



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

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

№ 5 (30)
Май 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 Махсутович — д-р техн. наук, проф., ректор
Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем,
действительный член (академик) Национальной инженерной академии
Республики Казахстан, заместитель председателя Западно-Казахстанского
филиала НИА РК, г Уральск.

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

Т 38 Технические науки — от теории к практике / Сб. ст.
по материалам XXXIV междунар. науч.-практ. конф. № 5 (30).
Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. 174 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.

Содержание

Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление 7

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ
СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ СЕТЕЙ
ДИСТРИБУЦИИ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ 7
Бородин Андрей Викторович
Зубьяк Дарья Романовна

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ 16
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ
Воротников Владимир Сергеевич

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ 29
ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ
НА ОТКАЗООУСТОЙЧИВОСТЬ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ
СЕТИ СВЯЗИ
Дроздов Игорь Александрович
Константинов Сергей Владимирович

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО 39
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ
ПРОЕКТОВ В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ВЕКТОРА ЗНАНИЙ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ «АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»
Прошин Иван Александрович
Руденко Наталия Николаевна

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОТОКОЛА KERBEROS 44
С ПРИЛОЖЕНИЯМИ SAS: УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ПРОЦЕССА АУТЕНТИФИКАЦИИ
Кротова Елена Львовна
Феофилова Полина Андреевна
Андреев Роман Александрович

Секция 2. Электроника 50

СОЗДАНИЕ ОПЫТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ, 50
ПЕРЕДАЧИ И ИНДИКАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ
Борзенко Евгений Иванович
Лунева Анастасия Павловна
Етеревская Мария Владимировна
Денисов Антон Юрьевич

ПРОБЛЕМАТИКА ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ Чадюк Вячеслав Алексеевич Бабич Евгений Викторович Хандрико Мария Николаевна Лыкова Марья Александровна	57
Секция 3. Машиностроение и машиноведение	63
КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КРУГЛЫХ ПИЛ МАГНИТО-АНИЗОТРОПНЫМ МЕТОДОМ Алабышев Алексей Павлович	63
ИСПЫТАНИЕ ОБЪЕКТОВ НА СОВМЕСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИОННЫХ И ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ Безменова Анастасия Владимировна Прис Наталья Михайловна	67
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СБОРКИ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ПОМОЩИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ Махалин Александр Александрович Нахратова Галина Владимировна	76
ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВО ВРЕМЕНИ Свендровская Александра Филипповна Койшина Екатерина Алимовна Свендровский Сергей Александрович	82
КОМПЛЕКСНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗОВ БУРОВОГО СТАНКА Шигина Анна Александровна	89
Секция 4. Энергетика и энергетические техника и технологии	95
СБОРКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ, СОБРАННОЙ СВОИМИ РУКАМИ Курсай Дмитрий Евгеньевич Осипов Никита Александрович Какурин Юрий Борисович Какурина Наталья Андреевна	95

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛОСКОФАКЕЛЬНЫХ ГОРЕЛОК ДЛЯ СЖИГАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА Юрьев Евгений Игоревич	102
Секция 5. Материаловедение и металлургическое оборудование и технологии	107
ВЫБОР ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА СЛЯБОВ ЭАС ПЕРЕД ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКОЙ Башкатов Дмитрий Александрович	107
Секция 6. Транспорт и связь, кораблестроение	113
ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТА КУРЬЕРСКОЙ СЛУЖБЫ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА МУРАВЕЙНИКА Берилло Андрей Викторович Степин Юрий Генрихович	113
Секция 7. Аэро-космическая техника и технологии	120
ОПТИМАЛЬНАЯ ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОТЫ ПЕРИГЕЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОЙ ТЯГИ Ишков Сергей Алексеевич Филиппов Григорий Александрович	120
ТРАНСЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ ПРОФИЛЯ КРЫЛА NASA SC(2)-0710 ПРИ ОТКЛОНЕНИЯХ ИНТЕРЦЕПТОРА Кузьмин Александр Григорьевич Матюхина Ирина Анатольевна Чунг Кунг-Минг	128
Секция 8. Строительство и архитектура	134
ПРОЧНОСТЬ ПРЕССОВАННОГО ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ФИБРОБЕТОНА Баранов Александр Сергеевич	134

Секция 9. Сельское и лесное хозяйство, агроинженерные системы	142
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НИЖНЕГО ЯРУСА ДРЕВОСТОЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОСУШЕНИЯ И СПЛОШНОЙ ВЫРУБКИ ДРЕВОСТОЯ	142
Чиндяев Александр Сергеевич Солнцев Роман Викторович Нагимов Зуфар Ягфарович	
Секция 10. Химическая техника и технология	150
ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА КАЧЕСТВО ОСАДКА МЕДИ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ	150
Надилов Ермурат Галимбекович Айдымбаева Жанар Абдешевна	
Секция 11. Технология продовольственных продуктов	159
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА	159
Антипенко Анастасия Валерьевна Какимова ЖайнагульХасеновна	
Секция 12. Методология и философия науки и техники	167
ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЛОСОФИИ, ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК	167
Корнилов Иван Константинович	

СЕКЦИЯ 1.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ СЕТЕЙ ДИСТРИБУЦИИ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Бородин Андрей Викторович

*канд. эконом. наук,
профессор кафедры информатики и системного программирования
Поволжского государственного технологического университета,
РФ, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола
E-mail: bor@mari-el.com*

Зубьяк Дарья Романовна

*студент группы ПС-31
факультета информатики и вычислительной техники
Поволжского государственного технологического университета,
РФ, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола
E-mail: d_zubyak@mail.ru*

STOCHASTIC SIMULATION IN TASKS OF SYNTHESIS OF OPTIMUM TOPOLOGY OF NETWORKS OF DISTRIBUTION OF EXACT TIME

Andrey Borodin

*candidate of Science,
professor of Informatics and System Programming department
of Volga State University of Technology, Russia,
Republic of Mari El, Yoshkar-Ola*

Darya Zubyak

*student of PS-31 Group of Faculty of Informatics and ADP Equipment
of Volga State University of Technology,
Russia, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена задача синтеза систем дистрибуции точного времени, оптимальных по критерию совокупной стоимости владения. Обоснована актуальность проблемы. Предложены модели отказов единичных компонент системы. Разработана методика интеграции моделей отдельных компонент системы в модель всей системы. Представлена формальная постановка задачи выбора оптимальной топологии сети дистрибуции точного времени на дискретном множестве решений.

ABSTRACT

The paper deals with the task of synthesis of systems of distribution of exact time, optimum by criterion of total cost of ownership. It is shown that relevance of a problem. Much attention is given to failure patterns of single components of system. It is given the technique of integration of models of separate components of system in model of all system. It is formulated the formal problem definition of a choice of optimum network topology of distribution of exact time on the discrete set of decisions.

Ключевые слова: точное время; NTP; PTP; GPS; NMEA; топология сети; имитационное моделирование; сеть Петри; случайная величина; совокупная стоимость владения; риск; мера риска; оптимизация.

Keywords: exact time; NTP; PTP; GPS; NMEA; network topology; simulation; Petri net; random variable; total cost of ownership; risk; risk measure; optimization.

Аэропорты, железнодорожные и автовокзалы, биржи и кредитные учреждения — перечень социально значимых объектов, для которых служба точного времени является инфраструктурно-значимой подсистемой. Для операторов связи и многих научно-исследовательских учреждений, относящихся к отраслям гидрометеорологии, сейсмологии, гелиофизики и т. п., эта служба вообще является системообразующей. Отказы подсистемы точного времени означают для названных структур либо индивидуальные потери, либо коллективные потери, включающие последствия природных катастроф. В этих условиях риски, связанные с функционированием подсистемы точного времени, формируют отраслевые и социоприродные риски. Оптимизация этих рисков (идентификация угроз и минимизация соответствующих потерь, представленных в той или иной форме) представляется в этой связи чрезвычайно актуальной проблемой.

Для дистрибуции точного времени в современных инфраструктурных решениях используются протоколы NTP (Network Time Protocol) [7] и Precision Time Protocol (PTP) [6]. Основная масса клиентского оборудования, использующего синхронизацию времени, поддерживает сегодня лишь протокол NTP. Использование протокола PTP, обеспечивающего более высокую точность дистрибуции точного времени, пока ограничено необходимостью использования специальных аппаратных решений и их весьма значительной стоимостью. Основными игроками на рынке разработки и производства NTP-серверов являются американские компании Microsemi (ранее Symmetricom) и Spectracom, а также отчасти Trimble и Communication Systems Solutions, немецкий рынок NTP-решений представлен компанией Meinberg. Безусловный лидер на этом рынке — Microsemi Corp. Несмотря на также достаточно высокую стоимость специализированных серверов времени названных компаний их использование часто целесообразно [2]. Другим подходом к синхронизации времени является использование достаточно широко распространенных GPS-приемников, поддерживающих протокол NMEA [1], сообщения которого по определению содержат метки точного времени, формируемые на основе данных, получаемых со спутникового дивизиона.

Учитывая перечисленные выше соображения, была поставлена задача разработки методики выбора оптимальных технических решений по синхронизации времени. В основу синтезируемых технических решений могут быть положены как решения на основе протокола NTP в вычислительных сетях, формирующих инфраструктуру тех или иных организаций, так и источники точного времени в виде потока NMEA-данных, терминируемые стандартными хостами сети с установленным специализированным программным обеспечением синхронизации времени (локальные решения, NTP-, PPS-серверы). Методика должна учитывать возможность использования комбинированных решений.

Для решения поставленной задачи были разработаны модели отказов различных типов источников точного времени в виде конечных вероятностных пространств. Для построения вероятностных пространств, моделирующих источники точного времени, используется подход, основанный на использовании сетей Петри со случайной маркировкой [3]. В частности для специализированных серверов времени с отдельными портами управления и сервиса носитель вероятностного пространства содержит 4 элементарных исхода (см. рис. 1): нормальное функционирование, отказ в обслуживании на порту управления, отказ в обслуживании для сервисной функции, отказ оборудования. Для специализированных серверов с совмещенным портом носитель

содержит 3 исхода (см. рис. 2): нормальное функционирование, отказ в обслуживании и отказ оборудования. Для NMEA-устройств — два (см. рис. 3): нормальное функционирование и отказ оборудования.

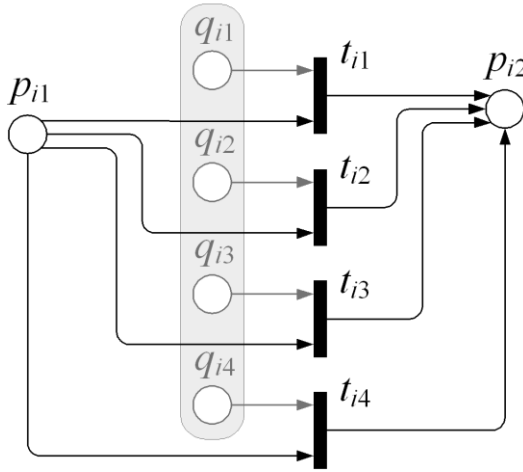


Рисунок 1. Модель отказов сервера времени с выделенным портом управления

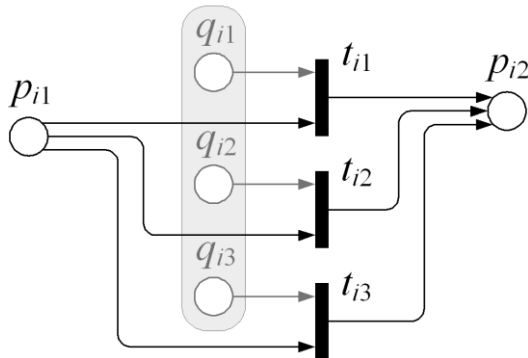


Рисунок 2. Модель отказов сервера времени с одним универсальным портом

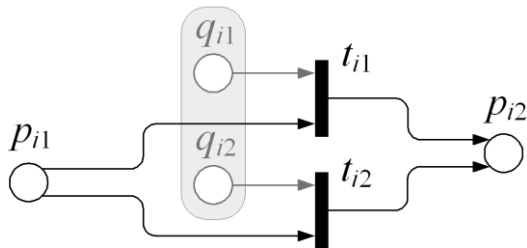


Рисунок 3. Модель отказов NMEA-устройства

Переходы сетей Петри, представленных на рисунках 1—3, соответствующие отказам всех видов, дополнительно охарактеризованы средними затратами на восстановление. Если восстановление происходит в автоматическом режиме, то соответствующая характеристика считается равной нулю.

Для построения вероятностного пространства, моделирующего систему дистрибуции точного времени в целом, содержащую множество типовых элементов, используется принцип асинхронной интерпретации моделей элементов. В модели отдельно, также асинхронно, выделяется логика учета потерь, связанных с потерей синхронизации времени в сети. Например, для мультисервисной сети передачи данных, объединяющих три кампуса и содержащих резервированные сервера времени в каждом кампусе (см. рис. 4), модель системы дистрибуции точного времени представлена на рис. 5.

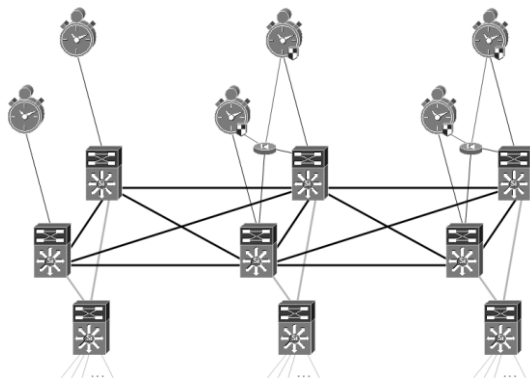


Рисунок 4. Топология мультисервисной сети передачи данных, содержащей подсистему дистрибуции точного времени

На рис. 4 один кампус содержит два сервера времени с одним универсальным портом, остальные два кампуса содержат по два сервера времени с выделенными портами управления, которые из соображений безопасности отделены от основной сети межсетевыми экранами. Любой сервер времени стратума 2 в сети имеет доступ ко всем первичным серверам времени. Сервера времени стратума 2 на рис. 4 не представлены, первичные сервера времени изображены в виде часов. Потеря синхронизации времени для всех клиентов сети происходит при одновременном отказе всех первичных источников времени. Эта логика описана на рис. 5 фрагментом сети, состоящим из позиции p^* и перехода t^* , соединенных дугой кратности 6.

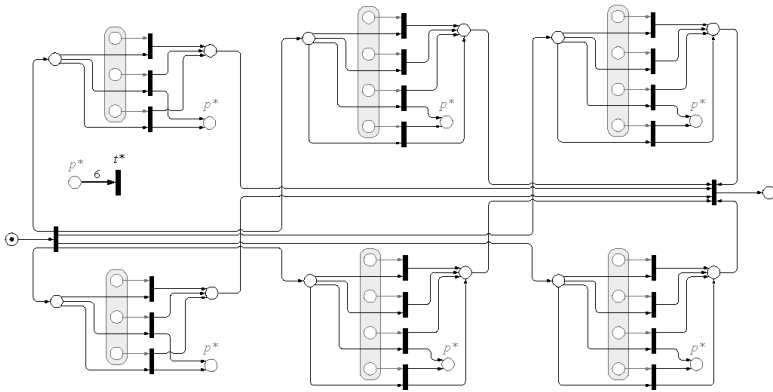


Рисунок 6. Модель отказов подсистемы дистрибуции точного времени мультисервисной сети передачи данных

Для повышения наглядности модели на рис. 6 использован прием, когда одна и та же позиция сети Петри p^* изображена несколько раз в разных местах. Этот прием позволяет избавиться от множества пересечений дуг.

Модель системы дистрибуции точного времени, представленная на рис. 6, основывается на простейших статистиках отказов. Эти статистики накапливаются, как правило, на ежедневной основе. Иначе говоря, модель, представленная на рис. 6, — это модель одного дня жизненного цикла подсистемы. Возникает вопрос: как оценить совокупную стоимость владения за произвольный период? Воспользуемся предположением о независимости событий, происходящих в разные дни. В этом случае модель подсистемы дистрибуции времени на заданном интервале времени можно

представить в виде сети Петри, представленной на рис. 7. На этом рисунке: t_0 — переход, охарактеризованный плановыми затратами на техническое обслуживание подсистемы (и, возможно, на ее развертывание); N_1 — модель одного дня жизненного цикла подсистемы. Прямое вычисление распределения случайной величины совокупной стоимости владения подсистемой по имитационной модели, приведенной на рис. 7, затруднено ввиду значительного количества элементарных вероятностных пространств [5]. Для решения этой задачи удобно использовать результаты, полученные для портфелей однородных финансовых инструментов и реализованные в виде пакета прикладных программ «МультиМир» [4].

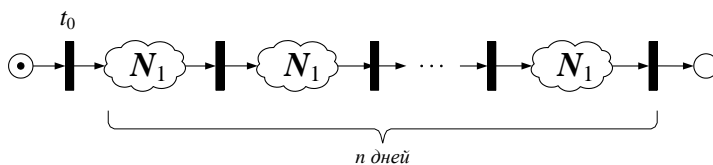


Рисунок 7. Модель жизненного цикла подсистемы дистрибуции точного времени длиной n дней

Для рассмотренного примера на промежутке времени в 1 год для случайной величины совокупной стоимости владения, учитывающей, в том числе, потери от потери синхронизации времени, было рассчитано распределение, см. рис. 8.

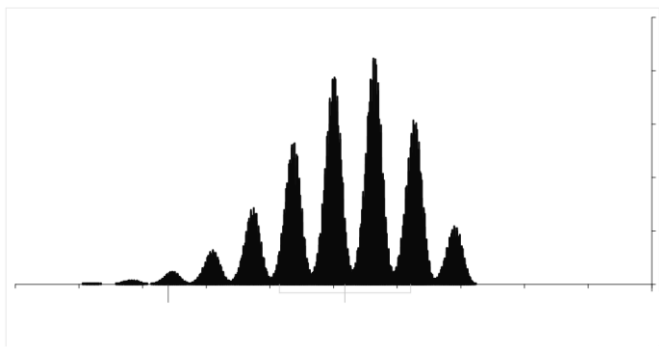


Рисунок 8. Распределение случайной величины совокупной стоимости владения для рассмотренного примера на промежутке времени в 1 год

Теперь, имея в арсенале инструмент расчета распределения случайной величины совокупной стоимости владения, можно сформулировать основную оптимизационную задачу:

$$s^* = \arg \max_{s \in S} \mu(X(N_s)),$$

где: S^* — оптимальное техническое решение;

S — множество возможных технических решений;

N_s — модель технического решения s ;

$X(N_s)$ — случайная величина совокупной стоимости владения,

соответствующая модели N_s ;

μ — некоторая мера риска.

Заметим, что решается задача максимизации, так как мы используем абсолютную стоимостную шкалу: отрицательные величины соответствуют затратам, чем меньше величина — тем выше затраты.

Множество S формируется в полуавтоматическом режиме: варианты технических решений предлагаются человеком, состав оборудования формируется автоматически в рамках процедуры комбинаторного перебора на множестве актуального оборудования.

Полученные результаты. В ходе исследования были разработаны прототипы методик оценки коллективного риска эксплуатации систем дистрибуции точного времени. Используя статистические данные заказчика, были проведены численные эксперименты по выбору оптимальных топологий для простейших задач синхронизации времени по критерию средней совокупной стоимости владения с целью отладки и для демонстрации возможностей методики.

Перспективы дальнейших исследований. В разработанной методике предполагается независимость событий отказа в обслуживании по отдельным портам одного устройства. Это источник возможной погрешности в расчетах. Соответственно, теоретико-вероятностное уточнение модели сервера времени с разделенными портами на основе экспериментов и сбора дополнительной информации позволит повысить точность предложенной методики.

Список литературы:

1. Бородин А.В. О задаче синхронизации времени на основе GPS-приемников коммерческой точности с использованием протокола NMEA [Текст] / А.В. Бородин // Обзорение прикладной и промышленной математики. — 2008. — Т. 15. — В. 6. — С. 1046—1047.
2. Бородин А.В. Стоимость владения как критерий архитектуры первичного NTP-сервера на основе GPS-приемников коммерческой точности [Текст] / А.В. Бородин // Обзорение прикладной и промышленной математики. — 2009. — Т. 16. — В. 3. — С. 507—508.
3. Бородин А.В. Теоретико-игровые модели процессов риска над сетями Петри [Текст] / А.В. Бородин // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды международной научной школы МАБР-2006. СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2006. — С. 305—307.
4. Уразаева Т.А. Алгебра рисков [Текст] / Т.А. Уразаева. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. — 209 с.
5. Уразаева Т.А. Алгебраические аспекты имитационного моделирования портфелей срочных финансовых инструментов [Текст] / Т.А. Уразаева, А.В. Бородин // Материалы конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика». ИММОД-2013. Т. 1. Казань: Издательство «Фэн» Академии наук РТ, 2013. — С. 282—286.
6. IEEE Std 1588TM-2008. IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.googlecode.com/files/IEEE-1588-2008.pdf>. Дата обращения: 24.10.2013.
7. RFC 5905. Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification, June 2010 [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5905.txt>. Дата обращения: 24.10.2013.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Воротников Владимир Сергеевич

*аспирант, Национальный исследовательский университет "МИЭТ",
РФ, г. Зеленоград*

E-mail: v.s.vorotnikov@gmail.com

ARCHITECTURE DEVELOPMENT OF AUTOMATED MEASUREMENT SYSTEM

Vorotnikov Vladimir

*postgraduate, National Research University of Electronic Technology,
Russia, Zelenograd*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен вопрос проектирования системы автоматизации и управления процессом измерения сетевой производительности. Разработана архитектура системы. Выделены основные модули и интерфейсы.

ABSTRACT

Designing of the automated measurement system is considered. Architecture of the system is developed. The basic modules and interfaces are distinguished.

Ключевые слова: автоматизация; сетевая производительность.

Keywords: automation; network performance.

Введение

В современном мире безопасность информационных систем играет важную роль. Её обеспечивают множество сетевых средств защиты информации (далее — ССЗИ): шлюзы безопасности, межсетевые экраны, системы обнаружения вторжений и другие.

В течение всего процесса разработки и выпуска новых версий ССЗИ важно контролировать их параметры. Одним из ключевых параметров является производительность данных средств. Ручное измерение производительности является трудоемкой задачей. При этом большую часть работы составляют однотипные повторяющиеся операции.

Таким образом, актуальным является задача автоматизации и управления процессом измерения и контроля производительности ССЗИ. Разработанная система будет опробована на задаче измерения производительности шлюзов безопасности российского производителя сетевых средств защиты «С-Терра». Важно отметить, что результаты, полученные в процессе решения данной задачи могут быть использованы не только для контроля производительности ССЗИ различных производителей, но и для контроля производительности других сетевых средств, не являющихся средствами защиты информации (например, маршрутизаторов).

Следует также отметить, что существующие на рынке системы автоматизированного измерения сетевой производительности обладают функциональностью, существенно выше, чем необходимо для решения данной задачи. Однако их практическое применение осложнено, во-первых, чрезвычайно высокой ценой (от 200 000 \$ на минимальную лицензию с элементами автоматизации), а также чрезмерной эксплуатационной сложностью для поставленной задачи. Кроме того, их программный код закрыт для изменений и в них невозможно сделать доработки, необходимые для решения отдельных специфических задач конкретного вендора. Поэтому разработка собственной, имеющей все необходимые (но не более) функции, системы выглядит оправданным. Кроме того, разработка данной системы позволяет уменьшить зависимость российских ИТ-компаний, разработчиков сетевых средств от западных вендоров. Таким образом, решение задачи автоматизации и управления процессом измерения и контроля производительности представляется актуальным.

В данной статье приведена часть решения данной задачи, связанная с разработкой архитектуры автоматизированной системы измерения сетевой производительности.

Из опыта разработки различных программных продуктов хорошо известно, что ошибки, совершенные на стадии разработки архитектуры — одни из самых серьезных. Они требуют больших трудозатрат на исправление, вплоть до полной переделки разрабатываемой системы. Важно сделать архитектуру масштабируемой и универсальной. Это позволит в будущем, при изменении требований к системе — модернизировать её в относительно короткие сроки. Кроме того, это позволит адаптировать её под сопутствующие задачи, а также под аналогичные задачи для смежных областей.

Разработка общей архитектуры системы

Основные обязательные компоненты системы — это испытываемые устройства, нагрузочные сервера и внешние хранилища данных.

Кроме того, на одном из устройств должно работать логическое ядро системы — сервер управления. Можно для этих целей использовать один из нагрузочных серверов. Но это нарушает чистоту эксперимента и ухудшает масштабируемость системы. Поэтому предлагается вынести сервер управления в отдельное устройство. Это позволит четко логически разграничить управляющие сигналы и нагрузочный трафик. Кроме того, такая схема позволяет одной системе управления контролировать сразу несколько нагрузочных стендов. Схожую общую архитектуру имеют и существующие системы измерения производительности, хорошо зарекомендовавшие себя в отрасли [1].



Рисунок 1. Общая архитектура САУ ПИКП

Исходя из вышесказанного, общая архитектура системы автоматизации и управления процессом измерения и контроля производительности (далее — САУ ПИКП) представлена на рисунке (Рисунок).

Разберем далее, основные выполняемые функции каждой группы устройств в рамках вышеописанной архитектуры.

Рабочее место оператора. Представляет собой ПК оператора, а также интерфейс настройки и управления всей системой в целом. Кроме того, данный интерфейс позволяет просматривать ход проведения измерений и их результаты. Предполагаемая ОС — Windows, Linux.

Внешнее хранилище данных. Отдельный сервер, содержащий некоторые, необходимые для проведения измерений данные: различные версии средств сетевой защиты информации (далее — ССЗИ), вспомогательные инструменты. Кроме того, может служить для хранения результатов измерения. Предполагаемая ОС — Windows, Linux.

Сервер управления. Логическое ядро САУ ПИКП. Выполняет и контролирует все необходимые для проведения измерений действия. Предоставляет интерфейсы для обмена данными с другими устройствами и первично обрабатывает данные. Предполагаемая ОС — Linux.

Нагрузочные устройства. Выступают в роли генераторов трафика. Получают первичные, необработанные результаты. За синхронность и корректное взаимодействие нескольких нагрузочных серверов отвечает сервер управления. Предполагаемая ОС — Linux.

Исследуемые устройства. Представляют собой сервера с испытуемым ССЗИ. Могут работать в различных режимах и сохраняют информацию о некоторых параметрах работы (таких как загруженность процессора) во время проведения измерений. За последующую обработку этих данных отвечает сервер управления. Предполагаемая ОС — Linux.

Разберем далее, основные потоки данных в рамках вышеописанной архитектуры.

Рабочее место оператора <-> Сервер управления. Рабочее место оператора передает на сервер управления управляющие команды и получает обратно обработанные результаты измерений. Возможные используемые протоколы: SSH, HTTP, FTP.

Внешнее хранилище данных <-> Сервер управления. Сервер управления скачивает с внешнего хранилища данных необходимые для проведения измерений данные (новые версии ССЗИ, новые версии скриптов тестирования) и загружает на внешнее хранилище данных обработанные результаты проведенных измерений. Возможные используемые протоколы: FTP, SCP.

Нагрузочные устройства <-> Сервер управления. Нагрузочные устройства получают от сервера управления управляющие сигналы, содержащие все необходимые параметры для генерации тестового трафика. Нагрузочные устройства сообщают на сервер управления результаты генерации трафика в необработанной форме. Возможные используемые протоколы: SSH.

Исследуемые устройства <-> Сервер управления. Исследуемые устройства получают от сервера управления актуальные версии ССЗИ,

конфигурации и другие необходимые параметры, которые должны быть применены в процессе проведения измерений. Исследуемые устройства сообщают серверу управления сведения о своих диагностических показателях в процессе выполнения измерения. Возможные используемые протоколы: SSH.

Нагрузочные устройства <-> Исследуемые устройства. Нагрузочное устройство передает на исследуемые устройства тестовый трафик в соответствии с заданными параметрами. После его обработки исследуемые устройства передают его в соответствии со своей таблицей маршрутизации (обычно на другое нагрузочное устройство).

Детальное проектирование программных модулей. Ключевые моменты процедуры разработки.

Выделение основных программных модулей

На основе разработанной архитектуры, которая по своей сути представляет собой проект верхнего уровня, можно составить проект нижнего уровня (детализированный проект).

В разрабатываемой системе потребуются следующие программные модули, выполняющиеся на сервере управления:

- Модуль интерпретации и представления данных.
- Модуль для удаленного выполнения команд на нагрузочных и исследуемых устройствах.
- Модуль для сбора данных с нагрузочных и исследуемых устройств.
- Модуль для связи с рабочим местом оператора.
- Модуль для связи с внешним хранилищем данных.
- Центральный логический модуль.
- А также, потребуется программный модуль, выполняющийся на рабочем месте оператора.

Рассмотрим подробнее каждый из вышеуказанных программных модулей.

Модуль интерпретации и представления данных

Данный модуль предназначен для интерпретации и представления в различных формах данных, получаемых от нагрузочных и исследуемых устройств.

В качестве входных данных модуль получает следующие данные:

- информацию о текущем проводимом тесте.
- Вывод результата работы утилит iperf, netperf, nuttcp в необработанном виде с нагрузочных устройств. Данные утилиты выполняют отдельные элементарные измерения производительности,

на основе которых в дальнейшем формируется итоговый результат измерения.

- Вывод результатов работы утилит `vmstat`, `klogview`, `sa_mgr`, в необработанном виде с испытуемых устройств. Данные утилиты позволяют получить информацию о состоянии системы (память, состояние сетевых соединений и др.).

- Результаты выполнения команды `cat /proc/cpuinfo`, `dmesg`, `ip address show`, `ip route show`, в необработанном виде с испытуемых устройств. Данные утилиты позволяют получить информацию о аппаратной составляющей устройства, а также его сетевых настройках.

В качестве выходных данных, модуль формирует таблицу в формате `xls`, в которой отражаются результаты всех проведенных измерений, параметры измерений, диагностическая информация и параметры аппаратной платформы.

Архитектурно модуль представляет собой набор функций разбора текста, каждая из которых получает в качестве входных данных вывод одной из вышеперечисленных команд и разбирает их в соответствии с их синтаксисом. Все полученные данные заносятся в объект специально созданного класса. После того, как объект класса заполняется, функция вывода данных в табличную форму создает `xls`-файл. Общая схема работы данного модуля представлена на рисунке (Рисунок 2).

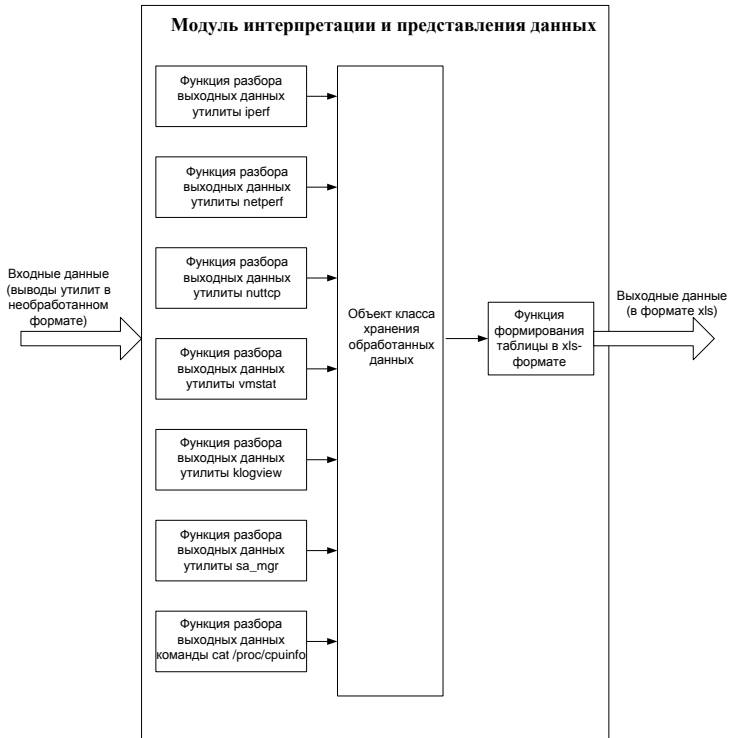


Рисунок 2. Модуль интерпретации и представление данных

Модуль для удаленного выполнения команд на нагрузочных и исследуемых устройствах

Данный модуль предназначен для выполнения произвольных команд на нагрузочных и исследуемых устройствах, а также получения необработанных результатов работы данных команд.

В качестве входных данных модуль получает следующие данные:

- параметры запуска для набора известных команд или текстовую строку, содержащую произвольную команду;
- идентификатор устройства, на котором должны быть выполнены указанные команды;

Выходными данными модуля являются необработанный вывод выполняемых команд.

Архитектурно модуль представляет собой набор функций, которые выполняют определенные команды. Функции выдают

необработанную строку: результат выполнения команды. Общая схема работы данного модуля представлена на рисунке (Рисунок).

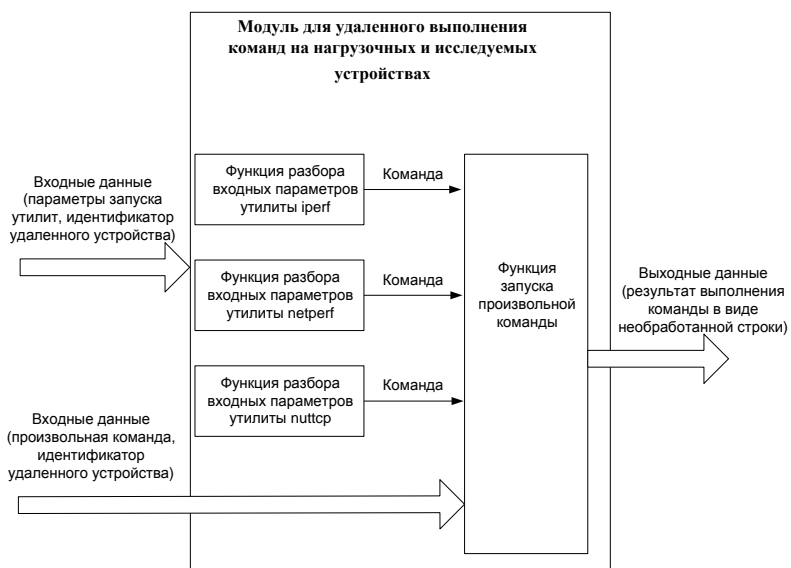


Рисунок 3. Модуль для удаленного выполнения команд на нагрузочных и исследуемых устройствах

Модуль для сбора данных с нагрузочных и исследуемых устройств

Данный модуль предназначен для сбора данных с нагрузочных и исследуемых устройств. Все собираемые данные можно условно разделить на три группы:

- данные, которые постоянно меняются в процессе проведения измерения и не сохраняются в дальнейшем (например, загруженность процессора);
- данные, которые реже меняются в процессе измерения и остаются доступными и после проведения измерения (например, логи);
- постоянные данные, не меняющиеся в процессе измерения (например, параметры аппаратной платформы).

Соответственно подход к сбору различных групп данных — также разный. Если данные третьей группы достаточно собрать один

раз за все время проведения всех измерений, то данные второй группы следует собирать после каждого измерения (однако, если этого не будет сделано, информация не потеряется, а только усложнится её разбор в дальнейшем). В случае же первой группы, проводить сбор данных непосредственно в процессе измерения — является критически важным, в противном случае эти данные будут потеряны без возможности восстановления.

В качестве входных данных модуль получает следующие данные:

- список собираемых данных первой группы и параметры частоты их сбора в формате произвольных команд, служащих для сбора соответствующих данных;
- список собираемых данных второй и третьей группы в формате списка файлов в которых хранится данная информация или произвольных команд, служащих для сбора соответствующих данных;

Выходными данными модуля являются необработанный вывод выполняемых команд и необработанное содержание указанных файлов.

Архитектурно модуль представляет собой набор функций, которые обращаются по необходимости к функциям модуля для сбора данных с нагрузочных и исследуемых устройств и складывают полученную информацию в определенную структуру данных. Общая схема работы данного модуля представлена на рисунке (Рисунок).



Рисунок 4. Модуль для сбора данных с нагрузочных и исследуемых устройств

Модуль для связи с рабочим местом оператора

Данный модуль предназначен для связи с рабочим местом оператора. Он предоставляет оператору интерфейс для управления и получения данных с сервера управления. Важной особенностью данного модуля является его высокий уровень абстракции и возможность отчуждения и замены. То есть, возможно переписать данный модуль, предоставив оператору другой интерфейс управления (например другой текстовый или графический интерфейс), дающий те же возможности, но в другой форме, при этом не переписывая ядро системы.

В качестве входных данных модуль получает следующие данные:

- управляющие команды от оператора;
- запросы на получение информации от оператора.

Выходными данными модуля являются управляющие команды для различных компонентов системы, а также запрашиваемая оператором информация.

Архитектурно модуль представляет собой набор отчуждаемый интерфейс и функцию, преобразующую внешние команды оператора во внутреннюю логику системы. Отдельно существует функция выдачи запрашиваемой информации. Общая схема работы данного модуля представлена на рисунке (Рисунок 55).

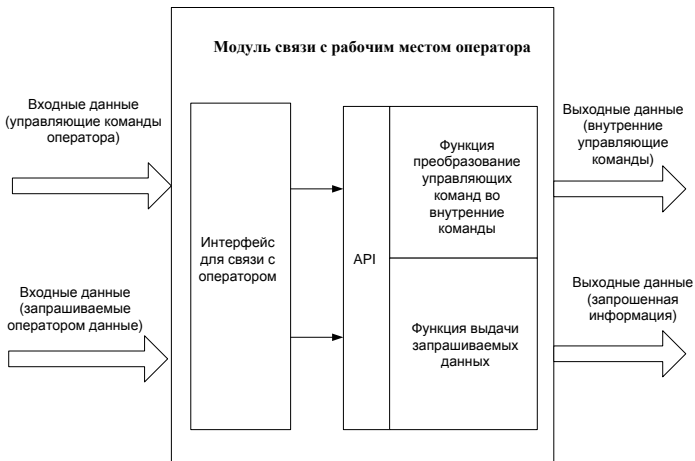


Рисунок 5. Модуль для связи с рабочим местом оператора

Модуль для связи с внешним хранилищем данных

Данный модуль предназначен для связи с внешним хранилищем данных. Он позволяет, как скачивать данные с внешнего хранилища, так и загружать их туда. Хранилище данных доступно по протоколу FTP.

В качестве входных данных модуль получает данные, подлежащие скачиванию и загрузке.

В качестве выходных данных модуля выступает информация о совершенной операции (отчет о выполнении или отчет о возникшей в процессе выполнения ошибке).

Архитектурно модуль представляет собой функции для загрузки и получения файлов с внешнего хранилища данных. Общая схема работы данного модуля представлена на рисунке (Рисунок 6).

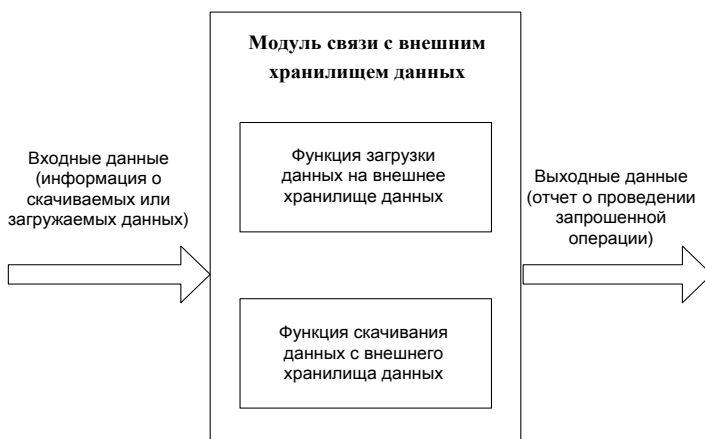


Рисунок 6. Модуль для связи с внешним хранилищем данных

Центральный логический модуль

Данный модуль является центральным логическим связующим звеном между другими модулями системы. Он обеспечивает координацию, синхронную и слаженную работу всех модулей системы в целом.

В качестве входных данных модуль получает выходные данные одних модулей и преобразует их во входные данные для других модулей. В том числе, он занимается формированием и исполнением измерительных тестов, используя в качестве инструментария функции других модулей.

При своей работе центральный модуль опирается на данные, записанные в конфигурационном файле, а также, команды передаваемые оператором.

Для обеспечения функционирования данного модуля было разработано несколько алгоритмов, решающих различные задачи. Процесс разработки и описания данных алгоритмов выходит за рамки данной публикации.

Модуль, выполняющийся на рабочем месте оператора.

Данный модуль предназначен для предоставления оператору удобного интерфейса управления и связи рабочего места оператора с сервером управления. Он предоставляет оператору клиентскую часть интерфейса для управления САУ ПИКП и получения данных с сервера управления.

В качестве входных данных модуль получает следующие данные:

- управляющие команды от оператора;
- запросы на получение информации от оператора.

Далее, модуль передает их на сервер управления в модуль для связи с рабочим местом оператора.

Архитектурно модуль представляет собой набор клиентскую часть интерфейса управления и сетевой протокол, обеспечивающий двустороннюю передачу данных между рабочим местом оператора и сервером управления. Общая схема работы данного модуля представлена на рисунке (Рисунок 7).

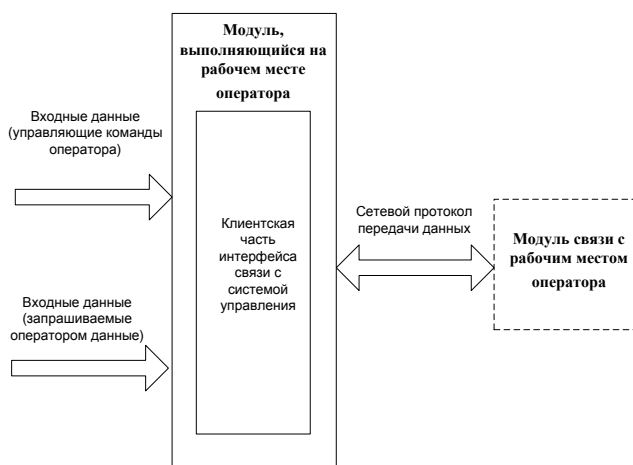


Рисунок 7. Модуль, выполняющийся на рабочем месте оператора

Взаимодействие модулей

Выше был рассмотрен каждый из модулей в отдельности. Далее следует рассмотреть архитектуру взаимосвязи между модулями. Как уже было сказано выше — центральным является модуль формирования и исполнения измерительных тестов. Взаимодействие модулей показано на рисунке.



Рисунок 8. Взаимодействие модулей

Выводы

В данной статье была описана разработка общей архитектуры системы автоматизации и управления процессом измерения и контроля сетевой производительности, выделены основные компоненты системы. Выделены основные информационные потоки

и выбраны протоколы взаимодействия. Рассмотрено детальное разбиение на программные модули. Для каждого из программных модулей рассмотрены входные и выходные данные, а также основные функции. Описано взаимодействие программных модулей. Вопрос непосредственного написания программного кода в соответствие с разработанной архитектурой и испытания разработанной системы выходит за пределы данной публикации.

Список литературы:

1. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ixiacom.com/solutions/network-infrastructure-test/>.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НА ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

Дроздов Игорь Александрович

канд. техн. наук, доцент,

Академия ФСО России,

РФ, г. Орёл

E-mail: 19digor63@mail.ru

Константинов Сергей Владимирович

учитель,

Академия ФСО России,

РФ, г. Орёл

E-mail: ksw66@yandex.ru

ESTIMATION OF INFLUENCE OF IS PROBABILITY-TIME CHARACTERISTICS OF MANAGERIAL PROCESS ON FAIL SAFETY OF THE MULTISERVICE COMMUNICATION NETWORK

Igor Drozdov

*candidate of Technical Science, Associate Professor,
Academy of FSGS of the Russian Federation,
Russia, Orel*

Sergey Konstantinov

*teacher,
Academy of FSGS of the Russian Federation,
Russia, Orel*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся механизмов оценки влияния вероятностно-временных характеристик процесса управления на отказоустойчивость мультисервисной сети связи. Предлагаются математические модели, позволяющие оценить отказоустойчивость МСС при использовании однолинейной или многолинейной системы автоматизированного управления. Получены зависимости качества управления конфигурацией МСС и её отказоустойчивости от интенсивности потока отказов и восстановления элементов с учётом передачи информационных потоков потребителям с различными классами обслуживания.

ABSTRACT

In article the questions, estimations of influence of is probability-time characteristics of managerial process concerning mechanisms on fail safety of a multiservice communication network are considered. The mathematical models, allowing to estimate fail safety MCC are offered at usage of the one-linear or multilinear system of automated management. Dependences of quality of configuration management MCC and its fail safeties from intensity of a failure flow and recovery elements with the registration of transmission of information highways to customers with various classes of service are received.

Ключевые слова: функциональная отказоустойчивость; связность; система автоматизированного управления; однолинейная и многолинейная системы массового обслуживания.

Keywords: the functional fail safety; connectivity; automated management system; the one-linear and multilinear systems of mass service.

Зачастую показатели, по которым производится оценка структурной или функциональной отказоустойчивости мультисервисной сети связи (МСС), не учитывают характер её функционирования, как системы с автоматизированным управлением (САУ). При нарушениях конфигурации или связности МСС, САУ будет выполнять операции либо по восстановлению работоспособности её элементов, либо по изменению программы функционирования управляющих устройств с целью сохранения или модификации структуры МСС.

В основе этих действий должны лежать оценки, полученные в результате работы системы мониторинга. Если время реакции САУ на нарушение связности МСС не превысит допустимого времени доставки информационного сообщения (ИС) от отправителя к получателю (T_{oc}), то следует считать, что состояние МСС не ухудшилось.

Таким образом, оценку конфигурации МСС $H(G)$ следует производить по показателю, определяемому из выражения:

$$H(G) = 1 - P_1(t)P_2(t), \quad (1)$$

где: $P_1(t)$ — вероятность нарушения связности конфигурации сети (с учётом функциональных особенностей элементов сети);

$P_2(t)$ — вероятность того, что общее время t_p реакции системы управления (СУ) на устранение нарушений связности окажется больше допустимого среднего времени прохождения ИС через МСС, т. е. $P_2 = P(t_p > \tau_g)$.

Для оценки конфигурации МСС $H(G)$ по данному показателю предположим, что:

- поток заявок на восстановление нарушений связности ее конфигурации, поступающий на САУ, является модифицированным простейшим;

- распределение длительностей задействования элементов САУ подчинено экспоненциальному закону с интенсивностью

восстановления $\mu_B = \frac{1}{\bar{t}_p}$, где \bar{t}_p — среднее время реакции САУ

на устранение нарушений связности конфигурации МСС;

- события, характеризующие нарушения связности конфигурации МСС, не зависят друг от друга;
- система управления МСС является системой массового обслуживания (СМО) с ожиданием.

Математические модели оценки отказоустойчивости МСС получим для случаев, когда САУ является однолинейной и многолинейной СМО [1].

Требование на устранение нарушений связности конфигурации МСС считается выполненным в том случае, когда САУ закончила необходимые операции по восстановлению ее связности за время $\tau_g = T_B$.

Следовательно, вероятность $P_2(t)$ может быть определена как вероятность того, что общее время t_p пребывания такой заявки в САУ (период ожидания $t_{ож}$ и время, затрачиваемое исполнительным устройством на устранение нарушений связности t_{yc}), не превысит заданное время τ_g . Для её нахождения воспользуемся моделью, предложенной в [1], согласно которой

$$P_2 = P(t_p > \tau_g) = 1 - \frac{\mu_B}{(\lambda_0 - \mu_B)(\lambda_0 \tau_g + 1)} \left[\exp [- (\lambda_0 - \mu_B) \tau_g] - 1 \right] \quad (2)$$

где: μ_B — интенсивность освобождений исполнительного устройства САУ;

λ_0 — параметр потока требований на устранение нарушений конфигурации связности МСС;

τ_g — допустимое время пребывания заявки в САУ. Предположим, что функциональные особенности элементов МСС не накладывают ограничений на ее структурную конфигурацию $H(G)$. Тогда вероятность P_1 можно рассчитать по формуле

$$P_1 = 1 - R_{cb}(m) = (1 - q^{n-1})^{\frac{1}{2} P_{min}} \quad (3)$$

В соответствии с показателем (1) структурная конфигурация сети $H(G)$ определится выражением:

$$H(G) = (1 - q^{n-1})^{\frac{1}{2} P_{min}} \left\{ 1 - \frac{\mu_B}{(\lambda_0 - \mu_B)(\lambda_0 \tau_g + 1)} \left[\exp [- (\lambda_0 - \mu_B) \tau_g] - 1 \right] \right\} \quad (4)$$

При учете функциональных ограничений элементов сети, расчет отказоустойчивости МСС $H(J_{ij})$ в целом может быть представлен выражением:

$$H(J_{ij}) = 1 - \prod_{r=1}^{L_2(G)} \left\{ 1 - \prod_{i=1}^{\gamma_r+1} [1 - P_i(m_{ij})] \prod_{j=1}^{\gamma_r+2} [1 - P_j(n_i)] \right\} \{P_2\}. \quad (5)$$

Таким образом, формулы (4) и (5) являются математическими моделями для определения структурной конфигурации МСС при централизованной системе управления.

С учетом полученных моделей по аналогии с (1) можно получить выражение для оценки отказоустойчивости сети с учетом пропускной способности направления связи (НС) для конкретной сети:

$$H(G) = \sum_{i_1=1}^{d_1} \sum_{i_2}^{d_2} V_{i_1 i_2} H_{i_1 i_2}(J_{ij}) \quad , (6)$$

где: $H_{i_1 i_2}(J_{ij})$ — находится из выражения (5).

Полученные модели позволяют оценивать отказоустойчивость МСС при наличии централизованной двухуровневой САУ, то есть при отсутствии элементов, обеспечивающих управление конфигурациями МСС в интересах потребителей различных классов обслуживания. Однако это является частным случаем.

В большинстве МСС в составе СУ имеется V_1 исполнительных устройств одинаковой производительности (т. е. она является многолинейной СМО с распределенным управлением). Предположим, что поступает простейший поток заявок на устранение нарушений связности конфигурации с плотностью λ_0 . Время обслуживания каждой такой заявки является случайной величиной t_{yc} , которая подчинена показательному закону распределения с параметром

$$\mu_B = \frac{1}{t_{yc}}, \quad \text{где } t_{yc} \text{ — среднее время, необходимое одному из } V_1$$

исполнительных устройств САУ для обслуживания заявки. Если вновь прибывшая в САУ заявка застаёт все устройства занятыми, то она становится в очередь и ожидает обслуживания.

Общее допустимое время t_p пребывания заявки в САУ является случайным с показательным законом распределения и параметром

$$V = \frac{1}{\tau_g}, \quad \text{где } \tau_g \text{ — среднее допустимое время пребывания заявки}$$

в САУ.

Для многолинейной СМО [1], характеризующей в данном случае САУ, вероятность того, что общее время пребывания заявки в системе (устранение нарушений связности конфигурации МСС) превысит допустимое, можно определить по формуле:

$$P_2 = P(t_p > \tau_g) = \frac{\alpha - V_1 + \sum_{k=0}^{V_1-1} (V_1 - k) P_k}{\alpha}, \quad (7)$$

$$\text{где } P_k = \frac{\alpha^k}{k!(1+\beta)^k} P_0;$$

$$P_0 = \sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!(1+\beta)^k} + \frac{\alpha^{V_1}}{V_1!(1+\beta)^k} \sum_{s=1}^{L_0} \frac{\alpha^s}{\prod_{m=1}^s [V + (V+m)\beta]};$$

$$\alpha = \lambda_0 / \mu_B; \quad \beta = v / \mu_B,$$

$$L_0 = \sum_{r=1}^{L+d} (2\gamma_r + 3), \quad v = \frac{1}{\tau_g}, \quad \mu_B = \frac{1}{t_{yc}}.$$

$$\lambda_0(J_{ij}) = \sum_{i=0}^{L_1} i \binom{L_1^0}{i} P_{L_1}^i (1 - P_{L_1})^{L_1-i} = L_1^0 P_{L_1},$$

$$\text{где } L_1^0 = \sum_{r=1}^{L+d} (2\gamma_r + 3);$$

$$P_{L_1^0}(J_{ij}) = \sum_{r=1}^{L+d} ((\gamma_r + 1)P_r(m_{ij}) + (\gamma_r + 2)P_r(n_i)) / L_1^0$$

Тогда модель для оценки $H(G)$ МСС с учетом (4) и (7) можно записать следующим образом:

$$H(G) = (1 - q^{n-1})^{\frac{1}{2} \rho_{\min}} \left[\frac{\alpha - V_1 + \sum_{k=0}^{V_1-1} (V_1 - k) P_k}{\alpha} \right]. \quad (8)$$

Для НС модель оценки $H(J_{ij})$ приобретает вид:

$$H(J_{ij}) = 1 - \prod_{r=1}^{L+d_j} \left\{ 1 - \prod_{i=1}^{\gamma_r+1} [1 - P_{ir}(m_{ij})] \prod_{j=1}^{\gamma_r+2} [1 - P_{jr}(n_i)] \right\} \left\{ \frac{\alpha - V_1 + \sum_{k=0}^{V_1-1} (V_1 - k) P_k}{\alpha} \right\}. \quad (9)$$

Для передачи информационных потоков потребителям с различными классами обслуживания отказоустойчивость МСС целесообразно оценивать для различных её конфигураций в единицах пропускной способности. Поэтому, по аналогии с (6), отказоустойчивость можно определить по формуле:

$$H(G) = \sum_{i_1=1}^{d_1} \sum_{i_2}^{d_2} B_{i_1 i_2} H_{i_1 i_2}(J_{ij}), \quad (10)$$

где $H_{i_1 i_2}(J_{ij})$ определяется на основе (9).

Полученные результаты дают возможность производить оценку отказоустойчивости МСС, управление которой осуществляет централизованная или распределенная СУ.

Как следует из выражения (1), $H(G)$ различных конфигураций МСС определяется не только вероятностью её связности, но и вероятностно-временными параметрами СУ. Расчеты вероятностно-временных характеристик САУ показывают зависимость вероятности P_2

от превышения системой управления МСС допустимого времени τ_g в ходе устранения нарушений связности её конфигурации, от интенсивности λ_0 потока поврежденных элементов системы, интенсивности потока восстановлений μ_B и допустимого времени восстановления ресурсов МСС τ_g .

На рис. 1 изображен график зависимости вероятности P_2 от интенсивности λ_0 , поступающих в САУ требований на устранение нарушений связности конфигураций МСС $P_2 = f(\lambda_0)$, построенный по результатам расчетов на модели (2).

Из графика следует, что качество реализации процесса управления конфигурациями сети снижается с увеличением интенсивности λ_0 потока повреждения (или отказов) элементов МСС. Данное положение свидетельствует о важности решения задач, связанных с построением системы мониторинга.

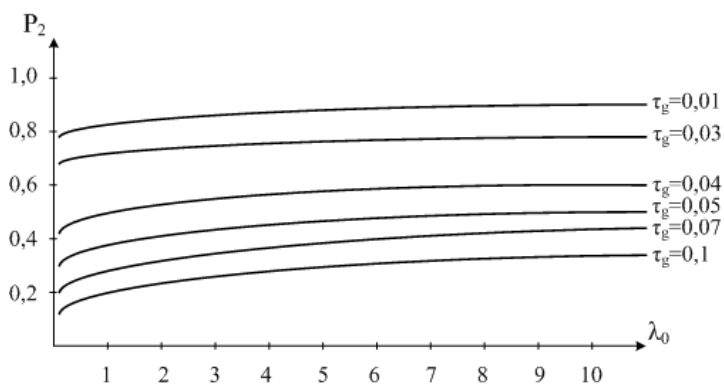


Рисунок 1. Зависимость качества управления конфигурацией МСС от интенсивности потока отказов элементов

Влияние на отказоустойчивость интенсивности потока μ_B обслуживания поступающих в САУ МСС требований на устранение нарушений связности её конфигураций, приведено на рис. 2.

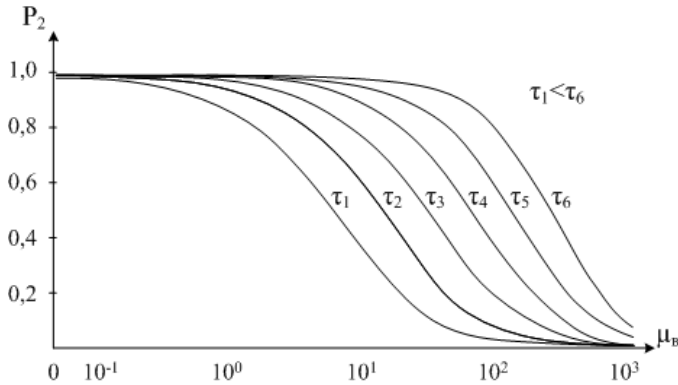


Рисунок 2. Зависимость отказоустойчивости системы от интенсивности восстановления её элементов

Параметром на кривых $P_2 = f(\mu_B)$ является значение времени τ_g . Кривые получены при постоянных значениях λ_0 . Анализ этих кривых показывает, что при увеличении значений μ_B вероятность превышения САУ допустимого времени τ_g резко падает. Однако при увеличении τ_g такой спад сдвигается вправо (в область увеличения значений величины μ_B). Из графика следует, что для обеспечения высоких показателей $H(G)$ САУ должна обеспечивать высокую производительность при устранении нарушений связности конфигураций системы.

Зависимость вероятности P_2 от допустимых значений времени τ_g показана на рис. 3. Из графика следует, что исследуемая вероятность P_2 уменьшается с ростом τ_g . Причем резкий спад кривых характерен для малых значений μ_B .

Приведенные расчеты подтверждают предположение, что чем выше уровень принятия решения на восстановление конфигураций МСС, тем сложнее выполнить требования по отказоустойчивости, так как в этом случае необходимо увеличить уровень агрегирования избыточной части системы.

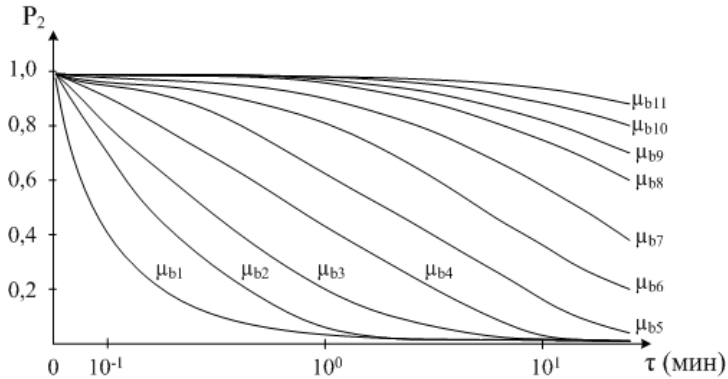


Рисунок 3. Зависимость отказоустойчивости системы от требований к времени восстановления её элементов

Вместе с тем, чем ниже уровень принятия решения, тем больше количество аппаратно-программных элементов МСС, задействованных для решения проблемы отказоустойчивости, что приводит к повышению стоимости эксплуатации системы и росту потока отказов элементов. Это, с одной стороны, неминуемо ведет к увеличению количества персонала и средств технического уровня процесса восстановления, а с другой — к неизбежному снижению отказоустойчивого состояния МСС до уровня баланса потоков отказов и потоков восстановлений.

Список литературы:

1. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. /Перевод с английского под редакцией д-ра техн. наук Б.С. Цыбакова. М.: «МИР», 1979. — 600 с.

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ
В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ВЕКТОРА
ЗНАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

Прошин Иван Александрович

*д-р техн. наук,
заведующий кафедрой автоматизации и управления, профессор
Пензенского государственного технологического университета,
РФ, г. Пенза
E-mail: proshin.Ivan@inbox.ru*

Руденко Наталия Николаевна

*старший преподаватель кафедры автоматизация и управления,
РФ, г. Пенза
E-mail: Rnn19@mail.ru*

**THE SISTEMATIZATION OF MATHIMATIC METHODS
IN MODEL-MAKING PROCESS OF PROJECT CREATION
DEATING WITH THE CONTEST OF ECONOMICALLY
ORGANIZED KNOWLEDGE COMPONENT ON THE TOPIC
“AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
AND PRODUCTIONS”**

Ivan Proshin

*the doctor of engineering science, professor
of Penza State Technological University, Head of department
"Automatization and Operation",
Russia, Penza*

Natalia Rudenko

*chief teacher of the department "Automatization and Operation",
Russia, Penza*

АННОТАЦИЯ

Систематизация организационно-экономических задач, решаемых при разработке и реализации типовых проектов автоматизации технологических процессов на предприятиях энергетики. Выбор методов математического моделирования организационно-экономических задач.

ABSTRACT

The systematization of economically organized tasks based on decision and realizathion with in typical projects in automatization of technological processes on energy-making enterprises. The choice of mathematic methods in model-making along the way of economically organized tasks.

Ключевые слова: организационно-экономический компонент; математическое моделирование; типовой проект.

Keywords: well organized economic component; mathematic modeling; a typical project.

В условиях рыночной экономики решающим условием финансовой устойчивости предприятия является эффективность вложения капитала. Разработка инвестиционного проекта, представляющего собой комплексный план создания производства для получения экономической выгоды, является важнейшим направлением профессиональной деятельности специалиста по автоматизации технологических процессов и производств.

Федеральный образовательный стандарт (ФГОС), основанный на компетентностном подходе к знаниям, способствует освоению обучающимися различного рода умений, позволяющих им в будущем эффективно действовать в профессиональных ситуациях. Системная организация профессиональной подготовки в вузе по вектору знаний представлена в работах Д.И. Прошина [1, с. 78, 79; 3, с. 71—73] и И.А. Прошина [4, с. 706, 707; 6, с. 163—167].

Одним из определяющих компонентов профессиональной подготовки в вузе по вектору знаний является разработка типового проекта [2, с. 114—116]

Всю деятельность специалистов по реализации любого конкретного проекта на предприятии в соответствии с концепцией, изложенной Д.И. Прошиным [3, с. 59—61; 63—66], можно представить в рамках пяти (v_1, v_2, v_3, v_4, v_5) основных компонентов вектора знаний, одним из которых является организационно-экономический (v_4).

В своей статье [8, с. 90, 91], основываясь на методике: И.А. Прошин [7, с. 133—136], Д.И. Прошин [3, с. 73—75], мы представили учебный процесс, стратифицированный по уровню освоения

знаний. Следующей задачей является выбор методов организационно-экономической оценки этапов разработки проектов и методов математического моделирования [5, с. 154—157], позволяющих рассчитать и оценить экономическую эффективность предложенных вариантов.

Состав функций организационно-экономического компонента вектора знаний в структуре типового проекта представлен на рисунке 1.

Организационно-экономический механизм управления проектами представляет собой совокупность методов и способов, процедур и правил управления, которые дают возможность достижения основной цели проекта.



Рисунок 1. Организационно-экономический компонент вектора знаний в структуре типового проекта. Реализация проекта на предприятии

На каждом этапе разработки проекта используются математические методы: качественные и количественные. Качественные методы

позволяют осуществить логический анализ возможных событий и их последствий, количественные — дают оценки параметров проекта, в частности, его эффективности.

Применение экономико-математических методов при разработке организационно-экономического механизма проекта, позволяет упорядочить систему экономической информации о проекте на каждом этапе реализации проекта.

Рекомендуемые методы оценки процедур разработки организационно-экономического механизма управления проектами представлены на рисунке 2.

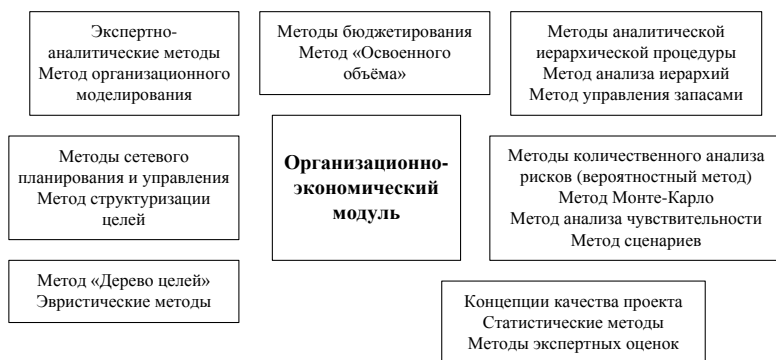


Рисунок 2. Организационно-экономический компонент вектора знаний в структуре типового проекта. Методы оценки работ при реализации проекта на предприятии

Из информации, представленной на рисунке, следует, что на каждом этапе разработки организационно-экономического механизма управления проектами используются математические методы, которые позволяют построить экономико-математические модели и осуществить на их основе математическое моделирование [7, с. 134—136], что является современным научным направлением, позволяющим вскрывать сущность протекающих экономических процессов, эффективно управлять их поведением и анализировать функционирование экономических объектов и систем, что в условиях рыночной экономики является решающим фактором при выборе варианта реализации проекта.

Каждый этап реализации проекта оценивается соответствующими математическими методами. На рисунке 3 показан метод оценки ресурсов.



Рисунок 3. Методы оценки ресурсов, задействованных в проекте

Остальные этапы реализации проекта интерпретируются аналогично.

В заключение отметим, что профессиональная подготовка специалиста по всем дисциплинам специальности должна включать организационно-экономический компонент, присущий каждой дисциплине [3, с. 72].

Список литературы:

1. Прошин Д.И. Принципы системной организации профессиональной подготовки в вузе / Д.И. Прошин, Р.Д. Прошина // Педагогическое образование и наука. — 2009. — № 10. — С. 76—79.
2. Прошин Д.И. Структура типового проекта как определяющая компонента профессиональной подготовки в вузе по вектору знаний // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2011. — Т. 7. — № 2. — С. 113—117.
3. Прошин Д.И. Управление образовательным процессом по вектору знаний: монография / Д.И. Прошин. Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. — 454 с.
4. Прошин И.А. Управление образовательным процессом подготовки кадров для машиностроения по вектору знаний / И.А. Прошин, Д.И. Прошин, Р.Д. Прошина, П.В. Сюлин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Авиационно-космическое машиностроение. — 2012. — Т. 14. — № 1(2). — С. 705—708.

5. Прошин И.А. Математическая модель образовательного процесса в пространстве вектора знаний / И.А. Прошин, Д.И. Прошин, Н.Н. Прошина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2012. — № 03. — С. 153—160.
6. Прошин И.А. Теория и методология профессионального образования в пространстве вектора знаний / И.А. Прошин, Д.И. Прошин, Н.Н. Прошина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2012. — № 03. — С. 161—169.
7. Прошин И.А. Методология формирования вектора знаний профессионального образования / И.А. Прошин, Д.И. Прошин, Н.Н. Прошина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2013. — № 08. — С. 130—137.
8. Прошин И.А. Формирование организационно-экономического компонента вектора знаний по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» / И.А. Прошин, Н.Н. Руденко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т. 16. — № 2. — С. 90—95.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОТОКОЛА KERBEROS С ПРИЛОЖЕНИЯМИ SAS: УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА АУТЕНТИФИКАЦИИ

Кротова Елена Львовна

*канд. физ.-мат. наук, доцент Пермского национального
исследовательского политехнического университета,*

РФ, г. Пермь

E-mail: lenkakrotova@yandex.ru

Феофилова Полина Андреевна

*студент Пермского национального исследовательского
политехнического университета,*

РФ, г. Пермь

E-mail: feofilovap@gmail.com

Андреев Роман Александрович

*студент Пермского национального исследовательского
политехнического университета, РФ, г. Пермь*

E-mail: uralgreat@mail.ru

KERBEROS PROTOCOL INTERACTION WITH APPLICATIONS SAS: IMPROVEMENT OF THE AUTHENTICATION PROCESS

Krotova Elena

*candidate of physical and mathematical sciences, docent
of Perm National Research Polytechnic University,
Russia, Perm*

Feofilova Polina

*student of Perm National Research Polytechnic University,
Russia, Perm*

Andreev Roman

*student of Perm National Research Polytechnic University,
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

Kerberos является протоколом аутентификации, который встраивается во многие современные операционные системы и другие программные приложения. В данной статье рассматривается, как Kerberos используется с приложениями SAS.

ABSTRACT

Kerberos is an authentication protocol, which is built into many modern operating systems and other software applications. This paper reviews how Kerberos is used with SAS applications.

Ключевые слова: Kerberos; SAS; аутентификация; приложения.

Keywords: Kerberos; SAS; authentication; applications.

SAS (statistical analysis system) — американская частная компания, разработчик технологического программного обеспечения и приложений класса Business Intelligence, Data Quality и Business Analytics. Основные приложения SAS — настраиваемые системы Business Intelligence для финансового менеджмента, управления рисками, маркетинга, управления цепочками поставок. SAS является крупнейшей в мире частной IT-компанией, работающей в области бизнес-аналитики [2].

Данная тема вызывает интерес, так как сегодня приложения SAS широко используются в России, в таких крупных организациях,

как ОАО «Мобильные ТелеСистемы», ОАО «РЖД», Центральный банк РФ и др.

В этой статье мы рассмотрим протокол аутентификации Kerberos и его взаимодействие с приложениями SAS. Кроме того, мы определим некоторые ограничения и ошибки при использовании проверки подлинности Kerberos, и представим варианты решений этих проблем.

Сеть является незащищенной совокупностью устройств. Многие протоколы не обеспечивают безопасность сети, на данный момент доступно множество инструментов для распознавания передаваемых паролей. Это значит, что приложения, которые посылают незашифрованные пароли, уязвимы от подобного перехвата паролей. Система Kerberos является службой аутентификации, разработанной в рамках проекта Athena в Массачусетском технологическом институте (МТИ) [1, с. 114]. Протокол Kerberos использует стойкую криптографию, так что клиент может подтвердить свою личность на сервере. После того как клиент и сервер использовали Kerberos для идентификации, они могут зашифровать все их сообщения для обеспечения конфиденциальности и целостности данных. Операционная система Microsoft Windows использует протокол Kerberos версии 5.

Центр распределения ключей (далее KDC) Kerberos объединен с другими службами серверов Microsoft Windows которые запущены на контроллере домена. KDC использует домен активного каталога (Active Directory Domain Services).

Для осуществления аутентификации необходимы следующие составляющие: сервер SAS, KDC и приложение пользователя SAS. Рассмотрим работу приложений SAS на операционной системе Microsoft Windows.

С выходом версии SAS 9.2 стало возможным использование Kerberos для аутентификации приложений SAS на операционной системе Microsoft Windows. Kerberos регистрирует имя участника-службы (далее SPN) для сервера SAS. Для процессов SAS, запущенных на Microsoft Windows, создание SPN происходит напрямую. То есть, когда запускаются процессы SAS, они могут создавать свои собственные SPN.

Формат имени участника-службы менялся с выходом новых версий SAS. Формат версии SAS 9.2 — SAS/hostname: port and SAS/fully.qualified.hostname:port. Например:

- Сервер метаданных (Metadata server) — SAS/hostname:8561, SAS/fully.qualified.hostname:8561

- Сервер оперативного анализа данных (OLAP Server) — SAS/hostname:5451, SAS/fully.qualified.hostname:5451

```

Microsoft Windows [Version 5.2.3790]
(C) Copyright 1985-2003 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrator>setspn -l abc-srv01
Registered ServicePrincipalNames for CN=ABC-SRV01,CN=Computers,DC=abc,DC=co,DC=uk:
SAS/ABC-SRV01:8591
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8591
SAS/ABC-SRV01:8551
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8551
SAS/ABC-SRV01:2171
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:2171
SAS/ABC-SRV01:5451
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:5451
SAS/ABC-SRV01:8581
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8581
SAS/ABC-SRV01:7551
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:7551
SAS/ABC-SRV01:8561
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8561
HOST/ABC-SRV01
HOST/ABC-SRV01.abc.co.uk

C:\Documents and Settings\Administrator>

```

Рисунок 1. Формат имени участника-службы для SAS 9.2

В версии SAS 9.3 были добавлены еще два SPN. Имя приобрело следующий вид : SAS/hostname and SAS/fully.qualified.hostname. Такой тип SPN позволяет клиенту запрашивать единственный ключ для аутентификации.

```

Microsoft Windows [Version 5.2.3790]
(C) Copyright 1985-2003 Microsoft Corp.

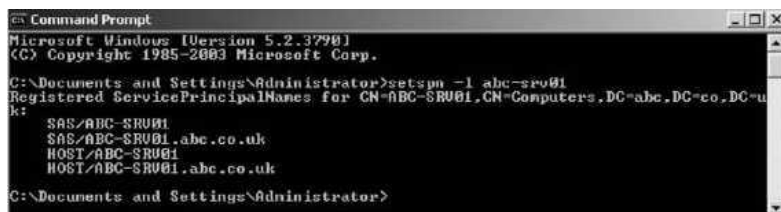
C:\Documents and Settings\Administrator>setspn -l abc-srv01
Registered ServicePrincipalNames for CN=ABC-SRV01,CN=Computers,DC=abc,DC=co,DC=uk:
SAS/ABC-SRV01:8591
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8591
SAS/ABC-SRV01:8551
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8551
SAS/ABC-SRV01:22031
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:22031
SAS/ABC-SRV01:5451
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:5451
SAS/ABC-SRV01:8581
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8581
SAS/ABC-SRV01:7551
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:7551
SAS/ABC-SRV01:8561
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk:8561
SAS/ABC-SRV01
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk
HOST/ABC-SRV01
HOST/ABC-SRV01.abc.co.uk

C:\Documents and Settings\Administrator>

```

Рисунок 2. Формат имени участника-службы для SAS 9.3

Наконец, с выходом версии SAS 9.4, ни одно SPN с номером порта не регистрируется. Поэтому, один компьютер, имеющий доступ к серверам SAS, регистрирует только два имени участника-службы, как показано на рисунке 3.



```
Microsoft Windows [Version 5.2.3790]
(C) Copyright 1985-2003 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrator>setspn -l abc-srv01
Registered ServicePrincipalNames for CN=abc.DC=co.DC=uk:
SAS/ABC-SRV01
SAS/ABC-SRV01.abc.co.uk
HOST/ABC-SRV01
HOST/ABC-SRV01.abc.co.uk

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

Рисунок 3. Формат имени участника-службы для SAS 9.4

Каждое из приложений, таких как SAS® Enterprise Guide или SAS® Management Console может получить информацию, предоставленную профилем подключения, и создать правильное имя участника-службы.

Имя требуемое зарегистрированное SPN, Kerberos может взаимодействовать с сервером SAS. Сервер SAS также должен иметь возможность создать **ключ**. Так как приложения SAS запущены в операционной системе Microsoft Windows, они могут применять ее особенности для создания ключей и авторизации пользователей.

SAS предлагает протокол Kerberos в качестве одного из возможных методов аутентификации. Но это не запрещает пользователям и в дальнейшем использовать логин и пароль для авторизации.

Далее мы рассмотрим наиболее часто встречающиеся проблемы при использовании протокола Kerberos и предложим их решения.

1) Если SPN не присвоено или присвоено неправильно, то мы можем наблюдать следующие ошибки:

- KDC_ERR_C_PRINCIPAL_UNKNOWN: Клиент не найден в базе данных Kerberos
- KDC_ERR_S_PRINCIPAL_UNKNOWN: Сервер не найден в базе данных Kerberos
- KRB_AP_ERR_MODIFIED: Поток сообщений изменен

Для устранения этих ошибок нужно использовать команду SETSPN, чтобы проверить срок действия SPN, или, если необходимо, исправить SPN вручную.

2) Следующая ошибка появляется при проблеме шифрования:

KDC_ERR_ETYPE_NOTSUPP: Центр распределения ключей не поддерживает данный тип шифрования

Здесь нужно учесть тип шифрования, поддерживаемый центром распределения ключей.

3) Синхронизация по времени также имеет очень большое значение для участников процесса аутентификации. Проблемы с синхронизацией вызывают следующие ошибки:

- KRB_AP_ERR_SKEW: Часы отстают слишком сильно

- KRB_AP_ERR_TKT_EXPIRED: Срок использования ключа истек
- KDC_ERR_NEVER_VALID: Запрошенное время начала установлено позже времени окончания
- KRB_AP_ERR_TKT_NYV: Ключ еще не доступен

В случае этих ошибок нужно синхронизировать время между тремя составляющими Kerberos: сервером, центром распределения ключей и клиентом.

Протокол Kerberos является стандартным протоколом аутентификации для приложений клиент / сервер. В этой статье мы показали, как работает протокол Kerberos и как приложения SAS могут использовать его для аутентификации.

Кроме того, мы рассмотрели некоторые из наиболее распространенных проблем, которые возникают при использовании Kerberos и выявили их решения.

Процесс аутентификации является первым огромным шагом в возможности устранения неполадок.

Список литературы:

1. Столлингс В. Основы защиты сетей. Приложения и стандарты. М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. — 432 с.
2. SAS Россия/СНГ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.sas.com/offices/europe/russia/company/index.html> (дата обращения: 12.05.20014).

СЕКЦИЯ 2.

ЭЛЕКТРОНИКА

СОЗДАНИЕ ОПЫТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ, ПЕРЕДАЧИ И ИНДИКАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Борзенко Евгений Иванович

*доцент кафедры физико-математических наук
Томского государственного университета,
РФ, г. Томск*

E-mail: borzenko@ftf.tsu.ru

Лулева Анастасия Павловна

*студент
Томского государственного университета,
РФ, г. Томск*

E-mail: nastya-111292@mail.ru

Етеревская Мария Владимировна

*студент
Томского государственного университета,
РФ, г. Томск*

E-mail: mveterevskaya@mail.ru

Денисов Антон Юрьевич

*студент
Томского государственного университета,
РФ, г. Томск*

E-mail: antoxa1993@bk.ru

CONSTRUCTING AN EXPERIMENTAL SCHEME FOR MEASURING, TRANSMITTING AND INDICATION TEMPERATURE

Borzenko Evgeniy

*assistant professor of Tomsk State University,
Russia, Tomsk*

Luneva Anastasiya

*student of Tomsk State University,
Russia, Tomsk*

Eterevskaya Mariya

*student of Tomsk State University,
Russia, Tomsk*

Denisov Anton

*student of Tomsk State University,
Russia, Tomsk*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматриваются принципы пересылки данных между микропроцессорными устройствами. Так же применяются способы измерения и пересылки значения температуры одним МК другому, который впоследствии выводит принятое значение на цифровое табло. При выводе значения температуры используется метод динамической индикации. Такая реализация позволяет каждому микроконтроллеру выполнять определенную задачу, что упрощает программирование устройств и делает их более функциональными.

ABSTRACT

The focus of the present work is principles of data transferring in microprocessor-based devices. Also the author uses methods of measuring and transmitting temperature value from the one microcontroller to another, that subsequently shows (screens) the receiving value on display. By displaying of the temperature value the method of dynamic indication is used. This realization allows every each microcontroller to fulfill a definite task, that simplifies the programming of devices and makes them more functional.

Ключевые слова: термодатчик; микроконтроллер; динамическая индикация; приемопередатчик UART; светодиодное табло.

Keywords: temperature sensor; microcontroller; dynamic indication; receiver-transmitter UART; display.

На данный момент существует множество способов измерения температуры, передачи измеренного значения и вывода на экран. Целью данной работы было рассмотрение принципов пересылки данных между микропроцессорными устройствами, что используется разработчиками электронных устройств достаточно часто. А так же был опробован способ измерения и пересылки значения температуры одним МК другому, который впоследствии выводит принятое значение на цифровое табло. При выводе значения температуры используется метод динамической индикации. Такая реализация позволяет каждому микроконтроллеру выполнять определенную задачу, что упрощает программирование устройств и делает их более функциональными. В ходе работы было налажено взаимодействие между МК, используя приемопередатчик UART. Поставленные задачи имеют большую значимость при разработке устройств с использованием микроконтроллеров. Поскольку взаимосвязанная работа микроконтроллеров используется довольно часто.

Первым этапом в создании опытной схемы была ручная разводка проектируемой платы в программе Sprint — layout 6.0. Далее полученная схема при помощи принтера была напечатана на пленке. На пластиковую пластину с металлическим покрытием (текстолит) была приклеена фотобумага, сверху положена пленка с изображением печатной схемы и плотно прижата оргстеклом. Предварительно пластина была обезжирена бензином. Данный шаблон был засвечен ультрафиолетовым светом в течение нескольких минут, после чего он был помещен в раствор кальцинированной соды с водой. Тем самым изображение было закреплено. Следующим этапом было помещение схемы в раствор хлорного железа с водой для снятия поверхностного защитного слоя. После этого она была помещена в концентрированный раствор кальцинированной соды с водой для снятия оставшегося защитного слоя с дорожек. Прделав, все выше перечисленные действия, была получена готовая разведенная плата, просверлив все необходимые отверстия, была начата пайка схемы.

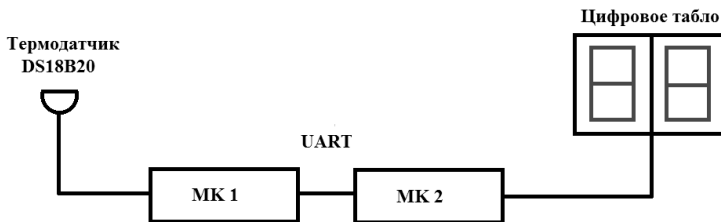


Рисунок 1. Рабочая схема

Для измерения температуры были рассмотрены вопросы, касающиеся сопряжения аналоговых датчиков и исполнительных устройств с цифровым ядром системы, способов преобразования информации из одной формы представления в другую, обеспечения необходимой точности преобразования этих каналов. В разрабатываемом модуле (рисунок 1) в качестве аналогово-цифрового датчика была использована микросхема DS18B20, сопряженная с микроконтроллером ATMEGA8, который анализирует текущую температуру. Первый микроконтроллер соединен со вторым микроконтроллером, который управляет внешним устройством (светодиодное табло).

DS18B20 — цифровой термометр, с программируемым разрешением, от 9 до 12 бит, которое может сохраняться в EEPROM памяти прибора. DS18B20 обменивается данными по 1-Wire шине, так же может быть как единственным устройством на линии, так и работать в группе. Все процессы на шине управляются центральным микропроцессором. Диапазон измерений от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ и с точностью $0,5^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. В дополнение, DS18B20 может питаться напряжением линии данных, при отсутствии внешнего источника напряжения.

Уникальность микросхем с интерфейсом 1-Wire заключается в необходимости использования для связи с ними только одной сигнальной линии и общего проводника. Питание и связь осуществляются через одно соединение. Для связи с такой микросхемой требуется задействовать только одну линию ввода-вывода. 1-Wire представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный (или земляной) провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие экранированную витую пару той или иной категории.

Последовательность операций для обращения к DS18B20:

Шаг 1. Инициализация

Шаг 2. Команда ROM (сопровожаемая любым требуемым обменом данными)

Шаг 3. Функциональная Команда DS18B20 (сопровожаемая любым требуемым обменом данными)

Очень важно следовать за этой последовательностью каждый раз, когда обращаются к DS18B20, поскольку DS18B20 не будет «отвечать», если любые шаги в последовательности отсутствуют или не в порядке.

Инициализация

Все операции на шине (1-Wire) начинаются с последовательности инициализации. Последовательность инициализации состоит из импульса сброса, переданного устройством управления шиной, сопровождаемым импульсами присутствия, переданными подчиненными устройствами. Импульс присутствия позволяет устройству управления шиной знать, что подчиненные устройства (типа DS18B20) присутствуют на шине и готовы к работе.

Команды ROM

После того, как устройство управления шиной обнаружило импульс присутствия, оно может формировать команды ROM. Эти команды оперируют уникальными кодами ROM на 64 бита для каждого подчиненного устройства, и позволяют устройству управления выбирать определенное устройство, из многих устройств присутствующих на шине. Эти команды также позволяют устройству управления определять, как много и какие типы устройств присутствуют на шине, а также определять любое устройство, находящееся в состоянии Тревога. Есть пять команд ROM, и каждая команда 8 битов длиной. Главное устройство должно передать соответствующую команду ROM перед передачей команды функции DS18B20.

Функциональные команды — DS18B20

После того, как устройство управления шиной обработало команду ROM, чтобы обратиться к DS18B20, с которым оно желает связаться, устройство управления может формировать одну из команд функции DS18B20. Эти команды позволяют выполнить функции записи или чтения оперативной памяти DS18B20, инициализировать температурные преобразования или определить режим электропитания [1].

Для передачи данных одним микроконтроллером другому использовался универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) — узел вычислительных устройств, предназначенный для связи с другими цифровыми устройствами. UART осуществляет передачу данных в последовательном виде по однопроводной цифровой линии. Протокол UART (Universal asynchronous receiver/transmitter) является

одним из самых распространённых протоколов передачи данных между устройствами. У ATmega8 один USART, выведен он на ножки PD0 — Rx, receiver (приемник) и PD1 — Tx, transmitter (передатчик).

Данные по UART передаются в следующем формате:

- Старт-бит — служит для определения начала посылки.
- Биты данных — может быть от 5 до 9 бит, но наиболее часто используется 8 бит — один байт.
- Бит контроля четности — позволяет проверить не произошел ли при передаче сбой.
- Стоп биты - 1 или 2 бита, служат для определения окончания посылки [2].

Для вывода измеренного значения на цифровое табло был использован метод динамической индикации. Это метод отображения целостной картины через быстрое последовательное отображение отдельных элементов этой картины. Причем, «целостность» восприятия получается благодаря инерционности человеческого зрения. При динамической индикации сегменты загорается по очереди. А за счет инерции глаза кажется, что индикатор горит постоянно. Из ее основных плюсов — требуется гораздо меньше внешних элементов. Основной минус — для нее постоянно требуется внимание процессора. Частота смены сегментов выбиралась не ниже 50 Гц. Лучше использовать частоты не кратные 50, иначе при искусственном освещении может появиться мерцание. Частота прерываний считается как «кол-во разрядов» и «частота обновления». Так для 8 разрядов с частотой 60 Гц нужно вызывать прерывание с $F=8 \times 60=480$ Гц. Есть два вида такой индикации — поразрядная и посегментная. Первая наиболее известна и популярна, вторая лучше подходит при использовании большого количества разрядов (больше 10).

В цифровом табло использовались семисегментные индикаторы (SMO 5050), широко применяющиеся в цифровой технике, в бытовых приборах, измерительной технике, в промышленных устройствах. По сравнению с жидкокристаллическими индикаторами светодиодные имеют свои преимущества, это контрастность отображения информации, малое потребление энергии. Семисегментный индикатор представляет собой матрицу из семи светодиодных дорожек (рисунок 2), размещенных таким образом, чтобы зажигая их в разных сочетаниях, можно было бы отобразить любую десятичную цифру, а также специальные символы. Для подключения одного семисегментного индикатора и управления им с помощью микроконтроллера достаточно сегменты индикатора подключить к порту микроконтроллера через токоограничительные резисторы.

Общий вывод подключить к линии другого порта микроконтроллера. В зависимости от того какую цифру надо вывести, в порт выводим двоичный код этой цифры, ссылаясь на тип подключенного индикатора (с общим анодом или катодом) на общий провод подаем плюс или минус. Если подключение такое: PD6-g, PD5-f, PD4-e, PD3-d, PD2-c, PD1-b, PD0-a, то для отображения цифры 1 в порт D нужно вывести такой двоичный код: **0b00000110**. Для отображения цифровых данных, принятых с термодатчика, одного семисегментного индикатора было недостаточно, поэтому к микроконтроллеру были подключены сразу несколько индикаторов [3].

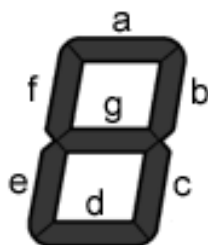


Рисунок 2. Внешний вид индикатора

В итоге было создано устройство, которое измеряет температуру при помощи термодатчика DS18B20 и отправляет измеренное значение на цифровое табло. Для измерения и отправки температуры была написана программа, которая записывается в один из микроконтроллеров. Далее он отправляет данные второму микроконтроллеру, в который записывается программа приема и вывода значения на табло. Возможно, было бы проще использовать один микроконтроллер, в котором была бы зашита программа, выполняющая измерение температуры и вывод на табло. Но разграничение задач делает устройство более функциональным, простым в использовании и перепрограммировании. А так же необходимо учитывать, что устройство может иметь десятки функций, один МК не справится с данной задачей. В этой работе имеется возможность значительно усложнить устройство, например, добавив дополнительные датчики.

Список литературы:

1. [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://e-voron.dp.ua/files/pdf/maxim/ds18b20-rus.pdf>.

2. [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL:
<http://cxem.net/doc/mc/ATmega8.pdf>.
3. [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL:
<http://radioparty.ru/index.php/prog-avr/program-c/279-lesson11-sevensegment>.

ПРОБЛЕМАТИКА ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

Чадюк Вячеслав Алексеевич

*канд. техн. наук, доцент факультета электроники
Национального Технического Университета Украины
«Киевский Политехнический Институт»,
Украина, г. Киев*

Бабич Евгений Викторович

*студент 5 курса факультета электроники Национального
Технического Университета Украины
«Киевский Политехнический Институт»,
Украина, г. Киев
E-mail: master.svit.mail@gmail.com*

Хандрико Мария Николаевна

*студент 5 курса факультета электроники Национального
Технического Университета Украины
«Киевский Политехнический Институт»,
Украина, г. Киев
E-mail: mary.mashundric@yandex.ru*

Лыкова Марья Александровна

*студент 5 курса факультета электроники Национального
Технического Университета Украины
«Киевский Политехнический Институт»,
Украина, г. Киев
E-mail: lykova_m@ukr.net*

THE MEASURING PROBLEM OF OPTICAL CONSTANTS

Vyacheslav Chadyuk

*candidate of Science, assistant professor of faculty of electronics,
National Technical University of Ukraine
" Kyiv Polytechnic Institute ",
Ukraine, Kiyv*

Evhenii Babych

*5th year student of the faculty
of Electronics, National Technical University of Ukraine
" Kyiv Polytechnic Institute ",
Ukraine, Kiyv*

Mariia Khandryko

*5th year student of the faculty
of Electronics, National Technical University of Ukraine
" Kyiv Polytechnic Institute ",
Ukraine, Kiyv*

Maria Lykova

*5th year student of the faculty
of Electronics, National Technical University of Ukraine
" Kyiv Polytechnic Institute ",
Ukraine, Kiyv*

АННОТАЦИЯ

Современная наука все чаще предусматривает использование нанотехнологий и наноматериалов для повышения эффективности различных процессов, приборов, устройств. Иногда это требует информации о размерах, коэффициентах поглощения и отражения наночастиц используемых материалов, а также других параметров, которые объединяются в общее понятие — оптические константы. Целью данной статьи является анализ возможных проблем при использовании различных методов получения оптических констант, которые впоследствии вносят свой ощутимый вклад в погрешность измерений и построения математических моделей.

ABSTRACT

Modern science increasingly involves the use of nanotechnology and nanomaterials to improve the effectiveness of various processes, instruments, devices. Sometimes it requires information about the size, absorption and reflection coefficients of nanoparticles of used materials, as well as other parameters that are organized in the general concept optical constants. The purpose of this article is to analyze potential problems of using different methods of obtaining optical constants, which subsequently make a significant contribution to the error of measurement and mathematical modeling.

Ключевые слова: оптические константы; коэффициент поглощения; коэффициент отражения; теория Ми; Рэлеевские частицы.

Keywords: optical constants; reflecting index; absorbing index; Mie theory; Rayleigh particles.

Истинно звучит утверждение, что оптические константы, которые зависят от длины волны, являются фундаментальными величинами, которые определяют макроскопические оптические свойства материи. Именно поэтому оптические константы являются востребованными во многих исследованиях, включая поглощение и рассеяние света малыми частицами: они необходимы для определения оптических свойств частиц смога и минеральных зерен в атмосфере, частиц пыли в межзвездном пространстве, фитопланктона в океане, биологических клеток и тому подобное. Это не удивительно, что ученые во многих дисциплинах потратили столько времени на поиски оптических констант, которые им нужны, в физике, химии и минералогии.

Определение оптических констант не обязательно является легкой задачей, даже для случая однородного твердого вещества и жидкости при комнатной температуре, в частности в спектральной области очень высокой или очень низкой абсорбции. Оптические константы не могут быть измерены напрямую, но иногда вывод о них можно сделать довольно окольным путем анализа первичных измерений (например, передачи и отражения) с помощью теоретических выражений (например, формулы Френеля). Некоторые методы определения оптических констант [1] требуют однородные образцы таких размеров и формы, чтобы условия, лежащие в основе справедливости теории, используемой для анализа измерений, выполнялись; примерами являются крупные монокристаллы, стекловидные плиты или аморфные твердые вещества, заполненные жидкостью кюветы. К сожалению, многие твердые вещества могут

быть получены в виде маленьких частиц (например, порошки). Определение оптических констант для этих веществ является затруднительным, даже если порошковый образец содержит только один компонент. Отсутствие точных оптических констант для порошковых материалов является результатом не недостатка усилий, а сложности анализа данных.

Для определения оптических констант порошковых образцов требуется один или больше измерений передачи, или диффузного отражения, или рассеяния, и соответствующей теоретической модели, примером которой служит теория диффузного отражения или теория Ми. В принципе эти измерения не трудно сделать. Но уместность теоретических моделей, используемых для анализа этих измерений, иногда сомнительно. Например, для исследования инфракрасной оптической константы кварца можно измерить передачу разбавленной суспензии кварцевого порошка в прозрачной КВг матрице и отражение спрессованного образца [2]. Анализ результатов измерений передачи может быть сделан на основе теории Ми или одного из ее приближений, а данные отражения могут быть проанализированы с помощью формул Френеля. Однако, ни одна из этих двух теория неприменима в данном случае. Кварцевые частицы весьма нерегулярны, и их спектр поглощения довольно сильно отличается от спектра поглощения сферическими частицами. Формулы Френеля также не применимы, так как кварцевый порошок не может быть спрессован в однородный твердый образец с гладкой поверхностью. Даже с точными измерениями эти две теории могут дать в результате очень ошибочные оптические константы. Спрессованные образцы мягких материалов, таких как бромид калия, могут иметь плотность монокристаллического материала и гладкую поверхность. Для таких материалов эти методы были использованы с некоторым успехом [3]. Но в случае твердых материалов (анизотропных твердых веществ) сохраняются серьезные проблемы.

Оптические константы могут быть получены из анализа измерений одной сферы или группы сфер с высокой степенью монодисперсии. Например, угловое рассеяние на коллоидных суспензиях сферических частиц полистирола часто использовалось для определения их размера и показателя преломления в диапазоне длин волн где полистирол является слабопоглощим. Измерения однородной, совершенно сферической частицы могут быть проанализированы с использованием теории Ми так же точно, как измерения коэффициентов отражения на гладкой плоскости могут быть проанализированы с формулы Френеля. Было доказано, как можно

определить комплексный показатель преломления углерода на одной длине волны в видимой области по левитации сферической частицы углерода с диаметром в несколько микрометров, измеряя угловое рассеяние света, и коррелируя полученные данные с теорией Ми [4]. Аналогичная техника была использована для неоднородных частиц [5]. Методики использования левитации одиночных частиц и измерения рассеяния находят более широкое применение для получения оптических констант из измерений на одиночных частицах. Однако, практически это дает ограничения для формы частиц, позволяя проводить измерения только со сферическими или цилиндрическими образцами.

Многие ученые используют подход, который позволяет сделать вывод о мнимой части показателя преломления k по измерениям коэффициента a поглощения образцов частиц. Диффузное отражение, фотоакустический эффект, а также интегрирующие плоскости были использованы для определения поглощения даже при наличии значительного рассеяния. Соотношение (1) между a и k , конечно, строго справедливо только для однородных сред:

$$a = 4\pi k / \lambda \quad (1)$$

Но при некоторых обстоятельствах его использование для неоднородных средах тоже оправдано. Например, коэффициент передачи разбавленной суспензии сфер малого по сравнению с длиной волны размера можно записать так:

$$\frac{I}{I_0} = \exp \left[-\frac{4\pi k}{\lambda} \frac{9n}{(n^2+2)^2} d \right] \quad (2)$$

Это выражение справедливо при условии, что потери светового потока преобладают над поглощением, коэффициент k небольшой, а n не слишком большой; $d = fh$, где f — это объемная доля частиц и h является толщиной образца. Выражение, содержащее n , составляет около 1 на длинах волн видимого спектра для многих распространенных веществ. Например, это выражение примерно равно 0,75 при $n=1,5$ и может быть приближено к 1 за счет выбора среды, в которой частицы взвешены; n является относительным показателем преломления. Измерение коэффициента передачи и расчет k согласно выражению (1) является истинным для разбавленных суспензий Рэлеевских сферических частиц многих распространенных материалов с небольшим k . Отсюда и популярность этого подхода. Но по ряду причин он может быть неприменим:

1. Рассеяние может быть значительным, что приводит к очевидным дополнительным поглощениям.

2. Частицы могут не быть достаточно малыми для использования теории Рэлея. Для более крупных частиц соотношение между поглощением и размером является более сложным.

3. Частицы могут быть не сферическими или агломерировать в несферические сгустки. Поглощение Рэлеевскими частицами может зависеть от формы.

4. Оптические константы n и k не являются независимыми: если k сильно меняется, так же должен меняться n . Величина n должна быть измерена каким-либо другим способом или теорией оптических констант, чтобы их можно было объединить должным образом. Примером таких моделей служит модель генератора или отношения Крамерса-Кронига [1].

В то время, как выведение k из измерений поглощения образцов частиц является применимым для многих видов веществ на видимых длинах волн, оно может не действовать в спектральных областях, где оптические константы быстро изменяются. Например, в инфракрасной или далекой ультрафиолетовой области.

В заключении можем сказать, что различные методы измерения размеров наночастиц различных материалов привязаны к полученным на данное время математическим моделям. При этом имеет место использование оптических констант, получение которых сталкивается с указанными проблемами. Именно точность полученных величин и их истинность играет главную роль в конечной погрешности исследований. Поэтому наука требует новых решений в этой области и повышения точности полученных результатов.

Список литературы:

1. Bohren C.F. Absorption and scattering of light by small particles [Text] / C.F. Bohren, D.R. Huffman. – Weinheim, WILEY-VCH, 2004. — 530 p.
2. Frederic E. Volz Infrared Refractive Index of Atmospheric Aerosol Substances // Applied Optics, vol. 11, Apr. 1, 1981, — pp. 755—759.
3. Tomaselli Vincent P., Rivera R., Edewaard D. C., Moller, K. D. Infrared optical constants of black powders determined from reflection measurements // Applied Optics, vol. 20, Nov. 15, 1981, — pp. 3961—3967.
4. Pluchino A.B., Goldberg S.S., Dowling J.M., Randall C.M. Refractive-index measurements of single micron-sized carbon particles // Applied Optics, vol. 19, Oct. 1, 1980, — p. 3370—3372.

СЕКЦИЯ 3.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КРУГЛЫХ ПИЛ МАГНИТО-АНИЗОТРОПНЫМ МЕТОДОМ

Алабышев Алексей Павлович

*аспирант Северного (Арктического) федерального университета,
РФ, г. Архангельск
E-mail: Alabyshev.AI@yandex.ru*

CONTROL INITIAL STRESS STATE CIRCULAR SAWS

Alabyshev Alexey

*graduate student of the Northern (Arctic) Federal University,
Russia, Arkhangelsk*

АННОТАЦИЯ

Цель работы определить начальные напряжения в круглых пилах магнито-анизотропным методом в радиусу диска. В работе сделан вывод о характере распределения напряжений по радиусу диска и у разных образцов.

ABSTRACT

Objective to determine the initial stresses in circular saws magnetically anisotropic method in the disk radius. The paper concluded that the distribution of the stress along the radius of the disc and in different samples.

Ключевые слова: начальные напряжения; круглые пилы.
Keywords: initial stresses; circular saws.

Контроль круглых пил может осуществляться жесткостным методом, частотным методом или контролем плоскостности диска. Также зарубежные специалисты проводили работы по контролю пил

на основании спектра звуковых колебаний, определении анизотропии магнитной проницаемости металла, магнитно-индукционного способа, способа остаточного поля и рентгенографических измерений [3]. На данный момент наибольшее распространение получили методы определения, напряженного состояния измерением частоты собственных колебаний круглой пилы.

Недостатком частотного метода является отсутствие надежных связей между физическими и механическими процессами, протекающими на участках повышенной концентрации напряжений в круглых пилах. Однако современные методы неразрушающего контроля позволяют дать довольно точную картину распределения напряжений в ферромагнитном материале. Такими методами являются рентгеновская дифрактометрия, магнитные методы (измерение коэрцитивной силы, магнитной проницаемости (в т. ч. магнитная память), высшие гармоники, остаточная намагниченность, проводимость (в т. ч. меандровая магнитометрия), магнитный и акустический эффекты Баркгаузена, метод вихревых токов, поверхностный и объемный ультразвук [1]. Важным фактом является то что у всех этих методов возможно установить корреляционную зависимость между механическими и физическими характеристиками.

В Северном (Арктическом) федеральном университете было проведено исследование начального напряженного состояния круглой пилы с применением магнитно-анизотропного метода. Контроль проводился с помощью АПК «Комплекс 2.05».

Принцип их действия основан на использовании *магнитоупругого эффекта*, под которым понимается свойство ферромагнитных материалов изменять магнитное состояние под влиянием механических напряжений. На магнитоупругом эффекте основан принцип действия магнитоупругих и магнито-анизотропных преобразователей.

Для проведения замеров было выбрано три круглые пилы диаметром 500 мм, толщиной 2,4 мм, диаметром посадочного отверстия 50 мм. Перед проведением замеров на пилу накладывалась координатная сетка, представленная на рисунке 1. По причине эксплуатационных особенностей АПК «Комплекс 2.05» от посадочного отверстия и впадины зуба был сделан отступ в 20 мм. Замеры проводилась в окружном направлении, расстояние между окружностями составляло 10 мм, шаг между контрольными точками в окружном направлении составлял 10 мм.

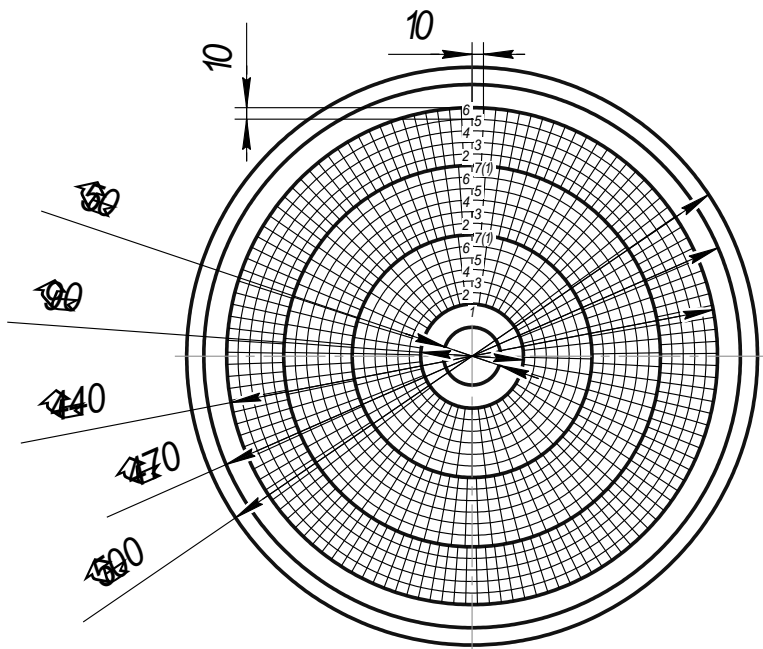


Рисунок 1. Схема разметки круглой пилы

В качестве оценочного параметра использовалась разность главных механических напряжений, он характеризует диапазон верхней и нижней границ нормальных напряжений, действующих по площадкам (сечениям), где отсутствуют касательные напряжения

На рисунке 2 представлено распределение разности главных механических напряжений вдоль радиуса пильного диска.

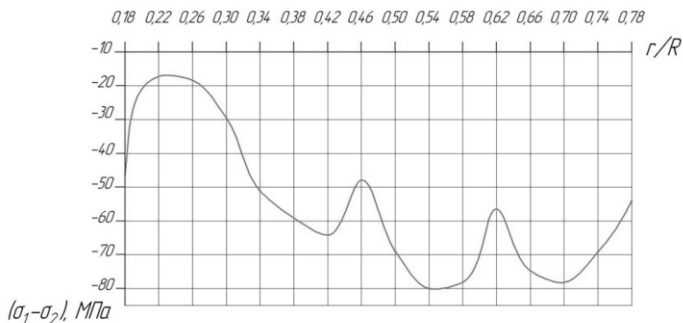


Рисунок 2. График распределения разности главных механических напряжений

На рисунке 2 представлен характер распределения разности главных механических напряжений в зависимости от диска радиуса. Ось абсцисс представляет собой диапазон изменения разности главных механических напряжений вдоль радиуса диска. Ось ординат представляет собой длину радиуса пильного диска, представленную как отношение величины радиуса контролируемой окружности и диаметра пильного диска.

Характер распределения напряжений в пильном диске носит неоднозначный характер, и не имея данных о большом объеме выборки невозможно точно определить характер распределения напряжений в пильном диске. Поэтому наиболее перспективным является использование не корреляционных зависимостей, основанных на статистический выборках, а применение методов неразрушающего контроля для контроля работоспособности круглой пилы во время распиловки.

На основании вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы:

- определить изменение физических параметров материалов от усталостных явлений, которые могут привести к разрушению пильного диска;
- определить допустимые граница изменение физических параметров при условии работы диска в состоянии плоской формы равновесия;
- необходимо разработать методы контроля работоспособности круглых пил во время распиловки основанные на прямом измерении физических параметров (электромагнитные параметры, изменение скорости ультразвука в среде).

Список литературы:

1. Венгринович В.Л. Принципы и практика диагностики напряженно-деформированного состояния конструкций, изделий и сварных соединений//В мире неразрушающего контроля. — 2005. — № 1(27). — С. 4—9.
2. ГОСТ 980-80. Пилы круглые плоские для распиловки древесины. Технические условия [Текст]/ Введ. 01.07.82. М.: Изд-во стандартов, 1980. — 25 с.
3. Стахийев М.Ю. Работоспособность плоских круглых пил. [Текст]/ Ю.М. Стахийев М.: Лесн. пром-сть, 1989. — 384 с.

ИСПЫТАНИЕ ОБЪЕКТОВ НА СОВМЕСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИОННЫХ И ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ

Безменова Анастасия Владимировна

*магистр, федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский Государственный Технический
Университет им. Р.Е. Алексеева»
Арзамасский Политехнический Институт (филиал),
РФ, г. Арзамас
E-mail: strela120481.bezmenova@yandex.ru*

Прис Наталья Михайловна

*канд. техн. наук, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский Государственный Технический
Университет им. Р.Е. Алексеева»
Арзамасский Политехнический Институт (филиал),
РФ, г. Арзамас
E-mail: pris@apingt.u.edu.ru*

OBJECT CHECK FOR COMBINED EFFECT OF VIBRATION AND LINEAR ACCELERATIONS

Anastasia Bezmenova

*master's degree student, Arzamas Polytechnic Institute,
branch of FSBEI HVE Nizhny Novgorod State Technical University
named after R.E. Alexeyev,
Russia, Arzamas*

Natalia Pris

*candidate of Science, Arzamas Polytechnic Institute, branch of FSBEI HVE
Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alexeyev,
Russia, Arzamas*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены конструкции вибрационных стендов и представлена новая конструкция стенда для лабораторных испытаний макетов и образцов изделий и их составных частей на совместное воздействие линейных и вибрационных ускорений.

ABSTRACT

This article considers constructions of vibration stands and presents a new stand construction for laboratory tests of models, test units and its components for combined effect of linear and vibration accelerations.

Ключевые слова: испытания; эксплуатационные и вибрационные нагрузки; момент инерции; крутильные колебания.

Keywords: tests; service and vibratory loads; moment of inertia; torsional vibrations.

Разработка методики испытаний изделий и их составных частей на совместное воздействие внешних факторов, имитирующих эксплуатационные нагрузки, является актуальной задачей в мировой и российской практике. Достаточно часто требуется исследовать макеты и образцы изделий, а также их составные части на совместное воздействие вибрационных нагрузок и линейного ускорения. Для обеспечения указанных условий испытаний требуется создание соответствующего испытательного оборудования.

В настоящее время в промышленности создание испытательных установок, реализующих совместное воздействие вибрации и линейных ускорений на объект испытания, основывается на компоновке, включающей в свой состав центрифугу и вибрационную установку,

которые являются дорогостоящим энергоемким оборудованием. При этом необходимо решать задачи сопряжения вибратора и центрифуги, передачи колебаний на вращающийся ротор центрифуги, иметь вибратор с большой тягой в связи с тем, что колебания на испытываемые изделия передаются через массивный ротор центрифуги. При этом каждый элемент имеет свою сложную и дорогостоящую систему управления.

Известен «Стенд для испытания изделий на комбинированное воздействие линейных и вибрационных ускорений» (а.с. СССР № 1196713, G01M7/00, опубл. 07.12.85, Бюл.№ 45 [1]), содержащий: платформу с вертикальной осью вращения, привод платформы, соосно установленные на платформе, привод с горизонтальной осью вращения и электродинамический вибровозбудитель. В состав стенда также входит стол для установки испытуемого изделия, соединенный с подвижной частью вибровозбудителя полым переходником, устройством для удержания вибровозбудителя в рабочем зазоре его магнитопровода и средства центрирования подвижной части вибровозбудителя.

Также имеет место «Стенд для испытания изделий на комплексное воздействие вибрационных и линейных ускорений» (а.с. РФ № 1521016, МПК6G01M7/00, опубл.20.08.96, Бюл.№ 23 [2]), содержащий вибровозбудитель и центрифугу, ротор которой установлен на подвижной части вибровозбудителя и служит для закрепления испытуемых изделий.

Оба стенда очень сложны в конструкции. В первом стенде используются дорогостоящие вибраторы, в которых применены специальные технические решения, так как они работают в поле больших инерционных сил. Во втором стенде сложность заключается в том, что необходимо решать задачи сопряжения вибратора и центрифуги, передачи колебаний на вращающийся ротор центрифуги, иметь вибратор с большой тягой в связи с тем, что колебания на испытываемые изделия передаются через массивный ротор центрифуги.

Из известных решений подобной задачи ближайшим аналогом предлагаемого стенда является установка (рис. 1), которая защищена патентом РФ № RU 2191993, МПК7G01M7/00, опубл.27.02.2002, Бюл.№ 28 [3].

Данная установка позволяет реализовать новый принцип совместного воздействия вибрационных нагрузок и линейного ускорения. В ней используется стандартный электродвигатель постоянного тока, на валу которого закреплен стол с объектом испытания. Специальным образом, управляя параметрами питания двигателя постоянного тока, его вал одновременно совершает

вращательное движение и крутильные колебания, что обеспечивает совместное воздействие на объект испытания вибрации и линейного ускорения. Установка так же требует достаточно больших затрат электрической энергии для создания требуемых уровней крутильных колебаний (с помощью которых реализуются вибрационные ускорения), так как присутствует большой момент инерции вращающейся системы: вал электродвигателя→платформа→изделие с оснасткой.

Разрабатываемая установка является прототипом существующего оборудования, позволяющего исключить влияние момента инерции на уровень крутильных колебаний и таким образом значительно снизить потребление электрической энергии. При этом в рассматриваемой установке сохраняются все достоинства вышеуказанной схемы, а именно дешевизна и простота конструкции за счет применения стандартного электродвигателя (см. рис. 1).

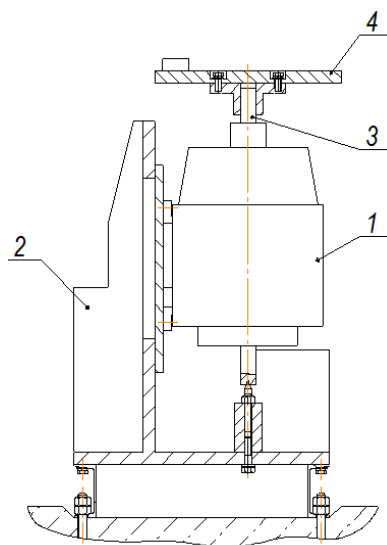


Рисунок 1. Стенд А1508-П3507:
1 — электродвигатель постоянного тока,
2 — силовая рама, 3 — вал электродвигателя,
4 — платформа

Устранение выявленных недостатков существующих установок компенсируется при реализации данного технического решения за счет

использования эксцентрика, который позволяет формировать вибрационные ускорения, передающиеся на испытуемое изделие по направлению вдоль радиуса вращающейся платформы. То есть в создании вибрационных ускорений, действующих на изделие, нет необходимости формировать крутильные колебания вращающейся платформы с изделием и противовесом.

По результатам разработки стенда оформлены материалы заявки на изобретение «Стенд для испытания изделий на совместное воздействие вибрационных и линейных ускорений», на которую получено положительное решение в ОПИНТИ.

При разработке конструкции стенда учитывались следующие условия:

- себестоимость изготовления;
- легкость обслуживания и взаимозаменяемость элементов конструкции;
- снижение энергозатрат;
- обеспечение требуемых нагрузок, действующих на объект испытания;
- линейные ускорения — 300 м/с^2 ;
- вибрационные нагрузки — 100 м/с^2 ;
- температура, влажность и давление — нормальные климатические условия в соответствии с ГОСТ РВ 20.57.303 (температура воздуха $15..35 \text{ С}$, относительная влажность воздуха $45...75 \%$, атмосферное давление $645...795 \text{ мм рт. ст.}$).

Масса объекта испытаний (ОИ) до 20 кг .

Конструкция стенда показана на рис. 2.

В ходе разработки конструкции возникла проблема обеспечения безззорного соединения тяг поз. 9 с эксцентриком поз. 4 и подвижными опорами поз. 8 стенда. Для решения этого вопроса был выбран вариант с применением бронзовых втулок поз. 16, в которые устанавливаются пальцы поз. 17 по посадке с натягом. Чтобы снизить трение между направляющей и подвижной опорой предусмотрели крепление на опоре поз.8 латунных полуколец поз. 15.

К силовому каркасу поз. 7 через фланцевые соединения крепятся две горизонтальные направляющие поз. 11. Все элементы конструкции стенда изготавливаются из стандартных труб и листов. Центрирование силового каркаса поз. 7 относительно вала стенда поз. 1 происходит с помощью двух радиально-упорных подшипников поз. 18. Передача крутящего момента на силовой каркас поз. 7 стенда осуществляется с помощью ведущей и ведомой полумуфт (поз. 3 и соответственно поз. 6), соединенных между собой сменными упругими элементами

поз. 5. Ведущая полумуфта поз. 3 жестко устанавливается на вал поз. 1 через шпонку поз. 19, а ведомая полумуфта поз. 6 жестко крепится на силовой каркас поз. 7 стенда. Силовой каркас поз. 7 со всеми входящими в него элементами устанавливается на переходную плиту поз. 20 с радиально-упорным подшипником поз. 21. Соединение вала электродвигателя поз. 2 с валом стенда поз. 1 осуществляется с помощью шпонки и фланца (поз. 22 и соответственно поз. 14).

Подвижные опоры поз. 8 для закрепления объектов испытаний и противовеса выполнены с возможностью продольного перемещения относительно направляющих поз. 11. Вдоль направляющих поз. 11 размещены тяги поз. 9, каждая из которых одним концом шарнирно соединена с соответствующей подвижной опорой поз. 8, а другим концом шарнирно соединена с эксцентриком поз. 4. Эксцентрик поз. 4 устанавливается на вал поз. 1 через шпонку поз. 12.

Электрический привод выполнен с возможностью одновременной подачи постоянной и переменной составляющих тока на обмотку якоря электродвигателя постоянного тока.

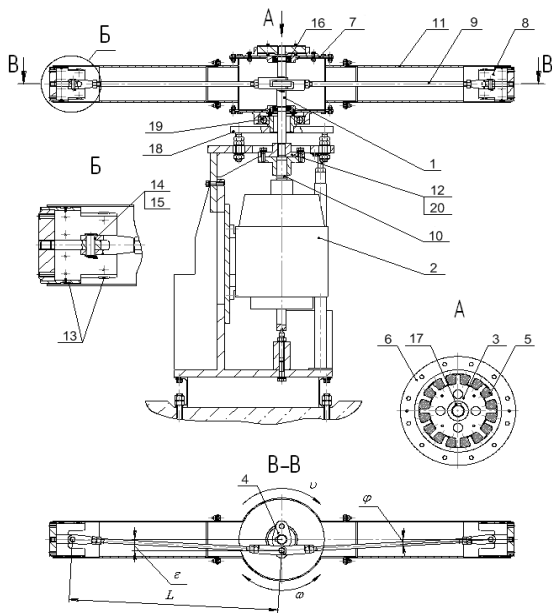


Рисунок 2. Конструкция стэнда: 1 — вал стэнда, 2 — электродвигатель постоянного тока, 3 — ведущая муфта, 4 — эксцентрик, 5 — упругие элементы, 6 — ведомая муфта, 7 — силовой каркас, 8 — подвижная опора для крепления изделия, 9 — тяга, 10 — токосъемник, 11 — направляющая, 12 — фланец, 13 — латунные полукольца, 14 — втулка, 15 — палец, 16 — подшипник, 17 — шпонка, 18 — плита, 19 — подшипник, 20 — шпонка, L — длина тяги, ε — эксцентриситет, ω — крутильные колебания, v — скорость вращения вала двигателя, φ — угол между осью тяги и центральной осью направляющей

Выбор конструкции муфт, подшипников и других конструктивных элементов осуществлялся на основе анализа типовых конструкций согласно справочникам [5, 6, 7, 8]).

При одновременной подаче тока на обмотку якоря электродвигателя поз. 2, имеющего постоянную и переменную составляющие, вал электродвигателя вращается с постоянной скоростью V и совершает крутильные колебания ω . Вращение вала стэнда поз. 1 через ведущую полумуфту поз. 3 и ведомую полумуфту поз. 6, соединенные между собой упругими элементами поз. 5, передают вращающий момент на силовой

каркас поз. 7 и направляющие поз. 11, тем самым, обеспечивая реализацию линейных нагрузок на изделие и противовес, закрепленных на подвижных опорах поз. 8.

Крутильные колебания вала стэнда поз. 1 с помощью эксцентрика поз. 4 (рис. 3) преобразуются в колебания изделий, направленные вдоль направляющих поз. 11. Эксцентрик поз. 4 соединен с валом установки поз. 1 через шпонку поз. 12, на котором вертикально (на небольшом удалении от оси вала стэнда поз. 1) крепится палец поз. 13, обеспечивающий эксцентриситет ε . К эксцентрику поз. 4 через палец поз. 13 крепятся тяги поз. 9, противоположные концы которых соединены с подвижными опорами поз. 8.

При этом величина угла φ , образованного между продольной осью направляющей поз. 11 и тягой поз. 9, имеющей длину $L=0,9$ м и эксцентриситет ε от 0,05 до 0,06 м, составляет угол φ от 3 до 4 градусов, что значительно меньше угла заклинивания. Ведущая полумуфта поз. 3 может совершать крутильные колебания относительно ведомой полумуфты поз. 6 за счет деформации упругих элементов поз. 5. В качестве упругих элементов поз. 5 могут быть использованы резиновые сегменты разной жесткости. Таким образом, крутильные колебания вала стэнда поз. 1 не передаются на вращающийся силовой каркас поз. 7, а преобразуемые эксцентриком поз. 4 в колебания, непосредственно действуют на подвижные опоры поз. 8.

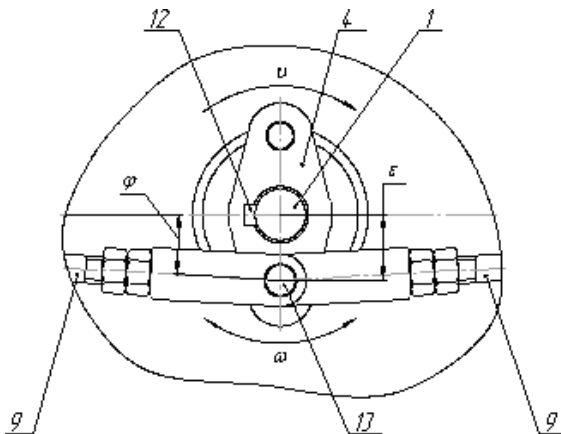


Рисунок 3. Эксцентрик: 1 — вал, 4 — эксцентрик, 9 — тяга, 12 — шпонка, 13 — палец, ε — эксцентриситет, φ — угол между осью тяги и центральной осью направляющей

Изменяя величину постоянной составляющей тока, питающего обмотку якоря электродвигателя поз. 2, и расстояние от оси вала стэнда поз. 1 до подвижных опор поз. 8 (например, изменением длины L тяг поз. 9 и длины направляющих поз. 11), можно влиять на уровень линейного ускорения.

Изменяя величину переменной составляющей тока, питающего обмотку якоря электродвигателя поз. 2, и тип резиновой смеси сменных упругих элементов поз. 5, имеющей различные жесткостные характеристики, можно влиять на уровень крутильных колебаний.

Для передачи сигнала от задающих и контрольных первичных измерительных преобразователей, установленных на изделиях, к преобразовательным устройствам и средствам измерения используется токосъемное устройство поз. 10, которое представляет собой контактные кольца, установленные на валу стэнда поз. 1, и неподвижные контактные пластины.

ВЫВОДЫ

1. Проведен патентный поиск установок, обеспечивающих реализацию совместного воздействия вибрационных нагрузок и линейного ускорения на исследуемый объект, в результате которого выбран прототип стэнда, а также получено положительное решение по материалам заявки, направленным в ОПИНТИ, на изобретение «Стэнд для испытания изделий на совместное воздействие вибрационных и линейных ускорений» [9].

2. Разработаны схемы стэнда для испытания изделий на совместное воздействие вибрационных и линейных ускорений на основании принятых конструкторско-технических решений.

3. Разрабатывается конструкторская документация, которая позволит изготовить оборудование для испытания образцов изделий и их составных частей на комплексное воздействие вибрационных нагрузок и линейного ускорения, приближенных к эксплуатационным.

Список литературы:

1. Бакуменко В.И., Бондаренко В.А., Косоруков С.Н. и др.; Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования. В 2-х томах. Под общ. Ред. Бакуменко В.И. М.: Машиностроение, 1997.
2. Михайлов Ю.К., Иванов Б.С. Муфты с неметаллическими упругими элементами. Л.: Машиностроение, 1987. — 145 с.
3. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 2. Под ред. П.Н. Учаева. 3-е изд., исправл. М.: Машиностроение, 1988. — 544 с.: ил.

4. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. Л.: Политехника, 1991. — 384 с.:ил.
5. «Стенд для испытания изделий на комбинированное воздействие линейных и вибрационных ускорений», а.с. СССР № 1196713, G01M7/00, опубл. 07.12.85, Бюл.№ 45.
6. «Стенд для испытания изделий на комплексное воздействие вибрационных и линейных ускорений», а.с. РФ № 1521016, МПК6G01M7/00, опубл.20.08.96, Бюл. № 23.
7. «Способ динамических испытаний изделий», а.с. РФ № 2191993, МПК7G01M7/00, опубл.27.20.2002, Бюл.№ 28.
8. «Стенд для испытания изделий на совместное воздействие вибрационных и линейных ускорений», материалы заявки на изобретение, исх. № 15/133-А от 26.01.2009.
9. «Техническое задание на разработку приспособления для испытаний изделий на комплексное воздействие вибрационных и линейных ускорений» № А1505.3-Пр1471.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СБОРКИ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ПОМОЩИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ

Махалин Александр Александрович

*студент-магистрант
Тольяттинского государственного университета,
РФ, г. Тольятти*

Нахратова Галина Владимировна

*научный руководитель доцент, канд. пед. наук,
Тольяттинский государственный университет,
РФ, г. Тольятти
E-mail: nahrato@mail.ru*

IMPROVING THE QUALITY OF ASSEMBLAGE OF PLASTIC PRODUCTS USING ULTRASONIC WELDING

Makhalin Alexander

*Student-graduate student
of Togliatti state University,
Russia, Togliatti*

Nakhratov Galina

*Scientific supervisor-associate Professor, KPN,
Togliatti state University,
Russia, Togliatti*

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются методы сборки пластмассовых деталей и искусственной кожи, а также предлагается метод ультразвуковой сварки для повышения качества готового изделия.

ABSTRACT

The article analyzes Assembly methods plastics and artificial leather, and the method of ultrasonic welding for improving the quality of the finished product.

Ключевые слова: Ультразвуковая сварка; интерьер автомобиля; качество сборки; автомобильные пластмассы; искусственная кожа.

Keywords: Ultrasonic welding; the interior of the car; build quality; automotive; plastics; artificial leather.

К 2016 году ОАО АВТОВАЗ планирует существенно обновить модельный ряд автомобилей. Изменения коснутся не только силового агрегата и шасси, но и интерьера и экстерьера автомобиля. Поставщики комплектующих уже сейчас ведут работу по изготовлению прототипных деталей

Для повышения привлекательности и эстетичности салона автомобиля LADA при отделке интерьера все чаще будет применяться натуральная или искусственная кожа.

Одна из основных деталей интерьера это «Облицовка панели приборов в сборе».

Основное назначение детали — защита элементов рулевого механизма и придание панели приборов эстетической выразительности.



Рисунок 1. Элементы детали

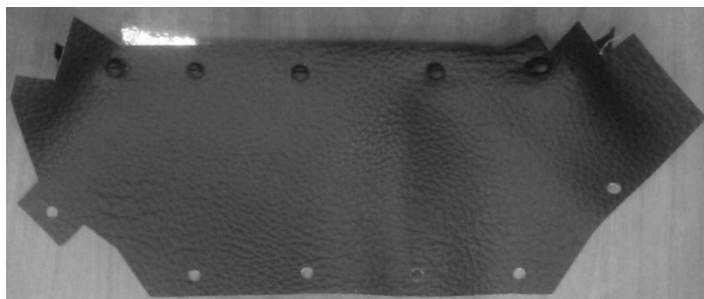


Рисунок 2. Деталь в сборе

Согласно конструкторской документации крепление пластиковой планки и кожи может осуществляться с помощью механического или пневматического стиплера и скоб.

Но данный вид крепления имеет недостатки. При интенсивном использовании стиплера происходит сбой настройки:

1. при сильном выстреле разбивается или деформируется планка;
2. при слабом выстреле скоба не полностью заходит и портит кожу.

Еще одним существенным недостатком является выступание кончиков скобки, что ведет за собой протирание кожи

и неудовлетворительный внешний вид. Данный недостаток был выявлен на монтажных и ресурсных испытаниях при сборке прототипных автомобилей [1.стр.15 – 18]

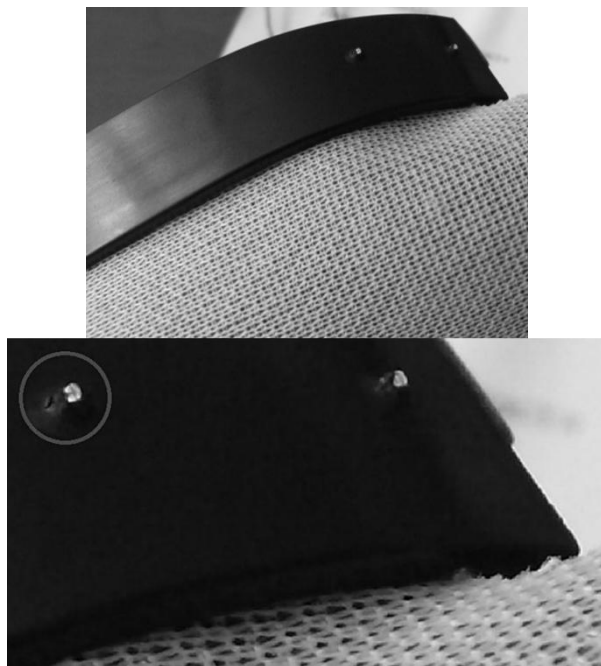


Рисунок 3. Выступание кончиков скрепки

Изучив предложения на рынке оборудования по работе с полимерными материалами, было предложено использовать в качестве крепления ультразвуковую сварку. Ультразвуковая сварка — это способ соединения элементов в твёрдом состоянии при помощи ультразвуковых колебаний.

Преимущества этой технологии:

- *Качество и надёжность.* Такой способ соединения, как ультразвуковая сварка, удовлетворяет требованиям к герметичности, прочности и внешнему виду изделий. Сварка одинаково эффективна для мягких и твёрдых пластмасс. А для ряда полимеров это единственно возможный способ надёжного соединения.

- *Оптимизация и производительность.* Ультразвуковая сварка прекрасно подходит для автоматизации процессов и широко применяется

в серийном производстве. Обеспечивает высокую производительность сборочных операций: мировой опыт показывает, что она возрастает в среднем в 2—3 раза. Не требует предварительной подготовки деталей, т. к. позволяет сваривать даже загрязнённые поверхности.

- *Экономия и экологичность.* Ультразвуковая сварка не вызывает выбросов вредных летучих веществ, не требует вредных для здоровья и окружающей среды клеев и растворителей. Это позволяет постоянно экономить на расходных материалах. Технология также экономит время и энергию: процесс сварки обычно длится всего 0,5—1,5 секунды, а потери энергии сведены к минимуму. УЗ-сварка прекрасно оправдывает себя как на крупных производствах, так и на небольших предприятиях, нацеленных на технологичность и высокую эффективность.

Для сварки данной детали был использован универсальный инструмент для сварки HandyStar.



Данный инструмент идеально подходит для работы с разными пластиковыми деталями, за счет применения различных видов конвертеров.



Рисунок 4. Конвертеры

Монтажные, ресурсные и лабораторные испытания показали положительный результат. Что позволило официально заменить способ крепления с внесением изменений в конструкторскую документацию.



Рисунок 5. Крепление деталей с помощью ультразвуковой сварки

Данный вид крепления будет применен на автомобилях LADA GRANTA HATCHBACK(ВАЗ 2191), LADA PRIORA 2 (ВАЗ 2180). Это значительно улучшает качество крепления, что ведет к надежной защите рулевого механизма от вредных воздействий. Повышается эстетичность салона.

Список литературы:

1. Нахратова Г.В. Основы статистических методов контроля и управления качеством: учеб. пособие / Г.В. Нахратова, А.Г. Схиртладзе. Тольятти: ТГУ, 2007.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВО ВРЕМЕНИ

Свендровская Александра Филипповна

*канд. тех. наук, доцент кафедры ЕНОТД филиала
Тюменского государственного нефтегазового университета,
РФ, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Новый Уренгой
E-mail: a.svend@mail.ru*

Койшина Екатерина Алимовна

*ассистент кафедры ГСЭД филиала
Тюменского государственного нефтегазового университета,
РФ, Ямало-Ненецкий автономном округ, г. Новый Уренгой
E-mail: 602873@mail.ru*

Свендровский Сергей Александрович

*инженер-программист “Axhive solutions”,
РФ, Алтайский край, г. Барнаул*

CHOICE OF PARAMETERS DEFINING STATE CHANGE OF TECHNOLOGICAL SYSTEM IN TIME

Aleksandra Svendrovskaya

*Candidate of Science, associate professor
of Department of Natural Science and General Technical Disciplines,
Yamal Oil and Gas Institute, affiliate of Tyumen State Oil and Gas University,
Russia, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Novy Urengoy*

Ekaterina Koyschina

*Assistant of Department of Humanitarian and Social-Economic Disciplines,
Yamal Oil and Gas Institute, affiliate of Tyumen State Oil and Gas University,
Russia, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Novy Urengoy*

Sergey Svendrovskiy

*Software Engineer of “Axhive solutions”,
Russia, Altai Region, Barnaul*

АННОТАЦИЯ

Процесс шлифования носит стохастический характер и трудно вписывается в автоматизированные системы. На основании многофакторного эксперимента шлифования стали марок ХГТ и 45 произведен выбор параметров надежности технологической системы, которые, по мнению авторов, характеризуют состояние системы на временной оси. Эти параметры позволяют отфильтровать действие случайных факторов процесса резания, определить его производительность.

ABSTRACT

The process of grinding has a stochastic nature and fits badly into automated systems. On the basis of multi-factor experiment of HGT and 45 steel grinding reliability parameter choice of a technological system has been made, which according to authors characterize a system condition at time axis. These parameters allow to filter the effect of random factors of cutting process and to define its productivity.

Ключевые слова: параметры надежности; технологическая система; шлифование.

Keywords: reliability parameters; technological system; grinding.

Процесс шлифования носит стохастический характер и трудно вписывается в автоматизированные системы. Фирма STUDER выпускает гибкие инструментальные шлифовальные станки WALTER HELTTRONIK DIAMOND, имеющие магазин до 24 шлифовальных кругов [2]. Несколько шлифовальных шпинделей могут работать одновременно, но операция шлифования встроена в общую структуру технологического процесса механической обработки деталей гибкого автоматизированного производства (ГАП). Умение управлять стохастическим процессом позволило бы создать новые конструкции шлифовальных кругов, адаптированных для работы данной технологической системы, а также разработать мультифункциональные шлифовальные станки, легко встраиваемые в ГАП.

Анализ публикаций по данной тематике [1], [3] позволяет сделать следующие выводы:

1. Функциональная связь стохастических входных и выходных параметров технологической системы определена в узком диапазоне режимов резания, выражена эмпирическими зависимостями.
2. Выбор показателей надежности процесса шлифования носит произвольный характер, нет общих критериев их оценки.

Целью проведенных исследований является выбор показателей надежности технологической системы, определяющих изменение состояния данной системы во времени.

Математическое ожидание M и дисперсия D — часто применяемые характеристики случайной величины. Они отражают наиболее важные черты закона, которому подчиняется работа всей технологической системы, ее изменение во времени и степень разбросанности отдельных показателей.

M — это первый начальный момент случайной величины, D — второй центральный момент. Если этих характеристик для описания недостаточно, в этом случае применяют моменты высших порядков.

Процесс резания — это функциональная взаимосвязь заготовки, инструмента, станка, образующих технологическую систему, состояние которой зависит от времени ее работы. Состояние системы в разные промежутки времени можно описать с помощью векторов, характеризующих суммарный съем металла $[M(QM), D(QM)]$ и износ круга $[M(QK), D(QK)]$.

С целью выбора векторов, определяющих состояние технологической системы на временной оси, проведены эксперименты для круглого врезного шлифования стали марок ХВГ и 45. Графики, построенные по результатам статистической выборки шлифования стали марки ХВГ (рис. 1, 2), показывают, что с увеличением времени работы системы статистические характеристики возрастают, но при этом статистические моменты износа круга изменяются плавно, так как величина износа круга по сравнению с объемом удаляемого материала изменяется незначительно.

Статистические оценки суммарного съема металла имеют пульсирующий характер, резко изменяются в зависимости от времени шлифования, наблюдается общая тенденция роста. Эти параметры более остро реагируют на действие возмущающих факторов технологической системы.

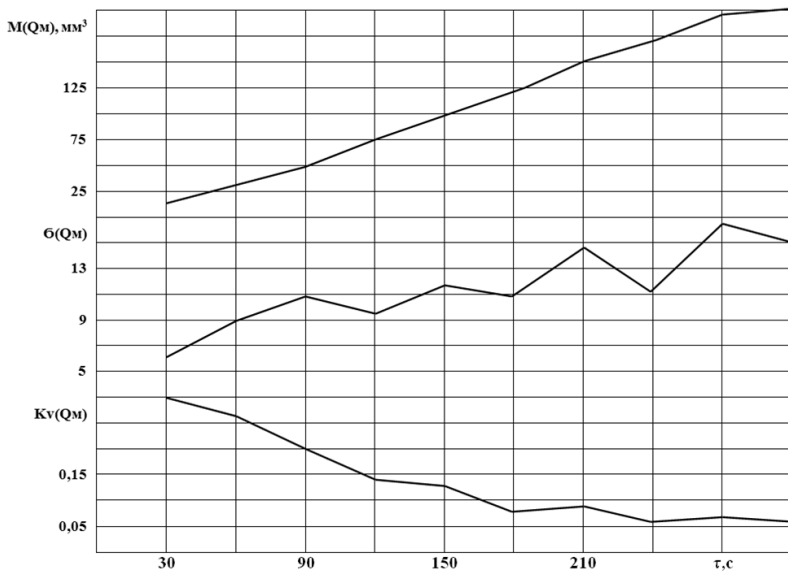


Рисунок 1. Изменение статистических характеристик суммарного съема металла в зависимости от времени шлифования стали ХВГ: станок модели 3E153; режимы резания: $V_k=33,2$ м/с, $S_y=0,2$ мм/мин, $V_u=0,33$ м/с; характеристика круга: ПП400х40х127 24A25НСМ₂7К6

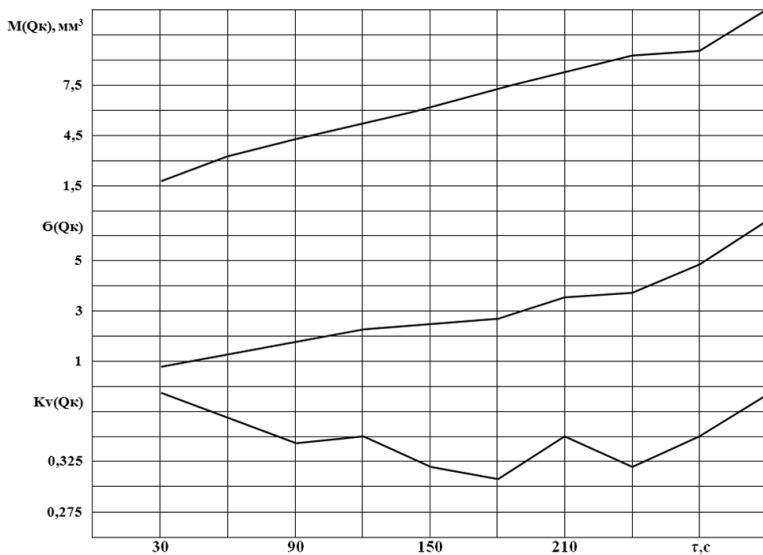


Рисунок 2. Изменение статистических характеристик суммарного износа круга в зависимости от времени шлифования стали ХВГ: станок модели 3E153; режимы резания: $V_K=33,2$ м/с, $S_y=0,2$ мм/мин, $V_u=0,33$ м/с; характеристика круга: ПП4000х40к127 24A25НСМ₇К6

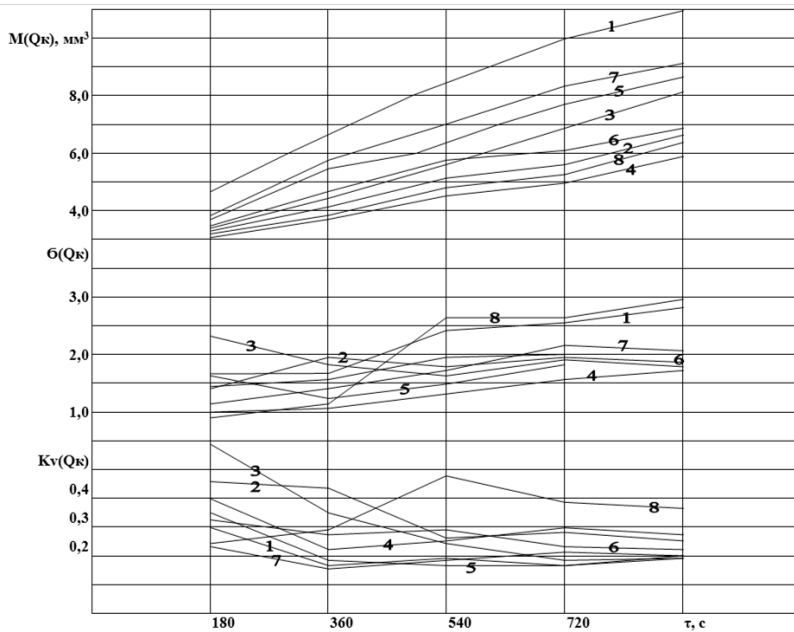


Рисунок 3. Изменение статистических характеристик суммарного съема металла в зависимости от времени шлифования стали 45: станок модели 3E153; 1—8 точки многофакторного эксперимента

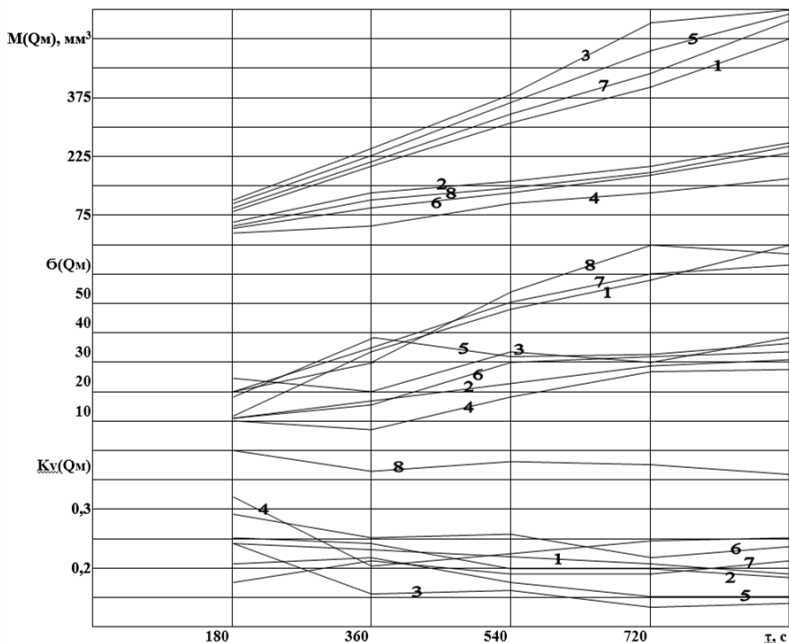


Рисунок 4. Изменение статистических характеристик суммарного износа круга в зависимости от времени шлифования стали 45: станок модели 3E153; 1—8 точки многофакторного эксперимента

При сравнении графиков (рис. 3, 4) изменения статистических моментов съема металла и износа круга (многофакторного эксперимента круглого врезного шлифования стали марки 45) можно отметить, что на величину разброса износа круга и суммарного съема металла оказывают влияние одни и те же случайные факторы.

Например: графики под номерами 1, 7, 8 имеют максимальное значение среднеквадратичного отклонения износа круга и съема металла в одной точке временной оси. Следовательно, нет необходимости в дублировании исследований. Изменение векторов износа круга и съема металла отражают одинаковую картину влияния возмущающих факторов системы. Но изменение суммарного съема металла в разные промежутки времени при достаточной статистической выборке позволяют дать более точную оценку состояния технологической системы, более точно отфильтровать действие случайных факторов процесса резания. Кроме того, суммарный объем

удаленного металла характеризует производительность системы. Поэтому за вектор, определяющий состояние технологической системы на временной оси, приняты статистические моменты суммарного съема металла: $[M(QM), D(QM)]$.

Список литературы:

1. Зотова С.А. Исследование особенностей глубинного шлифования коническим кругом с учетом многоэтапности процесса [Текст]: Автореф. дис. ... канд. тех. наук / Зотова Светлана Александровна. Волгоград: Типография ИУНЛ ВГТУ. — 18 с.
2. Оптимизация производственных процессов // MOTION. Корпоративный производственный журнал группы Шляйфринг. — 2010. — № 2. — С. 16.
3. Татаркин Е.Ю., Фирсов А.М. Применение метода «отказов» для оценки надежности технологического процесса обработки малогабаритных корпусных деталей [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://elibr.altstu.ru/elibr/books/Files/pa2012_1/pdf/125tatarkin.pdf (дата обращения 15.05.2014).

КОМПЛЕКСНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗОВ БУРОВОГО СТАНКА

Шигина Анна Александровна

*аспирант, ассистент кафедры экономики
и информационных технологий менеджмента
Сибирского федерального университета,
РФ, г. Красноярск
E-mail: shigina_a@mail.ru*

COMPLEX DEFINITION OF PROBABILITY OF DRILLING RIG FAILURES

Shigina Anna

*postgraduate student, assistant of Department of Economics
and information technologies of management
of Siberian Federal University,
Russia, Krasnoyarsk*

АННОТАЦИЯ

Сформированы основные принципы системного подхода к моделированию и определению вероятности отказов бурового станка. Определена группа методов, основанных на моделировании отказов буровых станков. Предложено применение моделирования различных процессов, происходящих при отказах буровых станков для оценки надежности их работы. Показана необходимость исследования взаимосвязи характеристик вращательно-подающего механизма бурового станка с ресурсом его наиболее нагруженных узлов и эффективностью функционирования.

ABSTRACT

The basic principles of a system approach to modeling and probability definition of boring rig failures are formed. The group of the methods based on failures modeling of boring rigs is defined. Modeling of the various processes occurring when failures of boring rigs arise is offered for a reliability estimation of their work. Research need of characteristics interrelationship of the boring rig rotary feeder with a resource of its most active elements and functioning efficiency is shown.

Ключевые слова: системный подход; вероятность отказов; моделирование динамических процессов; эффективность функционирования; надежность буровых станков.

Keywords: system approach; probability of failures; modeling of dynamic processes; efficiency of functioning; reliability of boring rigs.

Цель работы заключается в формировании основных принципов системного подхода к моделированию и определению вероятности отказов бурового станка для определения параметров эффективного функционирования буровых станков. Проблема эффективного функционирования буровых станков требует комплексной оценки различных параметров при их работе с величиной нагрузок [4], не выходящих за допустимые значения и работе при нагрузках выше допустимых. Эффективность функционирования может оцениваться с точки зрения максимальной надежности буровых станков. При этом работа всех узлов бурового станка должна быть направлена на сохранение его работоспособного состояния [2]. Эффективность функционирования бурового станка также может оцениваться с точки зрения его максимальной производительности. В данном случае

работа всех узлов должна быть направлена на бурение максимального количества метров скважины, отнесенной к единице времени. Однако в большинстве случаев эффективность функционирования различных технологических машин включает сравнение и выбор оптимальных значений показателей надежности и производительности [1].

При бурении технологических скважин на карьерах отечественных и зарубежных горных предприятий применяется технология шарошечного бурения. Поэтому наибольший интерес представляет исследование процессов, характерных для работы шарошечных долот с применением различных вращательно-подающих механизмов.

Оптимальная и максимальная производительность буровых станков достаточно подробно описаны в большом количестве работ [3, 5]. При этом известны зависимости скорости бурения от физико-механических свойств горной породы, а также от способа бурения и конструктивных особенностей буровых станков и их элементов [6]. Важной задачей в определении параметров эффективного функционирования буровых станков является оценка их надежности. Оценка надежности позволяет увеличить ресурс бурового станка, межремонтный период и снизить затраты на ремонт и эксплуатацию. Для объективной оценки надежности необходимо исследовать условия эксплуатации, диагностировать техническое состояние и моделировать различные процессы, возникающие при отказах буровых станков.

Группа методов, основанных на моделировании отказов буровых станков [7], включает: выбор структуры моделей, обеспечивающих прогнозирование отказов; моделирование динамических процессов функционирования буровых станков.

1. Выбор структуры моделей, обеспечивающих прогнозирование отказов. При построении детерминированных прогностических математических моделей систем разработки месторождений фрактальность временных рядов воспринимается моделью как случайная помеха или погрешность измерений. Поэтому возникает задача построения помехоустойчивых математических моделей, которые при экстраполяции в «будущее» не приводили бы к накапливающимся ошибкам.

Выбор той или иной модели, описывающей изменение показателей надежности функционирования бурового станка, является наиболее ответственным и сложным этапом прогностической процедуры. Упрощение модели приводит к уменьшению точности прогноза времени наступления отказа. Излишнее усложнение модели может привести к неустойчивости алгоритма идентификации и, как правило, лишает идентификационные модели предсказательной

силы. Кроме того, необходимо учитывать, что степень сложности модели зависит не только от идентифицируемого параметра, но и от уровня погрешности проведения первичных измерений.

Таким образом, представляется актуальной многокритериальная задача выбора оптимальной степени сложности моделей, описывающих изменение показателей надежности функционирования бурового станка во времени.

Используя один или несколько классических примеров (минимум величины дисперсии адекватности, критерий Тейла и т. д.) и схему стандартного метода наименьших квадратов, можно построить искомую модель со сколь угодно степенью точности, не нарушая при этом принципа Пуанкаре (точность модели не может превосходить точности первичной информации). Однако это не решает прогностическую задачу — определение момента аварии, так как наилучшая на этапе обучения модель не всегда является и более точной экстраполяцией будущего сценария развития.

2. Моделирование динамических процессов функционирования буровых станков. Данное моделирование осуществляется с целью оптимизации параметров процесса бурения. При этом, в качестве критериев можно выбрать производительность бурового станка, прибыль, скорость бурения, проходку и надежность работы долота, которые необходимо максимизировать.

Результаты исследования причин аварийности технологического оборудования горнодобывающих предприятий показывают, что буровые станки, в отличие от прочего оборудования, имеют специфичный характер изменения своих показателей надежности в процессе эксплуатации. Параметры динамических нагрузок должны оказывать влияние на ресурс буровых станков, и, следовательно, необходим постоянный контроль за их амплитудой и частотой.

Предложения: для полноценной оценки надежности работы буровых станков при нагрузках, значения которых превышают предельно допустимые, необходимо применять моделирование различных процессов, происходящих при отказах буровых станков. В частности, необходимо исследовать закономерность и взаимосвязь процессов трещинообразования в различных элементах шарошечных долот и изменения физико-механических свойств горной породы с эффективностью функционирования бурового станка. Также необходимо исследовать взаимосвязь характеристик вращательно-подающего механизма бурового станка с ресурсом его наиболее нагруженных узлов и эффективностью функционирования.

Рекомендации: при моделировании отказов буровых станков следует применять известные методы математического и компьютерного моделирования. В частности, необходимо прогнозировать отказы наиболее нагруженных узлов буровых станков в зависимости от случайно изменяющихся свойств породы и условий бурения. Для этого можно использовать методы математического моделирования, которые с достаточной точностью дают вероятность отказов.

Для моделирования динамических процессов функционирования буровых станков необходимо использовать известные зависимости технологических параметров процесса бурения от свойств породы и условий бурения, а также от режима работы силовых агрегатов. При компьютерном моделировании исследуемых процессов необходимо опираться на данные зависимости.

Таким образом, для объективной оценки эффективности функционирования буровых станков необходимо осуществлять математическое моделирование с целью определения вероятности их отказов и компьютерное моделирование динамических процессов при бурении. Для оценки надежности работы буровых станков при нагрузках, значения которых превышают предельно допустимые, необходимо исследовать закономерность и взаимосвязь процессов трещинообразования в различных элементах шарошечных долот и изменения физико-механических свойств горной породы с эффективностью функционирования бурового станка. Также необходимо исследовать взаимосвязь характеристик вращательно-подающего механизма бурового станка с ресурсом его наиболее нагруженных узлов и эффективностью функционирования.

Список литературы:

1. Гилев А.В., Шигин А.О. Разработка идеализированной модели бурения горных пород с различными физико-механическими свойствами // *Фундаментальные исследования*. — 2012. — № 3. — С. 665—667.
2. Гилев А.В., Шигин А.О. и др. Методы расчетов прочности при проектировании рабочих органов буровых станков // *Современные наукоемкие технологии*. — 2011. — № 1. — 3 с.
3. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: учеб. пособие. 4-е изд. М.: изд-во МГГУ, 2001. — 422 с.
4. Ступина А.А., Шигина А.А., Шигин А.О. Анализ эффективности функционирования многопараметрической системы // *Вестник СибГАУ*. — 2013. — № 2 (48). — С. 94—100.

5. Техника, технология и опыт бурения скважин на карьерах. Под ред. В.А. Перетолчина. М.: Недра, 1993. — 286 с.
6. Шигин А.О., Гилев А.В. Методика расчета усталостной прочности как основного фактора стойкости шарошечных долот // Вестник Иркутского государственного технического университета, — 2012. — № 3 (62). — С. 22—27.
7. Шигина А.А., Шигин А.О., Ступина А.А. Сравнительная оценка методов анализа эффективности функционирования буровых станков // Современные проблемы науки и образования, — 2012. — № 6. — 11 с.

СЕКЦИЯ 4.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

СБОРКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ, СОБРАННОЙ СВОИМИ РУКАМИ

Курсай Дмитрий Евгеньевич

*студент, Инженерно-технологическая академия
Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог*

E-mail: dmkursai@gmail.com

Осипов Никита Александрович

*студент, Инженерно-технологическая академия
Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог*

E-mail: trey3282@mail.ru

Какурин Юрий Борисович

*канд. техн. наук, доцент кафедры физики, Инженерно-
технологическая академия Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог*

E-mail: y_kakurin@mail.ru

Какурина Наталья Андреевна

*канд. техн. наук, доцент кафедры физики, Инженерно-
технологическая академия Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог*

E-mail: filipenko_n@mail.ru

**ASSEMBLAGE AND RECOMMENDATIONS
ABOUT OPERATION
OF THE SOLAR BATTERY COLLECTED
BY THE HANDS**

Dmitriy Kursai

*student, Engineering-technological academy
of Southern federal university,
Russia, Taganrog*

Nikita Osipov

*student, Engineering-technological academy
of Southern federal university,
Russia, Taganrog*

Yuriy Kakurin

*candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Department of Physic,
Engineering-technological academy of Southern federal university,
Russia, Taganrog*

Natalja Kakurina

*candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Department of Physic,
Engineering-technological academy of Southern federal university,
Russia, Taganrog*

АННОТАЦИЯ

В работе приведены характеристики собранной своими руками солнечной батареи. Рассчитаны параметры антиотражающих покрытий, повышающих КПД солнечных элементов. Составлены рекомендации по выбору угла наклона панели солнечной батареи в весеннее-летний и осеннее-зимний сезон при эксплуатации ее на 47° северной широты. В расчетах использовались средства электронного учебника PVCROM.

ABSTRACT

Characteristics of the solar battery collected by the hands are resulted. Parametres of the antireflection coatings raising efficiency of solar elements are calculated. Recommendations for choice a corner of an inclination of the panel of the solar battery in spring-summer and autumn-winter season

are made at its operation on 47° northern width. In calculations means of the electronic book PVCDROM were used.

Ключевые слова: солнечные элементы; солнечные батареи.

Keywords: solar systems; solar battery.

Сегодня человечество не может представить себе комфортной жизни без электроэнергии. Необходимо заметить, что электроустройства становятся все более и более персонализированными и мобильными, а человек теряет возможность быть «привязанным к розетке». Можно использовать аккумуляторы, но, к сожалению, они не способны обеспечивать необходимое количество энергии длительное время без подключения к общей электросети. Одним из решений является использование солнечных батарей (СБ).

Изготовление СБ в домашних условиях по силам практически любому радиолюбителю или человеку, который любит мастерить всё своими руками. По финансовым затратам СБ, собранная своими руками на порядок дешевле промышленного аналога. К тому же, при проектировании, расчёте и сборке СБ можно учесть все технические нюансы и личные потребности — в любом конкретном случае. Целью нашей работы являлась сборка батареи, которую можно было использовать для питания и зарядки любого мобильного устройства: сотового телефона, фото и видео камеры, MP3 и MP4 плееров, GPS-навигаторов, игровых консолей типа SONY PS; зарядки всех типов аккумуляторов AA, AAA, Li-Ion, Li-Pol и др.

Для сборки подобной СБ нам понадобились 15 солнечных элементов (СЭ) размером 65 × 65 мм, которые мы соединили тремя параллельными группами по пять элементов в каждой. Учитывая характеристики СЭ (мощность 0,6 Вт, напряжение ≈ 4,5—6,5 В), на основе которых собиралась СБ, мы получили источник питания с максимальной мощностью 8,5 Вт (панель СБ наклонена к солнцу, на нее падает прямой солнечный свет) при силе тока 0,27 А. На выходе СБ был установлен шунтирующий диод, предотвращающий разряд подключённого устройства при отсутствии солнечного света. СБ имеет один USB выход. Размеры СБ: 400×250×5 мм; масса: 0,25 кг.

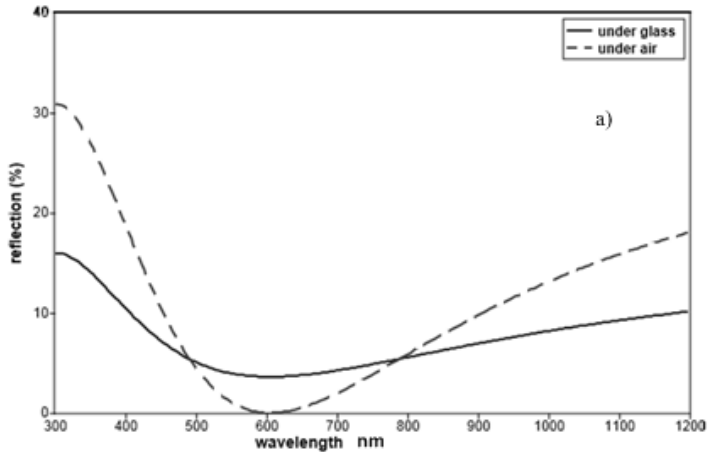
В собранной нами СБ использовались СЭ элементы на основе поликристаллического кремния, КПД которых составляет 9—12 %. Известно, что СЭ с повышенным КПД в основном изготавливают на основе монокремния и снабжают в обязательном порядке специальным антиотражающим покрытием (АОП) для борьбы с оптическими потерями.

Основываясь на законах отражения и преломления световой волны на границе раздела двух сред, а также интерференции в тонких пленках, получают выражение для коэффициента отражения СЭ с антиотражающим и стеклянным защитным покрытиями,

$$R = \frac{r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2 \cos 2\Theta}{1 + r_1^2r_2^2 + 2r_1r_2 \cos 2\Theta}, \quad (1)$$

где $r_1 = \frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1}$; $r_2 = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$; $\Theta = \frac{2\pi n_1 d}{\lambda_0}$; n_0 , n_1 и n_2 —

абсолютные показатели преломления стекла, АОП и кремния соответственно, d — толщина АОП, λ — длина волны в вакууме. Подбор значений указанных параметров позволяет свести к минимуму величину R для заданной длины волны. На рисунке 1 показаны рассчитанные нами с помощью средств электронного учебника PVCDROM [1] графики R .



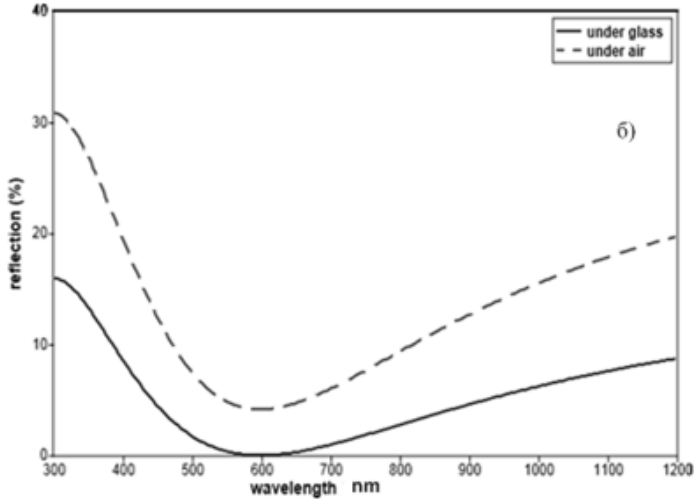


Рисунок 1. Зависимость коэффициента отражения СЭ с АОП от длины волны падающего излучения

Получено, что для $\lambda = 600$ нм (пик солнечного излучения) R достигает минимума при $n_1 = 2,3$ и $d = 65$ нм при отсутствии стеклянного защитного покрытия СБ (рис. 1 а)), а при наличии последнего — при $n_1 = 1,9$ и $d = 80$ нм (рис. 1 б)).

Очевидно, что производительность СЭ зависит от величины плотности потока энергии, падающей на фотоэлектрический модуль (ФЭМ), а также от угла между модулем и солнцем. В случае, когда поглощающая поверхность и солнечное излучение перпендикулярны друг другу, плотность потока излучения максимальна. При изменении угла плотность потока излучения уменьшается. Иллюстрация на рисунке 2 и выражение (2) показывают, как

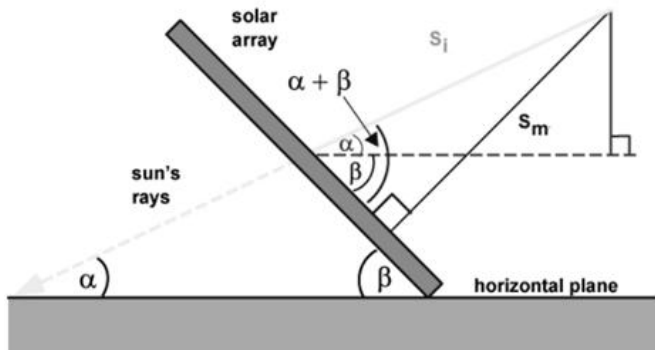


Рисунок 2. К расчету оптимального угла наклона фотоэлектрического модуля

рассчитать плотность потока мощности излучения, падающего на наклонную поверхность ФЭМ S_m в зависимости от общей плотности потока S_i

$$S_m = S_i \sin(\alpha + \beta). \quad (2)$$

В (2) α — угол возвышения солнца, который определяется

$$\alpha = 90 - \varphi + \delta, \quad (3)$$

где: β — угол наклона ФЭМ;
 φ — широта,
 δ — угол солнечного склонения.

Для расчета солнечного склонения применяется формула (D — день в году) [1]

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left[\frac{360}{365} (294 + D) \right]. \quad (4)$$

Таким образом, с помощью выражений (2)—(4) можно исследовать влияние широты и угла наклона ФЭМ на получаемое солнечное излучение в течение года при условии отсутствия облаков.

На рисунке 3 приведены результаты исследований, проведенных нами для $\varphi = 47^\circ$ с. ш. (Ростов-на Дону, Таганрог). По горизонтальной оси отсчитываются дни с первого января. Сплошной линией показан график S_i . Такое количество энергии получил бы ФЭМ, очень точно поворачивающийся за солнцем. Более пологие углы наклона β способствуют увеличению падающего излучения летом (рис. 3 а), тогда как более крутые — зимой (рис. 3 б)). В данных расчетах предполагалось, что ФЭМ находится в северном полушарии и ориентирован на юг.

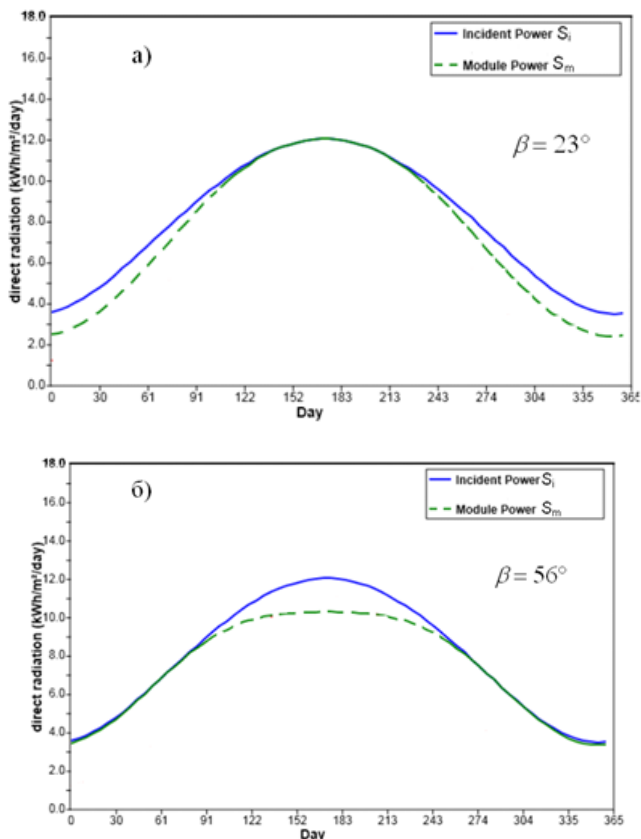


Рисунок 3. Кривые плотности потока солнечного излучения в расчете на день года на $\varphi = 47^\circ$ с. ш.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: 1) для достижения повышенных характеристик СБ, собираемой своими руками, необходимо выбирать СЭ с антиотражающим покрытием; 2) максимальная производительность СБ за весь год при неизменном ее угле наклона достигается тогда, когда он равен широте местоположения.

Список литературы:

1. Honsberg С. и S. Bowden. pvcdrum // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.pveducation.org/pvcdrum> (дата обращения 25.04.2014).

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛОСКОФАКЕЛЬНЫХ ГОРЕЛОК ДЛЯ СЖИГАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Юрьев Евгений Игоревич

*соиск. учен. степ. канд. наук, Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,*

РФ, г. Новочеркасск

E-mail: yurjev.evgeniy@yandex.ru

USE OF FLAT-FLAME BURNERS FOR NATURAL GAS COMBUSTION

Yuryev Evgeniy

*applicant for a degree of candidate of sciences,
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
Russia, Novochoerkassk*

АННОТАЦИЯ

Представлены особенности работы и рекомендации по проектированию энергетических плоскофакельных горелок для сжигания природного газа. Изложенные материалы позволяют снизить концентрацию оксидов азота, расширить диапазон рабочих нагрузок, повысить надежность работы.

ABSTRACT

Features of functioning and recommendations for the design of power boiler burners for natural gas combustion. The data presented allow

to reduce the concentration of nitrogen oxides, to extend the range of workloads, increased reliability.

Ключевые слова: горелка; сжигание; природный газ; проектирование.

Keywords: burner; combustion; natural gas; design.

При переводе пылеугольного котла БКЗ-320-140 на сжигание природного газа, в дополнение к пылеугольным горелкам на боковые стены топки были установлены вихревые газовые горелки, что является нерациональным. При эксплуатации вихревых горелок отмечен короткий межремонтный период, связанный с обгоранием элементов горелки, подверженных прямому излучению из топки. Вихревые горелки имеют сравнительно высокую массу и стоимость изготовления, высокое аэродинамическое сопротивление. Для выявления решений, позволяющих повысить характеристики топочного процесса, в рамках диссертационной работы выполнены численные исследования для различных вариантов реконструкции вихревой горелки, различных вариантов распределения воздуха по каналам прямоточно-вихревой горелки, более пятнадцати вариантов различных сочетаний конструктивных и режимных параметров плоскофакельной горелки [3].

По результатам исследований можно сделать вывод, что при удачном конструктивном оформлении плоскофакельная горелка позволяет обеспечить сжигание природного газа с более высокими показателями в сравнении с вихревыми и прямоточно-вихревыми горелками.

Для плоскофакельных горелок характерна следующая аэродинамика (одна горелка, топочное пространство вдоль оси горелки со всех сторон ограничено стенками): факел развивается веерообразно вдоль оси горелки, сверху и снизу плоскости факела образуется четыре вихря обратных токов топочных газов, оси которых расположены параллельно оси горелки и по одному вихрю по сторонам горелки около фронтальной стены с осями вращения перпендикулярными плоскости факела. По степени турбулизации потока ПФГ близки к вихревым горелкам.

Преимущества плоскофакельных горелок по сравнению с вихревыми и прямоточно-вихревыми горелками: низкая стоимость изготовления и металлоемкость; для установки требуются минимальные затраты на реконструкцию боковых экранов; возможность регулирования тепловосприятия топки за счет перераспределения расходов воздуха, подаваемых в нижние и верхние каналы горелки, что приводит к соответствующему смещению максимума температур по высоте топки;

низкий уровень аэродинамического сопротивления, что позволяет при той же мощности горелочного устройства снизить затраты на модернизацию котла и его дальнейшую эксплуатацию (затраты на прокачку воздуха).

В результате эскизной проработки различных вариантов конструкции, с учетом рекомендаций по проектированию плоскофакельных горелок [1, 2], особенностей сжигания природного газа и имеющегося топочного пространства, автором спроектировано четыре варианта исполнения ПФГ, конструктивные схемы которых представлены на рисунке 1.

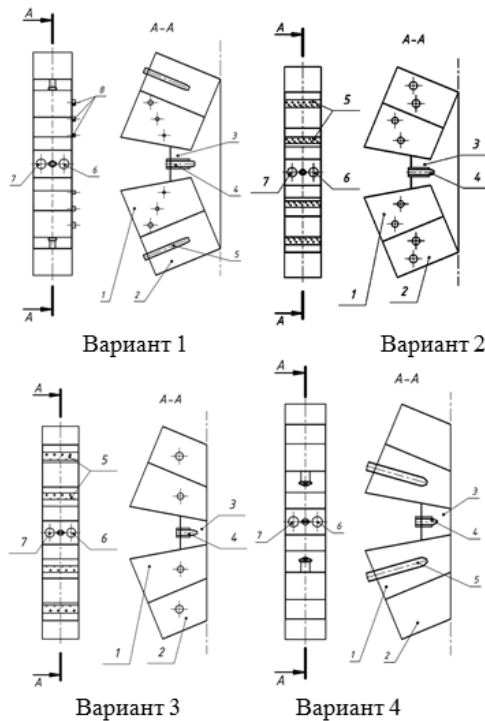


Рисунок 1. Варианты конструктивного исполнения плоскофакельной горелки: 1 — внутренний канал; 2 — периферийный канал; 3 — центральный канал; 4 — центральная газовая труба; 5 — периферийные газовые коллектора и газовая труба соответственно; 6 — труба для запального устройства; 7 — труба для датчика контроля факела; 8 — газовые сопла

Пример визуализации результатов численного моделирования топочного процесса на [3, рис. 3] — представлены поля распределения температур в горизонтальных сечениях топки. Количественные параметры топочного процесса изложены в [3, табл. 3].

Обширный материал, полученный в результате более чем полутора десятков численных экспериментов с различным конструктивным оформлением горелки и режимными параметрами, как следствие с различными параметрами на выходном сечении горелки и картиной топочных процессов, позволил в дополнение к имеющимся материалам сформулировать рекомендации по проектированию ПФГ для сжигания газа:

1. Горелка должна содержать два потока по воздуху в каждом наклонном канале (внутренний и периферийный), что позволит значительно расширить диапазон рабочих нагрузок, сделать регулирование наклона факела более гибким. Также следует предусмотреть подачу воздуха через центральный канал.

2. В зависимости от требуемых характеристик факела, условий сжигания и видов сжигаемого топлива выбирается угол подачи воздушных потоков. В случае сжигания исключительно природного газа и достаточной глубины топочного пространства угол между осями воздушных каналов следует принимать $40 \div 50^\circ$. Чем меньше угол, тем длиннее факел с меньшей шириной, тем дальше располагается зона максимальной температуры.

3. Следует предусмотреть возможность подавать газ через центральный и периферийный канал. В номинальном режиме газ следует подавать через периферийный канал. При растопке и снижении нагрузки ниже 60 % газ следует подавать через центральный канал при пониженном расходе воздуха в периферийных каналах, для поддержания скорости воздуха во внутреннем канале по условию стабильного горения.

4. Предпочтительна концентрированная подача газа, например, в виде узкой полосы на всю ширину воздушного канала.

5. Благоприятного распределения газа в выходном сечении можно добиться за счет конструкции выходного сопла в виде щели. В исследовательской работе использовалась простая в изготовлении труба со сплюсненным концом.

6. Сопротивление по воздуху ПФГ в значительной степени зависит от оформления газовой части. Установка газовых коллекторов с отверстиями в воздушные каналы значительно увеличивает сопротивление. При этом улучшенное перемешивание топлива

с воздухом приводит к интенсификации горения и увеличению выхода оксидов азота.

7. Организация «треугольника воспламенения» (зона разрежения, образуемая между торцом плоскофакельной горелки и потоками воздуха внутренних каналов) при подаче газового топлива через центральную газовую трубу приведет к быстрому обгоранию центральной части горелки. При сжигании газа следует обеспечить подачу воздуха через центральный канал для уменьшения разрежения в «треугольнике воспламенения», что приведет к снижению расхода эжектируемых раскаленных продуктов сгорания, это позволит продлить срок службы выходных элементов горелки.

8. На выходные элементы горелки воздействует интенсивный радиационный поток, поэтому выходные элементы на расстоянии $1,5 \div 2$ ширины воздушного канала от торца горелки следует изготавливать из жаростойкой стали.

Разработанная автором плоскофакельная горелка [3] при подаче газа концентрированной струей в периферийный канал в сравнении с рассмотренными вихревыми и прямоточно-вихревыми горелками обеспечивает пониженную на $110-120$ °С максимальную температуру, меньший в $1,3—1,6$ раза объем зоны высоких температур и сниженный выход оксидов азота до $1,5$ раз, при обеспечении высокой полнотой выгорания в объеме топки.

Для рассмотренных вариантов ПФГ [3] установлено, что с ростом неравномерности распределения газа в выходном сечении концентрация оксидов азота уменьшается до 3 раз.

Использование плоскофакельных горелок для сжигания газа является рациональным решением, позволяющим при низких затратах на прокачку воздуха и изготовление эффективно сжигать природный газ.

Список литературы:

1. Методические указания по проектированию топочных устройств энергетических котлов / под ред. Э.Х. Вербовецкого, Н.Г. Жмерика. СПб: НПО ЦКТИ-ВТИ., 1996. — 270 с.
2. РТМ 108.030.120-78. Горелки прямоточные пылеугольные, пылегазовые и компоновка их с топками. Методы расчета и проектирования. Л. : НПО ЦКТИ, 1978.
3. Юрьев Е.И. Совершенствование характеристик топочного устройства котла при переводе на сжигание природного газа // Изв. ВУЗов. Сев.-Кавказский регион. Сер.: техн. науки. — 2013. — № 5 — С. 20—25.

СЕКЦИЯ 5.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

ВЫБОР ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА СЛЯБОВ ЭАС ПЕРЕД ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКОЙ

Башкатов Дмитрий Александрович

*аспирант,
Липецкий государственный технический университет,
РФ, г. Липецк*

E-mail: bashkatov_48_rus@mail.ru

CHOICE OF SLAB HEATING TEMPERATURE OF EAS BEFORE HOT ROLLING

Dmitriy Bashkatov

*post graduate student of Lipetsk State Technical University,
Russia, Lipetsk*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен вопрос выбора температуры нагрева слябов ЭАС нитридного варианта ингибирования перед горячей прокаткой. Произведен теоретический расчет растворения ингибиторной фазы при нагреве стали заданного химического состава. Дан сравнительный анализ технологических особенностей производства ЭАС.

ABSTRACT

Problem of choice of slab heating temperature of EAS nitride variant of inhibition before hot rolling has been considered. Theoretical calculation of inhibitory phase solution in case of heating of ordered composition of steel has been conducted. Comparative analysis of technological characteristics of EAS production has been presented.

Ключевые слова: анизотропная сталь; нагрев; горячая прокатка.
Keywords: anisotropic steel; heating; hot rolling.

Горячая прокатка анизотропной электротехнической стали (ЭАС) оказывает значительное влияние на магнитные и механические свойства готовой стали. Определяющими параметрами горячей прокатки является температура нагрева слябов и, следовательно, температура ее начала.

Основными задачами нагрева слябов ЭАС нитридного варианта ингибирования перед прокаткой являются: равномерный прогрев по толщине и как можно более полное растворение частиц основной фазы — ингибитора (нитридов алюминия, AlN) [5, с. 7]. Исходя из этого, важно знать температуру, обеспечивающую полное растворение ингибиторной фазы.

Трехфазное равновесие в системе α - γ - AlN описывается уравнениями растворимости AlN в феррите и аустените [1, с. 56]:

$$\lg([Al]_{\alpha}[N]_{\alpha}) = -10062/T + 2,72, \quad (1)$$

$$\lg([Al]_{\gamma}[N]_{\gamma}) = -6770/T + 1,033, \quad (2)$$

уравнением, отражающим равновесное распределение азота между α и γ фазами:

$$\lg([N]_{\gamma}/[N]_{\alpha}) = 2016/T - 0,83, \quad (3)$$

где: $[X]_y$ — концентрация элемента X в твердом растворе Y ;

T — абсолютная температура.

Эти уравнения выведены в предположении, что концентрации кремния в α - и γ -фазах не отличаются друг от друга и равны 3мас. \% .

Для Al и N должны выполняться равенства, учитывающие материальный баланс элементов в стали. При их записи следует принять во внимание различие объемной и массовой долей аустенита [1, с. 56—57]:

$$\frac{(1 - \gamma)\rho_{\alpha}[Al]_{\alpha} + \gamma\rho_{\gamma}[Al]_{\gamma}}{(1 - \gamma)\rho_{\alpha}[Al]_{\alpha} + \gamma\rho_{\gamma}} = [Al], \quad (4)$$

$$\frac{(1 - \gamma)\rho_{\alpha}[N]_{\alpha} + \gamma\rho_{\gamma}[N]_{\gamma}}{(1 - \gamma)\rho_{\alpha}[N]_{\alpha} + \gamma\rho_{\gamma}} = [N], \quad (5)$$

где: $[X]$ — концентрация в мас. % элемента X в стали;

γ — объемная доля аустенита;

ρ_{α} и ρ_{γ} — плотности кремнистых феррита и аустенита.

Система уравнений (1)—(5) дополняется условием, связывающим объемную долю аустенита с температурой. Растворимость азота в аустените в несколько раз превосходит растворимость в феррите, поэтому наличие α -фазы существенно понижает температуру полного растворения нитридов. В литературе имеется достаточно много экспериментально построенных графических зависимостей объемной доли аустенита от температуры. Данные зависимости достаточно близки по внешнему виду, имеют максимум количества аустенита при температурах 1130... 1150 °С. При этом количество аустенита, образывающегося в стали также сильно зависит от ее химического состава. Использовались данные [1, с. 94], представленные на рис. 1. Зависимость была получена в результате моделирования с использованием современного программного обеспечения для стали с химическим составом, близким к исследуемой (таблица 1) [1, с. 50].

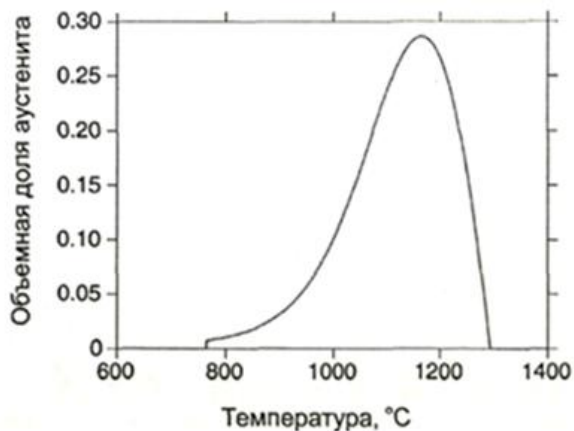


Рисунок 1. Зависимость объемной доли аустенита от температуры

Максимальная доля аустенита, образующегося в стали при температуре ~1170°С равна 0,286, тогда как при температуре ~1291°С данная фаза отсутствует вообще.

Таблица 1.

Химические составы ЭАС

Обозначение	Содержание элементов, мас.%					
	C	Mn	Si	Cu	Al	N
ЭАС из источника	0,025	0,310	3,090	0,47	0,0160	0,011
Исследуемая ЭАС	0,034	0,310	3,110	0,501	0,0169	0,011

Графическая зависимость, представленная на рис. 1, была аппроксимирована полиномом в интервале температур 900—1280 °С, на основании которого и уравнений (1)-(5) был произведен расчет степени растворения нитридов для исследуемой ЭАС (рисунок 2). При этом было учтено, что часть алюминия связано в оксид Al_2O_3 , а азота — в нитрид титана TiN.

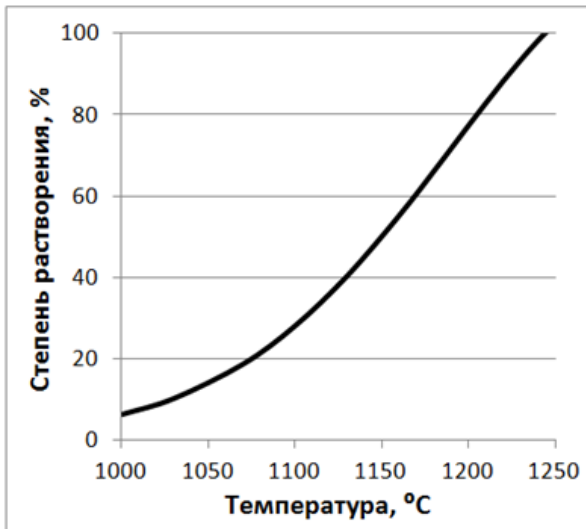


Рисунок 2. Зависимость степени растворения нитридов от температуры нагрева

Нитриды растворяются полностью при температуре 1246 °С, а уже при температурах ~1200 °С — на 80 %.

Данное обстоятельство было использовано в изобретении [4], в котором предлагается нагревать слябы до температур 1180—1210 °С. Обязательным условием являлось то, что температура поверхности при посадке должна была составлять не менее 480 °С, предпочтительно — 580 °С. Отмечалось, что температура в середине сляба тогда составит ~700 °С. Заявляемые магнитные свойства конечного продукта соответствовали высшим маркам ЭАС.

Такие температуры нагрева позволяют значительно сократить расход топлива, резко снизить угар металла, а, следовательно, понизить себестоимость продукта.

Однако, в работе [2, с. 62] исследовали влияние фазовой перекристаллизации на структуру подката ЭАС. Реализация фазовой перекристаллизации $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ при горячей прокатке приводит к замене совершенной текстуры (110)[001] на ориентировку (110)[112], ухудшая магнитные свойства. Отмечалась неравномерность распределения продуктов распада аустенита, которые образуются уже после черновой группы клетей, что в свою очередь говорит о низкой температуре или неравномерности нагрева слябов. Утверждается, что нагрев слябов до 1250 °С, принципиально не позволяет получить ЭАС с предельно высокими магнитными свойствами. При этом варьирование температур нагрева слябов в интервале 1260—1300 °С не влияет на структуру и текстуру подката. В тоже время повышение температуры нагрева слябов до 1380—1400 °С практически исключает фазовую перекристаллизацию $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ и способствует формированию совершенной текстуры (110)[001]. Это связано с тем, что аустенит образуется в стали при охлаждении уже в ходе деформации, а не до нее.

Известны также результаты сравнение магнитных свойств готовой ЭАС при варьировании температур нагрева, конца горячей прокатки и смотки [3]. Слябы нагревали до температуры 1400 °С и 1250 °С. Нагрев до 1400 °С позволял получать магнитные свойства готовой стали, которые для нитридного варианта ингибирования являлись уникальными. Однако при температурах нагрева 1380—1400 °С, печи работают на пределе своих возможностей, расходуя огромное количество топлива. Интенсивное окисление с образованием жидкой фазы приводит к повышенному расходу металла, негативно сказывается на состоянии футеровки и оборудования печи, значительно уменьшая интервал времени между ремонтами.

Выводы. Сравнительный анализ технологических особенностей производства анизотропной электротехнической стали показал, что температура нагрева слябов перед горячей прокаткой 1250 °С и ниже не позволяет получать готовый продукт с предельно высокими

магнитными свойствами вследствие реализации фазовой перекристаллизации $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ в ходе горячей прокатки. Кроме того, варьирование температур нагрева в интервале 1260—1300 °С не влияет на структуру и текстуру подката, а, следовательно, и на свойства готовой ЭАС. Повышение температуры нагрева до 1400 °С позволяет получать сталь с высокими магнитными свойствами, вызывая значительные технологические трудности реализации процесса и снижая значения других существенных показателей производства.

Список литературы:

1. Лобанов М.Л. Управление структурой и текстурой электротехнической анизотропной стали с нитридным ингибированием: диссертация на соискание уч. степ. докт. техн. наук. Екатеринбург, 2010. — 228 с.
2. Лобанов М.Л., Шабанов В.А., Цырлин М.Б., Минеев Ф.В. Влияние фазовой перекристаллизации на структуру подката электротехнической анизотропной стали // Сталь. — 2000. — № 2. — С. 59—63.
3. Пат. 2216601 РФ, МПК С21 D8/12 Способ производства электротехнической стали с высокой магнитной индукцией/ Лисин В.С., Скороходов В.Н., Лапшин А.А., Цырлин М.Б., Аглямова Г.А., Чернов П.П., Кукарцев В.М., Ларин Ю.И., Цейтлин Г.А., Поляков М.Ю., Лобанов М.В., Шевелев В.В. Опубл. 20.11.2003. Бюл. № 32. — 8 с.
4. Пат. 2403293 РФ, МПК С21 D8/12 Способ производства анизотропной электротехнической стали / Ларин Ю.И., Поляков М.Ю., Минеев Ф.В. Опубл. 10.11.2010. — 4 с.
5. Чернов П.П., В.П. Настич, А.П. Долматов, В.А. Рындин, М.Ю. Поляков, А.А. Милованов // Совершенствование технологии нагрева слябов электротехнической анизотропной стали // Производство проката. — 2001. — № 8. — С. 7—11.

СЕКЦИЯ 6.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТА КУРЬЕРСКОЙ СЛУЖБЫ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА МУРАВЕЙНИКА

Берилло Андрей Викторович

*студент 5 курса специальности «Информационные системы
и технологии (в экономике)» факультета экономики и управления
Гродненского государственного университета имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: andrey.berillo@gmail.com*

Степин Юрий Генрихович

*старший преподаватель кафедры математического
и информационного обеспечения экономических систем факультета
экономики и управления Гродненского государственного
университета имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: stepin@grsu.by*

ROUTE PLANNING OF COURIER SERVICE BASED ON ANT ALGORITHM

Andrew Berillo

*student of 5th course “Information Systems and Technologies
(in the economy)” Economics and Management Faculty of Grodno State
University named Yanka Kupala,
Republic of Belarus, Grodno*

Yuri Stepin

*senior Lecturer of mathematical and information systems
and economic systems department of the Faculty of Economics
and Management Grodno State University named Yanka Kupala,
Republic of Belarus, Grodno*

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы методы решения задачи планирования маршрута курьерской службы на основе алгоритма муравейника. Выделены основные коэффициенты используемые в муравьином алгоритме, сделана оценка влияния данных коэффициентов на эффективность алгоритма и его сходимость.

ABSTRACT

The article analyzes the metaheuristic methods for solving the route planning of courier service. Identified the main factors used in ant colony algorithms. The estimation of the influence of these coefficients on the performance of the algorithm and its convergence.

Ключевые слова: муравьиный алгоритм; планирование; маршрут.

Keywords: ant algorithm; planning; route.

Введение. Динамика расширения рынка транспортно-логистических услуг, наблюдаемая в последнее время, открытие новых логистических терминалов, усиление соперничества между операторами способствуют росту потребности в комплексном решении транспортно-логистических задач в целях более эффективного обслуживания клиентов.

Часто диспетчер тратит много часов и даже дней на решение задачи оптимизации перевозок, используя для этого различные неспециализированные компьютерные программы. Как известно, эти программы не могут учесть всех реально существующих параметров и требований, которые налагают на них грузоотправители, транспортные средства, грузополучатели, реальная средняя скорость передвижения по автодорогам и иные факторы. При этом сложность транспортной сети возрастает по мере увеличения числа ее объектов (склад, грузоперевозчик, грузоотправитель, продукты) и числа бизнес-ограничений (график работы объектов, характеристики транспортных средств, маршрутов, скорость на автотрассах и т. д.). Уменьшается наглядность схемы взаимодействия, и выбор оптимального решения становится сложной задачей, решить которую без специализированных компьютерных программ практически невозможно. В результате диспетчер упускает принципиальные моменты, которые существенно влияют на реальную стоимость транспортировки [1, с. 91].

Для таких задач разумно использовать эвристические алгоритмы, которые быстро находят хорошие, хотя и не обязательно оптимальные, решения. Эти алгоритмы часто используют некоторые знания специфически задач либо для построения, либо для улучшения

решений. В последнее время многие исследователи сосредоточили свое внимание на новом классе метаэвристических алгоритмов [2].

Алгоритм муравейника. Муравьиные колонии существуют без централизованного управления, где каждый отдельный муравей сам принимает решения насчет своих дальнейших действий. Принятию разумных решений муравья способствует феромон откладываемый другими особями колонии. Основная идея алгоритма заключается в том, что по более коротким путям муравьи будут передвигаться чаще, чем по более длинным, а значит откладывать феромон будут чаще на более коротких путях. Например: если два муравья в одно и то же время выйдут из начального пункта в конечный, причем первый выберет путь в два раза короче чем второй, то за тот период времени, что понадобится второму чтобы вернуться в начальную позицию, первый муравей сумеет дважды пройти путь туда и обратно, отложив на короткий путь феромон 4 раза, против 2-ух раз второго муравья.

Эта идея может эффективно масштабироваться для решения разнообразных транспортных задач с таким же успехом, а может даже и лучше чем существующие эвристические алгоритмы [3, 4].

Содержательная постановка. Для планирования маршрута курьерской службы нужно решить задачу последовательного упорядочения пунктов следования.

Есть множество контрольных точек на карте, а также множество заявок для перевозок, в которых указывается с какой точки в какую и сколько груза нужно перевести. Известны расстояния между точками. В одну и ту же точку можно возвращаться неограниченное число раз. Емкость транспортного средства ограничена. Если в вершине, где он сейчас находится, есть груз, который нужно переместить по заявке, он может взять этот груз, причем взять может как полностью весь, так и часть от него.

Главная цель — минимизировать расходы на перевозки груза по всем заявкам, где расходы напрямую зависят от пройденного пути и массы перевозимого на этом пути груза.

Формальная постановка. Есть транспортное средство грузоподъемностью — $Q \in \mathbb{N}$. Множество точек $t_i, i \in [0, N]$. Дан взвешенный граф с количеством вершин N , где каждая вершина соответствует контрольной точке, а вес ребра — длине пути из одной точки в другую. Кроме того существуют заявки $z_k(t_i, t_j, v)$, где $k \in [0, M]$, t_i — вершина где находится груз, t_j — вершина куда необходимо доставить груз, v — масса груза в заявке.

Задачу оптимизации перевозок груза можно сформулировать как минимизацию стоимости маршрута перевозки грузов при выполнении всех заявок, где под маршрутом понимается последовательность ребер инцидентных им вершин следования перевозчика:

$$S = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N C_{ij} \times Q_{ij} \quad (1)$$

где: C_{ij} — длина ребра между i -ой и j -ой вершинами;

Q_{ij} — масса транспорта и груза перевозимого по ребру из i -ой в j -ую вершину;

Особенности программной реализации. В первую очередь на основе исходного графа при помощи алгоритма Флойда-Уоршелла строится вспомогательный полный граф, где остаются только те вершины в которых находятся заявки и вершины являющиеся целью заявок. Ребро полного графа между двумя вершинами имеет вес равный минимальному пути между этими вершинами в исходном графе. При помощи вспомогательного графа кратчайших путей можно узнать ценность перехода по ребру.

Муравей помещается в стартовую вершину полученного графа, которая задается вместе с графом. Вначале все ребра имеют одинаковый уровень феромона.

Когда муравей решает, в какую вершину ему перейти, он использует следующую формулу:

$$P_i = \frac{(f_{ij})^\alpha \cdot (l_{ijk})^\beta}{\sum (f_{ij})^\alpha \cdot (l_{ijk})^\beta} \quad (2)$$

где: f_{ij} — уровень феромона на ребре из вершины i в j ;

l_{ijk} — длина минимального пути из j в k ;

α, β — константные параметры.

Вероятность перехода в уже посещенную вершину высчитывается по формуле:

$$P_i = \frac{(f_{ij})^\alpha \cdot (l_{ijk})^\beta}{\sum (f_{ij})^\alpha \cdot (l_{ijk})^\beta} \cdot K_s \quad (3)$$

где: K_s — Коэффициент вероятности повторного посещения вершин.

Формула для расчета вероятности перехода по последнему пройденному ребру в обратном порядке:

$$P_i = \frac{(f_{ij})^\alpha \cdot (l_{ijk})^\beta}{\Sigma (f_{ij})^\alpha \cdot (l_{ijk})^\beta} \cdot K_l \cdot K_s \quad (4)$$

где K_l — коэффициент вероятности обратного хода по последнему ребру.

В случаи, когда муравей заполнен полностью и больше не в состоянии принять дополнительный груз, он рассматривает только те варианты переходов, которые позволяют ему разгрузиться.

При попадании муравья в вершину с заявкой, возможны две ситуации. Первая, когда он может забрать весь груз заявки. Вторая, когда забрать весь груз не позволяет текущая емкость муравья, в таком случаи набирается максимально возможный объем груза по заявке только если объем груза по заявке превышает номинальный объем муравья, иначе груз не забирается. В случаи, если в вершине находится сразу несколько заявок — он выбирает их в любом порядке и пытается загрузиться до тех пор пока позволяет емкость.

После того, как аналогичным образом все муравьи колонии выполняют все свои заявки — происходит распределение феромона. Феромон распределяется исходя из отношения лучшего пути показанного в колонии к некоторой статичной величине пути задаваемой индивидуально для каждой задачи и примерно равной 150% оптимального пути.

Формула расчета феромона по пройденному пути обычным муравьем:

$$F_{ij}^k = \left(\frac{Q}{L_k}\right)^r \quad (5)$$

где: F_{ij}^k — феромон откладываемый k -ым муравьем на ребро из вершины i в j ;

Q — константа, величина для относительной оценки пути различных муравьев;

L_k — длина пути пройденного k -ым муравьем;

r — коэффициент отложения феромона обычным муравьем.

Формула расчета феромона по пройденному пути элитным муравьем:

$$F_{ij}^k = \left(\frac{Q}{L_k}\right)^e \quad (6)$$

где e — Коэффициент отложения феромона элитным муравьем.

Операции повторяются с множеством колоний, различие заключается лишь в том, что муравьи последующих колоний учитывают опыт предыдущих колоний.

Дополнительные коэффициенты. После проведения множества опытов на различных исходных данных, были сделаны выводы, что классический муравьиный алгоритм можно значительно улучшить при помощи его модификации. Использование дополнительных параметров позволяет контролировать скорость сходимости и точность нахождения оптимального маршрута. В зависимости от конкретной поставленной задачи количество используемых параметров может заметно изменяться. Далее приведены коэффициенты, используемые для решения задачи планирования маршрута курьерской службы.

Альфа (α) — степень значимости динамических параметров (феромон и т. д.) $[0, 1]$. При увеличении значения — замедляется сходимость, но увеличивается точность. При уменьшении все происходит с точностью наоборот.

Бета (β) — степень значимости статических параметров (расстояние) $[0, 1]$. При увеличении значения — ускоряется сходимость, но уменьшается точность. При уменьшении все происходит с точностью наоборот.

Коэффициент вероятности обратного хода по последнему ребру (K_l) $[0, 1]$. При уменьшении значения — ускоряется сходимость, но уменьшается точность. При увеличении все происходит с точностью наоборот.

Коэффициент вероятности повторного посещения вершин (K_s) $[0, 1]$. При уменьшении значения — ускоряется сходимость, но уменьшается точность. При увеличении все происходит с точностью наоборот.

Коэффициент (Степень) отложения феромона элитным муравьем (e) $[0, N]$. При увеличении значения — ускоряется сходимость, но уменьшается точность. При уменьшении все происходит с точностью наоборот.

Коэффициент (Степень) отложения феромона обычным муравьем (r) $[0, N]$. При увеличении значения — ускоряется сходимость, но уменьшается точность. При уменьшении все происходит с точностью наоборот.

Интервал предельных значений феромона — необходим для того, чтобы у ребер не было нулевой вероятности посещения. При расширении интервала — ускоряется сходимость, но уменьшается точность. При сужении интервала все происходит с точностью наоборот. Уровень феромона не может превосходить или быть ниже,

чем предельные значения феромона, в случаи выхода за пределы принимает значение ближайшего предельного.

Выводы. В связи с тем, что для задачи планирования маршрута курьерской службы использовать алгоритмы с точным решением невозможно на больших графах — был использован муравьиный алгоритм. Он позволяет находить оптимальные решения на графах различной величины. Классический алгоритм не позволяет достаточно успешно находить оптимальный маршрут, так как в нем не учтено множество условий и особенностей конкретной задачи. Однако на его основе удобно строиться модифицированный алгоритм, который учитывает особенности задачи, а также цели, преследуемые при поиске пути. Множество параметров модифицированного алгоритма позволяет варьировать скорость сходимости и точность. Таким образом, одним из важнейших факторов, влияющих на успех использования муравьиного алгоритма является грамотный подбор вспомогательных параметров.

Список литературы:

1. МакКоннелл Дж. Основы современных алгоритмов./ Дж. МакКоннелл // М.: Техносфера, 2004 — 127 с.
2. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы./С.Д. Штовба// ExponentaPro. Математика в приложениях. 2004.
3. Eric Bonabeau, Marco Dorigo, and Guy Theraulaz.Swarm Intelligence. // Oxford University Press, 1999.
4. Dorigo M., V. Maniezzo, and A. Coloni. The antsystem: Optimization by a colony of cooperatingagents. // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part B, 26(1):29–41, 1996.

СЕКЦИЯ 7.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ОПТИМАЛЬНАЯ ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОТЫ ПЕРИГЕЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОЙ ТЯГИ

Ишков Сергей Алексеевич

*д-р техн. наук, профессор
Самарского государственного аэрокосмического университета
(национального исследовательского университета),
РФ, г. Самара
E-mail: ishkov@ssau.ru*

Филиппов Григорий Александрович

*специалист, инженер
Самарского государственного аэрокосмического университета
(национального исследовательского университета),
РФ, г. Самара
E-mail: grigory_ssau@mail.ru*

OPTIMAL CONTROL IN PROBLEM OF FORMING OF HEIGHT OF PERIGEE WITH LOW – TRUST

Ishkov Sergey

*doctor of technical science, Associate professor of Samara State
Aerospace University (National Research University),
Russia, Samara*

Filippov Grigoriy

*specialist, Engineer of Samara State Aerospace University
(National Research University),
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается задача управления высотой перигея высокоэллиптической орбиты. Получена локально-оптимальная программа управления ориентацией вектора тяги на витке. С использованием принципа максимума Л.С. Понтрягина сформулирована и решена краевая задача оптимального управления перигеем орбиты. Приведён сравнительный анализ программ управления для задачи утилизации космического мусора.

ABSTRACT

The problem of control of perigee of high elliptical orbit is studied. The locally-optimum program of control of orientation of the trust vector of the propulsion system is obtained. Using Pontryagin maximum principle, the boundary value problem of optimal control of perigee is formulated and solved. The comparative analysis of the results is shown.

Ключевые слова: высота перигея; оскулирующие элементы; локально-оптимальная программа управления ориентацией вектора тяги; принцип максимума Понтрягина; краевая задача.

Keywords: the height of perigee; osculating elements; locally-optimum trust vector control program; Pontryagin maximum principle; boundary value problem.

Радиус перигея орбиты, как известно, определяет минимальное расстояние от космического аппарата до поверхности Земли и является важной характеристикой, определяемой срок существования космического аппарата на орбите.

В данной работе рассматривается задача оптимального и локально-оптимального управления радиусом перигея орбиты с использованием на борту космического аппарата двигателя малой тяги.

Данная задача является актуальной при реализации операции увода и спуска с орбиты космического мусора. Применение для этих целей специального многоразового космического аппарата — сборщика мусора, снабжённого электрореактивными двигателями малой тяги позволяет повысить эффективность процедуры утилизации космического мусора [1].

Введём в рассмотрение систему дифференциальных уравнений в оскулирующих элементах, описывающих движение космического аппарата в плоскости орбиты [2]:

$$\begin{aligned}
\frac{dp}{dt} &= 2rw \sin \lambda \sqrt{\frac{p}{\mu}} \\
\frac{de}{dt} &= w \sqrt{\frac{p}{\mu}} \cdot \left(\cos \lambda \sin \vartheta + \left[\cos \vartheta + (e + \cos \vartheta) \frac{r}{p} \right] \sin \lambda \right) \\
\frac{d\omega}{dt} &= w \cdot \sqrt{\frac{p}{\mu}} \cdot \left(\frac{\sin \vartheta}{e} \cdot \left(1 + \frac{r}{p} \right) \cdot \sin \lambda - \frac{\cos \vartheta}{e} \cdot \cos \lambda \right) \\
\frac{d\vartheta}{dt} &= \sqrt{\frac{p}{\mu}} \left[\frac{\mu}{r^2} + w \cos \lambda \frac{\cos \vartheta}{e} - w \sin \lambda \left(1 + \frac{r}{p} \right) \frac{\sin \vartheta}{e} \right]
\end{aligned} \tag{1}$$

где: p — фокальный параметр орбиты,

e — эксцентриситет орбиты,

ω — аргумент перигея,

r — геоцентрическое расстояние $r = p \cdot (1 + e \cdot \cos \vartheta)$,

ϑ — истинная аномалия,

μ — гравитационный параметр Земли,

λ — угол между вектором тяги реактивной струи и радиус вектором в плоскости орбиты,

w — ускорения тяги.

Так как двигатель работает без выключений и является нерегулируемым, то единственным параметром управления будет угол λ .

В качестве допущения примем, что реактивное ускорение мало по сравнению с гравитационным и $\frac{w}{e} \ll \frac{\mu}{p^2}$. На этом основании

осуществим переход к новой независимой переменной — эксцентрической аномалии E , пренебрегая членами содержащими множитель w^2 . Получим систему уравнений вида:

$$\frac{dp}{dE} = 2 \frac{p^3}{\mu(1-e^2)^{2.5}} w \sin \lambda (1-e \cdot \cos E)^2 \quad (2)$$

$$\frac{de}{dE} = \frac{p^2 w}{\mu(1-e^2)^{1.5}} \left(\cos \lambda \sin E \sqrt{1-e^2} + \sin \lambda (2 \cos E - e - e \cdot \cos^2 E) \right)$$

$$\frac{dr_\pi}{dE} = \frac{p^3 w}{\mu(1-e^2)^3} \left(\sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \sin \lambda \left[2(1-e \cos E)^2 - (1-e)(2 \cos E - e - e \cos^2 E) \right] - \cos \lambda \sin E (1-e)^2 \right)$$

Поскольку положение перигея, определяемое ω , не рассматривается, то уравнение для него опущено.

Определим локально оптимальное управление углом ориентации вектора тяги λ_{lok} , обеспечивающим наибольшую скорость изменения радиуса перигея r_π . Для этого найдём решение уравнения

$$\frac{\partial}{\partial \lambda} \frac{dr_\pi}{dE} = 0 \text{ относительно управления } \lambda \text{ [3].}$$

$$\lambda(E)_{lok} = -\arctan \frac{2(1-e \cdot \cos E)^2 - (1-e)(2 \cos E - e - e \cos^2 E)}{\sin E (1-e) \sqrt{1-e^2}} \quad (3)$$

Рассмотрим вопрос о предельных возможностях управления. Для тех же допущений определим оптимальную программу управления углом ориентации тяги λ_{opt} с использованием принципа максимума Л.С. Понтрягина [4].

В соответствии с общим алгоритмом принципа максимума запишем гамильтониан системы для критерия $r_\pi \rightarrow \min$.

$$\begin{aligned}
H = & 2w\psi_p \frac{p^3}{\mu(1-e^2)^{2.5}} (1-e\cos E)^2 \sin \lambda + \\
& + w\psi_e \frac{p^2}{\mu(1-e^2)^2} \left[\cos \lambda \sin E \sqrt{1-e^2} + \sin \lambda (2\cos E - e - e\cos^2 E) \right] - \\
& - \frac{p^3}{\mu(1-e^2)^3} w \left(\sqrt{\frac{1-e}{1+e}} T \left[2(1-e\cos E)^2 - (1-e)(2\cos E - e - e\cos^2 E) \right] - S \sin E (1-e)^2 \right)
\end{aligned} \tag{4}$$

где ψ_p и ψ_e — сопряжённые множители для фокального параметра и эксцентриситета соответственно.

Оптимальное управление λ_{opt} определится из условия максимума H .

$$\lambda_{opt} = \arctan \frac{2p \frac{(1-e \cdot \cos E)^2}{1-e^2} \left[\psi_p \sqrt{1+e} - \frac{1}{\sqrt{1+e}} \right] + (2\cos E - e - e\cos^2 E) \left[\psi_e \sqrt{1+e} + \frac{p}{(1+e)^{1.5}} \right]}{\sin E \cdot \sqrt{1-e} \cdot \left[\psi_e (1+e) + \frac{p}{1+e} \right]} \tag{5}$$

Уравнения для сопряженных множителей примут вид:

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dE}\Psi_p &= -\frac{\partial H}{\partial p} = -6w\Psi_p \frac{p^2 (1-e \cdot \cos E)^2}{\mu (1-e^2)^{3.5}} \sin \lambda - \\
&- 2w\Psi_e \frac{p}{\mu(1-e^2)^{1.5}} \left[\cos \lambda \sin E \sqrt{1-e^2} + \sin \lambda (2 \cos E - e - e \cos^2 E) \right] + \\
&+ 3w \frac{p^2}{\mu(1-e^2)^3} \left(\sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \sin \lambda \left[2(1-e \cos E)^2 - (1-e)(2 \cos E - e - e \cos^2 E) \right] - \cos \lambda \sin E (1-e)^2 \right), \\
\frac{d}{dE}\Psi_e &= -\frac{\partial H}{\partial e} = -2w\Psi_p \frac{p^3}{\mu} \left(5e \cdot \frac{(1-e \cdot \cos^2 E)^2}{(1-e^2)^{3.5}} - \frac{2 \cdot \cos E \cdot (1-e \cdot \cos E)}{(1-e^2)^{2.5}} \right) \sin \lambda - \\
&- \Psi_e \frac{p^2}{\mu} w \left[\sin \lambda \frac{3e(2 \cos E - e - e \cos^2 E) - (1-e^2)(1 + \cos^2 E)}{\sqrt{1-e^2}} + 2e \sin E \cos \lambda \right] - \\
&\left. \frac{p^3}{\mu(1-e^2)^3} w \left[\frac{6e}{1-e^2} \left(\sin \lambda \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} (2(1-e \cos E)^2 - (1-e)(2 \cos E - e - e \cos^2 E)) - \cos \lambda \sin E (1-e)^2 \right) + \right. \right. \\
&\left. \left. \sin \lambda \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} (-4 \cos E \cdot (1-e \cdot \cos E) + 2 \cos E - e - e \cos^2 E + (1+e)(1 + \cos^2 E)) - \right. \right. \\
&\left. \left. \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \frac{\sin \lambda}{(1+e)^2} (2(1-e \cos E)^2 - (1-e)(2 \cos E - e - e \cos^2 E)) - \cos \lambda \sin E (1-e)^2 \right] \right\} \quad (6)
\end{aligned}$$

Из условий трансверсальности в конечной точке $E = E_K$, значения сопряженных множителей Ψ_{p_K}, Ψ_{e_K} должны быть равны нулю. Тогда граничные условия решаемой системы (2), (6) с учётом управления (5) примут вид:

$$\begin{aligned}
E = E_0: p &= p_0, e = e_0, \\
E = E_K: \Psi_{p_K} &= 0, \Psi_{e_K} = 0
\end{aligned} \quad (7)$$

Краевая задача сводится к определению начальных значений сопряжённых множителей Ψ_{p_0}, Ψ_{e_0} для удовлетворения граничных условий (7). Для определения начального приближения могут быть

использованы решения, полученные при интегрировании локально-оптимальной программой (3). Краевая задача обладает хорошей сходимостью при интегрировании из конечной точки в начальную с отрицательным шагом.

На рисунке 1 показана полученная локально-оптимальная и оптимальная программа управления ориентацией вектора тяги на одном витке.

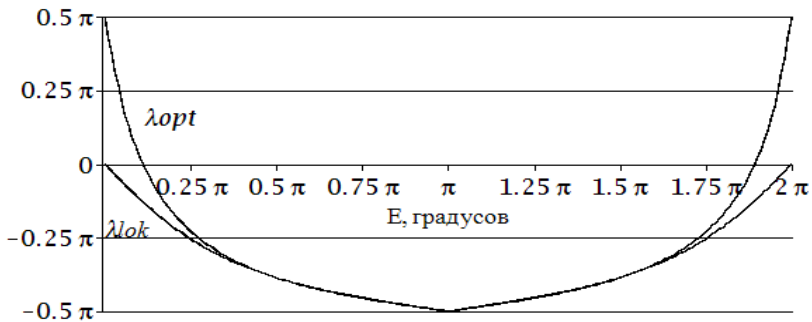


Рисунок 1 Оптимальная и локально-оптимальная программы управления ориентацией вектора тяги на витке

Программы близки друг к другу на всём диапазоне значений углов эксцентрисической аномалии E , за исключением точек в окрестности точки $E = 0$.

Проведённые расчёты показали, что выигрыш при использовании оптимальной программы (5) по сравнению с локально-оптимальной программой (3) составляет величину менее 1% на одновитковом интервале, на многовитковом интервале 5-7% в зависимости от граничных условий перелета.

Рассмотрим задачу формирования предпусковой эллиптической орбиты с высотой перигея 200 км, используемой для реализации управляемого спуска с орбиты космического мусора с использованием малой тяги.

Варьировалась высота перигея H_{π} и высота апогея H_{α} начальной орбиты и рассчитывались затраты характеристической скорости V_x обеспечивающие перелёт по программе (3) с начальной орбиты на предпусковую.

$$\frac{dV_x}{dE} = w \cdot \sqrt{\frac{p^3}{\mu \cdot (1-e^2)^3}} \cdot (1-e \cdot \cos E) \quad (8)$$

Результаты некоторых расчётов представлены на рисунке 2 в виде линий уровня равных затрат V_x . Расчёт выполнен для ускорения тяги

$$w = 0,1 \text{ мм/с}^2$$

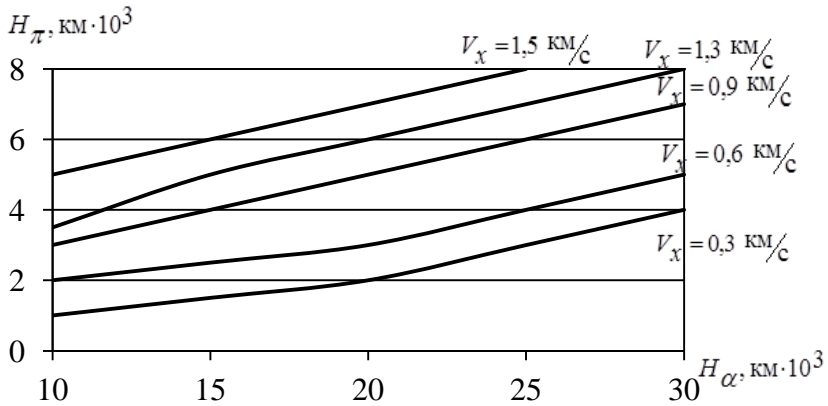


Рисунок 2. Затраты характеристической скорости для перевода КА с произвольной орбиты на предпусковую

В рассматриваемом диапазоне параметров линии уровня оказались близкими к линейным функциям.

Полученные в статье результаты позволяют дать оценку эффективности применения оптимальной и локально-оптимальной программ управления высотой перигея для задачи коррекции и вывода на предпусковую орбиту фрагментов космического мусора.

Список литературы:

1. Ишков С.А., Филиппов Г.А. Выбор проектных параметров космического аппарата сборщика — мусора с использованием малой тяги // Вестник СГАУ — 2014. — № 3. — С. 25—35.

2. Лебедев В.Н. Расчет движения космического аппарата с малой тягой. М.: ВЦ АН СССР, 1968. — 108 с.
3. Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г. Основы механики космического полёта. М.: Наука. 1990. — 448 с.
4. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г. и др. Математическая теория оптимальных процессов / под ред. Понтрягина Л.С./ М.: Наука, 1976, — 392 с.

**ТРАНСЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ ПРОФИЛЯ КРЫЛА
NASA SC(2)-0710
ПРИ ОТКЛОНЕНИЯХ ИНТЕРЦЕПТОРА**

Кузьмин Александр Григорьевич

*д-р физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник
С-Петербургского государственного университета,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: alexander.kuzmin@pobox.spbu.ru*

Матюхина Ирина Анатольевна

*программист
Крыловского государственного научного центра,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Чунг Кунг-Минг

*д-р наук, ведущий научный сотрудник и директор
Исследовательского центра аэрокосмических наук и технологий
Национального университета им. Ченг Кунга,
Тайнан, Тайвань*

TRANSONIC FLOW PAST A NASA SC(2)-0710 AIRFOIL WITH SPOILER DEPLOYMENTS

Alexander Kuzmin

*Dr.Sc., Head Researcher, St. Petersburg State University,
Russia, St. Petersburg*

Irina Matyukhina

*programmer, Krylov State Research Center,
Russia, St. Petersburg*

Kung-Ming Chung

*PhD, Research fellow and Director Aerospace Science and Technology
Research Center National Cheng Kung University,
Tainan, Taiwan*

АННОТАЦИЯ

Проведено численное исследование трансзвукового обтекания профиля крыла NASA SC(2)-0710 при отклонениях интерцептора (спойлера). Рассмотрены углы атаки от $-0,6$ до $0,4$ градуса и числа Маха натекающего потока от $0,81$ до $0,86$. Решения нестационарных уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу, получены с помощью вычислительной программы, основанной на методе конечных объемов. Установлено существование диапазонов числа Маха, угла атаки и угла отклонения интерцептора, в которых наблюдается высокая чувствительность течения к малым возмущениям.

ABSTRACT

Transonic flow past a NASA SC(2)-0710 airfoil with spoiler deployments is studied numerically. We consider angles of attack from -0.6 deg to 0.4 deg and free-stream Mach numbers from 0.81 to 0.86 . Solutions of the unsteady Reynolds-averaged Navier-Stokes equations are obtained with a finite-volume solver. The study reveals the existence of narrow bands of the Mach number, angle of attack, and spoiler deflection angle, in which the flow is extremely sensitive to small perturbations.

Ключевые слова: аэродинамический профиль; интерцептор; местные сверхзвуковые зоны; неустойчивость.

Keywords: airfoil; spoiler; local supersonic regions; instability.

1. Введение. Современные численные методы позволяют проводить достаточно точные расчеты аэродинамических нагрузок на органы управления летательного аппарата при трансзвуковых режимах обтекания. Однако чувствительность аэродинамических коэффициентов к отклонениям органов управления от нейтрального положения и сопутствующие вопросы устойчивости потока не были изучены подробно [2, 3]. В данной работе рассматривается трансзвуковое обтекание профиля крыла NASA SC(2)-0710 с интерцептором на его верхней поверхности. Показано, что при отрицательных углах атаки значения коэффициента подъемной силы могут резко изменяться при малых возмущениях граничных условий.

2. Постановка задачи и численный метод. Рассматривается турбулентное течение воздуха около профиля NASA SC(2)-0710, заданного массивами безразмерных декартовых координат $y=y_{0710}(x)$, $0 < x < 1$ [4]. Отклонение интерцептора моделируется путем модификации верхней поверхности профиля в интервале $0.55 \leq x \leq 0.77$ по формулам:

$$y=y_{0710}(x) + (x-0.55) \tan \theta \text{ (внешняя поверхность интерцептора),}$$

$y=y_{0710}(x) + (x-0.55) \tan \theta - 0.0012$ (внутренняя поверхность интерцептора), где θ — угол отклонения (см. рис. 1).

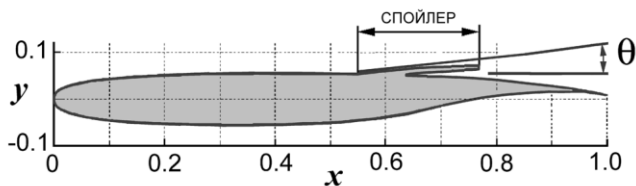


Рисунок 1. Схема аэродинамического профиля с отклоненным спойлером

Внешняя граница линзообразной расчетной области образована дугами окружностей Γ_1 и Γ_2 , вписанными в прямоугольник $-20 < x < 20$, $-100 < y < 100$. На входной части Γ_1 внешней границы задавались стационарные значения числа Маха $M_\infty < 1$, статической температуры T_∞ и угла атаки α . На выходной части Γ_2 было задано давление $p_\infty = \rho_\infty T_\infty R$, где ρ_∞ — плотность и $R=287,1$ дж/(кг·град). На профиле ставились условия прилипания и отсутствия теплового потока. Начальными условиями являлись параметры свободного однородного течения.

Решения начально-краевой задачи для системы уравнений Навье-Стокса находились с помощью вычислительной программы ANSYS CFX-15 второго порядка точности на неструктурированных сетках с числом ячеек свыше 4×10^5 (более подробные сведения приведены в [1]). Использовалась модель турбулентности $k-\omega$ SST, которая хорошо описывает турбулентные течения в условиях отрыва пограничного слоя от гладких поверхностей. Тестирование вычислительной программы проводилось на задаче обтекания трансзвуковым потоком профилей NASA SC(2)-0712 и RAE 2822 [2].

3. Результаты расчетов. Было проведено исследование аэродинамических характеристик рассматриваемого профиля при длине хорды $L=0,5$ м и следующих параметрах натекающего потока воздуха: $T_\infty = 250$ К, $p_\infty = 54000$ Па, $\rho_\infty=0,6966$ кг/м³ и отклонении интерцептора на угол $\theta=3^\circ$. Полученная зависимость коэффициента подъемной силы $C_L=F/0,5\rho_\infty U_\infty^2 Ld$, где F — подъемная сила, $d=1$ м, от угла атаки α при трех числах Маха M_∞ представлена на рис. 2. Как видно, наиболее неблагоприятными являются углы атаки около $-0,4^\circ$, при которых C_L может резко уменьшаться от значения 0,2 до $-0,1$.

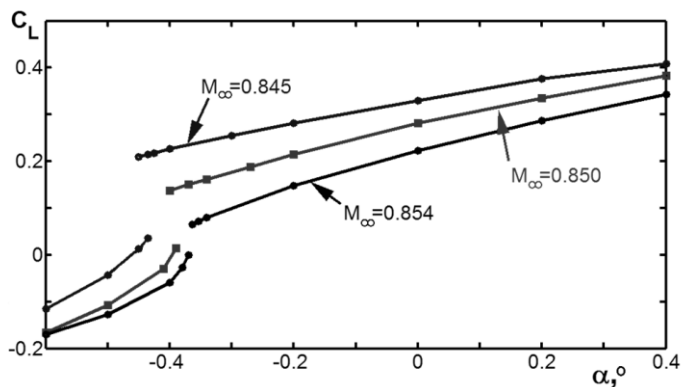


Рисунок 2. Зависимость коэффициента подъемной силы C_L от угла атаки α при трех числах Маха натекающего потока M_∞ и отклонении интерцептора на 3 градуса ($\theta=3^\circ$)

Такое поведение коэффициента подъемной силы объясняется неустойчивостью положения ударных волн вследствие

слияния/расщепления местных сверх-звуковых областей, сформировавшихся на нижней стороне профиля. Зависимость коэффициента подъемной силы C_L от M_∞ и α в более широком интервале изменения M_∞ представлена на рис. 3. Число Рейнольдса, подсчитанное по длине хорды профиля $L=0,5$ м, в рассмотренном примере равно $5,6 \times 10^6$.

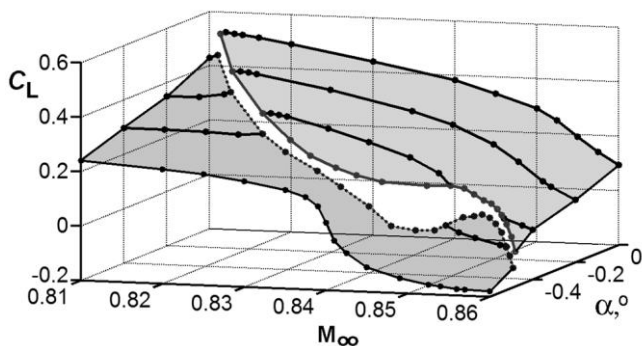


Рисунок 3. Зависимость коэффициента подъемной силы C_L от α и M_∞ при $\theta=3^\circ$

Были проведены, кроме того, расчеты обтекания трансзвуковым потоком трехмерного полукрыла конечного размаха стреловидности 15° . Размах полукрыла был принят равным двум длинам хорды профиля. Профилем крыла в каждом сечении по размаху был профиль NASA SC(2)-0710 с интерцептором, заданным по вышеуказанным формулам. Расчетной областью являлся параллелепипед $-10 < x, y < 10$, $0 < z < 6$. На плоскости $z=0$ ставилось условие симметрии потока. Расчеты подтвердили высокую чувствительность поля течения и аэродинамических сил по отношению к малым изменениям положения интерцептора вследствие слияния и расщепления сверхзвуковых зон, формирующихся на верхней поверхности крыла (см. рис. 4).

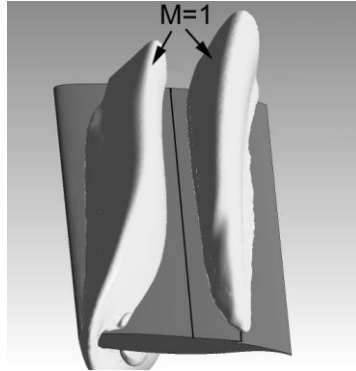


Рисунок 4. Положение местных сверхзвуковых зон на верхней поверхности крыла при $\theta=3^\circ$, $\alpha = -0.4^\circ$, $M_\infty = 0.856$.

Данная работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 13-08-00288) с использованием вычислительных ресурсов Ресурсного Центра “Вычислительный центр СПбГУ” (<http://cc.spbu.ru>).

Список литературы:

1. Кузьмин А.Г., Рябинин А.Н. Трансзвуковое обтекание профиля крыла Boeing 737 при малых углах атаки // Проблемы физико-математических наук и информационных технологий в современном мире. Новосибирск: Изд. «СибАК». 2012. — с. 120—124.
2. Kuzmin A. Transonic flow past a Whitcomb airfoil with a deflected aileron // Internat. J. of Aeronautical and Space Sciences. — 2013. — Vol. 14, № 3, — pp. 210—214.
3. Méheut M., Atinault O., Hantrais-Gervois J.-L. elsA and TAU assessment for wing control surfaces: Research Report, TP 2011-102, Toulouse, France: ONERA, 2011. — 16 p.
4. UIUC airfoil coordinates database // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.ae.illinois.edu/m-selig/ads/coord_database.html.

СЕКЦИЯ 8.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ПРОЧНОСТЬ ПРЕССОВАННОГО ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ФИБРОБЕТОНА

Баранов Александр Сергеевич

*преподаватель кафедры «Строительные конструкции и материалы»
Самарского государственного университета путей сообщения,
РФ, г. Самара
E-mail: geleont@mail.ru*

STRENGTH OF THE PARTICLE PLASTICIZED FIBER- REINFORCED CONCRETE

Alexander Baranov

*lecturer of the department “Building constructions and materials”
Samara state university of transport,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

Изучение влияния от совместного действия суперпластификатора С-3 и дисперсного армирования базальтовыми волокнами на прочность прессованного бетона.

ABSTRACT

Influence studying from joint action of superplasticizer C-3 and the dispersed reinforcement of basalt fibers on durability pressed concrete.

Ключевые слова: дисперсное армирование; интенсивность прессования; коэффициент регрессии; прочность при сжатии; суперпластификатор С-3.

Keywords: disperse reinforcing; the intensity of pressing; the regression coefficient; durability at compression; superplasticizer C-3.

Максимальное использование потенциальных прочностных и вяжущих свойств, составляющих бетона является важной задачей современного строительного материаловедения. Вопросу повышения

прочности и долговечности бетона посвящены работы большого количества как отечественных, так и зарубежных ученых. В числе наиболее перспективных направлений повышения прочностных показателей бетона являются уплотнение его прессованием, введение суперпластификатора С-3 и применение дисперсного армирования.

Исследованиями, проведенными как отечественными [1, 2, 3], так и зарубежными учеными [7, 8], установлено, что введение в состав бетона базальтовых волокон позволяет существенно повысить прочность бетона. В то же время, исследованию влияния базальтовых волокон на свойства прессованного бетона должного внимания не уделялось. Представляется, что армирование прессованного бетона фибровыми волокнами позволит в значительной степени повысить как прочность, так и долговечность бетона. Работами Г.В. Мурашкина и И.Е. Сеськина [4, 5, 6] установлено, что прочность прессованного бетона существенно зависит от интенсивности и продолжительности прессования. Кроме того, при сбросе давления прессования в бетоне возникают деформации упругого последействия. При этом бетон будет испытывать сжимающие, а фибры растягивающие напряжения. Все это в совокупности будет оказывать положительное влияние на прочностные характеристики бетона и на работу конструкций, изготовленных по указанной технологии, в целом. Для выполнения экспериментальных исследований были изготовлены 2 серии образцов. В первой серии испытаний применялся портландцемент М 500, для второй – ПЦ 400 Д 20. В качестве пластифицирующей добавки использовался суперпластификатор С-3 в количестве 0,5 % и 1 % от расхода цемента. Для дисперсного армирования применяли базальтовое фибровое волокно с дозировкой 1,5 % и 3 % от расхода цемента.

Как показала первая серия испытаний, совместное использование уплотнения бетона прессованием, введения суперпластификатора С-3 и применение дисперсного армирования позволяет значительно повысить прочность исходного бетона. Одновременное введение суперпластификатора и базальтового фиброволокна приводит к повышению прочности исходного бетона примерно на 10 %. Увеличение расхода добавок и фибры не приводит к дальнейшему росту прочности бетона. При приложении давления прессования отмечается значительное увеличение прочности пластифицированного фибробетона. Результаты экспериментальных исследований показали, что при прессовании использование только базальтовых волокон приводит к повышению прочности исходного бетона примерно в 1,35 раза, а введение добавки — только в 1,5 раза, то от их совместного применения прочность исходного бетона выросла более

чем в 1,5 раза (рис. 1, табл. 1). Значительная часть прироста прочности пластифицированного прессованного фибробетона приходится на интенсивность прессования до 12 МПа. Дальнейшее увеличение интенсивности прессования приводит к незначительному увеличению прочности пластифицированного фибробетона. Увеличение интенсивности прессования пластифицированного фибробетона свыше 12 МПа не приводит к значительным изменениям его прочностных характеристик.

Таблица 1.

Влияние пластифицирующей добавки на прочность и плотность прессованного фибробетона

Марка цемента	Давление прессования, МПа	Прочность, МПа/плотность, кг/м ³		
		Расход фибры+добавки, %		
		0	1,5+0,5	3+1
ПЦ 400 Д 20	0	26,5/2,23	32,2/2,4	29,5/2,3
	6	31,9/2,27	40,6/2,44	35,2/2,35
	12	32,5/2,31	43,3/2,49	40,7/2,42
	24	36,9/2,45	47,2/2,49	45,9/2,49
М 500	0	36,7/2,42	41/2,44	39,1/2,44
	6	41/2,42	48/2,45	45,2/2,46
	12	42,5/2,45	53,7//2,47	50,1/2,48
	24	45,6/2,52	56,3/2,54	53,3/2,54



Рисунок 1. Влияние на прочность прессованного бетона (М 500) совместного действия дисперсного армирования и пластифицирующей добавки; 1 — контрольные образцы; 2 — образцы из армированного бетона с расходом фибра 1,5 % от количества цемента и пластификатора 0,5 %; 3 — то же, количество фибра — 3 % и добавки 1 %

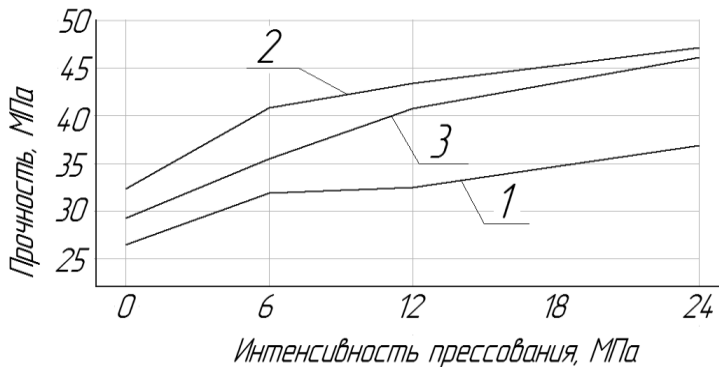


Рисунок 2. Влияние на прочность прессованного бетона (ПЦ 400 Д 20) совместного действия дисперсного армирования и пластифицирующей добавки; 1 — контрольные образцы; 2 — образцы из армированного бетона с расходом фибра 1,5 % от количества цемента и пластификатора 0,5 %; 3 — то же, количество фибра — 3 % и добавки 1 %

На цементе же марки ПЦ 400 Д 20 за счет совместного использования указываемых факторов удалось повысить прочность бетона нормального твердения примерно в 1,2 раза (рис. 2). Как и в ранее проведенных опытах, увеличение расхода добавки и дисперсного армирования не приводит к повышению прочности бетона. Уплотнение прессованием пластифицированного фибробетона способствует дальнейшему увеличению прочности исходного бетона. Наибольший прирост прочности отмечается в интервале давлений прессования до 12 МПа.

Так, если от применения только базальтовых волокон в прессованном бетоне увеличение прочности составило более 1,7 раза, а от введения только пластифицирующей добавки порядка 1,7 раза, то от совместного их применения повышение прочности составило порядка 1,8 раза. Эффективность прессования уменьшается с ростом интенсивности прессования.

Для установления связи между прочностью прессованного фибробетона и такими факторами как величина давления прессования, количество дисперсной арматуры, расход добавки С-3 в момент испытания был реализован план эксперимента (табл. 2). В результате чего было получено уравнение регрессии (1), позволяющее по величине коэффициентов при неизвестных определить роль каждого из перечисленных выше факторов в получении прочности при сжатии прессованного фибробетона.

Значения остатков регрессии, как видно из рис. 3, подчиняется графику нормального закона распределения.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$R = b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot F + b_3 \cdot C;$$

С помощью электронной таблицы Excel, входящей в пакет Microsoft Office найдены значения коэффициентов уравнения регрессии:

$$b_0 = 38,5521645;$$

$$b_1 = 0,47797619;$$

$$b_2 = 0,327676768;$$

$$b_3 = 2,423030303.$$

$$R = 38,55 + 0,47797P + 0,32767F + 2,423C \quad (1)$$

Таблица 2.

План проведения эксперимента и полученные результаты

№	План эксперимента			Условия изготовления образца			R, МПа	Остатки
	X ₁	X ₂	X ₃	P, МПа	F, %	C, %		
1	—	—	—	0	0	0	36,7	-1,852164502
2	—	—	0	0	0	0,5	41,4	1,636320346
3	—	—	+	0	0	1	37,1	-3,875194805
4	—	0	—	0	1,5	0	40,1	1,056320346
5	—	+	—	0	3	0	37,1	-2,435194805
6	—	0	0	0	1,5	0,5	41	0,744805195
7	—	+	+	0	3	1	39,1	-2,858225108
8	0	—	—	12	0	0	42,5	-1,787878788
9	0	—	0	12	0	0,5	51,4	5,900606061
10	0	—	+	12	0	1	44,7	-2,010909091
11	0	0	—	12	1,5	0	49	4,220606061
12	0	+	—	12	3	0	44	-1,270909091
13	0	0	0	12	1,5	0,5	53,7	7,709090909
14	0	+	+	12	3	1	50,1	2,406060606
15	+	—	—	24	0	0	45,6	-4,423593074
16	+	—	0	24	0	0,5	54,1	2,864891775
17	+	—	+	24	0	1	47,2	-5,246623377
18	+	0	—	24	1,5	0	49,8	-0,715108225
19	+	+	—	24	3	0	46,5	-4,506623377
20	+	0	0	24	1,5	0,5	56,3	4,573376623
21	+	+	+	24	3	1	53,3	-0,12965368

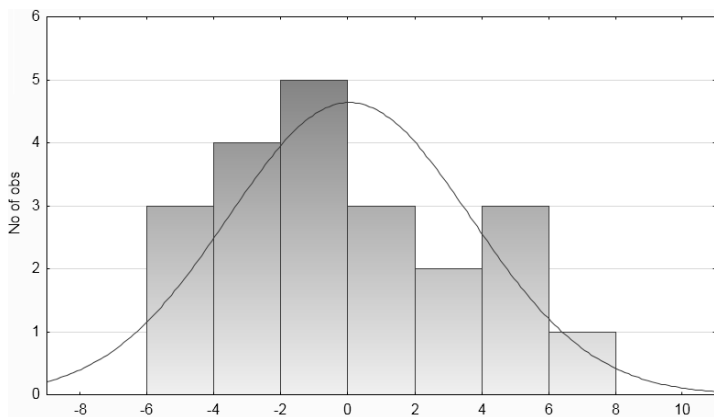


Рисунок 3. График распределения разностей теоретической и экспериментальной прочностей (остатков регрессии)

Из уравнения (1) по коэффициентам регрессии можно констатировать, что наибольшее влияние на прочность прессованного фибробетона оказывает суперпластификатор С-3. Однако, данное суждение ошибочно в силу достаточно малого значения абсолютной величины расхода добавки. Таким образом, уплотнение бетона прессованием играет определяющую роль в формировании прочности при сжатии прессованного фибробетона. Следующим по значимости фактором является использование суперпластификатора С-3. Наименьшее влияние на формирование прочности оказывает дисперсное армирование бетона базальтовым фиброволокном.

Список литературы:

1. Пухаренко Ю.В. Принципы формирования структуры и прогнозирования прочности фибробетонов // Строительные материалы // — 2004, — № 10. — с. 47—51.
2. Рабинович Ф.Н. Дисперсно-армированные бетоны. М.: Стройиздат, 1989. — 176 с.
3. Рабинович Ф.Н. Бетоны, дисперсно-армированные волокнами: Обзор ВНИИЭСМ. М., 1976. — 73 с.
4. Сеськин И.Е. Влияние технологии уплотнения бетона прессованием на работу конструкций. Самара: СамГУПС, 2006. — 227 с.
5. Сеськин И.Е. Особенности структурообразования и формирования прочности прессованного цементного камня // Строительные материалы // — 2008 — № 3. — С. 56.

6. Сеськин И.Е. Технологические аспекты формирования прочности и деформативности прессованного бетона // Бетон и железобетон // — 2008 — № 4. — с. 5—9.
7. Ramakrishan V., Neeraj S. Tolmare. Performance evaluation of 3-D basalt fiber reinforced concrete & basalt rod reinforced concrete. South Dakota School of Mines & Technology, Rapid City, SD. November 1998, — P. 96.
8. Tomas U. Ganion Jr. Influence of Polymer Fiber on Strength of Concrete // International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 55, June, 2013 — p. 53—66.

СЕКЦИЯ 9.

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НИЖНЕГО ЯРУСА ДРЕВОСТОЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОСУШЕНИЯ И СПЛОШНОЙ ВЫРУБКИ ДРЕВОСТОЯ

Чиндяев Александр Сергеевич

*профессор, д-р биол. наук
РФ, г. Екатеринбург*

Солнцев Роман Викторович

*аспирант,
Уральский государственный лесотехнический университет
РФ, г. Екатеринбург
E-mail: s.roma.v@el.ru*

Нагимов Зуфар Ягфарович

*профессор, д-р с.-х. наук,
директор института леса и природопользования,
Уральский государственный лесотехнический университет
РФ, г. Екатеринбург*

DYNAMICS OF FACTORS OF STAND UNDERSTOREY UNDER THE INFLUENCE OF CLEAR CUTTING AND DRYING OF STAND

Alexander Chindyaev

*professor, Doctor of Biological Sciences
Russia, Ekaterinburg*

Roman Solntsev

*post graduate student of Ural State Forest Engineering University
Russia, Ekaterinburg*

Zufar Nagimov

*professor, Doctor of Agricultural Science, Director of the Institute of Forest
and Natural Resource Management, Ural State Forest Engineering University
Russia, Ekaterinburg*

АННОТАЦИЯ

Изучалось влияние расстояния между каналами на интенсивность осушения и динамику показателей нижнего яруса древостоя на осушаемом олиготрофном болоте. Динамика уровня почвенно-грунтовых вод (ПГВ) обнаружена в зависимости от расстояния между каналами. Реакция нижнего яруса выявлена по показателям корневой системы, приросту в высоту и фитомассе подроста, а также по структуре и фитомассе живого напочвенного покрова (ЖНП). Они находятся в зависимости от динамики ПГВ и вырубки древостоя.

ABSTRACT

Influence of ditch spacing on drying intensity and dynamics of factors of stand understorey at dewatered oligotrophic bog has been studied. Dynamics of groundwater level has been revealed depending on ditch spacing. Understorey behavior has been defined according to root system, height increment, understorey phytomass and also according to structure and phytomass of forest live cover. They depend on dynamics of groundwater and clear cutting of stand.

Ключевые слова: Осушение; вырубка; прирост по высоте; фитомасса; корни; травяно-кустарничковый ярус.

Keywords: drying; cutting; height increment; phytomass; roots; grass-fruitculose layer.

Многочисленные наблюдения гидрологического режима объектов осушения в различных географических районах [8, 7] показали, что динамика уровня почвенно-грунтовых вод (ПГВ) на них характеризуется общей закономерностью: это повышение уровня ПГВ весной, летний минимум, осеннее повышение и зимний минимум, но изменяется уровень нахождения ПГВ.

Под влиянием осушения, наблюдается динамика показателей корневой системы [1, 5], по приросту в высоту [4, 3], фитомассы подроста и живого напочвенного покрова (ЖНП) и его состава [6].

Несмотря на большое количество исследований, посвященных гидромелиорации избыточно-увлажненных лесов, многие аспекты этой проблемы требуют дальнейшей научной разработки или совершенствования в соответствии с новыми экологическими требованиями.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи по исследованию влияния осушения на динамику гидрологического режима и показателей подроста под пологом древостоев и на вырубках осушаемой территории.

Исследования выполнены с 2005 по 2008 гг. в Уральском учебно-опытном лесхозе (УУОЛ УГЛТУ).

Сбор материала осуществлялся на стационаре «Северный». Он заложен зимой в 1987—1988 гг. проф. А.С. Чиндяевым, на территории Северского (кв. 28, 33) и Паркового (кв. 1, 2, 13, 14) участка. Его площадь составляет 120 га. Осушение выполнено системой открытых каналов с расстоянием между ними от 64 до 210 м.

Климатические условия района работ [9]: количество осадков за год выпадает в среднем 536 мм, за вегетационный период — 343 мм. Средняя температура воздуха в течение года — 1,2 °С, за вегетационный период — 12,9 °С. Безморозный период длится 49—126 дней, в среднем 86 дней. Мощность снежного покрова составляет 52 см, с плотностью — 0,19 г/см³ и запасом воды в снеге — 97 мм.

Основная лесоводственно-таксационная характеристика насаждений расположенных на середине межканальных расстояний 64—210 м выглядит следующим образом: тип леса — кустарниково-осоковый, кустарниково-сфагновый, багульниковый, класс бонитета V—Va; D_{ср} 9,8—14,2 см; H_{ср} 6,6—13,6 м; A_{ср} 96—110 лет; P 0,72—1,24; N 2,0—3,4 тыс. экз./га; M 104—205 м³, численность подроста — ед. до 8,1 тыс. экз./га.

Травяно-кустарничковый покров типичный для верховых болот с сильно разреженным моховым покровом. Торфяная залежь представлена сфагновым и фускум-торфом мощностью 1,5—7,0 м, степенью разложения 33—62 %, рН 3,0—3,1. Торф обладает питательными элементами (N, P, K) зольностью 3—15 %.

Изучение уровня ПГВ осуществлялось по методике С.Э. Вомперского (1964). Водно-физические свойства торфа определялись по методикам В.Г. Минеева, (1989) и И.С. Кауричева, (1973). Определение агрохимических свойств торфа выполнялось в ФГУ ГЦАС «Свердловский».

Проведенные нами исследования подтвердили, что колебание уровня почвенно-грунтовой воды (ПГВ) на объекте исследований подчиняется известной закономерности (рис. 1).

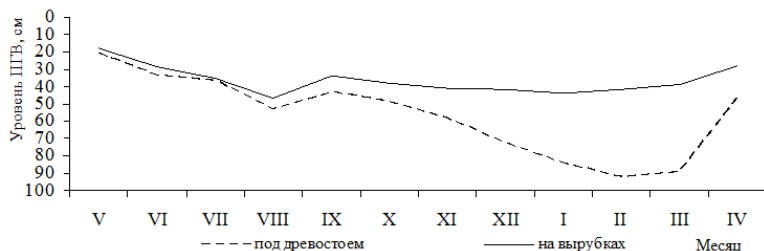


Рисунок 1. Годовая динамика уровня ПГВ в осушаемых сфагновых сосняках за 2005—2008 гг.

Весной с марта по апрель он резко повышается (в среднем на 7 см) и в мае достигает максимального значения (13—26 см). В последующем (после весеннего максимума) уровень ПГВ постепенно снижается. В августе наступает летний минимум, с уровнем 38—63 см. Осеннее повышение уровня ПГВ наблюдается в сентябре-октябре (27—52 см). После этого повышения он постепенно снижается до наступления зимнего минимума в феврале-марте (21—74 см) [2]. За весь период наблюдений средний уровень ПГВ на середине межканального пространства составил $29,1 \pm 1,3$ см с коэффициентом вариации (CV) — 28,2 %.

Средневегетационный уровень ПГВ на середине межканального пространства зависит от величины межканального расстояния. Достоверность различий между уровнями ПГВ доказывается на 5 % уровне ($t_{\phi} = 2,06—3,12 > t_{0,05}$). Так, уровень ПГВ при расстоянии между каналами 192—210 м располагался в среднем на глубине

29,2 см, при расстоянии 164—172 м — 36,8 см, а при расстоянии 64—66 м — 30,1 см.

Связь уровня ПГВ с межканальным расстоянием слабая, отрицательная. Коэффициент корреляции (R) составляет — 0,29.

Уровень ПГВ на вырубках всегда выше, чем под пологом древостоя. Различия по этому показателю между вырубкой и сомкнутым насаждением в вегетационный период составляют всего 2—4 см, а зимой достигают более значительных величин (до 50 см) и доказываются статистически.

Эффективность работы осушительной сети выявлялась по кривой депрессии уровня ПГВ (рис. 2).

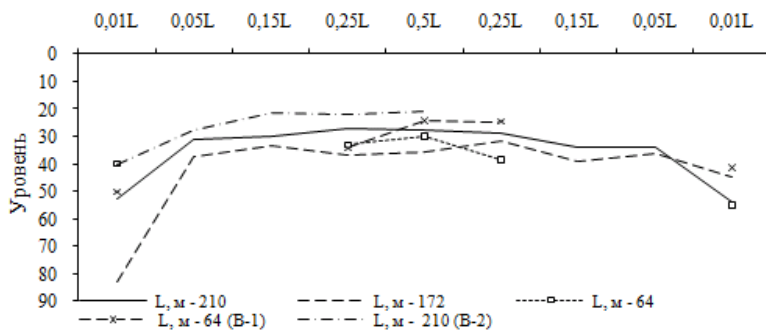


Рисунок 2. Кривая депрессии уровня ПГВ при разном расстоянии между каналами (L, м)

На исследуемом объекте депрессия обладает малым понижением уровня ПГВ по поперечному межканальному профилю. Так, понижение уровня ПГВ от середины гидроствора (0,5L) до скважины (0,05L) происходит всего на 6,4—11,5 см ($CV = 19,2—24,5\%$) [7]. Только вблизи канала (0,01L) этот показатель существенно падает ($t_{\phi} = 1,72—7,15 > t_{0,10}$) — на 12,2—32,2 см.

В вегетационный период норма осушения под пологом древостоев, равная в данных условиях — 30 см, при расстоянии между каналами 192—210 м имела обеспеченность — 33 %, 164—172 м — 66 %, 64—66 м — 50 %.

На вырубке В-1 с межканальным пространством 64 м обеспеченность составила 50 %, на вырубке В-2 с расстоянием 210 м — 25 %. В целом, норма осушения достигнута.

Корневая система подроста на 20 год осушения достигает 3—5 опорными корнями глубины 3—9 см в зоне наиболее благоприятного

водно-воздушного режима. Стержневой корень образует сбежистую форму с окончанием в виде метелки [1] либо стержневой корень отсутствует или имеет вид горизонтального корня. Только у подроста группы высот до 0,5 м форма сечения корней — округлая. Выше опорных корней на 2—4 см формируются придаточные корни.

Связь между глубиной проникновения корней подроста и уровнем ПГВ средней тесноты. Коэффициент корреляции в разных вариантах объекта колеблется от 0,31 до 0,57.

В целом по стационару длина распространения корневой системы подроста на 20-й год осушения составляет от 7,4 до 75,3 см. У подроста первой группы высот она варьирует от 7,4 до 41,5 см, второй группы — от 14,6 до 61,7 см, третьей группы — от 42,1 до 75,3 см.

На вырубках корневая система подроста сосны отличается меньшей длиной (на 5,0 см), большей глубиной проникновения (на 2,2 см) и массой (на 27,24 г), чем под пологом древостоя.

Фитомасса подроста на 20 год после осушения под пологом древостоя в разных вариантах опыта в среднем составила: у первой группы высоты — от 3,54 до 7,74 гр., у второй группы высоты от 22,77 до 50,60 гр., у третьей группы высоты 97,62—139,38 гр.

На вырубках фитомасса подроста значительно выше, чем под пологом древостоя. У подроста первой группы высоты она составила в среднем 7,18—17,63 гр., у второй — 51,90—55,01 гр., у третьей — 341,13—715,05 гр.

Масса корней подроста на 20-й год после осушения в различных вариантах опыта в среднем составляет: у первой группы высот — от 0,93 до 2,67 гр.; у второй — от 7,25 до 34,28 гр.; у третьей — от 23,84 до 129,73 гр.

Из всех фракций фитомассы подроста наибольший интерес представляет масса хвои (ассимиляционный аппарат). Она у подроста на вырубках в среднем в 2 раза выше, чем у подроста под пологом древостоев. Это свидетельствует о том, что ростовые процессы на вырубках протекают значительно интенсивнее.

Видовой состав ЖНП после 20-летнего периода осушения представлен следующими видами: осока шаровидная (*Carex globularis* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), морозника (*Rubus chamaemorus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), голубика (*Vaccinium*), клюква (*Oxycoccus*), сфагнум узколистный (*Sphagnum angustifolium* (Russ.) C. Yens), кукушкин лен (*Pollitrihcum commune*). На вырубках кроме указанных выше видов встречается мирт болотный (*Chamaedaphne caliculata* L.).

Багульник, брусника, голубика, клюква и на вырубках и под пологом древостоев имеют обилие в среднем 10—20 %. У осоки, морошки и сфагнома обилие под пологом древостоя составило от 30 до 40 % (Сор 1). На вырубках кукушкин лен имеет обилие 3—5 % (Sol), мирт болотный — 30—40 % (Сор 1) и сфагнум — 50—60 % (Сор 2).

В целом, на 20-й год осушения фитомасса ЖНП увеличилась, по сравнению с данными до осушения, под пологом древостоя на $97,8 \text{ г/м}^2$ (170 %), а на вырубках, по сравнению с данными на 6 год осушения, на $116,6 \text{ г/м}^2$ (151 %). Это произошло, в основном, за счет усиления роста и развития мезофитов и ксерофитов. Выявлено, что с уменьшением межканального расстояния рост и развитие этих видов ЖНП усиливаются. А с увеличением расстояния между каналами закономерно повышается фитомасса гигрофитов.

В результате проведенных исследований установлено, что осушение ведет к существенной трансформации гидрологического режима.

Под пологом древостоев в вегетационный период на середине межканального пространства в зависимости от расстояния между каналами уровень ПГВ колеблется от 29,2 до 36,8 см, с нормой осушения от 33 до 66 %. Более благоприятный гидрологический режим обеспечивается при расстоянии между каналами 164—172 м. В подобных лесоболотных биогеоценозах их можно считать оптимальными.

Уровень ПГВ на вырубках всегда выше, чем под пологом древостоев: в вегетационный период на 2—4 см, в зимний на 31—50 см.

Особенности развития корневой системы подроста в различных вариантах опыта обусловлены эдафическими условиями и плотностью подроста.

В целом, сформировавшийся на 20-й год осушения подрост, на вырубках отличается значительно лучшими количественными и качественными показателями, чем под пологом древостоев. Показатели подроста под пологом осушаемых и неосушаемых (контроль) древостоев отличаются не существенно.

Под влиянием осушения происходит существенное изменение видового состава и фитомассы ЖНП. На 20-й год осушения фитомасса ЖНП увеличилась под пологом осушаемых древостоев на $97,8 \text{ г/м}^2$, а на вырубках — на $116,6 \text{ г/м}^2$. Это произошло в основном за счет усиления роста и развития мезофитов и ксерофитов.

Список литературы:

1. Вомперский С.Э. Биологические основы эффективности лесосушения. М.: Наука. 1968. — 312 с.

2. Вомперский С.Э. Лесоосушительная мелиорация (текст) / С.Э. Вомперский, Е.Д. Сабо, А.С. Формин. М.6 Лесная пром-ть, 1975. — 295 с.
3. Дружинин Н.А., Моисеев И.И. Сезонная динамика роста болотных сосняков на Урале. // Актуальные проблемы осушения лесов на Среднем Урале. Информ. Материалы к совещанию, г.Свердловск, 2—4 августа 1989 г. Свердловск: УрО АН СССР, 1989, — 192 с.
4. Елагин И.Н. Сезонное развитие сосновых лесов. Новосибирск: Наука, Сиб. отд. 1976. — 230 с.
5. Згуровская Л.Н. Влияние микрорельефа на жизнедеятельность всасывающих корней древесных растений на болотах // Природные особенности болот Приамурья. Новосибирск: Наука, 1973. — С. 162—185.
6. Красильников Н.А., Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю. Естественное возобновление древесных пород и динамика живого напочвенного покрова на вырубках осушенных лесов // Гидролесомелиорация: наука производству. СПб.: СПбНИИЛХ, 1996. — С. 17—19.
7. Медведева В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаёжной подзоны. Петрозаводск: Карелия. 1989. — 168 с.
8. Сабо Е.Ю., Иванов Ю.Н., Шатилло Д.А. Справочник гидролесомелиоратора / Е.Ю. Сабо, Ю.Н. Иванов, Д.А. Шатилло. Справочник гидролесомелиоратора. Под ред. Канд. техн. Наук. Е.Д. Сабо. М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 200 с.
9. Чиндяев А.С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала. Екатеринбург: УГЛТА, 1995. — 186 с.

СЕКЦИЯ 10.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА КАЧЕСТВО ОСАДКА МЕДИ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ

Надилов Ермурат Галимбекович

*канд. хим. наук, доцент
Алматинского Университета Энергетики и связи,
Республика Казахстан, г. Алматы*

Айдымбаева Жанар Абдешевна

*старший преподаватель
Алматинского Университета Энергетики и связи,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: diararu@mail.ru*

INFLUENCE OF ORGANIC ADDITIVES ON QUALITY OF A DEPOSIT OF COPPER AT ELECTROLYSIS

Ermurat Nadirov

*candidat of chemical sciences associate professor
of Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Zhanar Aidymbaeva

*senior lector of Almaty University
of Power Engineering and Telecommunications,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

Изучено влияние органических добавок на анодный и катодный потенциалы, на выход продукта по току и на качество катодной меди.

Описана электрическая схема измерения потенциала и методика исследований электродных процессов.

ABSTRACT

It is studied the influence of organic additives on the anode and cathode potentials on the current yield and quality of copper cathodes. Described circuitry potential measurement and research methods of electrode processes.

Ключевые слова: поверхностно-активное вещество; адсорбция; поляризация; электролиз; анод; катод; плотность тока; потенциал.

Keywords: surface-active substance; adsorption; polarization; electrolysis; anode; cathode; current density; potencial.

Практически все органические вещества, продукты или полупродукты основного органического и нефтехимического синтеза могут обладать поверхностной активностью на тех или иных поверхностях раздела фаз.

При электрорафинировании меди на Балхашском горно-металлургическом комбинате (БМК) в качестве поверхностно-активных веществ применяют тиомочевину и желатин. Известно, что поверхностно-активные вещества, изменяя кинетику электродных процессов, улучшают структуру катодного отложения меди.

Однако пока нет единой теории, наиболее полно объясняющей их действие в процессе электроосаждения металлов на структуру осадка и кинетику катодного процесса. Действие добавок в основном объясняют адсорбцией или комплексообразованием.

Большинство исследователей [1, 3, 6] считают, что наиболее вероятной причиной влияния тиомочевина на катодный процесс является адсорбция ее молекул на металле благодаря близости рабочей области потенциалов и потенциала нулевого заряда меди.

Адсорбция добавок происходит на активных центрах поверхности катода. Как показывают опыты, даже малого количества ПАВ достаточно для уменьшения активной поверхности катода, вследствие чего возрастает истинная плотность тока и поляризация увеличивается.

Характер и величина катодной поляризации являются решающим фактором в образовании новых центров кристаллизации. Вопрос о том, что является действующим началом добавки, как подбирать поверхностно-активные вещества и как они действуют на структуру осадка, являются актуальной задачей.

Одной из актуальных задач также является процесс избавления катодного осадка от серы в каком бы виде она не присутствовала. Значит, выбор поверхностно-активного вещества (ПАВ) без серы,

способствующего улучшению качества катодного осадка, является одной из важных проблем.

Учитывая важность действия ПАВ на электродные процессы, на структуру и качество катодного осадка, мы изучали влияние добавок ПАВ на анодный и катодный потенциалы, на выход продукта по току и в конечном счете на качество катодной меди.

Методика исследований. Процессы электролиза исследовали при плотности тока $I=220 \text{ A/m}^2$ и температуре $57\text{--}58^\circ\text{C}$, близкой к условиям проводимым на БГМК. Схема установки электролиза приведена на рисунке 1. Источником постоянного тока служил селеновый выпрямитель ВСА-5 А. Силу тока измеряли микроамперметром М-1106. Величину тока в цепи регулировали реостатом с сопротивлением 1500 Ом.

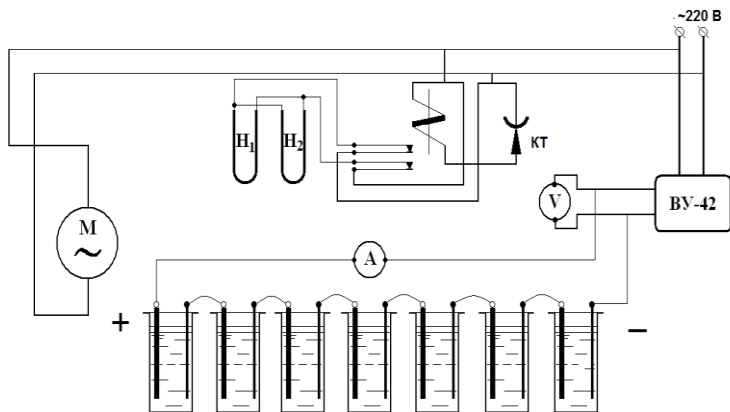


Рисунок 1. Электрическая схема электролизера

Рабочие растворы для исследований готовили из перекристаллизованного сульфата меди в растворе серной кислоты (1:3) и один раз в бидистиллированной воде. Такое приготовление препарата позволяет полностью освободиться от нежелательных примесей.

Опыты проводили в двойных стеклянных сосудах формы прямоугольного параллелепипеда, помещенных в большой стеклянный термостат (рисунок 2). Это позволило визуально следить за отдельными картинами процесса электролиза. Температуру в термостатирующем стеклянном сосуде поддерживали универсальным термостатом U-10 с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Состав электролита был близким к промышленному и готовили из многократно перекристаллизованного медного купороса и серной кислоты марки «х.ч»: 250 г/л $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 160 г/л $\text{H}_2 \text{SO}_4$. Ввиду изменения свойств электролита во времени приготовленный электролит предварительно выдерживали в течение 12—15 часов при комнатной температуре и после этого использовали для исследований.

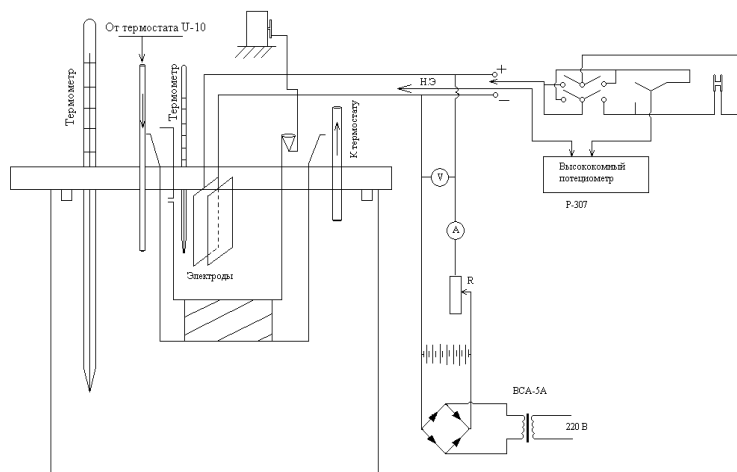


Рисунок 2. Установка для электролиза в виде стеклянного термостата

Медные электроды после травления в азотной кислоте обрабатывали нулевой наждачной бумагой, шлифовали эластичной резиной, сукном и фильтровальной бумагой и помещали в электролизер, предварительно взвесив на аналитических весах с точностью до $\pm 0,1\text{мг}$.

Анодный и катодный процессы при электролитическом рафинировании меди оказывают значительное влияние на весь ход электролиза. Поэтому одновременно при электролизе снимали потенциалы анода и катода через каждые 25—30 минут. Потенциалы измеряли по схеме на рисунке 2 с помощью высокоомного потенциометра P-307. Электродом сравнения служил насыщенный каломельный электрод с потенциалом 0,223 В.

Потенциал электродов измерялся в трех точках, расположенных на различных уровнях по высоте образца. Электролиз при постоянном

контролировании тока проводили в течение определенного времени, заранее предусмотренного опытом.

Влияние ПАВ на электродные процессы в электролите.

В практике электрорафинирования меди для получения гадких катодных осадков широко применяют тиомочевину и желатин. На Алмалыкском ГМК внедрен в качестве добавки при электролизе стиральный порошок. Это внедрение позволило увеличить выход по току на 0,9 %, снизить расход электроэнергии с 356,5 до 334,6 кВт. ч/т, снизить потери золота с катода на 21,2 % и серебра на 24,3 %. Вдвое снижена дендритность катодов и кроме того не наблюдается появление плавучего шлама.

Нами для исследования применялись различные органические добавки и испытывались некоторые ПАВ, непосредственно синтезированные в лаборатории гербицидов химико-металлургического института Академии Наук Казахстана.

Наиболее удовлетворительные результаты по качеству осадка на катоде получены при добавлении в раствор желатина-селектона Б. Причем увеличение концентрации «Селектона Б» до 2 мг/л в электролите улучшает качество осадка значительно. Осадок становится более плотным, с сильным металлическим блеском, но дендритообразование увеличивается, а выход по току уменьшается. При введении в раствор сахара с желатиной катодный осадок получается мелкокристаллическим, с блеском, но имеются зародыши дендритов. Хороший выход по току — 99,3 %.

Применение в качестве добавки смеси желатина-родамин в узкой области концентрации родамин 0,5—0,9 мг/л улучшает качество катодного осадка по сравнению с добавкой желатина-сахар, но в дальнейшем незначительное увеличение родамин сильно понижает качество осадка, наблюдается неравномерное осаждение меди с образованием продольных полос на катоде. Выход по току приблизительно 99 %.

Испытания, произведенные нами различных марок стиральных порошков, не дали положительных результатов.

Добавление стирального порошка «Новость» 9,2 мг/л дает удовлетворительный катодный осадок, однако трудно избавиться от образования дендритов и плохого выхода по току.

Из группы ПАВ, синтезированных в лаборатории гербицидов химико-металлургического института Академии Наук Казахстана и испытанных нами, следует остановиться на двух: фосфорсодержащий полиацеталь и виниллоксиэтилметилимин.

Использование последних в качестве органических добавок в искусственных растворах с чистыми медными электродами способствовали получению хороших плотных, с ярко металлическим блеском мелкокристаллических осадков. Выход по току колеблется в пределах 99,1—99,3 %.

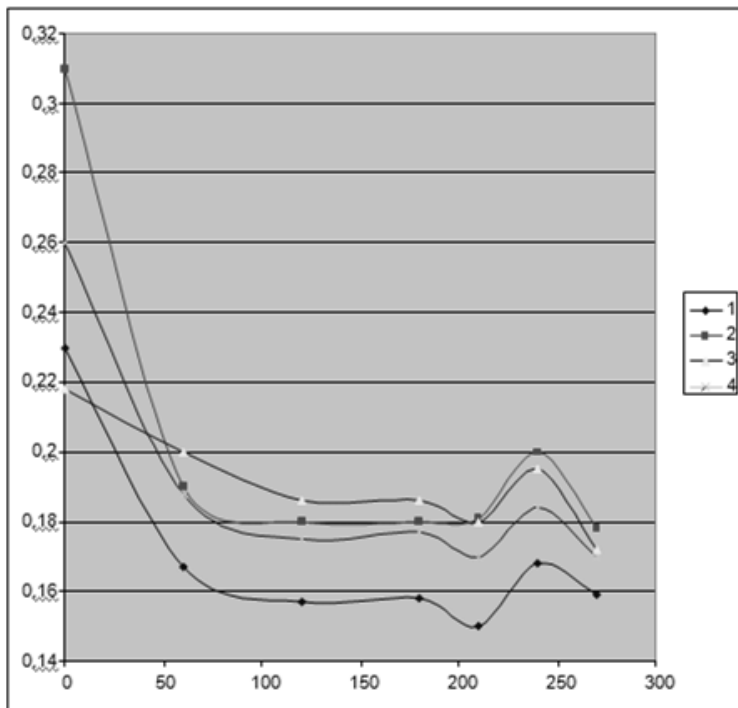
Плотность тока и анодный потенциал при растворении меди на аноде. В литературе большое внимание уделено влиянию плотности тока на содержание металлической меди в анодном шламе. Матулис Ю.Ю. [5] считает, что с повышением плотности тока реакция «распада» одновалентной меди происходит в непосредственной близости к аноду и металлическая медь выделяется на его поверхности. Лецких Е.С. [4] утверждает, что повышение плотности тока вызывает увеличение количества меди в анодном шламе.

Исходя из опытов, проведенных в атмосфере двуокси углерода, так и при доступе воздуха, мы пришли к выводу, что обнаруженный порошок не является следствием протекания реакции диспропорционирования и от плотности тока количественно не зависит. Возникающая при электрорастворении медь — есть следствие механического осыпания металла.

Что касается плотности тока, то он связан с величиной анодного потенциала и может скачкообразно меняться в процессе электролиза и сильно влиять на образование дендритов на катоде.

На рисунках 3,4 приведены изменения катодного и анодного потенциалов для фосфорсодержащего полиацетала.

В процессе опытов было отмечено, что потенциал катода за период пятичасового опыта сдвигался вниз в среднем 0,095 В (от 0,26 В до 0,165 В), в то же время анодный потенциал уменьшался в среднем на 0,04 В (от 0,388 В до 0,348 В). При этом всегда линии изменения потенциалов пересекались. Такие изменения потенциалов можно объяснить небольшими колебаниями в концентрациях меди и кислоты в начале и в конце электролиза. В начале электролиза содержание меди меньше, а кислоты больше, с последующим уменьшением кислоты к концу электролиза.



*Рисунок 3. Полиацеталь фосфорсодержащий.
Изменение катодного потенциала во времени:
1 — в верхней точке; 2 — средней; 3 — нижней;
4 — среднее значение потенциала*

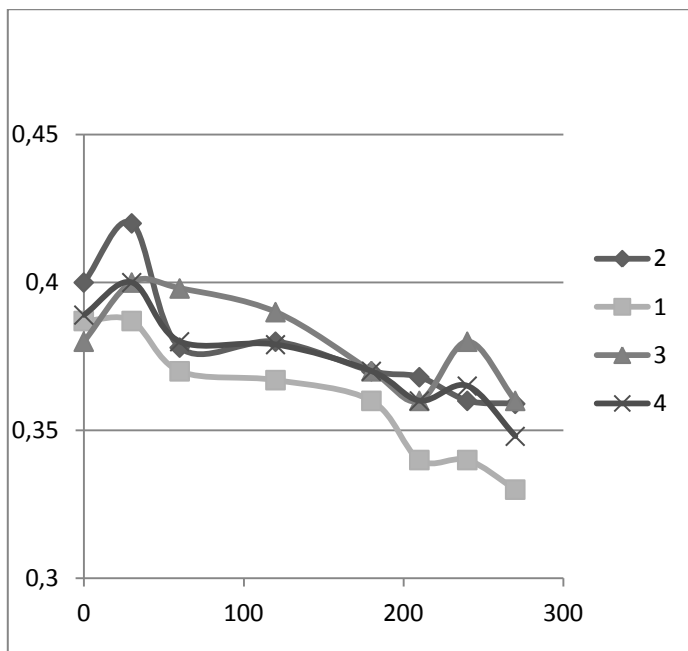


Рисунок 4. Полиацеталь фосфорсодержащий.
Изменение анодного потенциала во времени:
1 — в верхней точке; 2 — средней; 3 — нижней;
4 — среднее значение потенциала

Результаты испытаний различных ПАВ при электролизе

1. Полиакриламид — (раствор органического стекла в серной кислоте). Электролиз проводился в течение 5 часов.

Осадок получился блестящий с утолщением снизу. Выход по току равен 89 %.

2. Фосфорсодержащий полиацеталь — 0,02 г/л.

Электролиз проводился в течение 5 часов.

Осадок светлый, ровный, плотный с небольшим утолщением нижней части катода. Выход по току равен 99 %.

3. Винилоксиэтилметиленимин.

Осадок светлый, мелкокристаллический, ровный, без дендритообразований. Выход по току равен 98 %.

Выводы

1. Собрана и испытана лабораторная установка для электролиза меди объемом на 500 см^3 электролита для изучения электродных процессов.

2. Проведены исследования на лабораторной установке по электрорафинированию меди в присутствии поверхностно-активных веществ, в том числе фосфорсодержащий полиацеталь и винилоксиэтилметиленимин.

3. Сравнительно лучшие результаты по качеству катодного осадка получены в присутствии добавки — винилоксиэтилметиленимина и с хорошим выходом по току получены в процессе электролиза в присутствии фосфорсодержащей полиацетали.

Список литературы:

1. Антропов Л.И., Попов С.А. Журнал прикладной химии. — 1954, — № 27, — с. 55—59.
2. Дамаскин Б.Б. и др. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. 2е изд., испр. и перераб. М.: Химия, КолосС, 2006. — 672 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш.
3. Кочергин С.М., Хинина Л.Л. Журнал прикладной химии. — 1963, — № 36, — с. 67—69.
4. Лецких Е.С. Исследование анодных процессов при интерсифицированном режиме электрорафинирования меди. Труды УПИ. Свердловск, 1963, — с. 33—38.
5. Матулис Ю.Ю. Труды совещания по вопросам влияния ПАВ на электроосаждение металлов. Вильнюс: Энергия, 1957, — с. 135—137.
6. Михайлов В.В. Успехи физической химии. М.: — 1961, — № 1, — с. 294—297.

СЕКЦИЯ 11.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА

Антипенко Анастасия Валерьевна

*магистрант 2 курса, кафедра стандартизации и биотехнологии,
Государственный университет имени Шакарима,
Республика Казахстан, г. Семей
E-mail: tasya-antipenko@bk.ru*

Какимова Жайнагуль Хасеновна

*научный руководитель, кандидат технических наук
Государственного университета имени Шакарима,
Республика Казахстан, г. Семей
E-mail: zhainagul.kakimova@mail.ru*

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK BEVERAGE

Antipenko Anastasia

*2nd year undergraduate, department of standardization and biotechnology,
State university name of Shakarim,
Republic of Kazakhstan, Semey*

Kakimova Jainagul

*scientific director, candidate of engineering science
of State university name of Shakarim,
Republic of Kazakhstan, Semey*

АННОТАЦИЯ

Задача данного исследования заключается в разработке нового способа производства кисломолочного напитка с функциональной добавкой для придания продукту общеукрепляющих, профилактических

свойств и непосредственного расширения ассортимента кисломолочного напитка.

В процессе исследовательской работы была изучена соответствующая литература, проведены соответствующие исследования.

В результате исследования были изучены основные показатели качества и разработана рецептура кисломолочного напитка с соком граната.

ABSTRACT

The main purpose of this research is their development of a new method for producing of sourly milk beverage with functional of the additives for giving the product of restoratives, preventives properties and direct expansions of assortment of sourly MILK beverage.

In the course of research work has been studied appropriate literature, conducted relevant research.

Has been spented corresponding research.

As a result of research were studied the basic indexes of quality and was developed a receipt sourly MILK beverage with of pomegranate juice.

Ключевые слова: закваска; кисломолочные напитки; кефир.

Keywords: yeast; sourly MILK beverage; kind of yoghurt.

Кефир — один из самых распространенных и самых любимых продуктов в Казахстане, так как именно здесь имеются несколько разновидностей данного напитка. Кефир обладает не только прекрасным неповторимым вкусом, но и уникальными полезными свойствами, перечислю некоторые из них: оказывает иммуностимулирующее действие; помогает победить хроническую усталость; полезен при нарушениях сна; обладает некоторыми мочегонными свойствами; стимулирует выработку пищеварительных соков в желудке и кишечнике; регулирует очищение организма; прекрасно утоляет жажду; полезен при борьбе с лишним весом и отеками [2].

В зависимости от применяемого молока и массовой доли жира кефир вырабатывают: жирный; нежирный; айран; фруктовый жирный — изготавливают из нормализованного молока с введением плодовых и ягодных сиропов; фруктовый нежирный и другие.

Так же в кефир могут добавляться различные фруктовые наполнители. Но вот специалисты считают, что продукт с фруктовыми добавками кефиром называться не может. Если он приготовлен

на основе кефира с фруктовыми ингредиентами или с применением ароматизаторов, то должен называться «кефирный напиток» [1].

Например, ученые Анисимова Т.И., Кустов А.А. предложили свой способ изготовления кефирного напитка. Сущность изобретения заключается в следующем: для приготовления кефирного напитка используют композицию, включающую следующие ингредиенты, мас. %:

Закваска в жидком виде, содержащая штамм *Lactobacillus acidophilus* n.v. 317/402 "Наринэ" ААА с титром 107 КОЕ/мл и бифидобактерии — 15,0;

Аспартам или натрусит — 0,5;

Пюре из фруктов — 15,0;

Желирующий крахмал — 5,0;

Сливки, молоко цельное и соевое в соотношении не менее 0,5: 0,5: 0,5; Остальное до 100 % [6].

Наиболее близким аналогом к заявленному изобретению является патент на способ производства кисломолочного напитка и кисломолочный напиток, полученный этим способом. Ниже дана формула изобретения: способ производства кисломолочного напитка, включающий пастеризацию молочной сыворотки, охлаждение ее до температуры заквашивания, внесение кефирной закваски, сквашивание, охлаждение и розлив напитка, отличающийся тем, что пастеризацию молочной сыворотки проводят при температуре 74—76°С, а заквашивание — при температуре 23—25°С, причем количество кефирной закваски составляет 15—30 % от массы смеси, сквашивание проводят до достижения кислотности смеси 85—90°Т, после сквашивания добавляют лимонную кислоту в количестве менее 0,1 % до достижения кислотности смеси 90—130°Т и сорбиновую кислоту в количестве 0,05 % к массе напитка, так же в смесь после сквашивания дополнительно вводят вкусовые наполнители: фруктовые или овощные соки или сиропы, или растительные добавки или красители, или ароматизаторы, или сахар или его заменители [7].

На кафедре «Стандартизации и биотехнологии» занимаются исследованиями использования закваски в производстве кисломолочных напитков, обладающих повышенной биологической ценностью, обогащенных молочным сахаром (лактозой), минеральными веществами. Использование процессов биотехнологии в производстве кисломолочных продуктов позволит получить кисломолочные продукты лечебно-профилактического направления. Предлагаемая технология предлагается для субъектов малого бизнеса, а также для фермерских хозяйств, занимающихся переработкой молока.

В научном проекте предлагается использовать в виде закваски, кефир 1,9 % жирности, получая при этом кисломолочный напиток с жирностью 0,95 %.

Технологический процесс производства кисломолочного напитка состоит из следующих технологических операций: подготовки сырья, пастеризации, заквашивания, сквашивания в специальных емкостях, внесения в кефир сока граната (полученный путем выжимания сока из граната), охлаждения, розлива и маркировки, хранения и транспортировки.

Для производства кисломолочных напитков используется молоко не ниже второго сорта кислотностью не выше 19 °Т, которое предварительно подвергают очистке. Молоко, кефир и плодово-ягодные наполнители должны быть доброкачественными без посторонних привкусов и запахов и пороков консистенции.

Из молока, которое поступило на завод в автоцистерне, берут пробы при помощи пробоотборников. По этим пробам в приемной лаборатории определяют массовую долю жира в молоке, содержание белка, соматических клеток, определяют степень чистоты, кислотность, плотность, делают анализ на термоустойчивость, определяют органолептические свойства молока.

Приемка сырого молока осуществляется по двум линиям. Молоко сырое насосами подается на весы, где происходит его взвешивание. В приемном помещении молоко находится в специальных ваннах. Сырое молоко принимают по массе в соответствии с товарно-транспортной накладной, учитывают физический вес и зачетный вес по жиру.

С приемки при помощи насоса сырое молоко по трубопроводам поступает в охладители, где оно охлаждается до 4 ± 2 °С.

Молоко перекачивается в один из танков. Там оно временно хранится (не более 5—6 ч.).

Далее молоко по трубам направляется в аппаратный цех, где оно подогревается до 45 °С и очищается от механических примесей на центробежных сепараторах –молокоочистителях [3].

Очищенную смесь пастеризуют при температуре 85—87 °С с выдержкой 5—10 минут [4].

После пастеризации молоко охлаждается до температуры заквашивания. При использовании кефирной закваски охлаждение молока происходит при температуре от 18—25 °С. Хранение не заквашенной смеси при (23 ± 2) °С не допускается.

Заквашивают и сквашивают смесь в резервуарах для кисломолочных напитков с охлаждаемой рубашкой, снабженных

специальными мешалками, обеспечивающими равномерное и тщательное перемешивание смеси с закваской и молочного сгустка.

Закваску кефирную вносят в смесь, охлажденную до температуры сквашивания, при включенной мешалке. Перемешивание заканчивается через 15 минут после заполнения резервуара. После перемешивания смеси с закваской ее оставляют в покое в резервуаре для сквашивания на 10—18 часов, смесь сквашивают при температуре 18—25 °С, до образования молочного сгустка кислотностью 100°Т [5].

В конце сквашивания в кисломолочный напиток можно добавлять сахар, или мед, или плодово-ягодный сироп. В данном изобретении была внесена функциональная добавка в виде сока граната.

По окончании сквашивания и добавления сока граната продукт немедленно охлаждается. Кисломолочные напитки направляются на охлаждение, откуда направляются на фасовку.

Допускается направлять на розлив продукт при температуре (6—8)° С, после чего его необходимо охладить до температуры (4±2) °С в потребительской таре в холодильной камере.

Разливают кисломолочный напиток на различных фасовочных аппаратах в пластиковые бутылки. Упаковку и маркировку продукта производят в соответствии с требованиями действующего стандарта на продукт [3].

Хранение продукта производят при температуре не выше 4±2 0 С, не более 7 суток (168 часов) с момента окончания технологического процесса, в соответствии с действующими санитарными правилами для особо скоропортящихся продуктов, в том числе на предприятии-изготовителе не более 24 часов.

Транспортирование продукта производят в соответствии с требованиями действующего стандарта на продукт.

Ниже дана рецептура и показатели качества кисломолочного напитка «Сад».

Таблица 1.

Рецептура кисломолочного напитка «Сад»

Наименование сырья	Норма, л (на 1000 л продукта без учета потерь)
Молоко 2 %	400
Кефир 1,9 %	373
Сок граната	227
Всего	1000

Таблица 2.

Органолептические показатели кисломолочного напитка «Сад»

Наименование показателя	Кисломолочный напиток
Вкус и запах	Кисломолочный с легкими оттенками сока граната
Консистенция и внешний вид	Однородная жидкость с нарушенным сгустком
Цвет	Розоватый

Таблица 3.

Основные показатели кисломолочного напитка

Наименование показателя	Значение показателя для кефирного напитка
Массовая доля жира, %	0,95
Кислотность, °Т, в пределах	100

Таблица 4.

Пищевая и энергетическая ценность кисломолочного напитка

Пищевые вещества и энергия	Кефирный напиток, 100 г
Белок, г	3
Жиры, г	0,95
Углеводы, г	3,8
Энергетическая ценность, ккал	36,43

Более наглядно соответствия и различия по показателям качества показаны на рис. 1

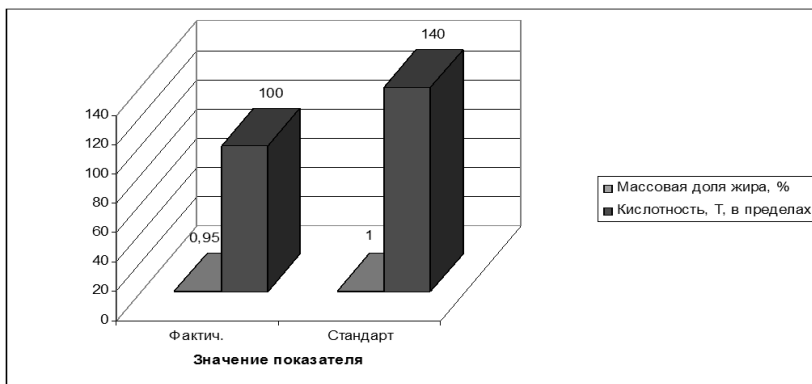


Рисунок 1. Показатели качества кисломолочного напитка «Сад»

Способ позволяет повысить пищевую ценность и лечебно-профилактические свойства напитка, а также улучшить его органолептические показатели, так как одно из важных достоинств гранатового сока — это то, что он является низкокалорийным продуктом, предопределяет целесообразность использования его для лечебного питания.

Список литературы:

1. История кефира [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://nechtoportal.ru/> (дата обращения: 15.10.2013).
2. Кефир — лекарство от старения. Полезные свойства кефира [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.domsovetof.ru/> (дата обращения: 12.10.2013).
3. Крусь Г.Н. Технология молока и молочных продуктов: учебное пособие для вузов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. М.: Колос, 2006. — 455 с.
4. Крусь Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов: учебное пособие для вузов / Г.Н. Крусь, А.М. Шалыгина. М.: Колос, 2000. — 368 с.
5. Контроль образования молочно-белкового сгустка / А.В. Шилов, А.Н. Пирогов / Молочная промышленность. № 10.: журн. 2009 г. — 63 с.

6. Патент № 2173523, А23С Российской Федерации. Композиция для производства кисломолочного продукта.// Анисимова Т.И.; Кустов А.А. Оpubл.20.09.2001
7. Патент № 2303877, А 23 С 21 Российской Федерации. Способ производства кисломолочного напитка и кисломолочный напиток, полученный этим способом.// Одинокоев О.В.; Рошинец О.И. Оpubл. 10.08.2007 г.

СЕКЦИЯ 12.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЛОСОФИИ, ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Корнилов Иван Константинович

*д-р социол. наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Московский государственный университет печати
имени Ивана Фёдорова» (ФГБОУ ВПО «МГУП им. И. Федорова»),
РФ, г. Москва*

E-mail: korniloivan@yandex.ru

INTERCONNECTION OF PHILOSOPHY, NATURAL SCIENCE AND ENGINEERING SCIENCES

Ivan Kornilov

*doctor of Sociology, professor of FSBEI HVE Moscow State University
of Printing Arts of Ivan Fedorov (MGUP),
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются взаимосвязи между философией и естествознанием, философией и техническими науками, а также различные типы противоречий, лежащие в основе производственных отношений.

ABSTRACT

In the article there are considered interconnections between philosophy and natural science, philosophy and engineering sciences and also different types of contradictions, which underlie production relations.

Ключевые слова: философия; естествознание; технические науки.

Keywords: philosophy; natural science; engineering sciences.

Всю систему научных знаний можно разделить на четыре группы: философские науки, социальные (общественные) науки, естественные и технические науки. Объектом философии является как материальная, так и духовная объективная реальность; предмет философии — всеобщие законы развития. Отсюда следует специфика методов философии, направленных на раскрытие всеобщих связей, системы диалектических закономерностей, имеющих общетеоретическое и общеметодологическое значение, т. е. возможность применения ко всем видам социальных, естественных и технических наук. Философия существует как система философских наук, которые имея общий объект познания, отличаются своими предметами исследования. Философия устанавливает всеобщие закономерности. Социальные науки в качестве объекта рассматривают общество (социум), а предметом являются отдельные стороны общества или группы общественных явлений с их особенностями построения и функционирования.

В технических науках можно выделить три уровня:

1. Методологический. Служит основой технического творчества и базируется на системе методов поиска новых технических решений.

2. Теоретический. Является научной базой разработки нового в технике, процесса формирования идеальных моделей и их материализации.

3. Прикладной. Обеспечивает производство способами и методами непосредственного осуществления новых решений.

Соответственно этим уровням технические науки раскрывают общие и частные технические закономерности, характеризующие развитие техники как объекта данного типа научного знания. Количественные и качественные изменения в содержании технических наук выражаются в процессах дифференциации и интеграции внутри данного типа научного знания, в разделении теоретических и прикладных функций в системе технического знания. Технические науки, являясь теоретической основой развития техники, непосредственно связаны с развитием производительных сил общества, с разрешением противоречий мешающих переходу от старого качества к новому. Анализ содержания противоречий производства нужен для решения основных методологических вопросов развития технических наук. Для проведения такого анализа необходимо обратиться к основной составляющей любого способа производства — производственным отношениям.

Производственные отношения — это комплекс отношений между всеми сторонами и элементами производства в процессе создания и потребления материальных и духовных продуктов, организация

и управление производственной деятельностью. В структуру производственных отношений могут быть включены: технологические, экономические, управленческие, информационные, социально-психологические отношения. Технологические противоречия служат источником развития производительных сил. Развитие и разрешение технологических противоречий является основой всех качественных изменений в производстве. В результате производительные силы оказывают определяющее влияние на изменения в экономических отношениях, которые в свою очередь выступают источником развития производительных сил и существенным фактором для разрешения технологических противоречий.

В таблице 1 приведены основания, на базе которых возникают противоречия в общей структуре указанных отношений.

Таблица 1.

Структурные составляющие производственных отношений

Элементы структуры	Основания для противоречий
Технологические отношения	Средства труда — предмет труда. Производители — средства труда. Система производства — элементы системы. Предмет труда — его структурные элементы.
Экономические отношения	Различные формы собственности. Различные формы экономических связей. Различные формы управления. Различные способы распределения.
Научные исследования	Теоретическая — экспериментальная база. Новая — старая техника. Новые — старые материалы. Новая — старая технология.

Развитие технических наук происходит в условиях всех типов отношений и противоречий. При проектировании и производстве новой техники разрешаются противоречия между старой и новой экспериментальной и производственной базой, между прежними и инновационными технологиями, между требованиями к новому уровню знаний и возможностями имеющихся работников, между новыми условиями производства и старыми формами управления и экономических отношений. Теоретически перспективы развития техники имеют неограниченные возможности совершенствования и возникновения новых технологий и машин, но эти возможности в каждый исторический период ограничены соответствующим

уровнем производительных сил, развитие которых определяется уровнем развития не только науки и техники, но и самого общества. Противоречия между техникой и общественными условиями ее развития (противоречия между производительными силами и производственными отношениями) обуславливают направление развития техники. От уровня разрешения этого основного противоречия зависит преодоление противоречий внутри каждого технического направления с соответствующими критериями оценки уровня его развития (мощность, скорость, точность и т. д.).

История развития технических наук связана с выявлением и разрешением общих и частных противоречий. Задача технических наук состоит в поиске способов и средств снятия этих противоречий, что в конечном итоге приводит к установлению новых технических закономерностей.

Кроме традиционно изучаемых философией общеметодологических направлений: онтология, гносеология, логика, этика, существует и развивается значительное количество специальных разделов философии, связанных, как правило, с самыми различными специальными знаниями. К их числу относятся и такие как, возникшие относительно недавно, философия науки и философия техники. Данные направления приобретают все большую актуальность в связи с постоянным возрастанием значения научно-технических достижений в социальной жизни. Воздействие науки и техники на реальную, повседневную жизнь далеко не однозначно. С одной стороны техника помогает успешно разрешить целый ряд социальных проблем, но одновременно возникают многочисленные отрицательные последствия использования этой же техники. Именно в силу неоднозначности существующих противоречий в системе «наука-техника-человек» возникает необходимость в философском осмыслении подобных процессов, имеющих глобальный характер и по сути дела определяющих как ближайшее, так и отдаленное будущее человечества.

Наука традиционно рассматривается как совокупность в основном теоретических знаний и как социальный институт, ориентированный на получение этих знаний. Технику принято определять как всю совокупность средств человеческой деятельности, а также собственно саму деятельность, направленную на создание искусственных объектов. И философия науки, и философия техники, как и вся философия в целом, направлены на рациональное объяснение реальности, используя аппарат логики для создания определенной теоретической картины происходящего. Однако, при этом широко

используется образное мышление — метафоры, сравнения, художественное изображение различных явлений, что находит особенно убедительное подтверждение в таком разделе философии как философия творчества.

Несмотря на то, что философия использует знания по истории науки и техники, социологии науки и техники, психологии и целого ряда других наук, сущность философии науки и философии техники направлена не на решение чисто практических вопросов — принесение пользы, но связана, прежде всего, с рассмотрением науки и техники с методологических, мировоззренческих и нравственных позиций. Поэтому, можно признать, что философия в значительной мере ориентирована на поиск и объяснение смысла жизни и соответствующих нравственных идеалов. Именно в этом и заключается социальная роль философии. Исходя из сказанного, можно сформулировать основные функции философии науки и философии техники. Во-первых, это методологическая функция, базирующаяся на знаниях самой науки и техники. Во-вторых, это гуманистическая функция, связанная с формированием мировоззрения тех специалистов, которые заняты научной и инженерной деятельностью, прежде всего в высших учебных заведениях.

История науки и история техники за время своего существования претерпели серьезные изменения не только в уровне собственных достижений, примером чему служат научные и технические революции, но и в отношениях друг с другом. Если еще в XIX веке наука определялась почти исключительно как инструмент познания, то с середины XX века наука почти повсеместно становится «на службу» технике, с ориентацией на основную цель техники — практическая польза. Иными словами, сохраняя свое основное отличие от иных видов деятельности, а именно — «производство знаний», научная деятельность становится с помощью техники инструментом подчинения окружающего мира человеку. Именно в этот период наука и техника превращаются в единый комплекс человеческой деятельности, в котором порой трудно различить чисто научные или чисто технические достижения. В реальной действительности путь, который проделывает в современных условиях инновационный процесс от потребности к научному открытию, от научного открытия к новой технологии, от новой технологии к миру устройств, реализующих первичную потребность, не только сократился во времени, но в известном смысле подобен поточному производству с соответствующей организацией деятельности теперь уже в единой системе «наука-техника».

Какое место занимает сама философия в существующей системе наук? На этот вопрос существует несколько ответов, большинство которых сводятся к следующим вариантам:

1. Представители философии позитивизма считали, что философия должна стремиться к выполнению функций строгой науки, базирующейся на тех же принципах, что математика или физика.

2. Представители неопозитивизма считали, что главная функция философии — методологическая, объясняющая смысл научной деятельности.

3. В наиболее часто встречающейся современной позиции философия отличается от чистой науки. При этом отмечается, что использование эксперимента и математического аппарата, совершенно не обязательно для философии; однако философия приносит собственные знания в понимание окружающей нас действительности на основе нравственного и мировоззренческого анализа.

Философия науки и техники по необходимости связана как с онтологией (анализ сущности бытия), так и с гносеологией (анализ процесса познания), так как ей приходится заниматься одной из главных проблем человечества — влияние научно-технического прогресса и на развитие социума и на развитие собственно человека.

Одно из направлений философии науки и техники связано с анализом противоречия, обострение которого мы наблюдаем в настоящее время. Первые явные признаки этого противоречия возникли с внедрением поточного производства. Положительными факторами этого процесса были — существенное повышение производительности труда с одновременным резким снижением себестоимости. Отрицательным фактором явилось буквальное подчинение человека машине, в результате которого он стал превращаться из субъекта в объект деятельности, причем главными функциями человека стали функции механические, подчиненные жесткому алгоритму конвейера. Так с помощью научно-технического прогресса началась дегуманизация трудовой деятельности, постепенно перешедшая в дегуманизацию всей жизни.

Список литературы:

1. Социологический энциклопедический словарь. М.: НОРМА, 2000. — 488 с.
2. Шаповалов В.Ф. Философия науки и техники. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. — 320 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

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

Сборник статей по материалам
XXXIV международной научно-практической конференции

№ 5 (30)
Май 2014 г.

Подписано в печать 08.06.14. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 10,875. 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