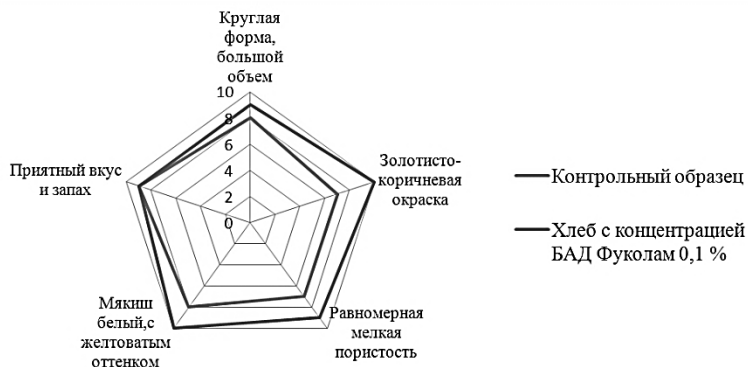


Рисунок 1. Профилограмма органолептических показателей образца хлеба с концентрацией БАД «Фуколам» 0,1 % в сравнении с контрольным образцом

Таким образом, через 3 часа после выпечки образцы хлеба с содержанием БАД «Фуколам» 0,05...0,15 % имели более выраженные органолептические показатели, чем контрольный. На данном этапе хранения, и контрольный, и опытные образцы с тремя вариантами концентрации БАД «Фуколам» соответствовали категории

свежести «очень свежий». Наилучшие органолептические показатели показал образец хлеба с добавлением биологически активной добавки в количестве 0,1 % от массы пшеничной муки.

Список литературы:

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. 9-е изд.; перераб. и доп. / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. СПб : Профессия, 2005. — 416 с.
2. Сборник рецептов и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания. М.: Пищепромиздат, 2004. — 252 с.
3. Смертина Е.С., Федянина Л.Н., Каленик Т.К., Карасева С.В., Плаксен Н.В., Хильченко, Н.С. Исследование адаптогенных свойств фуколама — функционального ингредиента из водорослей // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2010. — № 4. — С. 23—25.
4. Brownlee I.A., Allen A., Person J.P., Pettmar P.W., Havler M.E., Atherton M.R., Onsoyen E. Alginate as a source of dietary fiber // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2005. V. 45.
5. Ohshima T. Recovery and use of nutraceutical products from marine resources // Food technology. — 1998. — V. 52. — № 6.
6. Sagawa T.I.H., Kato I. Fucoidan as functional foodstuff. Structure and biological potency // Japan J. Phycol. (Sorui). 2003. V. 51.

СЕКЦИЯ 7.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С СИНХРОННОЙ РЕАКТИВНОЙ МАШИНОЙ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Журавлев Артем Михайлович

*аспирант кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок Южно-Уральского государственного университета,
РФ, г. Челябинск*

E-mail: 9191236713@mail.ru

Белоусов Евгений Викторович

*аспирант кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок Южно-Уральского государственного университета,
РФ, г. Челябинск*

Сычев Дмитрий Александрович

*аспирант кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок Южно-Уральского государственного университета,
РФ, г. Челябинск*

Кинас Станислав Игоревич

*аспирант кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок Южно-Уральского государственного университета,
РФ, г. Челябинск*

THE ENERGY EFFICIENT ELECTRIC DRIVE WITH THE FIELD REGULATED RELUCTANCE MACHINE

Zhuravlev Artem

*post-graduate student of the Electric Drive and Automation of Industrial-Scale Plant Department of South Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

Belousov Evgeniy

*post-graduate student of the Electric Drive and Automation of Industrial-Scale Plant Department of South Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

Sychev Dmitry

*post-graduate student of the Electric Drive and Automation of Industrial-Scale Plant Department of South Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

Kinas Stanislav

*post-graduate student of the Electric Drive and Automation of Industrial-Scale Plant Department of South Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена математическая модель электропривода с синхронным реактивным двигателем независимого возбуждения (СРДНВ). Модель состоит из нескольких блоков: электромеханического преобразователя, который описан методом конечных элементов, электрического преобразователя, представленного в виде непрерывных звеньев. Обращается внимание на допущения, принятые при синтезе обобщенной математической модели. Сопоставлены расчетные данные модели со значениями, полученными на основании традиционных электрических схем замещения.

ABSTRACT

The article presents the mathematical model of a field regulated reluctance machine (FRRM). The model consists of several parts: an electromechanical transducer that is described with the finite element technique, electric converter that is presented of continuous links. Attention directed to the assumptions used in the synthesis of generalized mathematical

model. Comparison of calculated data is obtained by the proposed model and the values is obtained by the traditional electric equivalent circuits.

Ключевые слова: математическая модель; электроприводы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения; метод конечных элементов.

Keywords: mathematical model; electric drives with field regulated reluctance machine; finite element technique.

Сегодня в силу высокого развития силовой полупроводниковой преобразовательной техники наиболее распространенным в промышленном применении является частотно регулируемый асинхронный электропривод. Однако современные технологии производства постоянно повышают требования по быстродействию, перегрузочной способности и надежности систем электроприводов. В этой связи уместно рассмотреть и другие варианты исполнения электромеханических преобразователей.

Лучше всего вышеуказанным требованиям отвечает синхронная реактивная машина независимого возбуждения СРМНВ (Field regulated reluctance machine). Применяя новые подходы к управлению приводом [8, с. 35], можно достичь существенных результатов. Так, компания АВВ сегодня выпускает линейку электроприводов с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения. По данным компании, инженерам удалось разработать привод, у которого масса-габаритные показатели на 40 % лучше по сравнению с АД. Кроме того, отсутствие обмоток на роторе СРМНВ улучшает энергетические показатели машины [9, с. 87].

Моделирование процессов в электроприводе с СРМНВ производилось нами в конечно-элементной системе ANSYS Maxwell. Отличительной особенностью данного продукта является возможность его работы в связке с программой ANSYS Simplorer, где моделируется силовая часть электропривода и система управления, что позволяет учитывать работу электрической машины от преобразователя частоты. Разработанная модель позволяет учесть также нелинейность кривой намагничивания стали, из которой выполнена машина, насыщение источников питания, краевые эффекты.

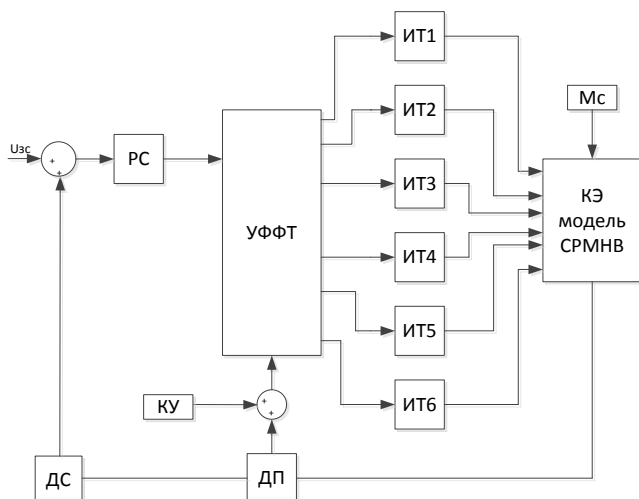


Рисунок 1. Функциональная схема модели Simplerer

Конечно-элементная модель электрической машины, разработанная в программном продукте ANSYS Maxwell интегрируется в модель системы управления, расчет обеих моделей происходит одновременно (рис. 1). Питание машины производится от шести независимых источников тока ИТ1...ИТ6, сигнал управления на которые приходит с узла формирования фазных токов УФФТ. Амплитуда этого сигнала зависит от выхода регулятора скорости РС, а частота переключения — от скорости вращения ротора, текущее положение которого фиксируется датчиком положения ДП. Кроме того, модель позволяет имитировать статическую нагрузку на валу и варьировать момент инерции ротора.

Синтез структуры управления в установившихся режимах сводится к оптимизации зоны коммутации тока посредством корректировки угла поворота ротора [1, с. 221]. Дело в том, что для обеспечения наилучших энергетических показателей, необходимо, чтобы машина работала на максимуме угловой характеристики [2, с. 50]. При увеличении скорости из-за инерционности источников тока этот максимум будет смещаться. Корректирующий угол подбирается таким образом, чтобы среднеквадратичный фазный ток за период был минимальным. На рис. 2 представлена математическая модель электропривода с СРМНВ в системе ANSYS Simplerer.

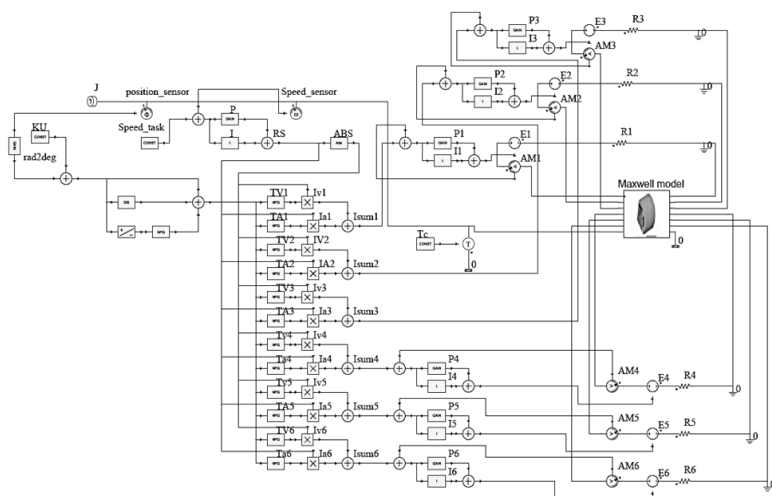


Рисунок 2. Математическая модель CPMHB в ANSYS Simplorer

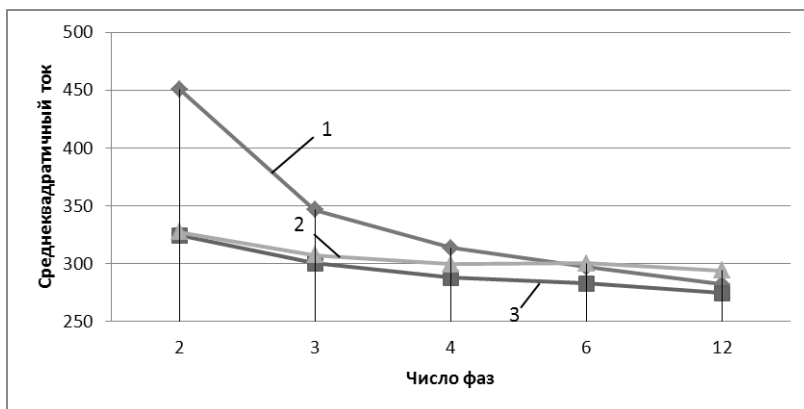


Рисунок 3. Сравнительный анализ форм фазного тока машины, где 1 — кривая для прямоугольной формы тока; 2 — кривая для синусоидальной формы тока; 3 — кривая для трапецидальной формы тока

Наилучшие энергетические показатели удалось получить в шестифазном электроприводе с трапецидальной формой фазного тока [3, с. 1305]. В этом случае при постоянстве момента статической

нагрузки привод потребляет наименьший ток из сети. На рис. 3 представлен сравнительный анализ различных форм фазного тока и различного числа фаз питания машины.

Наиболее приемлемым, с нашей точки зрения, является число фаз равное 6. При увеличении числа фаз схема значительно усложняется. При меньшем числе фаз увеличиваются коммутационные пульсации момента и нагрев машины. Переход к нетрадиционной форме фазного тока, возможность высокой перегрузочной способности машины, её количественная оценка также делают актуальным тепловой расчет электродвигателя.

Основным источником выделения тепла в СРМНВ являются обмотки с током, однако, следует учитывать добавочные потери на гистерезис и вихревые токи, обусловленные высшими гармониками МДС статора и зубцовыми пульсациями [7, с. 36]. Дополнительно нагрев происходит из-за механических потерь, например, трения в подшипниках двигателя.

Количественную оценку этих потерь можно получить в системе конечно-элементного анализа ANSYS. Преимуществом такого подхода является получение картины распределения тепла в машине, что позволяет выявить местный перегрев отдельных частей двигателя.

На первом этапе теплового исследования необходимо было верифицировать конечно-элементную модель. Для этого проводился следующий эксперимент. Ротор машины затормаживался, а по обмоткам пропускался гладкий постоянный ток, другими словами оценивались только активные потери. После расчета в конечно-элементной системе ANSYS Maxwell, эти потери экспортировались в тепловую конечно-элементную модель ANSYS Transient-thermal. В принятой математической модели учитывался лучистый и конвективный теплообмен между обмоткой и магнитопроводом.

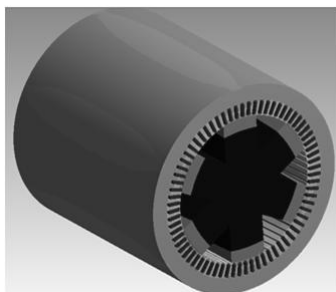


Рисунок 4. Трехмерная тепловая модель магнитопровода СРМНВ

На рис. 4 приведена трехмерная тепловая модель СРМНВ с учетом только активных потерь в меди. Как и ожидалось, наиболее горячей получается обмотка, которая выделяет тепло, по большей части в статор. Ротор же при этом нагревается гораздо меньше. Для корректности расчета результаты моделирования проверялись на лабораторном образце СРДНВ, выполненном в корпусе асинхронного двигателя 4А100Л4. На рис. 5 приведены результаты эксперимента.

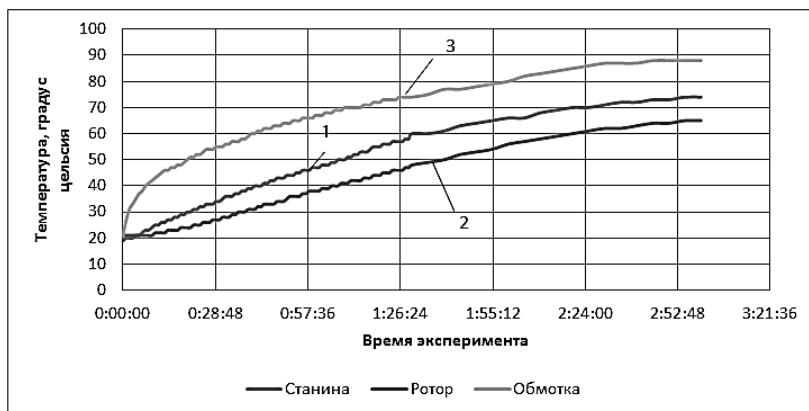


Рисунок 5. Результаты натурального эксперимента, где 1 — температура станины; 2 — температура ротора; 3 — температура обмотки

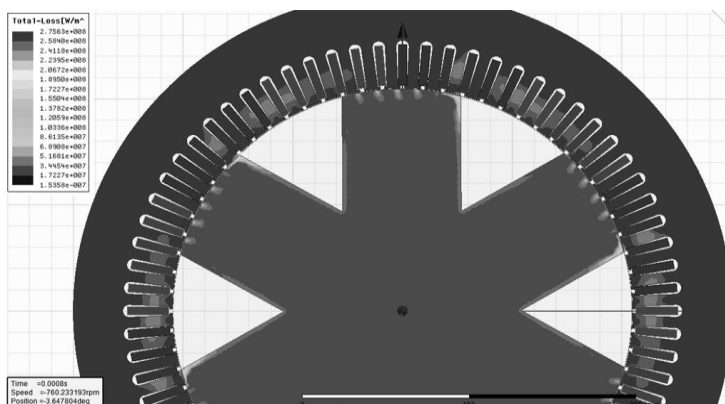


Рисунок 6. Распределение магнитных потерь в разрезе машины

При работе СРМНВ от преобразователя важно также учесть магнитные потери, вызванные коммутацией токов [11, с. 31]. Графически распределение потерь в разрезе двигателя, полученное в конечно-элементной модели машины (рис. 2), приведено на рис. 6.

Наибольшие потери выделяются в «набегающем» крае полюса за счет коммутации токов. Потери в зубцовой зоне обусловлены перемагничиванием [12, с. 43]. Важно отметить, что для получения корректных результатов моделирование необходимо производить с шагом порядка 1 мс [5, с. 115; 6, с. 120]. Постоянная времени нагрева машины при этом составляет не менее 2 часов (рис. 5). Наиболее точным решением в случае, когда нет необходимости учитывать самовентиляцию, является усреднение потерь за несколько периодов коммутации и их дальнейший экспорт в стационарную трехмерную тепловую модель [10, с. 108; 4, с. 93].

На последнем этапе производилась оптимизация формы и габаритных размеров рифлений ротора в трехмерной модели, что позволило снизить нагрев машины на 5 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что в СРДНВ за счет «холодного» шихтованного ротора и оптимизированной формы рифлений можно увеличивать линейную нагрузку в среднем на 15 % по сравнению с АД тех же габаритных размеров, что не приведет к перегреву машины.

Список литературы:

1. Алтунин Б.Ю. Математическая модель компенсатора неактивной мощности на базе многоуровневого инвертора с зонной ШИМ на высокой частоте / Б.Ю. Алтунин, И.А. Карнаровский // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. — 2010. — № 4. — С. 219—225.
2. Бухтояров В.Ф. Зависимости между затратами на охрану труда и показателями производственного электротравматизма (на примере Южно-Уральской железной дороги) / В.Ф. Бухтояров, К.Ю. Рыбалченко // Журнал РАЕ «Фундаментальные исследования» — 2013. — № 8 — Часть 1. — С. 49—52.
3. Бухтояров В.Ф. Концепция системы управления процессами обеспечения безопасности при эксплуатации электроустановок / В.Ф. Бухтояров, К.Ю. Рыбалченко // Журнал РАЕ «Фундаментальные исследования». — 2013. — № 8, — Часть 6. — С. 1303—1306.
4. Григорьев М.А. Системы с переменной структурой для синхронных реактивных электроприводов с независимым управлением по каналу возбуждения / М.А. Григорьев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». — 2013. — Том 13. — №2. — С. 91—96.

5. Григорьев М.А. Удельные массогабаритные показатели электроприводов / Григорьев М.А. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, — 2013. — Т. 13. — № 1. — С. 111—117.
6. Григорьев М.А. Электропривод с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения / Григорьев М.А. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, — 2013. — Т. 13. — № 1. — С. 118—123.
7. Журавлев А.М. Математическая модель электропривода с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения / А.М. Журавлев, Е.В. Белоусов, А.Е. Бычков, В.Л. Кодкин, С.П. Гладышев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, — 2012. — № 37 (296). — С. 34—37.
8. Смирнов Ю.С. Информационное обеспечение электромехатронных преобразователей / Ю.С. Смирнов, А.Н. Лысов, П.Б. Серебряков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, — 2012. — № 16 (275). — С. 31—36.
9. Смирнов Ю.С. Особенности динамики замкнутых электромехатронных преобразователей с шаговыми электродвигателями / Ю.С. Смирнов, А.В. Соколов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2012. — № 3 (262). — С. 87.
10. Усынин Ю.С. Моделирование электропривода активного прицепа / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков и др. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». — 2013. — Том 13. — № 2. — С. 106—114.
11. Усынин Ю.С. Параметрическая оптимизация частотно-регулируемых электроприводов / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков, С.П. Лохов, А.М. Журавлев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, — 2012. — № 37 (296). — С. 30—33.
12. Усынин Ю.С. Энергосбережение в электроприводах тягодутьевых механизмов многосвязных объектов / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков, А.Е. Бычков, Д.И. Кашаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, — 2011. — № 15 (232). — С. 40—45.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ГАРМОНИЧЕСКОГО ТОКА В КОМПЛЕКСНОЙ ФОРМЕ

Копылов Алексей Филиппович

*канд. техн. наук, доцент кафедры Радиотехника
Института инженерной физики и радиоэлектроники
Сибирского федерального университета,
РФ, г. Красноярск
E-mail: kopaph@yandex.ru*

Копылова Наталья Алексеевна

*инженер-программист Межшкольного методического
Центра Октябрьского района,
РФ, г. Красноярск
E-mail: kopaph@yandex.ru*

POWER DEFINITION HARMONIC CURRENT IN THE COMPLEX FORM

Alexei Kopylov

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Radio Technical
Department of Physicists and Radio Technicians Engineering
of Siberian Federal University,
Russia, Krasnoyarsk*

Natalia Kopylova

*part-programming engineer Methodological centre of October district,
Russia, Krasnoyarsk*

АННОТАЦИЯ

В работе приведен подробный вывод выражений для определения мощности гармонического тока в случае, когда ток и напряжение цепи выражены в форме комплексных амплитуд. Показано, какие сочетания комплексных амплитуд токов и напряжений, а также комплексно сопряженных с ними величин, соответствуют активной и реактивной мощностям гармонического тока. Вывод может быть полезен при подробном изучении дисциплин по электро- и радиотехнике.

ABSTRACT

The paper provides a detailed derivation of the expressions for determining the power of the harmonic current in the case where the current and the voltage are expressed in the form of complex amplitudes. Shows which combinations of the complex amplitudes of the currents and voltages, as well as complex conjugate with them values correspond to active and reactive power harmonic current. The derivation of mathematical expressions can be useful for a detailed study of disciplines on electrical engineering.

Ключевые слова: ток; напряжение; мощность в комплексной форме.

Keywords: current; voltage; power in complex form.

Как показывает опыт обучения студентов по дисциплинам, связанным с электро- и радиотехникой, определенные проблемы в учебном процессе возникают при изучении темы расчета мощности гармонического тока в комплексной форме. Даже у квалифицированного читателя при изучении этого материала возникает вопрос о строгости в получении выражений, описывающих мощность гармонического тока в комплексной форме. При ближайшем рассмотрении оказывается, что этот вопрос возникает не случайно. В самом деле, при подробном рассмотрении оказывается, что получение строгого решения для комплексной мощности обходят стороной как авторы современных учебников и учебных пособий [1—3], так и основоположники теории электрических цепей и электротехники [4]. Во всех этих источниках [1—4], в тех или иных модификациях приводится результирующая формула для определения мощности гармонического тока в комплексной форме \dot{P} через комплексные амплитуды тока в цепи \dot{I}_m и напряжения на ней \dot{U}_m и комплексно сопряженные с ними величины I_m^* и U_m^* :

$$\begin{aligned} \dot{P} = P + j \cdot Q &= \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* + U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\} + j \cdot \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m - U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\} = \\ &= \frac{1}{4} \cdot \left\{ 2 \cdot \dot{U}_m \cdot I_m^* \right\} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* \right\} = \dot{U}_d \cdot I_d^* \end{aligned} \quad (1)$$

где: \dot{P} — комплексная мощность в цепи гармонического тока, ВА;
 P — активная мощность в цепи гармонического тока, Вт;
 Q — реактивная мощность в цепи гармонического тока, вар;
 j — мнимая единица,

\dot{I}_m и I_m^* — комплексная амплитуда и сопряженная с ней величина тока в цепи (ветви схемы), для которой определяется мощность, А;

\dot{U}_m и U_m^* — комплексная амплитуда и сопряженная с ней величина падения напряжения на цепи (ветви схемы), для которой определяется мощность, В;

I_D — величина, комплексно сопряженная с действующим значением комплексной амплитуды тока цепи (ветви схемы), для которой определяется мощность, А;

\dot{U}_D — действующее значение комплексной амплитуды падения напряжения на цепи (ветви схемы), для которой определяется мощность, В.

Осуществим подробный вывод выражения (1). Для этого положим мгновенное значение тока $i(t)$ в цепи в виде гармонической функции с нулевой начальной фазой:

$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t), \quad (2)$$

где: $i(t)$ — мгновенное значение тока в цепи, А;

I_m — амплитудное значение тока в цепи, А;

ω — круговая частота, рад/с;

t — текущее значение времени, с.

Поскольку ток и напряжение в цепи гармонического тока в общем случае не совпадают по фазе, мгновенное значение напряжения $U(t)$ на цепи положим также в виде гармонической функции, но с ненулевой начальной фазой φ :

$$U(t) = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi), \quad (3)$$

где: $U(t)$ — мгновенное значение напряжения на цепи, В;

U_m — амплитудное значение напряжения на цепи, В;

φ — начальная фаза напряжения на цепи, рад.

Мгновенное значение мощности гармонического тока $P(t)$ при этом будет равно произведению мгновенного значения тока $i(t)$ в цепи, выражение (2), на мгновенное значение напряжения $U(t)$ на цепи, выражение (3):

$$P(t) = [I_m \cdot U_m] \cdot [\sin(\omega \cdot t) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)]. \quad (4)$$

Или в виде, содержащем сумму мгновенной поглощаемой мощности $P_{\text{ПОГЛ}}(t)$ и мгновенной поступающей на реактивные элементы мощности $Q_{\text{ПОСТ}}(t)$:

$$\begin{aligned} P(t) &= \frac{U_m \cdot I_m}{2} \cdot \cos\varphi \cdot [1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)] + \frac{U_m \cdot I_m}{2} \cdot \sin\varphi \cdot \sin(2 \cdot \omega \cdot t) = \\ &= P_{\text{ПОГЛ}}(t) + Q_{\text{ПОСТ}}(t) = P \cdot [1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)] + Q \cdot \sin(2 \cdot \omega \cdot t) \end{aligned} \quad (5)$$

где: $P_{\text{ПОГЛ}}(t)$ — мгновенная поглощаемая в цепи мощность, Вт;

$Q_{\text{ПОСТ}}(t)$ — мгновенная поступающая на реактивные элементы цепи мощность, вар;

P — значение активной мощности в цепи, Вт;

Q — значение реактивной мощности в цепи, вар.

Полного эквивалента выражению (5) в комплексной форме подобрать не удастся из-за неполного соответствия комплексных изображений исходным гармоническим функциям. Такое несоответствие возникает, когда появляется необходимость физической интерпретации комплексных операторов вращения вида $e^{j \cdot \omega \cdot t}$

и $e^{j \cdot 2 \cdot \omega \cdot t}$, появляющихся при преобразованиях синусоидальных функций времени тока, напряжения и мощности. В частности, при изображении гармонических множителей в выражении (5), оператор вращения $e^{j \cdot 2 \cdot \omega \cdot t}$ может изображать как синусоидальный множитель $\sin(2 \cdot \omega \cdot t)$, так и косинусоидальный множитель $[1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)]$. Это приводит к неоднозначности изображения исходных гармонических функций в области комплексной переменной. По этой причине при преобразовании функций времени (5) в комплексную форму приходится опускать гармонические множители и преобразовывать только активную P и реактивную Q мощности.

Преобразование активной составляющей P комплексной мощности \dot{P} цепи гармонического тока дает четыре возможных варианта выражений для активной мощности через комплексные и сопряженные с ними токи и напряжения:

$$P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m + U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\}; \quad P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* + U_m^* \cdot I_m \right\};$$

$$P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m + U_m^* \cdot I_m^* \right\}; \quad P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* + U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\}. \quad (6)$$

В результате подстановки в каждое из выражений (6) величин \dot{I}_m^* , I_m^* , \dot{U}_m^* и U_m^* , выраженных через их реальные и мнимые составляющие, получается:

$$P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m + U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \operatorname{Re}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Re}[\dot{I}_m] + j \cdot \operatorname{Im}[\dot{I}_m] \cdot \operatorname{Re}[\dot{U}_m] \right\}$$

$$P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* + U_m^* \cdot I_m \right\} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \operatorname{Re}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Re}[I_m] - j \cdot \operatorname{Im}[I_m] \cdot \operatorname{Re}[\dot{U}_m] \right\} \quad , \quad (7)$$

$$, \quad (8)$$

$$P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m + U_m^* \cdot I_m^* \right\} = \quad , \quad (9)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \operatorname{Re}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Re}[\dot{I}_m] - \operatorname{Im}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Im}[\dot{I}_m] \right\}$$

$$P = \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* + U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\} = \quad , \quad (10)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \operatorname{Re}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Re}[\dot{I}_m] + \operatorname{Im}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Im}[\dot{I}_m] \right\}$$

где: $\operatorname{Re}[\dot{I}_m]$, $\operatorname{Im}[\dot{I}_m]$ — действительная и мнимая части комплексной амплитуды тока цепи (ветви);

$\operatorname{Re}[\dot{U}_m]$, $\operatorname{Im}[\dot{U}_m]$ — действительная и мнимая части комплексной амплитуды напряжения на цепи (на ветви), для которой определяется мощность.

Первое (7) и второе (8) уравнения этой системы не могут быть выражениями для нахождения активной мощности P в цепи гармонического тока, так как в составе этих выражений есть мнимая составляющая. Третье (9) уравнение системы допускает получение отрицательной мощности, не обусловленной несовпадением направлений тока и напряжения в цепи (ветви): $-\operatorname{Im}[\dot{U}_m] \cdot \operatorname{Im}[\dot{I}_m]$.

Всем физическим соображениям для выражения активной мощности P соответствует только четвертое (10) уравнение: это уравнение не содержит мнимых составляющих, и не содержит элементов, допускающих появления отрицательной мощности, не обусловленной несовпадением направлений тока и напряжения в цепи (ветви).

Аналогичное выполненному выше (6), преобразование можно осуществить для реактивной составляющей Q комплексной мощности \dot{P} . Преобразование реактивной составляющей Q комплексной мощности \dot{P} цепи гармонического тока также дает четыре возможных варианта выражений для реактивной мощности через комплексные и сопряженные с ними токи и напряжения:

$$\begin{aligned}
Q &= \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m - U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\}; Q = \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* - U_m^* \cdot I_m^* \right\}; \\
Q &= \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m - U_m^* \cdot I_m^* \right\}; Q = \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* - U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\}. \quad (11)
\end{aligned}$$

В результате подстановки в каждое из выражений (11) величин \dot{I}_m^* , I_m^* , \dot{U}_m^* и U_m^* , выраженных через их реальные и мнимые составляющие, получим:

$$Q = \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m - U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\} = \quad , \quad (12)$$

$$= \frac{1}{2 \cdot j} \cdot \left\{ -\text{Im}[\dot{U}_m] \cdot \text{Im}[\dot{I}_m] + j \cdot \text{Im}[\dot{I}_m] \cdot \text{Re}[\dot{U}_m] \right\}$$

$$Q = \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* - U_m^* \cdot I_m^* \right\} = \quad , \quad (13)$$

$$= \frac{1}{2 \cdot j} \cdot \left\{ \text{Im}[\dot{U}_m] \cdot \text{Im}[I_m] + j \cdot \text{Im}[\dot{U}_m] \cdot \text{Re}[I_m] \right\}$$

$$Q = \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot \dot{I}_m - U_m^* \cdot I_m^* \right\} = \quad , \quad (14)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \text{Im}[\dot{I}_m] \cdot \text{Re}[\dot{U}_m] + \text{Im}[\dot{U}_m] \cdot \text{Re}[\dot{I}_m] \right\}$$

$$Q = \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* - U_m^* \cdot \dot{I}_m \right\} = \quad . \quad (15)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ -\text{Im}[I_m] \cdot \text{Re}[\dot{U}_m] + \text{Im}[\dot{U}_m] \cdot \text{Re}[I_m] \right\}$$

Проанализируем уравнения (12)—(15), полученные для реактивной мощности Q в комплексной форме, с точки зрения физического смысла. Уравнения (12) и (13) не могут выражать реактивную мощность, так как они содержат, наряду с реактивными,

и активные составляющие, а это физически невозможно. Выражение (14), хотя и не содержит действительных составляющих, как это было ранее в выражениях (12) и (13), и, на первый взгляд, может выражать реактивную мощность Q , также не подходит на эту роль. Уравнение (14) не позволяет реактивной мощности принимать отрицательные значения, а это неизбежно случится при изменении реактивного характера сопротивления цепи с активно-индуктивного на ёмкостно-индуктивный. Всем критериям выражения, которое может определять реактивную мощность Q , соответствует последнее уравнение (15): оно содержит только реактивные составляющие и может иметь различные знаки в зависимости от характера реактивности сопротивления цепи.

Таким образом, в результате подбора выражения для изображения активной мощности P из возможных вариантов (7)—(10), удовлетворяющим физическому смыслу этой мощности оказывается изображение (10), а для изображения реактивной мощности Q из возможных вариантов (12)—(15) удовлетворяющим физическому смыслу этой мощности оказывается выражение (15). Комплексная мощность \dot{P} цепи гармонического тока при этом будет определяться выражением:

$$\begin{aligned}
 P + j \cdot Q &= \frac{1}{4} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* + U_m \cdot \dot{I}_m^* \right\} + \\
 &+ j \cdot \frac{1}{4 \cdot j} \cdot \left\{ \dot{U}_m \cdot I_m^* - U_m \cdot \dot{I}_m^* \right\} = \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \dot{U}_m \cdot I_m^* + \frac{1}{4} \cdot U_m \cdot \dot{I}_m^* + \\
 &+ \frac{1}{4} \cdot \dot{U}_m \cdot I_m^* - \frac{1}{4} \cdot U_m \cdot \dot{I}_m^* = \frac{1}{2} \cdot \dot{U}_m \cdot I_m^* = \dot{U}_D \cdot I_D^*
 \end{aligned} \quad (16)$$

Полученные в настоящей работе выражения для комплексной мощности \dot{P} цепи гармонического тока (16), её активной P (10) и реактивной Q (15) составляющих, полностью совпадают с имеющимися в литературе [1—4] результатами (1). Весь показанный в настоящей работе процесс вывода соотношения (1) показывает,

что это соотношение не имеет физического смысла, а является чисто формальным и позволяет использовать его только для практических расчетов и не может быть использовано для каких-либо физических интерпретаций с понятиями мощности, используемыми в электро- и радиотехнике.

Список литературы:

1. Основы теории цепей [Текст]: учебник / Г.И. Атабеков. 2-е изд., испр. СПб.: Лань, 2006. — 424 с. — ISBN 5-8114-0699-1 (в пер).
2. Основы теории цепей [Текст]: учебник для электротехн. и электроэнерг. спец. вузов / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. 5-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1989. — 528 с.: ил. — ISBN 5-283-00523-2 (в пер).
3. Основы теории цепей [Текст]: Учебник для студентов вузов / В.П. Попов. 6-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2007. — 575 с.: ил. — ISBN 978-5-06-003949-8 (в пер).
4. Основы электротехники / К.А. Круг. 4-е изд., перераб. Утв. Комитетом по высшему техническому образованию при ЦИК СССР в качестве основного учебного руководства для энергетических вузов. Объединенное научно-техническое изд-во глав. ред. энергетической литературы, 1936. — 888 с.: ил.

СЕКЦИЯ 8.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ КОТЛА ПК-39 АКСУЙСКОЙ ГРЭС

Габитова Зарина Хамитовна

*PhD-докторант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: gabitova.zarina@mail.ru*

Аскарова Алия Сандыбаевна

*д-р физ.-мат. наук, профессор,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: aliya.askarova@kaznu.kz*

Максимов Валерий Юрьевич

*PhD, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: maximov.v@mail.ru*

Бекмухамет Айдын

*PhD-докторант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: kazsat2006@gmail.com*

Бекетаева Меруерт Турганбеккызы

*PhD-докторант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: mika.1986_86@mail.ru*

Оспанова Шынар Сабитовна

*PhD-докторант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: shinar_ospanova87@mail.ru*

Ергалиева Айгуль Балатбековна

*магистрант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: ergalieva1990@bk.ru*

**SIMULATION OF CONCENTRATION
CHARACTERISTICS IN THE COMBUSTION
CHAMBER OF BOILER PK-39 OF AKSU SDPP**

Zarina Gabitova

*PhD-student, Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Alya Askarova

*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor,
Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Valeriy Maximov

*PhD, Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Aidyn Bektukhamet

*PhD-student, Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Meruert Beketaeva

*PhD-student, Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Shynar Ospanova

*PhD-student, Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Aygul Ergalieva

*Master student, Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

Проведены вычислительные эксперименты по исследованию концентрационных характеристик выделяемых продуктов горения при сжигании экибастузского угля в топочной камере котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС (Аксу, Республика Казахстан).

Полученные графики 3-мерного распределения для различных сечений камеры сгорания, позволяют узнать характер распределений, а также минимальные, средние и максимальные значения этих величин по всему объему камеры сгорания.

ABSTRACT

Computational experiments to study the concentration characteristics of emissions from the combustion of Ekibastuz coal in the combustion chamber of the PK-39 boiler of Aksu SDPP (Aksu, Kazakhstan) were conducted.

Presented 3-dimensional graphics of main characteristics in different sections of the combustion chamber allow to know character of distributions and the minimum, average and maximum values of these characteristics at the output of the combustion chamber, in the region of the burner zone and throughout the combustion chamber.

Ключевые слова: камера сгорания; Экибастузский уголь; концентрационные характеристики.

Keywords: combustion chamber; Ekibastuz coal; concentration characteristics.

Обеспеченность страны энергетическими ресурсами и рациональное их использование является ключом к процветанию и обогащению страны несмотря на финансовый кризис в мире. Одним из таких энергетических ресурсов, которым богата Республика Казахстан являются природные ископаемые. В отличие от нефти и природного газа, хранение и транспортировка угля не требует герметичных высоконапорных перекачивающих и подающих систем, резервуаров. Добыча угля производится в основном открытым

способом, что делает данный вид топлива одним из самых дешевых. Однако в этом же и кроется снижение качества угля (высокая зольность). В связи с этим сжигание этих углей сопровождается увеличением вредных выбросов (сажа, оксиды углерода, азота и пр.). Таким образом, исследования в области прогрессивных технологий по совершенствованию установок сжигания пылеугольного топлива являются в настоящее время наиболее актуальными для всего энергетического комплекса Республики Казахстан.

Моделирование проводилось для камеры сгорания котла ПК-39 мощностью 300 МВт и паропроизводительностью 475 т/ч, работающего на экибастузских углях. Котел сверхкритического давления ПК-39 с промперегревом — прямоточный, двухкорпусный, Т-образной компоновки, с уравнивающей тягой, с твердым шлакоудалением. Оба корпуса котла имеют одинаковую симметричную конструкцию [3]. Топка котла оборудована 12 вихревыми трехканальными пылеугольными горелками, расположенными встречно в два яруса по 6 горелок в каждом. Горелки имеют различные размеры: 1,2 м для нижнего и 1,05 м для верхнего ярусов, которые обеспечивают разные коэффициенты избытка воздуха в них: $\alpha_1=1,4$ и $\alpha_2=0,9$ соответственно. Общий вид топочной камеры котла представлен на рисунке 1 [2].

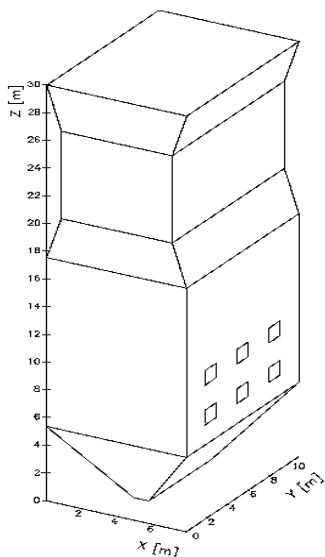


Рисунок 1. Общий вид камеры сгорания

Скорость образования CO_2 и CO сильно увеличивается с ростом температуры. В свою очередь углерод при определенных температурных условиях реагирует с кислородом и углекислотой. В первом случае одновременно образуются оба окисла углерода — CO_2 и CO , а во втором случае в результате реагирования с углекислотой образуется окись углерода CO . Далее, взаимодействие окиси углерода и кислорода, дает третью реакцию — горение окиси углерода [1].

На рисунках 2 и 3 представлено трехмерное распределение концентрации CO и CO_2 в различных сечениях камеры сгорания. Используя эти графики, мы можем определить значения концентраций окиси и двуокиси углерода (CO и CO_2) в любой точке топочной камеры и на выходе из нее. Так, на выходе из топочного пространства среднее значение концентрации угарного газа в безразмерном виде составляет $1,97 \cdot 10^{-4}$ кг/кг, а концентрация углекислого газа — 0,197 кг/кг.

Что касается максимальных значений окиси углерода, то они равны $7,44 \cdot 10^{-3}$ кг/кг в области расположения горелок и $1,23 \cdot 10^{-3}$ кг/кг на выходе из топочного пространства соответственно. Максимальные значения же двуокиси углерода в безразмерном эквиваленте равны 0,184 кг/кг — в области горелок, а на выходе из топочного пространства — 0,222 кг/кг соответственно.

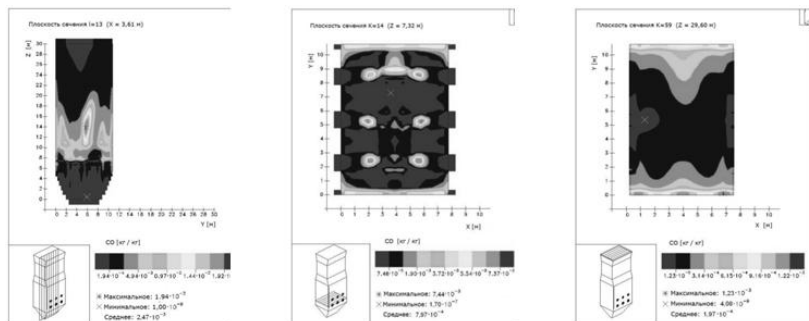


Рисунок 2. Распределение концентрации CO в топочной камере в различных сечениях

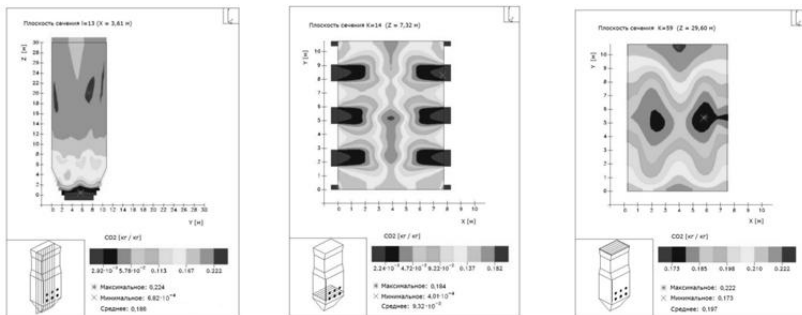


Рисунок 3. Распределение концентрации CO₂ в топочной камере в различных сечениях

При организации процессов горения также очень важно учитывать образование оксидов азота, в особенности оксидов NO и NO₂, которые признаны одними из наиболее вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Можно указать два основных источника при формировании оксидов азота: окисление азота воздуха и переход азота угля в оксиды. При горении пылеугольной пыли, при умеренных температурах ядра факела (порядка 1500 °С) основным источником оксидов азота является азот топлива. При более же высоких температурах значительную роль играет азот, входящих в состав подаваемого воздуха. В связи с этим для уменьшения выбросов оксидов азота рассматривается снижение температурного уровня и уменьшение избытка воздуха.

На рисунке 4 представлено графическое трехмерное распределение концентрации NO для различных сечений. Учитывая важность выброса окиси азота при сжигании топлива, необходимо знать значения концентрации в различных областях топочной камеры. Используя эти графики, можно узнать минимальные и максимальные значения как на выходе из топочного пространства, так и в области расположения пояса горелок.

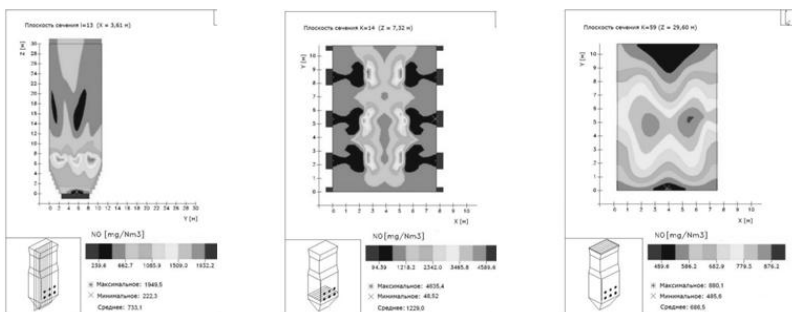


Рисунок 4. Распределение концентрации NO в топочной камере в различных сечениях

Таким образом, максимальное и минимальное значение окиси азота равны 4635,4 и 48,52 мг/Нм³ в области расположения горелок и 880,1 и 485,6 мг/Нм³ на выходе из топочного пространства соответственно. Среднее значение концентрации монооксида азота в зоне подачи топлива равно 1229 мг/Нм³, а на выходе из топочного пространства составляет 686,5 мг/Нм³.

Список литературы:

1. Алияров Б.К. Освоение сжигания экибастузского угля на тепловых электростанциях. Алматы: Фылым, 1996. — 272 с.
2. Каталог-справочник подольского машиностроительного завода.
3. Askarova A.S.; Messerle V.E.; Loktionova I.V.; Ustimenko A.B. 3D modeling of the two-stage combustion of Ekibastuz coal in the furnace chamber of a PK-39 boiler at the Ermakovo district power station // Thermal engineering, New York, — 2003, — Vol. 50, — № 8. — P. 633—638.

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ
АЭРОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ПРИ ИСПАРЕНИИ
СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Соболев Алексей Александрович

*канд. техн. наук, доцент,
Тольяттинский государственный университет,
РФ, г. Тольятти
E-mail: rooder@yandex.ru*

Кадочкин Дмитрий Станиславович

*магистрант, Тольяттинский государственный университет,
РФ, г. Тольятти
E-mail: d.s.const.63@gmail.com*

Чаусов Владислав Нурмухаммадович

*студент Тольяттинского государственного университета,
РФ, г. Тольятти
E-mail: ch.v.zos@mail.ru*

**FEATURES OF FORMATION AND PROPAGATION
AERODISPERSED SYSTEMS
BY EVAPORATION COOLANTS**

Aleksey Sobolev

*docent of Togliatty State University,
Russia, Togliatty*

Dmitriy Kadochkin

*postgraduate student of Togliatty State University,
Russia, Togliatty*

Vladislav Chausov

*undergraduate student of Togliatty State University,
Russia, Togliatty*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены проблемы, возникающие от использования смазочно-охлаждающих жидкостей на машиностроительных предприятиях. Особое внимание уделено пожароопасным и токсикологическим характеристикам СОЖ. Рассмотрены пути миграции аэрозолей СОЖ и их воздействия на окружающую среду.

ABSTRACT

The problems arising from the use of cutting fluids building enterprises. Particular attention is paid to a fire hazard and toxicological characteristics coolant. The ways of migration coolant aerosols and their impact on the environment.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость; пожароопасность; экология; аэродисперсные системы.

Keywords: coolant; fire; ecology; aerodisperse system.

В условиях машиностроительного производства на человека и окружающую среду воздействует ряд негативных факторов. Среди них смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), обладающие высокой степенью токсичности и представляющие опасность как для здоровья человека, так и для окружающей среды в целом [1, 2]. Разлив, разбрызгивание, потери со стружкой и обтирочным материалом, просто слив СОЖ в канализацию приводят к загрязнению почвы, водоемов и воздуха. Кроме того, при этом безвозвратно теряется и та часть компонентов (включая воду), которую можно было бы извлечь и использовать повторно для приготовления новой партии СОЖ либо для других материалов.

В современном машиностроении, несмотря на постоянное совершенствование технологий механической обработки поверхностей деталей, инструментов, оснастки и оборудования, на сегодняшний день, СОЖ в большинстве случаев проектирования технологических процессов рассматривается как обязательный компонент [3]. Три основные задачи СОЖ: охлаждение, смазка, удаление стружки — кажутся неотъемлемыми для стабильного протекания процесса механической обработки. В большинстве случаев охлаждение снижает изнашивание режущего инструмента и улучшает качество обрабатываемой поверхности. На прямые охлаждающие характеристики СОЖ оказывают существенное влияние не только теплоемкость и теплопроводность, но и способность СОЖ к смачиванию металлических поверхностей и парообразованию, так как при высоких скоростях резания и температурах жидкость может не входить в непосред-

ственный контакт с поверхностью инструмента вследствие низкой смачиваемости или образования паровой подушки.

Однако, несмотря на улучшения процесса протекания механической обработки при применении СОЖ, имеется ряд негативных факторов. Современные СОЖ представляют собой сложные многокомпонентные системы, содержащие присадки различного назначения, причем некоторые из них могут быть токсичными для рабочих [1, 2]. Отдельные химические соединения, не обладающие выраженными токсичными свойствами, могут их приобретать в результате взаимодействия или синергического эффекта различных химических составляющих СОЖ, обрабатываемых и инструментальных материалов.

Как уже говорилось ранее, в процессе механической обработки поверхностей деталей из-за высоких температур СОЖ может переходить в газообразное состояние, образуя при этом аэродисперсные системы на основе аэрозолей СОЖ [4]. При этом современные СОЖ содержат компоненты, имеющие малые температуры вспышки. Можно привести пример, в механосборочном производстве ОАО «АВТОВАЗ» работает 356 единиц отечественного и импортного металлообрабатывающего оборудования, которые используют около 2 тысяч тонн пожароопасных масляных СОЖ в год (см. таблицу 1).

При этом пары СОЖ из-за недостаточно эффективной системы вентиляции и фильтрации воздуха могут локализоваться и увеличивать пожароопасность (см. рисунок 1).

Так 14 апреля 1993 года на заводе двигателей ОАО «КАМАЗ» произошел пожар. Огонь, охвативший в считанные минуты всё предприятие, полностью уничтожил не только сам производственный корпус, но и практически все основное оборудование. Полностью ликвидировать огонь пожарным удалось только через пять дней — последними были потушены очаги горения масла в подвалах завода. По мнению специалистов одной из самых вероятных причин пожара — возгорание масляных СОЖ, используемых в оборудовании, осуществляющих механическую обработку. В качестве другого примера можно привести пожар 20 июля 2002 года, когда загорелась автоматическая линия механической обработки корпуса главного тормозного цилиндра механосборочного производства ОАО «АВТОВАЗ». Из-за сильного задымления пожару был присвоен повышенный номер сложности. Была проведена эвакуация рабочих. Локализовать и потушить удалось через два часа силами более 200 человек и 23 единиц спецтехники. Причина пожара, по мнению специалистов аналогичная — вспышка СОЖ на маслянистой основе (РЖ-8У).

Таблица 1.

Потребность в масляных СОЖ на годовую программу механосборочного производства ОАО «АВТОВАЗ» [3]

№ №	Наименование	Температура вспышки, °С	Расход (кг)
1	ОСНОВА МАЛОВЯЗКОЙ СОЖ ТУ 38.401 188-98	80 °С.	66767,000
2	ЖИДКОСТЬ СОЖ МР-10К ТУ 0253-015-27833685-2001	175 °С	149028,570
3	ОСНОВА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ РЖ-8У ТУ 0258-01-70015191 1-99	125 °С	1034117,600
4	ЖИДКОСТЬ СМАЗ-ОХЛ. ЛЗ СОЖ1Т ТУ 38.101.85	180 °С	14252,500
5	РОССОИЛ МП ТУ 0258-012-06377289-98	158 °С	152117,970
6	СМАЗКА РОСОЙЛ-1МИО ТУ 0258-013-06377289-98	160 °С	252076,300
7	ПРИСАДКА РОСОИЛ 23М ТУ 0257-015-06377289-99	160 °С	25693,100
8	ПРИСАДКА РОСОЙЛ -26МО ТУ 0258-014-06377289-98	156 °С	140641,770
9	СМАЗКА РОСОИЛ-ШОК ТУ 0258-001-06377289-94	169 °С	3902,439
10	СМАЗКА РОСОИЛ-305 ТУ 0258-006-06377289-96	90 °С	38311,000
11	СМАЗКА ТЕХНОЛ.РОСОИЛ-503 ТУ 0258-018-06377289-2000	135 °С	1160,200
12	МАСЛО ИНДУСТРИАЛЬНОЕ И-12А ГОСТ 20799	105 °С	180529,000
13	СОЖ МР-7 ТУ 0258-154-06377289-01	180 °С	83970,000
ИТОГО			2142567,449

Помимо повышения пожароопасности, образующиеся аэродисперсные системы на основе аэрозолей СОЖ оказывают негативное влияние на окружающую среду. На рисунке 2 показан анализ путей возможной миграции аэрозолей СОЖ.



Рисунок 1. Следы возгорания системы промышленной вентиляции в механосборочном производстве ОАО «АВТОВАЗ»

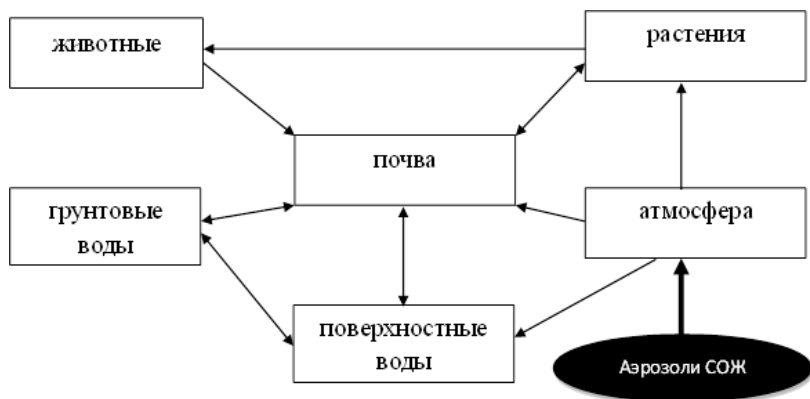


Рисунок 2. Пути миграции образующихся аэрозолей СОЖ

Исходя из вышесказанного, в целях экологической безвредности и ожидаемого попутного экономического эффекта в случае внедрения «сухой» (без традиционных СОЖ) механической обработки многие фирмы Европы и Японии совместно с институтами активно занимаются разработкой теоретических основ и практических способов обработки резанием без применения СОЖ.

Анализируя отечественный и мировой опыт на развитие технологий, направленных на минимизацию использования СОЖ, можно выделить три основных направления развития [3, 5]:

- развитие технических решений, позволяющих полностью отказаться от СОЖ в процессе механической обработки;
- замена СОЖ на экологически чистые и безопасные для человека и окружающей среды материалы;
- осуществление механической обработки с минимальной подачей СОЖ.

Как показывает опыт западного машиностроения [3, 6], по мере усиления законодательства и налоговых санкций, направленных на защиту окружающей среды, подобные технологии, позволяющие минимизировать использование СОЖ, становятся все более востребованными.

Список литературы:

1. Бобровский Н.М., Барабанов С.И., Максименко Н.Н., Бобровский И.Н. Оценка качества методов обработки ППД без применения смазочно-охлаждающих жидкостей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2008. — № 6. — С. 37.
2. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Мельников П.А. Технология обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием без применения смазывающе-охлаждающих технологических средств // Монография, ISBN 987-5-93424-598-7. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. — 142 с.
3. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Анализ негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу и методов его снижения // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2011. — № 4. — С. 45—49.
4. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предприятий машиностроения и методы его снижения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2006. — Т. 8. — № 4. — С. 1171—1176.
5. Мельников П.А., Бобровский Н.М., Попов А.Н., Гусарова Д.В. Особенности образования аэродисперсных систем при использовании СОЖ на машиностроительных предприятиях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2011. — № 3. — С. 87—91.
6. Мельников П.А., Васильев А.В., Соболев А.А., Гусарова Д.В. Снижение риска негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей технологических средств в условиях предприятий машиностроения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — Т. 13. — № 6-1. — С. 233—239.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ
ПРИ РАБОТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ**

Кравцов Александр Валериевич

*студент Тольяттинского государственного университета,
РФ, г.о. Тольятти
E-mail: AKravtsov14@mail.ru*

Фенюк Наталья Анатольевна

*научный руководитель, инженер по охране труда
«Самарские распределительные сети»,
РФ, г.о. Тольятти
E-mail: natusik_63reg@mail.ru*

**FORECASTING OF ENVIRONMENTAL RISKS
IN THE WORK OF THE RUSSIAN
INDUSTRIAL ENTERPRISES**

Kravtsov Alexandr

*student of Togliatti state University,
Russia, Togliatti*

Fenuk Nataliy

*safety engineer "Samara Distribution Networks",
Russia, Togliatti*

АННОТАЦИЯ

Снижение экологических рисков техногенных систем промышленных предприятий при использовании моделирования и оценки экологических рисков. Обосновано прогнозирование и структура оценки экологических рисков техногенных систем промышленных предприятий.

ABSTRACT

Reduce environmental risks of industrial systems of industrial enterprises in the use of modeling and environmental risk assessment.

Substantiated structure forecasting and assessment of the environmental risks of industrial systems of industrial enterprises.

Ключевые слова: экологический риск; моделирование; оценка риска.

Keywords: environmental risk; modeling; risk assessment.

Проблема обеспечения безопасности человека и окружающей среды в условиях хозяйственной деятельности представляет собой сложную социально-экономическую проблему. Для решения этой проблемы необходимо проводить изучение и оценку экологической ситуации, прогнозирование развития опасной ситуации, выявлять виды опасности, оценить уровень риска и определить управляющее воздействие для предотвращения негативных последствий от реализации экологической опасности.

По оценкам Российской академии наук, с каждым годом число жертв катастроф в стране должно возрасти примерно на 10 %. На территории России размещено свыше 4,5 тыс. потенциально опасных объектов, в том числе 800 радиационно — опасных и около 1500 химически и биологически опасных сооружений и производств, которые относятся к объектам повышенного риска. К тому же в России имеется 20 % сейсмоопасных территорий и более 50 % территорий, относящихся к зоне вечной мерзлоты. В среднем по России ежедневно отмечаются две серьезные аварии на трубопроводах, раз в неделю — на транспорте, ежемесячно - в промышленности.

Для обеспечения снижения экологических рисков техногенных систем промышленных предприятий необходимо решить следующие задачи:

1. Определить необходимость проведения экологического мониторинга для промышленных предприятий.

2. При использовании системы управления рисками (которая включает моделирование, качественный и количественный анализ возникновения рисков) провести оценку экологических рисков техногенных систем промышленных предприятий [1, с. 877—884].

3. Раскрыть систему прогнозирования экологических рисков техногенных систем промышленных предприятий, которая должна включать:

- выявление особенностей причин возникновения экологических рисков в сложных системах;
- разработку методики подготовки и использования данных для анализа экологических рисков;

- экспериментальное применение разработанной методики при анализе рисков конкретных проектов.

Для моделирования и оценки экологических рисков промышленных предприятий необходимо рассмотреть следующие задачи:

- разработать алгоритм причин экологических рисков технических систем промышленных предприятий;
- разработать сценарии аварий и катастроф и построить математические модели экологического риска [2, с. 67—70];
- осуществить выбор методов обеспечения безопасности рабочего персонала и населения при аварийных ситуациях в сложных системах;
- разработать систему управления экологическими рисками для прогнозирования и оценки их возникновения;
- определить частоту возникновения иницирующих и всех нежелательных событий, провести оценку последствий возникновения нежелательных событий, идентификацию факторов безопасности объектов и обобщение оценок риска.

Для определения входных характеристик, а именно частоты нежелательных событий необходимо использовать:

- статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта;
- экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области;
- анализ протекания аварии с целью определения необходимой вероятности;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в человеко-машинной системе.

Рассмотрим процесс прогнозирования экологических рисков на примере ОАО «КуйбышевАзот», предприятие является одним из предприятий российской химической промышленности. Осуществляет свою деятельность по двум основным направлениям: капролактам и продукты его переработки (полиамид-6, высокопрочные технические нити, кордная ткань, инженерные пластики); — аммиак и азотные удобрения. Анализ опасностей и экологических рисков получения азотнокислого раствора магнетита цеха аммиачной селитры представлен на табл. 1 с учетом представленной методики.

Таблица 1.

Анализ опасностей и экологических рисков получения азотнокислого раствора магнезита цеха аммиачной селитры

№ п/п	Вид деятельности, опасная ситуация	Выявленная опасность	Условия возникновения опасности (Ш, НШ, А, Ч)	Вредное воздействие выявленной опасности	Вероятность возникновения опасной ситуации V, балл	Продолжительность воздействия опасности T, балл	Последствия от воздействия выявленной опасности S, балл	Оценка риска R, балл	Категория риска (Н, К, З)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЦПУ корпус 601										
Корпус 607										
1	Полное или частичное разрушение трубопроводов и/или аппаратов	Выброс азотной кислоты под избыточным давлением, испарение пролива и образование токсичного облака	А	Химический ожог, отравление парами аммиака, травмирование избыточным давлением	1	1	4	4	Н	

2		Выброс оксидов азота под избыточным давлением, образование токсичного облака	А	Химический ожог, отравление парами аммиака, травмирование избыточным давлением	1	1	4	4	Н	
Персонал цеха №3, группы производственного контроля и аудиторы										
3	Пожар на территории близлежащих подразделений	Распространение пожара на корпуса	А, Ч	Ожог, отравление, гибель	1	1	5	5	Н	
4	Взрыв на территории близлежащих подразделений	Повреждения корпусов и остекления зданий	А, Ч	Травмирование	1	1	5	5	Н	
5	Выброс жидкого и газообразного аммиака со складов № 1, 2 цеха № 13 корп. 460, 465	Распространение газовой волны	А, Ч	Травмирование	1	1	5	5	Н	

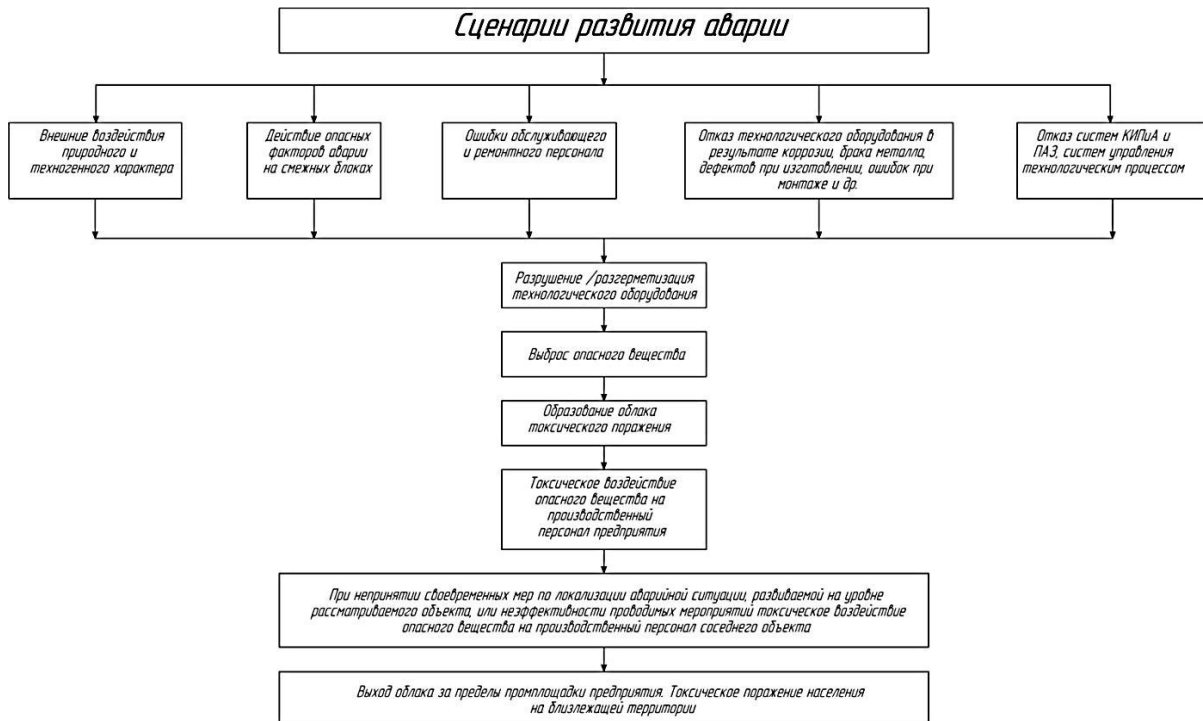


Рисунок 1. Возникновения и развития аварийных сценариев с участием оксидов азота при эксплуатации производства аммиачной селитры

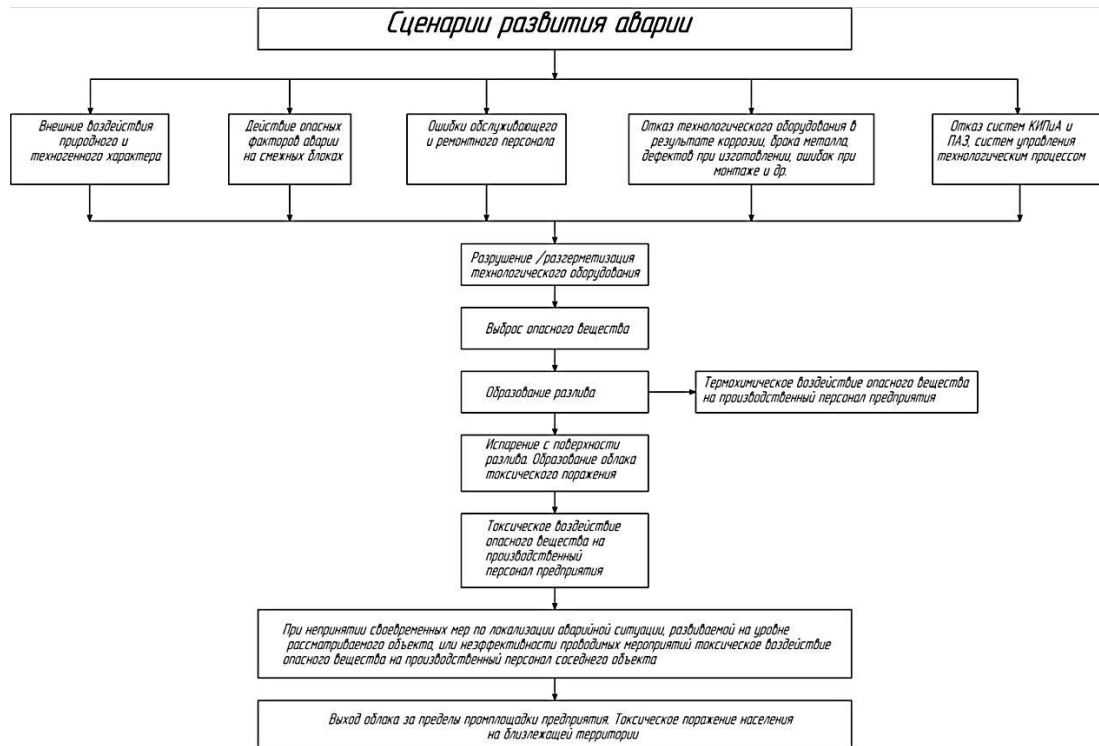


Рисунок 2. Схема возникновения и развития аварийных сценариев с участием разбавленной азотной кислоты на производстве аммиачной селитры

На основе анализа опасностей можно провести прогнозирование возникновения и развития аварийных сценариев с участием оксидов азота при эксплуатации производства аммиачной селитры (рис. 1).

Практическая реализация прогнозирования экологических рисков техногенных систем промышленных предприятий обеспечит: прогнозирование возможности появления кризисных ситуаций; обоснование направлений развития (модернизации) технических систем промышленных предприятий для обеспечения комплексной безопасности объектов и снижения экологических рисков.

Список литературы:

1. Кравцова М.В. Оценка техногенного риска технически сложных производственных объектов машиностроения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — Т. 14. — № 1—3. — С. 877—884.
2. Кравцова М.В., Евсеев А.И. Повышение эксплуатационной устойчивости сложных технических систем // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2011. — № 4. — С. 67—70.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ТОЛЬЯТТИ

Писклова Ольга Павловна

*студент Тольяттинского государственного университета,
РФ, г.о. Тольятти
E-mail: lelay_2008@mail.ru*

Башкиров Юрий Юрьевич

*научный руководитель, генеральный директор
ОАО «Завод по переработке твердых бытовых отходов»,
РФ, г.о. Тольятти
E-mail: rca.yb@yandex.ru*

ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATE OF THE TERRITORY OF THE CITY OF TOGLIATTI

Pisklova Olga

*student of Togliatti state University,
Russia, Togliatti*

Bashkirov Yuri

*supervisor the General Director of open joint-stock company
“Factory on processing of solid household waste”,
Russia, Togliatti*

АННОТАЦИЯ

Снижение экологических рисков от ТБО и крупногабаритного мусора, образующихся в результате жизнедеятельности населения городского округа, за счет установления критериев предоставления субсидий, которые позволяют обезвреживать отходы методом биотермического компостирования с предварительным извлечением утильных фракций на мусоросортировочном комплексе и возвращением их в хозяйственный оборот.

ABSTRACT

Reduce environmental risks from municipal solid waste and bulky waste generated as a result of life of the population of the urban district, by establishing criteria for granting subsidies that allow to neutralize waste by composting biothermal preliminary extraction of waste fractions at sorting facilities and return them in the economy.

Ключевые слова: экологическая оценка; твердо-бытовые отходы.

Keywords: environmental assessment; solid waste.

Экологическая ситуация в городском округе Тольятти, как и во многих других промышленных центрах, весьма напряженная. Плотность промышленной застройки в городе примерно в 3—4 раза больше, чем в среднем по России. Из-за этого заметно возрастает и объём загрязнений окружающей среды. Однако, негативный эффект от наличия крупных химических производств существенно ниже, чем в других городах, благодаря современным технологиям проектирования застройки районов города. Наличие существенных лесных массивов между городскими районами тоже играет свою положительную роль. Однако площадь зелёных насаждений общего

пользования непосредственно на жилой территории составляет всего 41,9 % от норматива (10,3 м² от 24,6 м² положенных на человека). Основными источниками загрязнения являются промышленные территории — химические предприятия Центрального района и промрайон ОАО «АВТОВАЗ».

В рамках исследования проведен мониторинг образования и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) и крупногабаритного мусора (ТКМ), образующихся от жизнедеятельности населения городского округа Тольятти.

Перечень приоритетных загрязнителей окружающей среды, воздействие которых оказывает неблагоприятное влияние на здоровье населения, включает: атмосферный воздух — пыль (сумма твердых), диоксид азота, гидроксibenзол, формальдегид, марганец, оксид железа, оксид углерода, аммиак; питьевая вода — железо, марганец; продукты питания — свинец, кадмий, мышьяк, ртуть, нитраты. Необходимо отметить, отходы производства и потребления негативно воздействуют практически на все компоненты окружающей среды. Захоронение отходов на полигонах загрязняет подземные воды, возгорания, возникающие на полигонах приводят к загрязнению атмосферного воздуха.

До 2012 года весь объем крупногабаритных отходов и часть твердых бытовых отходов, образованных в результате жизнедеятельности населения размещался на специализированных полигонах ООО «Эколайн» и МУПП «Экология». Схема движения ТБО и КГМ от жилищного фонда и коммерческих организаций городского округа Тольятти в 2010—2011 гг. представлена на рис. 1, 2.

В 2012 году сортировка твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора, осуществляется на мусоросортировочных комплексах ООО «ПОВТОР» — производительная мощность трех линий сортировки ТБО — 1 500 тыс. м³ и ООО «ЭкоРециклингГрупп» — производительная мощность линии сортировки ТБО — 500 тыс. м³. Переработку твердых бытовых отходов в городском округе Тольятти осуществляет ОАО «ЗПБО» — производительная мощность линии 503,3 тыс. м³ в год. Захоронение ТБО осуществляется на полигоне ООО «Эколайн». Отходы неподлежащие сортировке и (или) переработке («хвосты») размещаются на полигонах.

Схема движения твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора, образующихся от жилищного фонда и коммерческих организаций городского округа Тольятти в 2010 году

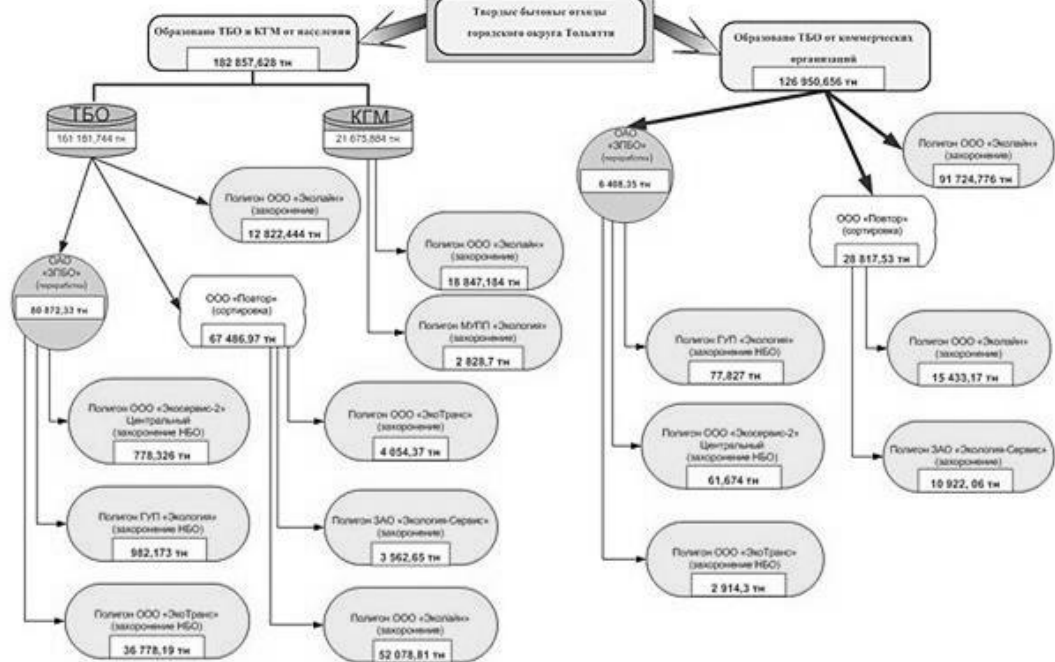


Рисунок 1. Схема движения ТБО и КГМ от жилищного фонда и коммерческих организаций городского округа Тольятти в 2010

Схема движения твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора, образующихся от жилищного фонда и коммерческих организаций городского округа Тольятти в 2010 году

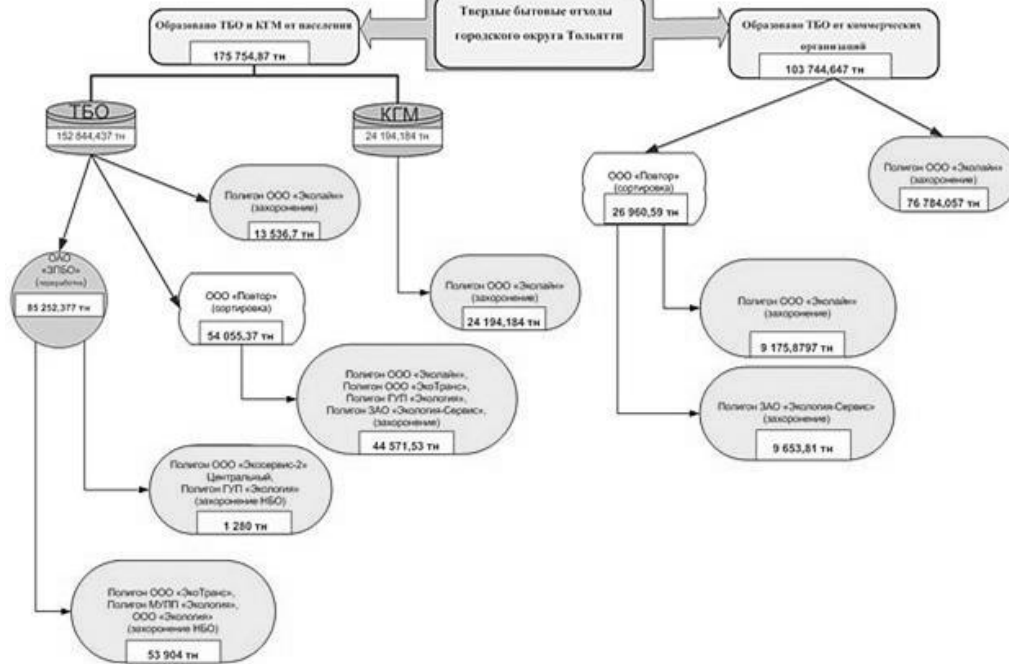


Рисунок 2. Схема движения ТБО и КГМ от жилищного фонда и коммерческих организаций городского округа Тольятти в 2010

В настоящее время существующая схема утилизации ТБО, КГМ охватывает весь объем образования отходов от жилищного фонда городского округа Тольятти [1, с. 771—776]. Мощности мусоросортировочных комплексов и завода по переработке твердых бытовых отходов позволяют сортировать и перерабатывать отходы, как жилищного фонда, так и коммерческих организаций городского округа Тольятти.

Фактический объем образования и утилизации ТБО и КГМ от жилищного фонда соответствует действующим нормативам накопления отходов потребления для граждан, проживающих в жилищном фонде городского округа Тольятти, и составляют 1,67 м³ на одного человека в год, в том числе 1,5 м³ твердых бытовых отходов и 0,17 м³ крупногабаритных отходов.

В городском округе Тольятти утилизация ТБО, КГМ, образующихся от жизнедеятельности населения субсидируется за счет средств бюджета города, вывоз отходов оплачивается населением самостоятельно. Вывоз и утилизация отходов от деятельности коммерческих организаций оплачивается самостоятельно.

Учитывая основные принципы экономического регулирования в области обращения с отходами, внесены изменения в постановление мэрии городского округа Тольятти в части установления критериев предоставления субсидий, которые позволяют обезвреживать отходы методом биотермического компостирования с предварительным извлечением утильных фракций на мусоросортировочном комплексе и возвращением их в хозяйственный оборот.

Внесение данных критериев позволяет обеспечить переработку (обезвреживание) твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора, образующихся в результате жизнедеятельности населения городского округа Тольятти, прошедших сортировку и снизить объем отходов, размещаемых на полигонах до величины 25 % от всего объема образующихся твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора.

Список литературы:

1. Мельникова Д.А., Кравцова М.В. Оптимизация системы управления движением отходов ТБО с целью улучшения экологической ситуации на территории г.о.Тольятти // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — Т. 14. — № 1—3. — С. 771—776.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЕРЕНОСА
РАДИОНУКЛИДОВ В РАЙОНЕ ХРАНИЛИЩ
ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ
РАДИОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Прохоров Александр Владимирович

*канд. техн. наук, доцент, филиал федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет) в г. Озерске,
РФ, г. Озерск
E-mail: Prokhorov@bk.ru*

**RADIONUCLIDE TRANSPORT MODELLING
OF SOIL NEAR THE TAILING SOLID WASTE
PRODUCTION RADIOCHEMICAL**

Prokhorov Alexander

*candidate of technical sciences, docent, Branch of Federal State State-
Financed Educational Institution of Higher Professional Education
«South Ural State University» (national research university) in Ozersk,
Russia, Ozersk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы математического моделирования почвенного переноса радионуклидов вблизи мест захоронений твердых радиоактивных отходов. Построена аналитическая модель миграции нуклидов и проведена проверка разработанной модели по данным реальных замеров загрязнения почвы вблизи хранилища действующего радиохимического производства.

ABSTRACT

The article deals with mathematical modeling of soil radionuclide transport near the burial places of solid radioactive waste. An analytical model of the migration of nuclides and audited according to the model developed real measurements of soil contamination near the repository reprocessing plant.

Ключевые слова: математическое моделирование; почвенный массоперенос; радионуклиды.

Keywords: mathematical modelling; soil mass transfer; radionuclides.

Побочным результатом деятельности предприятий ядерного топливного цикла является поступление радиоактивных веществ в почву, где они достигают уровня грунтовых вод и, в последствии, наносят существенный ущерб экологической обстановке региона. Особо важными источниками загрязнения могут быть не только жидкие отходы производства, рассмотренные в [3], но и хранилища твёрдых радиоактивных отходов (ТРО), места складирования оборудования, бывшего в эксплуатации, отвалы уранодобывающей промышленности и т. п., из которых загрязняющие вещества попадают в грунт с атмосферными осадками, талыми водами и при паводках. Поступление радиоактивных веществ в почву происходит также при ликвидации аварий на атомных объектах, дезактивации технологических аппаратов, мойке специального автотранспорта, работающего в загрязнённой зоне.

В работе [1] экспериментально определялись параметры миграции загрязняющих веществ из грунтовых могильников ТРО, законсервированных 25—30 лет назад. Установлены основные действующие силы процесса распространения радионуклидов, показано, что определяющую роль играет вертикальная нисходящая миграция за счёт диффузии радионуклидов в увлажнённом слое грунта и процесса конвективного переноса с водами, инфильтрующимися через слой твёрдых отходов. За время существования могильников радионуклиды успевают проникнуть на значительную глубину, достигая уровня грунтовых вод. Также в [1] определены формы нахождения нуклидов в грунте.

Проведение экспериментальных исследований влечёт за собой значительные затраты времени и средств. Поэтому представляет практический интерес использование математических моделей, позволяющих быстро находить содержание радионуклидов в почве в любой момент времени. Результаты моделирования могут быть в дальнейшем использованы для анализа экологических последствий распространения загрязняющих веществ в окружающей среде.

В [2, 4] приводятся миграционные модели, учитывающие радиоактивные превращения нуклидов, их химическое взаимодействие с почвой, структуру почвенного слоя, сорбционные процессы, скорость движения свободной почвенной влаги. При решении дифференциальных уравнений, описывающих столь сложные процессы,

используют, в основном, численные методы. Однако, результаты такого расчёта относятся к конкретному процессу миграции нуклидов при заданных исходных параметрах и не могут быть использованы для анализа процессов в других условиях хранения радиоактивных веществ. Кроме того, численные расчеты и исследования в указанных публикациях не представляются в инженерном виде, удобном для заимствования другими исследователями.

В связи с этим в настоящей работе предлагается конвективно-диффузионная модель распространения радионуклидов в толще грунта под ТРО, основанная на применении аналитических подходов. При постановке задачи делаются следующие допущения: слой почвы представляет собой пористую однородную среду, влага через грунт фильтруется с постоянной скоростью, в качестве загрязняющего вещества берётся только один подвижный радиоактивный элемент, который не распадается и не вступает в химическое взаимодействие. Из исследованных в [1] нуклидов был выбран стронций-90, присутствующий в большинстве существующих хранилищ. В разрабатываемой аналитической модели принимается во внимание конструкция существующих грунтовых могильников твёрдых отходов радиохимического производства.

Процесс распространения одного из наиболее подвижных радионуклидов ^{90}Sr описывается дифференциальным уравнением нестационарной диффузии при наличии фильтрационного движения почвенной влаги. В цилиндрической системе с началом координат, совпадающим с уровнем поверхности земли, оно имеет вид:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} + v \frac{\partial C}{\partial z} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial z^2} \right) + \varphi,$$

где: C — концентрация выбранного нуклида в почве;

τ — время;

r, z — координаты;

D — коэффициент диффузии данного элемента в почве;

v — скорость нисходящего вертикального движения воды за счёт осадков;

φ — функция источника поступления радионуклидов в почву.

Выражение для φ учитывает время τ_0 вымывания радионуклида из твёрдых отходов, круговую форму могильника, неравномерность распределения нуклидов по его радиусу. Решение

полученного уравнения методом Фурье с применением интегральных преобразований Лапласа и теории функций комплексного переменного позволяет получить выражение для расчёта концентрации элемента в почве:

$$C(r, z, \tau) = B \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{1 - q_k} \left[\exp \left(\left(\frac{v}{2D} - p_k + \frac{1}{2\tau_0 D p_k} \right) z \right) \times \right. \\ \left. \times \begin{bmatrix} \exp(-t_k) & \text{if } t_k > 0 \\ \exp(-t_k q_k) & \text{otherwise} \end{bmatrix} - \exp \left(-\frac{z}{H_0} - \frac{\tau}{r_0} \right) \right] \frac{\exp \left(-\left(\frac{\mu_k r_0}{2R_0} \right)^2 \right)}{J_1^2(\mu_k)} J_0 \left(\frac{\mu_k r}{R_0} \right)$$

Модель была использована для оценки последствий радиоактивного загрязнения грунта в районе приповерхностного хранилища ТРО; рассмотрены различные условия протекания процесса: интенсивность увлажнения, скорость движения суммарного потока грунтовых вод и изменение содержания рассматриваемого радионуклида по глубине в зависимости от сорбционных свойств почвы.

Расчёт по полученной формуле даёт возможность оценить концентрацию радионуклидов в любой точке пространства в окрестности хранилища в произвольный момент времени. Установлено, что для каждого момента времени существует максимум распределения нуклидов по глубине почвенного слоя, причём на величину максимума и его положение влияет скорость фильтрационного потока воды. При интенсивном увлажнении, например, в сезоны дождей, миграция нуклидов вглубь значительно ускоряется и можно ожидать их появления на больших глубинах через сравнительно небольшой промежуток времени.

Для экспериментальной проверки модели проведено сравнение с замерами радиоактивности для реально существующего хранилища, описанного в [1]. При учёте сорбции части нуклидов почвенными частицами наблюдается одинаковый характер расчётных и экспериментальных зависимостей. Таким образом, предложенная модель может давать представление о загрязнении почвы без проведения трудоёмких и сложных в технологическом плане полевых измерений содержания нуклидов в грунте.

Список литературы:

1. Базылев В.В. и др. Параметры миграции радионуклидов из грунтовых могильников твёрдых радиоактивных отходов. // Вопросы радиационной безопасности. — 1997. — № 1. — С. 31—35.
2. Кудряшов Н.А., Серебрякова И.Е. Математическое моделирование миграции долгоживущих радионуклидов в почве в результате радиоактивных выпадений // Атомная энергия. — 1993, — т. 74, — вып. 3, — С. 243—247.
3. Пашацкий Н.В., Прохоров А.В., Мозин В.В. Гидроэкология: проблемы малых водоёмов, загрязняемых отходами производства // Инженерная экология. — 2001. — № 6. — С. 39—45.
4. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Физико-химические механизмы и моделирование. Под редакцией Р.М. Алексина. М.: Энергоатомиздат, 1981. — 98 с.

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ «БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА» НА РАБОТНИКОВ ОАО «РЖД»

Хаманов Иван Геннадьевич

аспирант

Сибирского государственного университета путей сообщения,

РФ, г. Новосибирск

E-mail: Ivanjimm@rambler.ru

Щетинин Александр Николаевич

д-р мед. наук, профессор

Сибирского государственного университета путей сообщения,

РФ, г. Новосибирск

E-mail: anshchetinin@ngs.ru

PROBLEMS OF RISK ASSESSMENT «BIOLOGICAL FACTORS» THE EMPLOYEES OF “RUSSIAN RAILWAYS”

Ivan Khamanov

*postgraduate student of Siberian State Transport University,
Russia, Novosibirsk*

Alexander Shchetinin

*doctor of Medical Sciences, Professor
of Siberian State Transport University,
Russia, Novosibirsk*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрена проблема идентификации «биологического фактора» при оценке условий труда на рабочих местах, выявлены основные методологические и нормативные недоработки в существующей документации в области оценки условий труда, обоснована необходимость дополнительной проработки данного вопроса, а также предложена модель определения уровня производственно-профессионального риска воздействия «биологического фактора» на работников ОАО «РЖД».

ABSTRACT

In this paper we consider the problem of identifying «biological factor» in assessment of working conditions, identified the main methodological and regulatory gaps in the existing documentation in the field of assessment of working conditions, the necessity of an additional study of this issue, proposed a model of production level of occupational risk impact of «biological factor» the employees of “Russian Railways”.

Ключевые слова: биологический фактор; аттестация рабочих мест; специальная оценка условий труда; риск; оценка риска; условия труда.

Keywords: biological factor; certification of workplaces; special assessment of working conditions; risks; risk assessment; working conditions.

Аттестация рабочих мест по условиям труда на предприятиях ОАО «РЖД», 2001 года, показала, что из 450 тысяч рабочих мест (более 1 миллиона работников), с вредными условиями труда — около 25 % (около 30 % работников), из которых воздействию

«биологического фактора» подвержены 1350 рабочих мест (5 тысяч работников) [1, с. 97].

Существует ряд причин, не позволяющих объективно определить наличие и оценить воздействие «биологического фактора»: 1) отсутствие достаточной нормативной базы, методического обеспечения; 2) ограниченный подход к понятию «биологический фактор»; 3) отсутствие или наличие «на бумаге» специализированных микробиологических лабораторий у аккредитованных аттестующих организаций; 4) определение наличия «биологического фактора» у малого числа профессиональных групп [4, с. 370].

В соответствии с нормативной документацией в области аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда, «биологический фактор» (его наличие) определяется только для воздуха рабочей зоны, оставляя за скобками все биологические объекты, имеющие непосредственный контакт с работником в процессе трудовой деятельности.

В действующей документации [2, с. 12] определение понятия «биологический фактор» представляет собой своего рода перечисление его составляющих. С 28 декабря 2013 года в силу вступил Федеральный закон № 426 «О специальной оценке условий труда», созданный для того, чтобы заменить существующий приказ Министерства здравоохранения и социального развития № 342н, но в нем определение понятия «биологический фактор» остается прежним — не позволяющим полностью раскрыть его суть. Поэтому, с нашей точки зрения, предлагаемое нами определение понятия с большей полнотой раскрывает его роль и значение: «биологический фактор» производственно-профессионального риска представляет собой процесс потенциального или реального воздействия патогенных биологических объектов на работника (человека-оператора), последствия которого обусловлены мерой патогенности микро- и макроорганизмов, продуктов их метаболической деятельности, а также продуктов биологического синтеза наряду с уровнем биологической защиты организма человека в техносферных условиях [4, с. 370].

Основные методологические недоработки заключаются в том, что для патогенных микроорганизмов (в соответствии с [2]) — особо опасных инфекций и возбудителей других инфекционных заболеваний, не проводится никаких замеров, а автоматически устанавливается класс условий труда 3.2, 3.3 и 4 соответственно, отсутствуют нормированные величины времени воздействия «биологического фактора» на работников, нет перечней и ссылок на нормативную

документацию, содержащую определения понятий особо опасных инфекций и возбудителей других инфекционных заболеваний и их перечни. Такая же ситуация с микроорганизмами-продуцентами, препаратами, содержащими живые клетки и споры микроорганизмов, к тому же, для данных элементов биологического фактора не предусмотрены классы условий труда 3.4 и 4 [3, с. 465].

Введенная с начала 2014 года специальная оценка условий труда мало чем отличается от предшествующей ей аттестации рабочих мест. Основные отличия заключаются в организационных моментах, в требованиях к организациям, осуществляющим специальную оценку условий труда, а также в том, что при измерении уровня вредных производственных факторов на рабочих местах учитываются характеристики средств индивидуальной защиты работника.

Важным шагом в идентификации «биологического фактора» стало то, что в требованиях к организациям, осуществляющим специальную оценку условий труда, появился пункт: «...наличие в организации не менее одного эксперта, имеющего профильное образование по одной из специальностей — врач по общей гигиене, врач по гигиене труда, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям» [5, с. 7]. Знаковым также является то, что концентрация вредных веществ и уровень поверхностного радиоактивного излучения теперь будет определяться не только в воздухе рабочей зоны, но и на кожных покровах работника, средствах индивидуальной защиты и на элементах производственного оборудования.

Источниками вредных «биологических факторов» производственной среды на железнодорожном транспорте являются: подвижной состав для перевозки скота, лекарственных препаратов, вакцин, токсинов, ядов; пассажирский подвижной состав; перевозимые животные и продукты животного происхождения; системы водоснабжения, водоотведения и канализации и т. д.

Воздействию «биологического фактора» подвержена большая группа железнодорожников: работники железнодорожных медицинских учреждений, сотрудники санитарных постов, уборщики вагонов, мойщики вагонов (пассажирских), приемосдатчики, кондукторы поездов дальнего следования, работники, осуществляющие текущее содержание и ремонт железнодорожного пути (путевое хозяйство), работники дезинфекционно-промывочных станций, сотрудники дистанций гражданских сооружений водоснабжения, водоотведения и канализации, сотрудники служб по ремонту и обслуживанию биотуалетов пассажирских вагонов, обслуживающий персонал

(уборщицы), а также работники грузового и складского хозяйства, взаимодействующие с опасными грузами (около 25 % всего грузооборота компании), в числе которых есть ранее официально не учитываемый «биологический фактор».

Для получения объективных данных о риске воздействия «опасных и вредных производственных факторов используют математические модели, включающие три основные составляющие: уровень воздействующего фактора; длительность его воздействия; резульативный признак (показатель состояния здоровья) и ряд дополнительных составляющих: особенности режимов труда и отдыха; сочетанность; продолжительность рабочей смены, недели, отпуска; СИЗ; медицинская профилактика и т. д. [1, с. 114].

Уровень производственно-профессионального риска на данный момент оценивается для факторов, например физических, с установленными зависимостями: «доза-время-эффект» и специфическими клиническими формами проявления последствий воздействия. Для «биологического фактора» нет установленных и утвержденных зависимостей, поэтому на данный момент применяется принцип “ALARA” («как можно ниже, насколько это разумно достижимо») [1, с. 117].

Современные технические средства не способны определять наличие и количество всех составляющих «биологического фактора» путем кратковременного измерения (исследования), для этого требуются длительные скрининговые лабораторные исследования, поэтому, для оценки риска воздействия биологического фактора предлагается использовать балльную модель. Аналогом данной балльной оценки является модель для расчета уровня производственно-профессионального риска по экспертной оценке фактических показателей травмобезопасности [1, с. 142]. В рассмотренной модели представлено 4 степени риска, каждой из которых соответствует определенный балльный интервал. Количество баллов рассчитано исходя из ряда критериев, выявленных при оценке статистической информации о несчастных случаях на производстве, связанных с травмобезопасностью на рабочих местах.

Предлагаемая модель будет предназначена для оценки производственно-профессионального риска воздействия «биологического фактора», в ней будут представлены:

- ряд новых оценочных критериев, ранжированных по степени важности;

• комплексная балльная оценка всего ряда критериев, влияющих на уровень производственно-профессионального риска воздействия «биологического фактора».

В таблице 1 представлена обобщенная форма модели по оценке производственно-профессионального риска воздействия «биологического фактора», содержащая ряд необходимых критериев и подкритериев, их балльную оценку.

Таблица 1.

Форма модели для проведения балльной оценки уровня производственно-профессионального риска воздействия «биологического фактора»

№	Основной критерий	Подкритерии	Примерные баллы
1	2	3	4
1	Обеспеченность средствами индивидуальной защиты	В соответствии с ГОСТ 12.4.011-89: средства дерматологические защитные; <ul style="list-style-type: none"> • средства защиты глаз; • средства защиты головы; • средства защиты рук; • средства защиты ног; • одежда специальная защитная; • средства защиты органов дыхания; • костюмы изолирующие. 	10
2	Обеспеченность средствами коллективной защиты	В соответствии с ГОСТ 12.4.011-89: <ul style="list-style-type: none"> • оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации; • оградительные устройства; • герметизирующие устройства; • устройства для вентиляции и очистки воздуха; • знаки безопасности. 	8
3	Санитарно-бытовое обслуживание	В соответствии с ст. 223 ТК РФ и СНИП II-92-76: <ul style="list-style-type: none"> • специальные санитарно-бытовые помещения; • общие санитарно-бытовые помещения; • посты оказания медицинской помощи; • аппараты для обеспечения работников питьевой водой. 	8

4	Периодические медицинские осмотры	По «биологическому фактору» в соответствии с приказом Минздравсоцразвития № 83 от 16.08.2003 г.	7
5	Дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день	В соответствии с Постановлением правительства № 870 от 20.11.2008 г. (ред. От 19.04.2010 г.): <ul style="list-style-type: none"> • от 7 до 24 календарных дней; • от 4 до 6,5 часов. 	5
6	Лечебно-профилактическое питание	По «биологическому фактору» в соответствии с приказом Минздравсоцразвития № 45н от 16.02.2009 г. (ред. 19.04.2010 г.).	9
7	Режим труда и отдыха	Возможные варианты определяются в соответствии с внутренними документами для каждой профессиональной группы работников ОАО «РЖД»	6
8	Воздействующий элемент «биологического фактора»	В соответствии с [3, с. 465]: <ul style="list-style-type: none"> • микроорганизмы-продуценты; • живые клетки и споры в препаратах; • патогенные микроорганизмы; • патогенные макроорганизмы; • биологические отходы; • образцы для установления диагноза; • биологические препараты для лечения, иммунопрофилактики, исследований. 	14
9	Длительность воздействия элемента «биологического фактора»	В течении всей рабочей смены или части рабочей смены.	10
10	Уровень воздействия «биологического фактора»	<ul style="list-style-type: none"> • концентрация патогенных микроорганизмов, живых клеток и спор в воздухе рабочей зоны, на рабочих поверхностях, спецодежде, на коже и слизистых оболочках работника; • количество патогенных макроорганизмов, имеющих прямой или косвенный контакт с работником в течении рабочей смены. 	12

11	Уровень биологической защиты работника	<ul style="list-style-type: none"> • вакцинация; • состояние иммунной системы работника; • общее состояние здоровья работника. 	8
12	Сочетанное воздействие прочих ВПФ	Перечень вредных производственных факторов для каждой профессиональной группы работников ОАО «РЖД» [1, с. 27].	3
Итого			100

Ранжирование критериев и подкритериев по степени важности, а также их бальную оценку необходимо провести для каждой профессиональной группы работников железнодорожного транспорта в соответствии с [1, с. 27], учитывая должностную и санитарно-гигиеническую характеристики работ. Итоговое значение будет попадать в один из числовых интервалов четырех уровней риска (низкий, средний, высокий и очень высокий) в соответствии с [1, с. 142], для возможности использования полученной информации при проведении специальной оценке условий труда (соответствует четырем подклассам вредных условий труда). Для получаемых четырех уровней риска, в дальнейшем, планируется разработка алгоритма определения поправочных коэффициентов для уточнения расчета уровня риска на рабочем месте.

Влияние «биологического фактора» на здоровье обширной группы работников ОАО «РЖД» является существенным, но данному вредному фактору производственной среды не уделяется должного внимания. Разработка всего комплекса понятия «биологический фактор» для железнодорожной отрасли является весьма актуальной задачей, стоящей перед отраслевой службой охраны труда в современных условиях.

Список литературы:

1. Капцов В.А., А.П. Мезенцев, В.Б. Панкова и др. Производственно-профессиональный риск железнодорожников. М.: Изд-во ООО Фирма «РЕИНФОР», 2002. — 287 с.
2. Р 2.2.2006-05 [Электронный ресурс] : Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда от 29.07.2005 г. // КонсультантПлюс : справ. правовая система. Версия Проф. М., 2013.

3. Хаманов И.Г., Щетинин А.Н. О некоторых методологических проблемах понятия «Биологический фактор» в дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе: Мат-лы Междунар. конф., посвященной 80-ти летию Сибирского государственного университета путей сообщения (28—29 ноября 2012 г.). Ч. 1. Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2013. — С. 464—469.
4. Хаманов И.Г., Щетинин А.Н. Методологические проблемы понятия «биологический фактор» при проведении аттестации рабочих мест на предприятиях железнодорожной отрасли / Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: Мат-лы X Междунар. науч.-практ. конф., (Кемерово 28—29 нояб. 2013 г.) Изд-во КузГТУ. Кемерово, 2013. — С. 370—373.
5. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [Электронный ресурс]: федер. закон от 28.12.2013 г. // КонсультантПлюс: справ. правовая система. Версия Проф. М., 2013.

СЕКЦИЯ 9.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА МУФТЫ ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА

Карпов Павел Евгеньевич

*аспирант, Самарский государственный технический университет,
ООО «АСКОН-Самара»,
РФ, г. Самара
E-mail: karpovpaul@gmail.com*

ANALYSIS OF TEST RESULTS IN QUALITY CONTROL AT MANUFACTURE CLUTCH FOR DRIVE FAN

Pavel Karpov

*postgraduate of Samara State Technical University, ООО «ASCON-Samara»,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрен анализ результатов испытаний при контроле качества производства муфты привода вентилятора.

ABSTRACT

In this article describes analysis of test results in the quality control at manufacture clutch for drive fan.

Ключевые слова: анализ; испытания; качество; муфта; производство.

Keywords: analysis; tests; quality; coupling; production.

Компания ОАО «Авиаагрегат» специализируется на разработке и производстве комплектующих частей для авиационной промышленности, а также выполняет заказы для автомобильной отрасли.

Одним из важных производств компании является производство муфты вязкостной для автомобилей УАЗ и ГАЗ. По всему миру компании-автопроизводители ведут свою деятельность, направленную на повышение качества выпускаемой продукции, обеспечивая тем самым более эффективное производство и надежность выпускаемых изделий. Одним из таких примеров является ОАО «Авиаагрегат».

Муфта привода вентилятора предназначена для приведения в движение основного вентилятора, охлаждающего подкапотное пространство автомобиля. Таким образом, от работы муфты напрямую зависит срок службы двигателя и автомобиля в целом.

Отказ муфты привода вентилятора может привести к следующим поломкам в автомобиле:

1. Перегрев.
2. Снижение эффективности теплоотдачи.
3. Засорение радиатора системы охлаждения.
4. Задиры поршневой группы.
5. Нарушение наружной поверхности двигателя.

Для обеспечения требуемого качества производимой продукции ОАО «Авиаагрегат» прикладывает значительные усилия для повышения соответствия выходных параметров муфты заявленным показателям, обеспечивающим безотказность работы изделия. Необходимое соответствие выходным параметрам муфты возможно обеспечить не только высокими показателями производства, но и высокой степенью соответствия производимых испытаний реальным условиям эксплуатации.

В ходе данной работы был поставлен (проведен) физический эксперимент, позволяющий оценить и дать необходимые данные для дальнейшего анализа по заданным критериям, оценивающим годность для работы муфты привода вентилятора.

Проведение такого типа эксперимента было мотивировано необходимостью получения информации о причинах отказа муфт привода вентилятора при работе на автомобилях УАЗ.

Физический эксперимент проводился на специализированной испытательной установке, которая полностью имитирует подкапотное пространство автомобиля семейства УАЗ.

Испытания муфты привода вентилятора проводились с измерением выходных параметров, таких как:

1. Обороты холостого хода при температуре в камере $T=20$ °С.
2. Обороты холостого хода при температуре в камере $T=60$ °С.

3. Контроль включения муфты при температуре в камере $T=68\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Обороты рабочего хода при температуре в камере $T=68\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Обороты рабочего хода при температуре в камере $T=47\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Выключение муфты.

Таблица 1.

Контролируемый параметр муфты	Обороты холостого хода		Обороты рабочего хода	
	$T=20^{\circ}\text{C}$	$T=60^{\circ}\text{C}$	При включении $T=68\pm 2^{\circ}\text{C}$	При отключении $T=40\text{...}60^{\circ}\text{C}$
Требования к муфте	≤ 1500	≤ 1500	2700...30000	≤ 1500
Идеальные параметры	1500	1500	2700	1500

Таким образом, муфты, выходные параметры которых соответствуют идеальным параметрам, получаемым в процессе испытания, можно назвать идеальными.

Модель контролируемых параметров представлена на рисунке 1. Она показывает зависимость скорости вращения муфты привода от температуры в точках снятия выходных параметров. Зависимости скорости вращения муфты относительно температуры в рабочей камере является важным параметром при вынесении решения о годности муфты. В процессе сравнения идеальных показателей с эмпирическими данными можно легко оценить уровень отклонения полученных значения от идеальной модели.

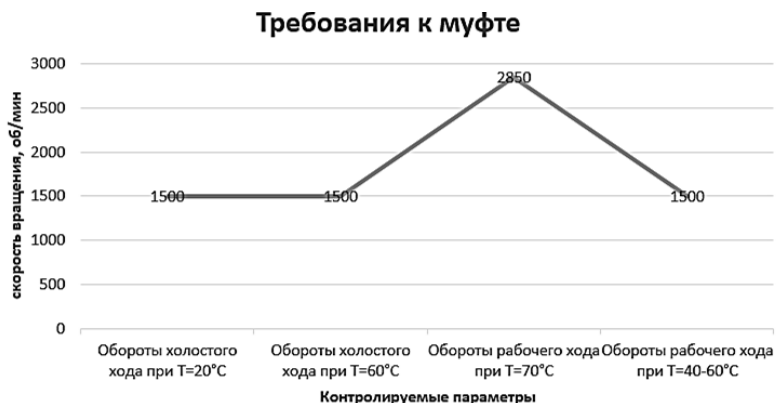


Рисунок 1. Модель контролируемых параметров муфты

Для проведения физического эксперимента было отобрано 411 муфт привода вентилятора. Муфты выбирались случайным образом, без применения каких-либо специальных устройств отбора экземпляров. Процесс испытания проводился при нормальных условиях испытаний в соответствии с ГОСТ 16504-81.

Этот вид испытаний можно отнести к исследовательским испытаниям, так как в данной работе оценены показатели качества функционирования испытуемого объекта в определенных условиях его применения. Таким образом, полученные при испытании выходные параметры позволяют произвести оценку качества сборки муфт привода вентилятора.

Несоответствие выходных параметров муфты привода вентилятора значительно влияет на рабочие характеристики устройства. Например, одним из отказов может являться включение муфты на высоких оборотах, что не позволяет ей впоследствии перейти на необходимые рабочие обороты.

В процессе испытаний было произведено 628 полных и неполных циклов испытаний 411 муфт привода вентилятора.

Полный цикл испытаний включает в себя весь процесс испытания муфты начиная от ее визуального осмотра, заканчивая записью в журнале испытаний о ее годности. Неполный цикл испытаний может прерваться в любой момент испытаний, т. к. контролируемые параметры не попадают под требования параметров испытаний.

В том случае, если муфта не прошла испытания по какому-либо параметру, то она отправляется на доработку. Доработка осуществляется специалистами сборочного цеха. В их отсутствие на рабочем месте (болезнь, отпуск, прочее) доработку осуществляют инженеры-испытатели, что не соответствует их должностным инструкциям. Таким образом, доработки изделия, выполненные инженерами-испытателями, в значительной степени уступают доработкам, которые выполняют специалисты сборочного цеха.

Суммируя данные по испытаниям муфт, можно разделить процесс испытания на 2 этапа:

- Первичные испытания — испытания муфт на годность. Те муфты, которые не прошли испытания, были отправлены на доработку в сборочный цех.
- Вторичные (окончательные) испытания — процессу испытаний подверглись муфты, не прошедшие первичные испытания. Если окончательные испытания не были пройдены, то муфта отправляется в брак.

Проанализировав данные эксперимента, можно выделить несколько наиболее часто возникающих причин отказа муфт при стендовых испытаниях (таблица 2).

Таблица 2.

Наименование	Количество
Превышение оборотов холостого хода муфты	142
Муфта не перекачивает жидкость	67
Муфта не отключается	23
Муфта не включается	9
Зажат ролик	6
Зажат вал	3
Малые обороты холостого хода	1
Высокие обороты холостого хода	1

После проведения эксперимента и анализа результатов испытаний имеем следующие данные, см. таблицу 3.

Таблица 3.

Муфты	Общее количество	Прошли испытания	Остаток	Брак
Первичные испытания	411	223	188	54,25 %
Вторичные испытания	188	153	35	37,22 %
Забракованы	35	—	-	8,53 %

По внутривзаводскому расписанию на 2012—2013 гг. процент брака муфт привода вентилятора на производстве не должен превышать 5 % от общего количества произведенных муфт. Исходя из выше приведенных данных, превышение брака на данном производстве составляет 70,6 % от максимально положенного значения.

Важно отметить тот факт, что в ранние годы процент брака производства был значительно ниже. По состоянию на 2010—2011 гг. процент брака составлял 5 % с максимально возможным значением в 3 %. Поэтому крайне важно не допустить роста процента брака (рисунок 2).



Рисунок 2. Тенденция увеличения количества бракованных муфт

При оценке результатов испытаний при контроле качества производства муфты привода вентилятора, необходимо отметить, что основными причинами проведения повторных испытаний являются:

- Превышение оборотов холостого хода муфты.
- Муфта не перекачивает жидкость.
- Муфта не отключается.

Следовательно, следующим этапом исследования в данном направлении будет являться работа по сокращению повторных циклов испытаний муфты путем разработки мер, предупреждающих возникновение ряда отказов, с целью получения плановой экономической выгоды.

Список литературы:

1. Любушин Н.П. Экономический анализ: учебник. М.: Юнити-Дана, 2010. — 575 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

**«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ –
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»**

Сборник статей по материалам
XXX международной научно-практической конференции

№ 1 (26)

Январь 2014 г.

Подписано в печать 28.01.14. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,875. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

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