

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2015



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№10 (41) 2015
Часть 2
Ноябрь**

Подписано в печать 16.11.2015.
Тираж 900 экз.
Заказ 26107
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам XLIV заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПН № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свиистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. нау, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУДНОСТИ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ СОЗДАНИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР	6
ФОРМАЛЬНЫЙ МЕТОД ПРОВЕРКИ СВЯЗНОСТИ КОНТЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ	10
ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ.....	13
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ.....	18
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ	22
ЭНЕРГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ - РЕАЛЬНЫЙ ПУТЬ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ	26
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА РАЗМЕР АУСТЕНИТНОГО ЗЕРНА ЛИТОЙ СТАЛИ 110Г13Л	28
АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СОЗДАНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ СТРУКТУР И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ.....	31
ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ВОЛЬТМЕТРА РЕГИСТРИРУЮЩЕГО «ПРИМА-40», «ПРИМА-2000» (ЭЛЕКТРОННЫЙ САМОПИСЕЦ)....	38
ИСПЫТАНИЯ НА ДЛИТЕЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ СВАРНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ	41
ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ТАМОЖНИ СТРАН АСЕАН	43
APPLICATION OF SURFACTANT – PLYMER FLOODING ON OIL RECOVERY PROCESSES.....	48
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ КИСЛОРОДОМ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРУТКОВ ИЗ ТИТАНА И СПЛАВА Ti-6Al-4V	49
ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ДЕСЕРТОВ.....	52
ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЫНИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОКОВ.....	55
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКСПРЕСС-ЭКСПЕРТИЗЫ.....	58
УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН РЕЛЕЯ.....	65
ТАЙМЕРНЫЕ СИГНАЛЫ КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ ФОРМИРОВАНИЯ УКРУПНЕННЫХ СИГНАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	69
УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ РЕШЕТНОГО ОЧИСТИТЕЛЯ МВР-8 (РП-50)	73
О ПОДХОДАХ К СОЗДАНИЮ КАРТ НАУКИ	76
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ РАЗВИТИЯ УЧАЩЕГОСЯ	78
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОУСОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ.....	81
ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ УПРУГОГО ПОДВЕСА ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ.....	83
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ.....	86
ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОТЛОВ ВАКУУМНЫХ НА ПРИМЕРЕ КОТЛА ТИПА КВМ-4,6А	90
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА	94
О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СВЧ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА.....	97
АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИИ	99
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕТЕЙ SDN.....	103
МЕТОД ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ КАЛИБРОВКИ И КОРРЕКЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗАТОРА ЦЕПЕЙ	107
КОНТРОЛЬ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	110

STATISTICAL METHODS POSSIBILITY OF INCREASING THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF THE MULTI-STAGE FRACTURING IN THE DEVELOPMENT OF HORIZON AC-12-3 “PRIOBSKOE” FIELD.....	115
УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ В СОСТАВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА	119
СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДОБИЯ ТЕКСТОВ	121
РЫЧАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «ВТУЛКА-ВАЛ».....	124
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ СВОБОДНЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОГО КРЫЛА В ПОТОКЕ ГАЗА	127

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.200

Алексеев А.П.¹, Абрамов Г.В.², Булгакова И.Н.³

¹Аспирант, ²доктор технических наук, профессор, ³кандидат экономических наук,
Воронежский Государственный Университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУДНОСТИ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА ПРИ СОЗДАНИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР**

Аннотация

Получение синергетических эффектов от совместной деятельности – важное конкурентно преимущество. В статье проанализированы существующие подходы к оценке синергизма, они сильно ограничены и не могут быть использованы для интегральной оценки. Построена оптимизационная модель оценки синергетического эффекта на основе универсальных гибких параметров - трудностей достижения цели.

Ключевые слова: интеграция предприятий, синергетический эффект, трудность достижения цели.

Alekseev A.P.¹, Abramov G.V.², Bulgakova I.N.³

¹Postgraduate student, ²PhD in Engineering, professor, ³PhD in Economics, Voronezh State University

**USING OF THE DIFFICULTY OF ACHIEVING THE GOAL FOR EVALUATION OF SYNERGETIC EFFECT
IN THE CREATION OF INTEGRATED STRUCTURES**

Abstract

Receiving of synergic effects by cooperative activities is important competitive advantage. This article analyzes exist approaches to synergy valuation, they are limited and cannot be used for integral valuation. We suppose the optimization model for valuation of synergic effects based on flexible universal parameters - difficulties of achieving the goal.

Keywords: enterprises integration, synergic effect, difficult of achieving the goal.

Основная цель взаимодействия предприятий на основе интеграции экономических процессов – получение синергетических преимуществ от совместной деятельности. Ведь создание и функционирование интегрированных структур целесообразно только тогда, когда оно приносит положительный, стабильный эффект [1].

Создателем синергетического направления в науке является Герман Хакен [2]. Синергетика занимается изучением систем, состоящих из большого числа частей, компонентов или подсистем, сложным образом взаимодействующих между собой. При этом возможно появление синергетического эффекта. Синергетический эффект в экономике означает превышение совокупных результатов деятельности интегрированной экономической системы от суммы результатов деятельности предприятий до их объединения в интегрированную экономическую систему.

Различают два вида синергии: синергию, возникающую за счет субаддитивности, и синергию, возникающую за счет супераддитивности. Синергический эффект неосознаем и настолько неуловим, что предсказать или определить его отдельному человеку практически невозможно. Именно поэтому анализ и оценку величины синергического эффекта рекомендуется осуществлять многочисленным коллективом [3].

Среди показателей синергизма можно выделить [4]:

- ускорение темпов роста объемов производства и (или) продаж на фоне развертывания совместной деятельности;
- достижение экономии накладных расходов и транзакционных [5] издержек в рамках интегрированного предприятия;
- улучшение соотношения «цена – качество» по номенклатурным группам товаров, производимых совместно;
- наращивание доли продаж в разрезе продуктовых групп объединения;
- увеличение инвестиционного потока в программы совместной деятельности предприятий и т.д.

Критерии и показатели эффекта интеграции процессного типа в последние годы активно разрабатывались Ю.В. Якутиным [6], например, коэффициент собственных НИОКР, коэффициент внутренней кооперации, коэффициент внутреннего кредитования и т.д.

К сожалению, использование в системах корпоративного менеджмента качественно и количественно определенных показателей синергетического эффекта совместной деятельности бизнес-единиц на практике пока является экзотикой [7]. Применение традиционных способов детерминированного анализа для расчета эффекта синергии («неразложимого остатка») в случаях одновременного изменения значений факторов мультипликативных моделей сопряжено с некоторыми недочетами и неточностями [8]. В частности:

- использование интегрального метода предполагает равномерное распределение результата синергии («неразложимого остатка») между всеми факторами, повлиявшими на его формирование, независимо от уровня их изменения;
- логарифмический метод учитывает изменение фактора относительно его первоначального уровня (использование индексов), а не степень участия (его значение относительно изменения других факторов) в образовании «дополнительного» результата;
- Метод цепных подстановок и метод абсолютных разниц характеризуются наиболее существенными недостатками, поскольку основаны на определенной последовательности изменений факторов модели, в которой в первую очередь изменяются количественные, а затем качественные факторы, что, в свою очередь, влияет на степень их воздействия на конечный результат изменения. [8].

Помимо традиционных методов также были разработаны более углубленные методы расчета синергетического эффекта в узких областях, таких как торговый, инвестиционный и управленческий синергизм, которые, однако, неприменимы в других областях оценки синергии. Кроме отсутствия универсальности, эти методы также ограничены во взаимодействии друг с другом ввиду использования принципиально разных подходов.

Для расчета синергизма современных предприятий необходима универсальная и гибкая методика, не привязанная к конкретным показателям работы предприятия, а использующая вместо фактических данных оценки определенной структуры. Вариантом подхода к гибкому формализованному представлению процесса принятия решения описывает теория полезности, одним из воплощений которой является модель Р. Стоуна [9].

Будем понимать под термином «полезность» количественную оценку предпочтения одного набора параметров организации другому. Под параметрами организации нами понимаются показатели, характеризующие предприятие с точки зрения различных областей деятельности.

Рассмотрим набор из n параметров - вектор (x_1, x_2, \dots, x_n) , координата x_i которого показывает количественную оценку некоторой характеристики работы предприятия. Выбор организации характеризуется отношением предпочтения - на множестве наборов (x_1, x_2, \dots, x_n) определена функция полезности $U(x_1, x_2, \dots, x_n)$, значение которой при наборе (x_1, x_2, \dots, x_n) равно оценке полезности, которую предприятие дает этому набору. Ее можно называть степенью удовлетворения потребностей организации, если она достигает данного значения параметров.

Для модели Стоуна функция полезности имеет вид [10]:

$$U(X) = \prod_{i=1}^n (x_i - a_i)^{\alpha_i} \rightarrow \max \quad (1)$$

Если при этом существует бюджетное ограничение, то

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \leq I \quad (2)$$

Здесь a_i – минимально необходимый уровень i -го параметра, который должен быть достигнут в любом случае. Для того чтобы набор $\{a_i\}$ мог быть полностью приобретен, необходимо, чтобы доход I превышал стоимость набора. Цена p_i – оценка стоимости повышения i -го параметра на одну единицу, I – доход организации. Показатели степени $\alpha_i > 0$ характеризуют относительную ценность благ для предприятия.

Задача рационального поведения предприятия заключается в выборе такого набора, который максимизирует функцию полезности при заданном бюджетном ограничении. Очевидно, что оптимальный набор обращает бюджетное ограничение в равенство, тогда задачу выбора можно заменить задачей на условный экстремум, для решения которой применим метод Лагранжа [10].

Универсальность модели Стоуна позволяет использовать ее для сравнения полезностей наборов различных параметров [9].

Однако также необходим гибкий механизм приведения различных по своей природе параметров к единообразной оценке полезности. В качестве меры полезности, по нашему мнению, могут выступать оценки типа «трудности достижения цели» [11], которые являются, с одной стороны, мерой несоответствия фактического качества ресурсов системы и требований к этому качеству, с другой - обобщенной оценкой качества.

Понятие «трудность» исходит из соображений о том, что получить результат определенного качества тем труднее, чем ниже качество ресурсов, подаваемых на входе, и выше требования к качеству результат на выходе, при прочих равных условиях [12].

Пусть есть некая система, на входе которой подается набор ресурсов i , необходимых для достижения результата. Величиной μ_i обозначим оценку качества ресурса i , заданную в полуинтервале $0 < \mu_i \leq 1$. Так как не все значения качества ресурсов достижимы, имеет смысл ввести минимальное требование к качеству ресурса ε_i , так же заданное в полуинтервале $0 \leq \varepsilon_i < 1$. Невыполнение минимального требования к качеству автоматически ведет к невыполнению требований качества результата, поэтому $\varepsilon_i \leq \mu_i$.

Чтобы определить трудность $d_i(\mu_i, \varepsilon_i)$ как функцию оценки качества ресурса и требования к качеству, нужно обозначить свойства этой функции:

1. $d_i(\mu_i, \varepsilon_i) = 1$, при $\mu_i = \varepsilon_i$, т.е. трудность достигает максимального значения в том случае, когда качество ресурса находится на минимальном уровне и равно требованию к качеству.
2. $d_i(\mu_i, \varepsilon_i) = 0$, при $\mu_i = 1, \mu_i > \varepsilon_i$, т.е. трудность минимальна в том случае, когда качество ресурса достигает своего максимального значения, если требования к качеству ниже этого значения.
3. $d_i(\mu_i, \varepsilon_i) = 0$, при $\mu_i > 0, \varepsilon_i = 0$, т.е. трудность минимальна при любом качестве ресурса, если требований к качеству нет.

Этим трем свойствам отвечает функция [13]:

$$d_i = \frac{\varepsilon_i(1 - \mu_i)}{\mu_i(1 - \varepsilon_i)}, \text{ при этом} \quad (3)$$

Так как качество результата можно трактовать как иерархическую совокупность его отдельных свойств [14], то оценка качества результата, выражаемая через частные трудности d_i , должна быть интегральной и является функцией оценок отдельных свойств.

Если результат зависит от двух ресурсов или может быть охарактеризован двумя свойствами, оценки трудности которых имеют значения d_1 и d_2 , то интегральная оценка будет иметь вид $d = f(d_1, d_2)$.

Данная оценка должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Ассоциативность - $f(f(d_1, d_2), d_3) = f(d_1, f(d_2, d_3))$.

2. Коммутативность - $f(d_1, d_2) = f(d_2, d_1)$.

3. Ограниченность - $0 \leq f \leq 1, f(0, 0) = 0, f(1, 1) = 1$.

4. Нейтральность нулевого значения компонент - $f(d_1, 0) = d_1$.

Как показано в [13] всем перечисленным условиям удовлетворяет функция:

$$d = d_1 + d_2 - d_1 d_2 = 1 - (1 - d_1)(1 - d_2) \quad (4)$$

Эту операцию обозначим как обобщенное сложение трудностей [14]:

$$d_1 \oplus d_2 = 1 - (1 - d_1)(1 - d_2)$$

Тогда операция обобщенного умножения на некоторое число $\lambda > 0$, согласованная с операцией обобщенного сложения, может быть задана в форме:

$$\lambda \otimes d = 1 - (1 - d)^\lambda \quad (5)$$

Операция обобщенного возведения в степень будет иметь вид:

$$d^{\hat{\lambda}} = 1 - e^{-\left[\ln \frac{1}{1-d}\right] \lambda} \quad (6)$$

Знак $\hat{\lambda}$ соответствует операции обобщенного возведения в степень λ .

Формула (3) легко может быть обобщена на случай n компонент:

$$d = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_i) \quad (7)$$

Полученные оценки являются оценками того же типа, что и d , т.е. оценками трудности достижения цели [8], которые могут использоваться как гибкие и универсальные параметры для различных моделей, в том числе модели Стоуна.

Вспользуемся оценками трудности достижения нужных уровней параметров как мерой их полезности в формуле (1). Представим общую полезность набора параметров/ресурсов как интегральную оценку трудности достижения этого набора с учетом относительных ценностей:

$$U(D) = \sum_i^n (d_i)^{\alpha_i} \rightarrow \min \quad (8)$$

где $D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ - вектор оценок трудностей достижения цели.

Функция (8) является аддитивной относительно параметров трудности, каждый из которых взвешивается коэффициентом α_i , характер которого указывает на относительную ценность параметра для предприятия. Операция суммирования в (8) представляет собой операцию обобщенного сложения трудностей по аналогии с (7), α_i - коэффициент в операции обобщенного возведения в степень по аналогии с (6).

Объединим операции обобщенного сложения и возведения в степень. На примере двух параметров, используя (4), данное объединение будет иметь вид:

$$d_1^{\alpha_1} \oplus d_2^{\alpha_2} = d_1^{\alpha_1} + d_2^{\alpha_2} - d_1^{\alpha_1} d_2^{\alpha_2} = 1 - (1 - d_1^{\alpha_1})(1 - d_2^{\alpha_2}) \quad (9)$$

Упростим операцию возведения трудности в степень, используя (6):

$$d^\alpha = 1 - e^{-\left[\ln \frac{1}{(1-d)}\right] \alpha} = 1 - e^{-\left[\ln \frac{1}{(1-d)}\right]^\alpha} = 1 - \left(\frac{1}{(1-d)}\right)^{-\alpha} = 1 - (1-d)^\alpha \quad (10)$$

Тогда формула (8) с учетом этих преобразований принимает вид:

$$U(D) = \sum_i^n (d_i)^{\alpha_i} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_i^{\alpha_i}) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_i)^{\alpha_i} \rightarrow \min \quad (11)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq 1$$

Рассмотрим пример системы из двух параметров, которые обладают оценками качества μ_1 и μ_2 , и требованиями к качеству ε_1 и ε_2 соответственно.

На данном этапе положим относительные ценности параметров максимальными, т.е. $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$.

Пусть параметры обладают следующими характеристиками:

$$\mu_1 = 0,77$$

$$\varepsilon_2 = 0,25$$

$$\mu_2 = 0,75$$

$$\varepsilon_2 = 0,6$$

Рассчитаем трудности по формуле (3):

$$d_1 = \frac{\varepsilon_1(1 - \mu_1)}{\mu_1(1 - \varepsilon_1)} = 0,09957 = 0,1$$

$$d_2 = 0,5$$

Отметим, что, несмотря на почти одинаковую оценку качества, трудность достижения цели для этих двух параметров разительно отличается ввиду разных требований к качеству.

Вычислим интегральную оценку трудности по формулам (4) и (7):

$$U(D) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_i) = d_1 + d_2 - d_1 d_2 = 1 - (1 - d_1)(1 - d_2) = 1 - 0,9^1 \times 0,5^1 = 0,55$$

Несмотря на очень низкую трудность для первого параметра, интегральная оценка получилась относительно высокой, т.к. относительная ценность обоих параметров одинакова.

Сравним результат с трудностью достижения этих же параметров при условии высокой ценности первого и низкой ценности второго.

Пусть $\alpha_1 = 0,9$, $\alpha_2 = 0,1$.

Воспользуемся формулой (11):

$$U(D) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_i)^{\alpha_i} = 1 - (1 - 0,1)^{0,9} (1 - 0,5)^{0,1} = 1 - 0,91 \times 0,93 = 0,15$$

Отметим, что высокая ценность параметра с низкой трудностью почти никак не повлияла на итоговую оценку, в то время как снижение ценности параметра с высокой трудностью серьезно ее сократило.

Теперь положим $\alpha_1 = 0,1$, $\alpha_2 = 0,9$, тогда:

$$U(D) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_i)^{\alpha_i} = 1 - (1 - 0,1)^{0,1} (1 - 0,5)^{0,9} = 1 - 0,99 \times 0,54 = 0,47$$

Можно сделать вывод, что ценность параметра с низкой трудностью не критична для итоговой интегральной оценки, для снижения общей трудности гораздо существеннее ценность параметров с высокими трудностями.

Полученные таким методом оценки полезности показателей не зависят от количественных и качественных характеристик этих показателей и могут использоваться как гибкие и универсальные параметры, как для схематичных моделей, так и для вполне конкретных характеристик функционирования предприятий.

Литература

1. Сибирская Е.В. Комплексный подход к инновационному развитию Орловского региона / Е.В. Сибирская, Д.Г. Булгаков // Инновационный вестник Регион. – 2007. – № 1 (7). – С. 8–14.
2. Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. Минск: Вышэйшая школа, 1986. 458 с.
3. Жемчужников С.И. Направления совершенствования взаимодействия предприятий на основе интеграции экономических процессов // Инновационные Технологии Управления. ИнВестРегион. 2011. № 1. – С. 20-26.
4. Козенкова Т.А. О построении системы показателей синергетического эффекта финансово-экономической интеграции. Изд. дом «Экономическая газета», Бухгалтерский учет и анализ, 2011. – С.61-68.
5. Coase R.H. The nature of the firm // Economica. 1937. V. 4. P. 15.
6. Якутин Ю.В. Модели корпоративной интеграции: проектирование, развитие, эффективность. М.: Изд. дом «Экономическая газета», 2006. – С. 238.
7. Масютин С.А. Корпоративное управление: опыт и проблемы М.: Финстатинформ, 2003. 280 с.
8. Алексеев А.П. Совершенствование методики оценки синергетического эффекта процесса интеграции предприятий // Евразийский союз ученых. 2014. №9. – С. 14-17.
9. Алексеев А.П. Использование модели Р. Стоуна для оценки синергетического эффекта процесса интеграции предприятий // Наука и образование в жизни современного общества. 2014. №11. С. 10-11.
10. Бабушкин Ю.В., Новикова А.Г. Разработка программно-алгоритмического обеспечения рабочего места математика-экономиста. Молодежь и современные информационные технологии. Труды конференции. Томск, изд. ТПУ, 2004 г.
11. Руссман И.Б., Леденева Т.М. Некоторые способы построения интегральных оценок для агрегирования ресурсов // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах: Межвузовский сборник научных трудов. 1991. – С.122–124.
12. Булгакова И.Н., Саликов Ю.А. Совершенствование модели развития социально-экономических систем // Современная экономика: проблемы и решения – Воронеж, 2010 - №2(2) – С. 146-154.
13. Руссман И.Б. Интегральные оценки качества в организационных системах // Сборник "Структурная адаптация сложных систем управления", Изд. ВПИ, Воронеж, 1977, с. 90-92.
14. Бермант М.А., Руссман И.Б. О проблеме оценки качества // Экономика и математические методы. 1978. №4.

References

1. Sibirskaja E.V. Kompleksnyj podhod k innovacionnomu razvitiyu Orlovskogo regiona / E.V. Sibirskaja, D.G. Bulgakov // Innovacionnyj vestnik Region. – 2007. – № 1 (7). – S. 8–14.
2. Klimontovich N.Ju. Bez formul o sinergetike. Minsk: Vyshhejschaja shkola, 1986. 458 s.
3. Zhemchuzhnikov S.I. Napravlenija sovershenstvovaniya vzaimodejstvija predpriyatij na osnove integracii jekonomicheskikh processov // Innovacionnye Tehnologii Upravlenija. InVestRegion. 2011. № 1. – S. 20-26.
4. Kozenkova T.A. O postroenii sistemy pokazatelej sinergeticheskogo jeffekta finansovo-jekonomicheskoy integracii. Izd. dom «Jekonomicheskaja gazeta», Buhgalterskij uchet i analiz, 2011. – S.61-68.

5. Coase R.H. The nature of the firm // *Economica*. 1937. V. 4. P. 15.
6. Jakutin Ju.V. Modeli korporativnoj integracii: proektirovanie, razvitie, jeffektivnost'. M.: Izd. dom «Jekonomicheskaja gazeta», 2006. - S. 238.
7. Masjutin S.A. Korporativnoe upravlenie: opyt i problemy M.: Finstatinform, 2003. 280 s.
8. Alekseev A.P. Sovershenstvovanie metodiki ocenki sinergeticheskogo jeffekta processa integracii predpriyatij // *Evrazijskij sojuz uchenyh*. 2014. №9. – S. 14-17.
9. Alekseev A.P. Ispolzovanie modeli R. Stouna dlja ocenki sinergeticheskogo jeffekta processa integracii predpriyatij // *Nauka i obrazovanie v zhizni sovremennogo obshhestva*. 2014. №11. S. 10-11.
10. Babushkin Ju.V., Novikova A.G. Razrabotka programmno-algoritmicheskogo obespechenija rabocheho mesta matematika-jekonomista. Molodezh' i sovremennye informacionnye tehnologii. Trudy konferencii. Tomsk, izd. TPU, 2004 g.
11. Russman I.B., Ledeneva T.M. Nekotorye sposoby postroenija integral'nyh ocenok dlja agregirovanija resursov // *Optimizacija i modelirovanie v avtomatizirovannyh sistemah: Mezhevuzovskij sbornik nauchnyh trudov*. 1991. - S.122–124.
12. Bulgakova I.N., Salikov Ju.A. Sovershenstvovanie modeli razvitiya social'no-jekonomicheskikh sistem // *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija – Voronezh*, 2010 - №2(2) – S. 146-154.
13. Russman I.B. Integral'nye ocenki kachestva v organizacionnyh sistemah // *Sbornik "Strukturnaja adaptacija slozhnyh sistem upravlenija"*, Izd. VPI, Voronezh, 1977, s. 90-92.
14. Bermant M.A., Russman I.B. O probleme ocenki kachestva // *Jekonomika i matematicheskie metody*. 1978. №4.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.162

Ал Зирки М.М.

Ассистент кафедры Вычислительные Системы и Информационной Безопасности,
Донской Государственный Технический Университет

ФОРМАЛЬНЫЙ МЕТОД ПРОВЕРКИ СВЯЗНОСТИ КОНТЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ

Аннотация

В статье рассмотрен формальный метод проверки логической связности учебных материалов учебно-методического комплекса модуля (дисциплины) образовательной программы направления высшего образования.

Ключевые слова: образовательная программа, модуль, дисциплина, логическая связность, образовательный контент.

Al Zirki M.M.

Assistant of department Computing Systems and Information Security, Don State Technical University

FORMAL METHOD OF COHERENCE CHECK CONTENT OF EDUCATION MODULE

Abstract

The article describes the formal method of checking logical coherence educational materials of educational- methodical complex (discipline) educational program directions of higher education.

Keywords: educational program, module, discipline, logical coherence, educational content.

Введение. Современные многоуровневые образовательные системы существенно опираются на информационные системы поддержки многоуровневого структурированного контента. Примерами такого контента в системе российского высшего образования (ВО) являются учебно-методические комплексы (УМК), на создание и поддержку в актуальном состоянии которых затрачиваются значительные усилия профессорско-преподавательского состава вузов. Каждый такой комплекс может содержать: рабочую программу модуля (дисциплины), Учебно-Методические Материалы (УММ), Контрольно-Измерительные Материалы (КИМы), различные нормативные материалы, методические и организационные рекомендации по технологии изучения модуля (дисциплины) и т.д. Каждая из групп материалов, образующих УМК, может содержать материалы, дифференцированные по формам обучения и уровням освоения учащимися модуля (дисциплины). Целью образования, согласно современной образовательной парадигме, является освоения обучающимися на достаточном уровне компетенций, заданных в компетентностной модели выпускника. Обучение реализуется с помощью современных образовательных технологий и связано, в том числе, с освоением обучающимися некоторого образовательного контента. В настоящее время все чаще под контентом подразумевают некоторый электронный образовательный контент. Структура и состав образовательного контента формируется в соответствии с Образовательной Программой (ОП) направления. Основными документами в ОП, определяющими контент, являются Учебный План (УП) направления и Учебно-Методические Комплексы (УМК). Рациональное проектирования как УП, так и УМК относится к сложному классу, так называемых, слабо структурированных задач. Процесс проектирования УП и УМК обычно содержит этап построения рациональной последовательности изучения элементов этих объектов. Для УМК эта задача сводится к решению проблемы выбора последовательности изучения элементов образовательного контента модуля (дисциплины). При этом важным является доказательство существования хотя бы одной логически связной последовательности изложения учебного материала. Модуль, образовательный контент которого обладает такой последовательностью, будем называть связным модулем. Следует отметить, что в известных научных исследованиях для решение проблемы связности, существующей и при проектировании УП, рекомендуется использовать неформальный механизм экспертных оценок. Решение же задачи о доказательстве связности модуля в настоящее время не рассматривалось. Отсутствие формального метода решения этой задачи тормозит исследование и развитие автоматизированных систем управления образовательным контентом.

Целью настоящей статьи является разработка формального метода решения задачи о связности модуля (дисциплины).

Аналитическая модель. В статье использован подход формализации ОП, изложенный в [1]. С точки зрения этого подхода целью изучения модуля ОП является освоение на заданном уровне логически связанных понятий и формирование определенных компетенций. Идентификаторы таких понятий будем называть терминами. Изучаемые в модуле термины назовем выходными. Для их освоения студент должен владеть другими терминами, которые будем называть входными. Множества входных и выходных терминов задают на множестве модулей ОП отношение следования. Для реализации данного подхода на уровне модуля представим каждый модуль ОП как совокупность более простых дидактических единиц, каждая из которых так же обладает свойствами модульности. Для обозначения модулей, образующих ОП, введем понятие дисциплинарный модуль (*d*-модуль). Для обозначения модулей, образующих *d*-модуль, будем использовать термин «*π*-модуль» или подмодуль. При освоении каждого *π*-модуля так же осуществляется преобразование входных терминов этого *π*-модуля в выходные. Таким образом, на множестве *π*-модулей, образующих данный *d*-модуль, существует отношение следования. В этом случае при проектировании *d*-модуля можно применить ту же модель, технологию и инструментальные средства, что и при проектировании ОП. Использование единого словаря терминов для всех используемых в вузе ОП позволит связать между собой не только модули отдельной ОП, но модули различных образовательных программ.

Для ОП введем следующие обозначения:

P – образовательная программа (ОП);

$$S=\{s_1, s_2, \dots\}; \quad (1)$$

– множество обучающихся по программе **P**;

$$C=\{c_1, c_2, \dots, c_i, \dots, c_m\}; \quad (2)$$

– множество компетенций, осваиваемых студентами **S** по программе **P**;

$$T=\{t_1, t_2, \dots, t_k\}; \quad (3)$$

– множество терминов, программы **P**;

$$TC=\{T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_m\}; \quad (4)$$

– множество *m* подмножеств множества **T**;

$$E_c \subset C \times TC; \quad (5)$$

– бинарное отношение достаточности, для которого пара

$$(c_i, T_i) \in E_c, \quad (6)$$

если множество терминов **T_i**, достаточно для описания компетенции *c_i*;

Согласно рассмотренной в [1] модели ОП УМК является *d*-модулем, который представляет собой множество $\Pi=\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$ *π*-модулей. С точки зрения организации образовательного процесса модуль *π_i* – это часть УМК. В качестве примера такого модуля можно рассматривать раздел изучаемой дисциплины. В общем случае, каждый *π*-модуль может состоять из других, дочерних *π*-модулей. Модули, имеющие дочерние модули, будем называть сложными, а не имеющих дочерних – простыми. В данной статье, не уменьшая общности можно считать, что все модули из множества $\Pi=\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$ являются простыми.

Для каждого модуля $\pi_i \in \Pi$ зададим два множества терминов $I_i \subset T$ и $O_i \subset T$. **O_i** – множество выходных терминов (понятий), которые изучаются в модуле *π_i*. **I_i** – множество входных терминов, которые необходимы обучающемуся для освоения в модуле *π_i* терминов **O_i**.

T – множество всех терминов программы **P**.

Допустим, что в любом модуле всегда изучается хотя бы одно понятие. Следовательно:

$$O_i \neq \emptyset, \forall i \mid i=1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

Обозначим через:

$$I=(\cup I_i, \text{ где } i=1, 2, \dots, n), \quad (8)$$

– множество всех входных терминов рассматриваемого *d*-модуля.

$$O=(\cup O_i, \text{ где } i=1, 2, \dots, n), \quad (9)$$

– множество всех выходных терминов рассматриваемого *d*-модуля.

$$Td=I \cup O, \quad (10)$$

– множество всех терминов рассматриваемого *d*-модуля.

Очевидно, что мощность множества $|Td|=k \geq n$, тогда:

$$Td=\{t_1, t_2, \dots, t_k\}, \text{ где } t_j \in T, j=1, 2, \dots, k. \quad (11)$$

Определим множество **I_d** входных терминов *d*-модуля как разность между объединениями входных и выходных терминов всех *π*-модулей из множества $\Pi=\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$:

$$I_d=(I \setminus O). \quad (12)$$

Очевидно, что **I_d** – это множество всех терминов, которые не изучаются в *d*-модуле, но используются в нем. При этом, множество входных терминов **I_d** может быть пустым.

При изучении выходных терминов *π*-модуля может потребоваться знание других терминов. При этом можно говорить о некоторой «зависимости» выходных терминов модуля от входных и формальной аналогии этой зависимости с понятием «функциональная зависимость» между атрибутами отношения в теории реляционных баз данных [2]. Эти зависимости используются при построении модели предметной области и являются результатом представления разработчика модели о семантике этой области.

Определение 1. Пусть дан модуль $\pi_i \in \Pi$, где Π – множество *π*-модулей, образующих *d*-модуль. **I_i** и **O_i** – множества входных и выходных терминов модуля *π_i* соответственно. В этом случае будем говорить, что множество выходных терминов (**O_i**) дидактически зависит от множества входных терминов (**I_i**) и обозначать эту зависимость следующим образом:

$$\pi_i: I_i \Rightarrow O_i \quad (13)$$

Если существует дидактическая зависимость $\pi_i: \Pi_i \Rightarrow O_i$, то будем говорить, что множество Π_i дидактически определяет множество O_i .

Важным свойством d-модуля является свойство связности.

Определение 2. Будем говорить, что d-модуль обладает свойством связности, если для его модулей из множества $\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$ существует такая упорядоченная последовательность изучения модулей множества Π :

$$\Psi_i = (\pi_{i1}, \pi_{i2}, \dots, \pi_{in}), (14)$$

для которой выполняются следующие условия:

$$(\forall \pi_{ij} \mid \pi_{ij} \in \Psi_i) \rightarrow ((\exists \pi_k \mid \pi_k \in \Pi) \wedge (\pi_{ij} = \pi_k)) \quad (15)$$

$$(\forall \pi_k \mid \pi_k \in \Pi) \rightarrow ((\exists \pi_{ij} \mid \pi_{ij} \in \Psi_i) \wedge (\pi_k = \pi_{ij})) \quad (16)$$

$$((\forall \varphi \mid j=1, 2, \dots, n) \wedge (\forall k \mid k=1, 2, \dots, n) \wedge (j \neq k)) \rightarrow (\pi_{ij} \neq \pi_{ik}), \quad (17)$$

$$(\cup \{ \pi_{ij} \}, j=1, 2, \dots, n) = \Pi, \quad (18)$$

$$(\pi_{ij} \in \Psi_i) \rightarrow (\Pi_j \subset (\text{Id} \cup (\cup O_{ik}, k=1, 2, \dots, j-1)), \mid j=1, 2, \dots, n). \quad (19)$$

Иначе: d-модуль обладает свойством связности, если из всех его модулей можно составить такую последовательность Ψ_i , для любого модуля которой все входные теги изучались в предшествующих модулях, либо принадлежат множеству Id входных тегов d-модуля.

Определение 3. Последовательность (14), удовлетворяющая свойствам (15), (16), (17), (18), (19), будем называть допустимой последовательностью изучения d-модуля.

Определение 4. Множество всех тегов, которые могут быть изучены обучающимся в d-модуле, при условии, что ранее он освоил все входные теги этого модуля, будем называть замыканием входных тегов d-модуля и обозначать Id^+ .

Будем считать, что:

$$\text{Id} \subset \text{Id}^+ \quad (20)$$

Алгоритм построения замыкания входных тегов.

Дано:

$\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$ - множество простых π -модулей, образующих d-модуль.

Id - множество входных тегов d-модуля (30).

Π_i и O_i - множества входных и выходных тегов модуля $\pi_i \in \Pi$ соответственно.

Построить:

Id^+ - замыкание множества Id .

Рассмотрим итерационный по множеству Π алгоритм построения замыкания множества входных тегов d-модуля. Конечность множества Π обеспечивает свойство конечности этого алгоритма. За начальное значение Id^+ примем Id .

1. $\text{Id}^+ := \text{Id}$;
2. ЧИСЛО_МОДУЛЕЙ:=n;
3. СОЗДАТЬ ПУСТУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ Ψ ;
4. ЦИКЛ_ПОКА ИСТИНА;
5. i:=0;
6. ФЛАГ_ОКОНЧАНИЯ:=ИСТИНА;
7. ЦИКЛ_ПОКА i<ЧИСЛО_МОДУЛЕЙ;
8. i:=i+1;
9. ЕСЛИ $(\Pi_i \subseteq \text{Id}^+) \wedge (O_i \not\subseteq \text{Id}^+)$ ТО
10. $\text{Id}^+ := \text{Id}^+ \cup O_i$;
11. ДОБАВИТЬ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ Ψ МОДУЛЬ π_i ;
12. ФЛАГ_ОКОНЧАНИЯ:=ЛОЖЬ;
13. ВСЕ ЕСЛИ;
14. ВСЕ ЦИКЛ;
15. ЕСЛИ ФЛАГ_ОКОНЧАНИЯ ТО
16. ПРЕРВАТЬ_ЦИКЛ;
17. ВСЕ ЕСЛИ;
18. ВСЕ ЦИКЛ;

Представленный алгоритм работает таким образом, что при выполнении пункта 11 добавляемый в последовательность Ψ модуль π_i и все ему предшествующие, могут быть изучены, при условии освоения обучающимся входных тегов из множества Id до изучения d-модуля.

Алгоритм проверки d-модуля на связность.

Дано:

$\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$ - простые π -модули, образующие d-модуль.

Td - множество всех тегов d-модуля (27).

Id - множество входных тегов d-модуля (30).

Π_i и O_i - множества входных и выходных тегов модуля $\pi_i \in \Pi$ соответственно.

Проверить:

Свойство связности d-модуля.

Алгоритм проверки d-модуля на связность использует алгоритм построения замыкания множества входных тегов d-модуля;

1. ПОСТРОИТЬ МНОЖЕСТВО Id^+ ;
2. ЕСЛИ $\text{Td} = \text{Id}^+$ ТО

3. СВЯЗНОСТЬ_МОДУЛЯ:=ИСТИНА;
4. Ψ -ДОПУСТИМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОДУЛЕЙ $\pi_i \in \Pi$;
5. ИНАЧЕ
6. СВЯЗНОСТЬ_МОДУЛЯ:=ЛОЖЬ;
7. ВСЕ_ЕСЛИ;

При выполнении пункта 1 алгоритма проверки связности d-модуля строится множество Id^+ – замыкание множества входных термов этого модуля. При построении Id^+ делается попытка построения Ψ – допустимой последовательности изучения всех π -модулей рассматриваемого d-модуля. В пункте 2 алгоритма проверяется условие, что множество всех термов d-модуля совпадает с замыканием его входных термов. Выполнение условия $Td=Id^+$ означает, что все термы, изучение которых предполагалось в d-модуле, могут быть изучены. Выполнение условия (7) предполагает, что в каждом модуле из множества $\Pi=\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$, изучается хотя бы один терм. Следовательно, при выполнении условия $Td=Id^+$ последовательность Ψ содержит все модули множества из Π и является допустимой, а d-модуль обладает свойством связности.

Выводы. Предложенные в статье метод и алгоритмы позволяют формально проверять связность учебных материалов и могут быть использованы в автоматизированных системах управления образовательным контентом.

Литература

1. Ал Зирки М.М., Гранков М.В. формализация критериев успешного освоения студентами образовательной программы // технические науки. вестник донского государственного технического университета. -2012 г. №3 (64).
2. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. – 1328 с.: ил. – Парал. тит. англ.

References

1. Al Zirki M.M., Grankov M.V. formalizacija kriteriev uspehnogo osvoenija studentami obrazovatel'noj programmy // tehnicheckie nauki. vestnik donsogo gosudarstvennogo tehnicheckogo universiteta.-2012 g. №3 (64).
2. Dejt, K. Dzh. Vvedenie v sistemy baz dannyh, 8-e izdanie.: Per. s angl. – M.: Izdatel'skij dom "Vil'jame", 2005. – 1328 s.: il. – Paral. tit. angl.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.122

Бубенчиков А.А.¹, Дайчман Р.А.², Артамонова Е.Ю.², Бубенчикова Т.В.², Гафаров А.А.³, Гаибов И.А.³

¹Кандидат технических наук, ²ассистент кафедры ЭСПП, ³студент,

Омский государственный технический университет

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация

В статье предложен алгоритм расчета системы альтернативного электроснабжения, позволяющий выбрать параметры необходимого оборудования, оценить затрат и определить срок окупаемости, а также оценить рентабельность установки.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, автономное питание, инвертор, геометрические параметры ротора, емкость аккумуляторных батарей, себестоимость, рентабельность.

Bubenchikov A.A.¹, Daychman R.A.², Artamonova E.Y.², Bubenchikova T.V.², Gafarov A.A.³, Gaibov I.A.³

¹PhD in Engineering, ²assistant of ESPP Department of Omsk State Technical University,

³student of Omsk State Technical University

THE PROGRAM FOR CALCULATION OF SYSTEM OF AUTONOMOUS POWER SUPPLY ON THE BASIS OF WIND POWER INSTALLATION

Abstract

The algorithm of calculation of parameters of system of alternative power supply, expenses and payback period and profitability of the installed equipment is presented in article.

Keywords: wind power installation, self-contained supply, Darrieus rotor, aerodynamic parameters, battery capacity, cost value, profitability.

Вопросы энергоэффективности и энергобезопасности становятся всё более актуальными в связи с прогнозируемым истощением ископаемых источников энергии, а также растущими вопросами экологии. Всё больше внимания уделяется возобновляемым источникам энергии, развитие которых выделяются правительством Российской Федерации как приоритетные в соответствии с [1,2].

Примерный энергопотенциал различных источников энергии показан на рис. 1.

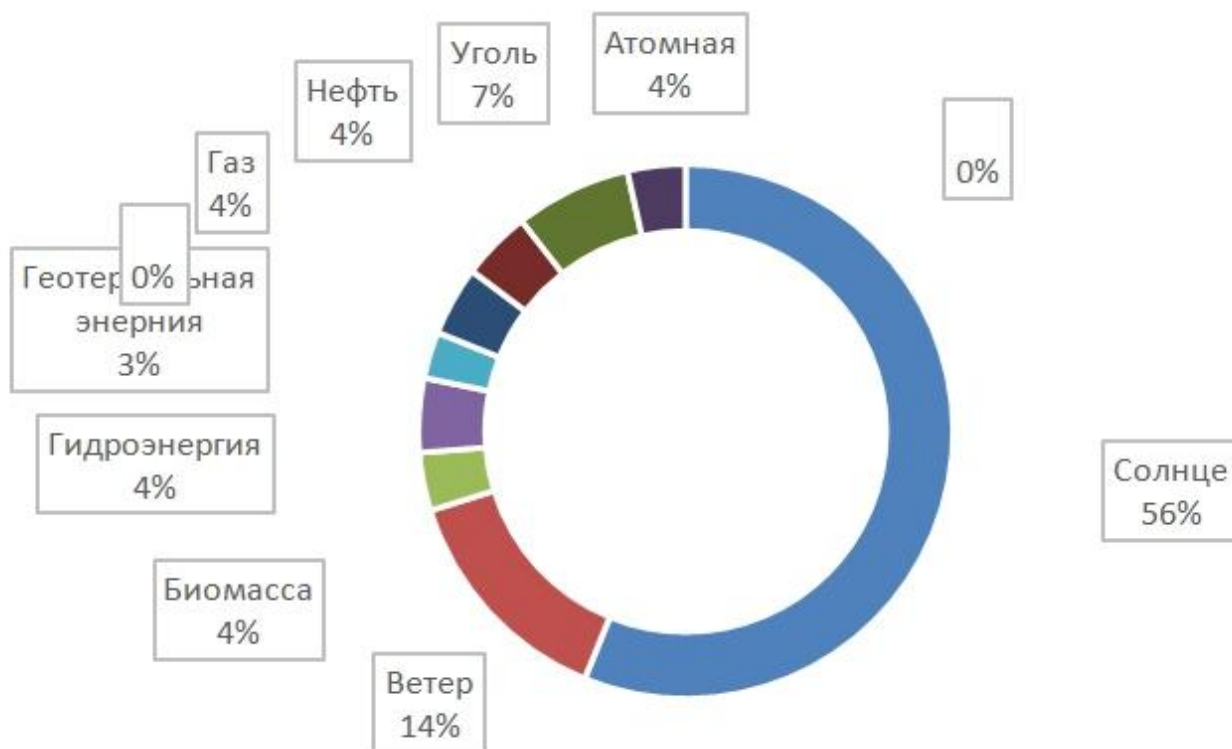


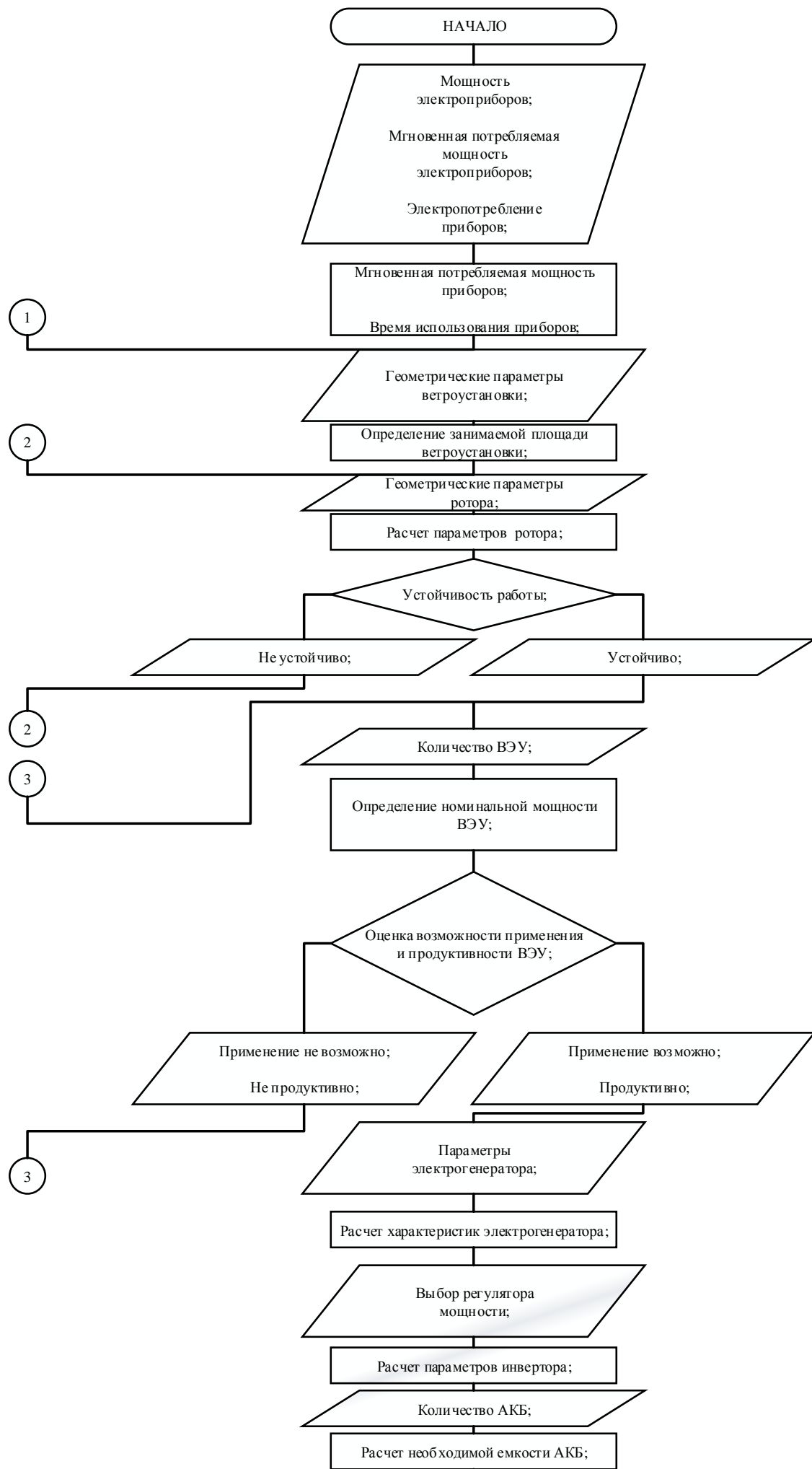
Рис. 1 – Примерный энергопотенциал различных источников энергии

Общая кинетическая энергия ветров оценивается величиной порядка $0,7 \cdot 10^{21}$ Дж. На применение кинетической энергии ветра для выработки электричества и нацелены современные ветроэнергетические установки [4-6].

Система альтернативного электроснабжения состоит из многих элементов среди которых основными являются: ветроустановка, контроллер заряда аккумуляторов, аккумуляторная батарея и инвертор. Все эти элементы являются дорогостоящими, а также обладают множеством различных характеристик, что затрудняет оптимальный подбор электрооборудования под конкретного потребителя в конкретном месте, а также оценить сроки окупаемости при применении данной системы электроснабжения.

Существуют различные способы расчета таких систем: книги и практические рекомендации с трудоемкими для вычисления формулами, некоторые компании установщики альтернативных систем электроснабжения предлагают оплатить работу эксперта, который даст свое заключение по необходимому оборудованию, так же на сайтах продавцов различного электрооборудования предлагается рассчитать свою систему разумеется из оборудования, предлагаемого сайтом-продавцом по его же цене, что соответственно не будет удовлетворять требованиям экономичности при проектировании систем альтернативного электроснабжения.

Предлагаемая программа, рис. 2, позволяет быстро, без предварительного вычисления внести данные по своему местоположению, имеющихся электроприборах и графиках их работы. Рассчитать оптимальное количество оборудования с минимально необходимыми характеристиками.



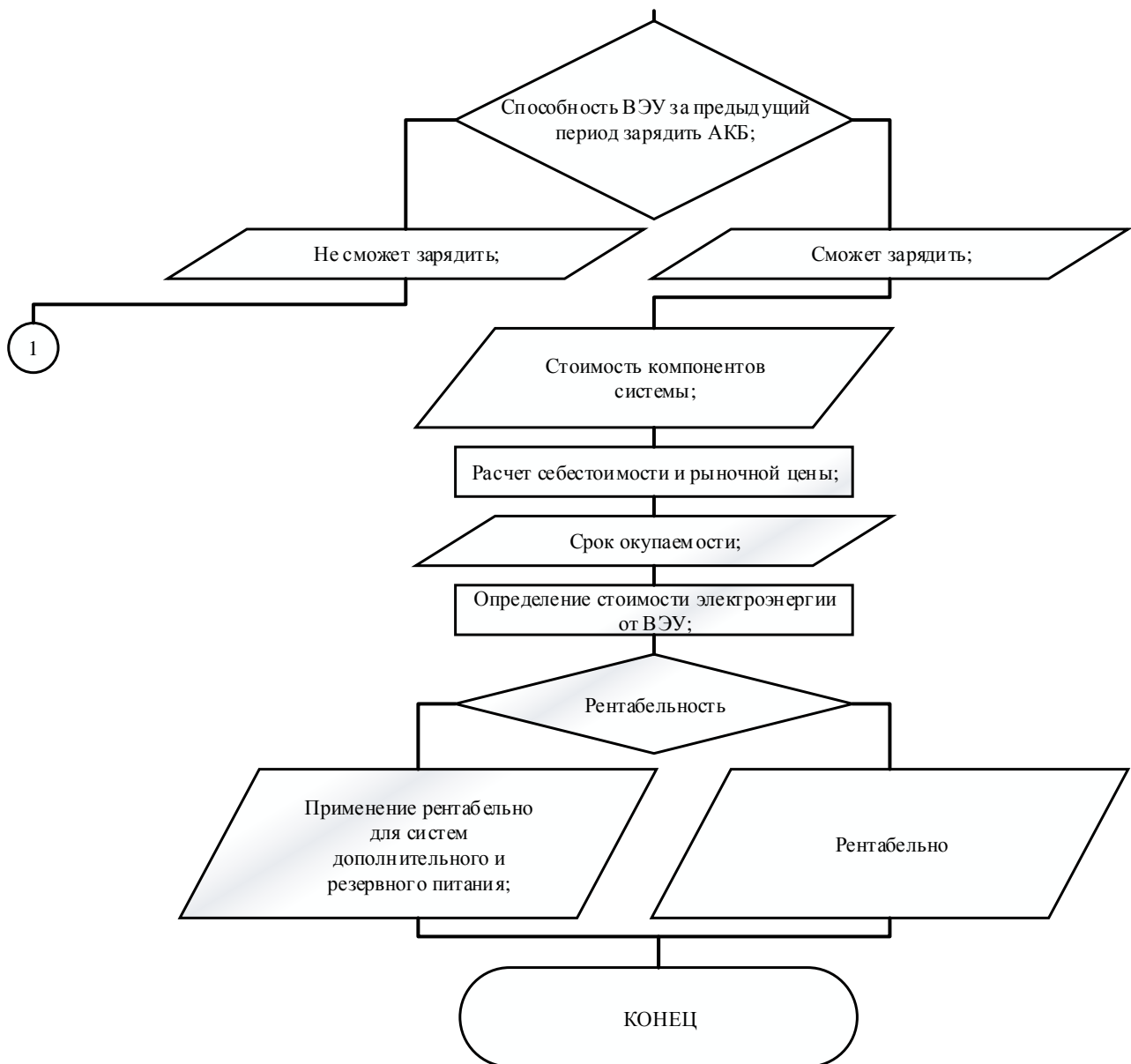


Рис. 2 – Алгоритм расчета программы [7]

Все это позволяет сделать процесс расчета системы альтернативного электроснабжения максимально понятным и доступным, а также независимым от продавцов электрооборудования.

Основные функции программы – это подбор параметров ветроустановки и необходимых характеристик устанавливаемого оборудования для бесперебойного электроснабжения заданного объекта.

Данная программа позволяет:

- Учитывать мощность всех подключенных электроприборов (пиковую и среднесуточную);
- Учитывать суточный график электрических нагрузок объекта;
- Выбирать в зависимости от скорости ветра требуемую номинальную мощность, а также количество ветроэнергетических установок;
- Оценивать возможность применения ветроэнергетической установки с требуемым значением продуктивности;
- Рассчитывать площадь, занимаемую ветроэнергетической установкой, а также ее геометрические и аэродинамические параметры;
- Оценивать устойчивость работы данной установки;
- Производить расчет параметров и выбор электрогенератора;
- Рекомендовать параметры регулятора мощности и инвертора;
- Рассчитывать необходимую ёмкость аккумуляторных батарей;
- Оценивать при текущей конфигурации установки возможность зарядки аккумуляторных батарей за предыдущий период;
- Осуществлять экономический расчет, себестоимости и рыночной цены всего комплекса электроснабжения;
- Рассчитывать срок окупаемости при заданном тарифе на электроэнергию;
- Осуществить расчет требуемого тарифа при заданном сроке окупаемости;
- Производить расчёт коэффициента использования установленной мощности;

- Оценивать рентабельности установки (то есть целесообразность ее установки в данном месте при данной скорости ветра при данных параметрах электрооборудования).

Программный комплекс может применяться для расчёта систем альтернативного электроснабжения как для частных домохозяйств, коттеджных поселков, так и для небольших предприятий малого бизнеса, а так данный программный комплекс может быть востребован для расчёта систем социальных объектов таких как больницы, школы, детские дома.

Программный комплекс может применяться для расчёта автономных систем электроснабжения, это является актуальным для малонаселённых территорий с неразвитой инфраструктурой и отсутствие электрификации. Потенциальными потребителями могут быть предприятия, требующие резервирование объектов особой группы электроснабжения, военных частей, туристических объектов, малых объектов обслуживающей инфраструктуры, небольших фермерских хозяйств. Так же программы комплекс может применяться для расчёта возобновляемых источников энергии как дополнительных источников электроэнергии для снижения затрат при питании от сетевых компаний.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года» [в ред. Постановления Правительства РФ от 28.05.2013]
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 № 1715-р «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года».
3. Концепции современного естествознания. Гелиоэнергетика. [Электронный ресурс]. URL <http://www.bibliotekar.ru/estestvoznanie-2-2/31.htm> (дата обращения 28.09.2015)
4. Бубенчиков А.А. Применение ветроколес и генераторов для ветроэнергетических установок малой мощности / А.А. Бубенчиков, Р.А. Дайчман, Е.Ю. Артамонова, Л.А. Файфер, Ф.В. Катеров, Т.В. Бубенчикова // Международный научно-исследовательский журнал. – № 5(36). – 2015. – С. 35-39.
5. Бубенчиков А.А. Проблемы применения ветроэнергетических установок в регионах с малой ветровой нагрузкой / А.А. Бубенчиков, Р.А. Дайчман, Е.Ю. Артамонова, Л.А. Файфер, Ф.В. Катеров, Т.В. Бубенчикова // Международный научно-исследовательский журнал. – № 5(36). – 2015. – С. 39-43.
6. Бубенчиков А.А. Применение ветроэнергетических установок с концентраторами ветровой энергии в регионах с малой ветровой нагрузкой / А.А. Бубенчиков, Р.А. Дайчман, Е.Ю. Артамонова, Л.А. Файфер, Ф.В. Катеров, Т.В. Бубенчикова // Международный научно-исследовательский журнал. – № 5(36). – 2015. – С. 31-35.
7. Кирпичникова, И.М. Ветроэнергетические установки. Расчет параметров компонентов: учебное пособие / И.М. Кирпичникова, Е.В.Соломин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 83 с.

References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 08.01.2009 № 1-r «Ob osnovnyh napravlenijah gosudarstvennoj politiki v sfere povyshenija jenergeticheskoj jeffektivnosti jelektroenergetiki na osnove ispol'zovanija vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии na period do 2020 goda» [v red. Postanovlenija Pravitel'stva RF ot 28.05.2013]
2. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 13.11.2009 № 1715-r «Jenergeticheskaja strategija Rossii na period do 2030 goda».
3. Konceptii sovremennogo estestvoznaniya. Geliojenergetika. [Jelektronnyj resurs]. URL <http://www.bibliotekar.ru/estestvoznanie-2-2/31.htm> (data obrashhenija 28.09.2015)
4. Bubenichikov A.A. Primenenie vetrokoles i generatorov dlja vetrojenergeticheskikh ustanovok maloj moshhnosti / A.A. Bubenichikov, R.A. Dajchman, E.Ju. Artamonova, L.A. Fajfer, F.V. Katerov, T.V. Bubenichikova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – № 5(36). – 2015. – S. 35-39.
5. Bubenichikov A.A. Problemy primeneniya vetrojenergeticheskikh ustanovok v regionah s maloj vetrovoj nagruzkoj / A.A. Bubenichikov, R.A. Dajchman, E.Ju. Artamonova, L.A. Fajfer, F.V. Katerov, T.V. Bubenichikova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – № 5(36). – 2015. – S. 39-43.
6. Bubenichikov A.A. Primenenie vetrojeergeticheskikh ustanovok s koncentratorami vetrovoj jenerгии v regionah s maloj vetrovoj nagruzkoj / A.A. Bubenichikov, R.A. Dajchman, E.Ju. Artamonova, L.A. Fajfer, F.V. Katerov, T.V. Bubenichikova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – № 5(36). – 2015. – S. 31-35.
7. Kirpichnikova, I.M. Vetrojenergeticheskie ustanovki. Raschet parametrov komponentov: uchebnoe posobie / I.M. Kirpichnikova, E.V.Solomin. – Cheljabinsk: Izdatel'skij centr JuUrGU, 2013. – 83 s.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.121

Бубенчиков А.А.¹, Дайчман Р.А.², Артамонова Е.Ю.², Бубенчикова Т.В.², Гафаров А.А.³, Гаилов И.А.³

¹Кандидат технических наук, ²ассистент кафедры ЭСПП, ³студент,
Омский государственный технический университет

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы применения различных типов генераторов для ветроустановок, выделены положительные и отрицательные стороны применения синхронного генератора на постоянных магнитах и асинхронного генератора.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, синхронный генератор на постоянных магнитах, асинхронного генератора, асинхронизированный синхронный генератор.

Bubenchikov A.A.¹, Daychman R.A.², Artamonova E.Y.², Bubenchikova T.V.², Gafarov A.A.³, Gaibov I.A.³

¹PhD in Engineering, ²assistant of ESPP Department, Omsk State Technical University,
³student, Omsk State Technical University

CHOICE OF THE OPTIMUM GENERATOR FOR THE WIND TURBINE

Abstract

In article questions of application of various types of generators for wind turbines are considered, positive and negative sides of use of the synchronous generator on permanent magnets and the asynchronous generator are allocated.

Keywords: wind turbine, the synchronous generator on permanent magnets, asynchronous generator, asynchronized synchronous generator.

Применение нетрадиционных и альтернативных источников энергии в настоящее время одна из наиболее распространенных задач, как с точки зрения создания энергоресурсов, так и с точки зрения их потребления.

Особенный интерес к таким источникам энергии исходит от населения, находящегося в зонах, отдаленных от центрального электроснабжения, другими словами в зонах без электрификации. Энергию, получаемую при работе альтернативных источников энергии можно использовать как для постоянного энергоснабжения, так и для резервного энергоснабжения, что особенно удобно для коттеджных поселков, небольших населенных пунктов или стратегических объектов.

Россия является одной из стран, обладающих большим энергопотенциалом, в том числе и энергией ветра. Применение энергии ветра в последнее время находит всё большее распространение, как в работах отечественных ученых, так и в разработках зарубежных изобретателей.

За рубежом наибольшее признание получили ветроэнергетические установки с горизонтальной осью ротора, рис.1.



Рис .1 – Ветроустановка с горизонтальной осью ротора

Такой тип ветроэнергетических установок работают по принципу ветряной мельницы, и имеет максимальное значение коэффициента использования энергии ветра 0,45 [1]. Ветроустановки с горизонтальной осью ротора, нуждаются в настройке на направление ветра, т.е. в регулировании геометрии лопастей.

Ветроустановки с вертикальным расположением оси, рис.2, имеют меньшее значение коэффициента использования, но в регулировании не нуждаются. Наиболее распространенными конструкциями роторов для ветроустановок с вертикальной осью вращения являются ротор Дарье, рис.2а [2] и ротор типа Савониуса, рис.2б [3]. Данный тип ветроустановок наиболее применим в условиях городской среды в виду отсутствия шумов при работе. Так же данные установки работают при меньших скоростях ветрового потока. [4].

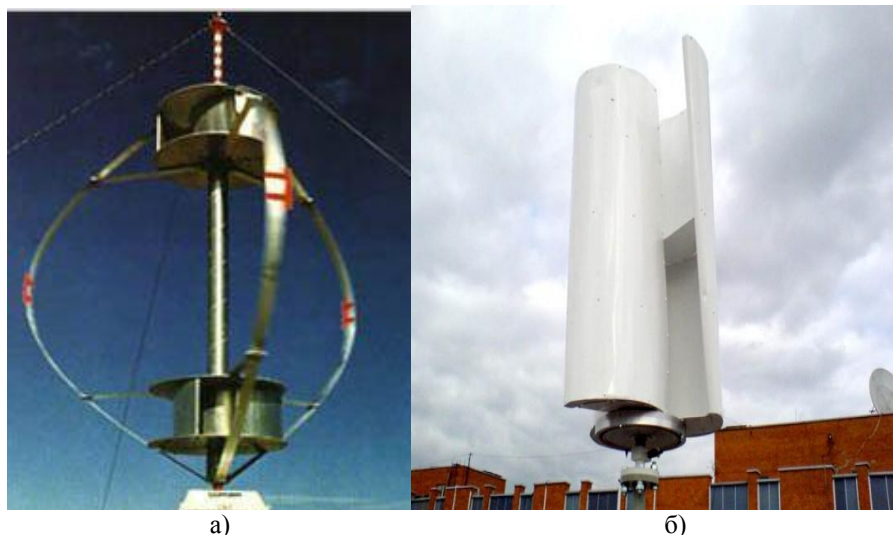


Рис. 2 – Ветроустановки с вертикальной осью ротора

Основными компонентами ветроустановки являются ветроколесо, принимающее на себя ветровой поток и генератор, дополнительными компонентами, являются блок управления, мачта, система ориентации на ветер, система защиты от сильных ветров и т.д.

Принцип действия ветроустановки заключается в преобразовании ротором кинетической энергии воздушных масс в механическую энергию вращающегося вала, затем генератор преобразует её в электрическую энергию.

Ветер воздействует на лопасти роторного механизма, создаёт крутящий момент. Под воздействием этого крутящего момента, роторное устройство начинает вращаться, передавая вращение через вал на редуктор и затем на генератор. При превышении скорости ветра значения в 30 м/с, на роторном механизме задействуется аэродинамическое тормозное устройство, препятствующее дальнейшему увеличению количества оборотов передающего вала.

Генератор является важнейшим элементом электрооборудования ветроустановки. Кроме основного назначения генератор должен выполнять определенные функции по стабилизации и регулированию параметров, характеризующих качество вырабатываемой электроэнергии.

Для ветроустановок возможно применение следующих типов генераторов: асинхронные генераторы (с к.з. ротором и с фазным ротором), синхронные генераторы (с электромагнитным возбуждением, с магнитоэлектрическим возбуждением, индукторные, с когтеобразным ротором и т.д.), а также асинхронизированные синхронные генераторы [5].

Различные аспекты использования синхронного генератора на постоянных магнитах для ветроустановок нашли отражение в трудах Олейникова А.М. [6], Канова Л.Н. [7], Радина В.И. [8], Кулагина Р.Н. [9], Балагурова В.А. [10], Харитоновой С.А. [11], Коробкова Д.В. [12], Гейста А.В. [13], Саттарова Р.Р. [14], Данилевича Я.Б. [15], Литвинов Б.В. [16], Никитенко Г.В. [17] и многих других.

Синхронный генератор на постоянных магнитах имеет простую конструкцию, легок в обслуживании, надежен и имеет высокий КПД. Улучшение характеристик (синхронного генератора на постоянных магнитах) СГПМ достигается за счет применения высококоэрцитивных постоянных магнитов. В то же время имеется сложность регулирования и стабилизации напряжения. Стабилизация напряжения осуществляется за счет регулирования реактивной мощности, поступающей в генераторы от конденсаторов. В синхронных генераторах на постоянных магнитах необходим редуктор (т.к. по большей части они высокооборотные, и начинают генерировать ток при 1000 об./мин.), а это дополнительные потери.

Тем не менее, данный тип генераторов является одним из самых распространенных генераторов для ветроустановок. В настоящее время ведутся исследования по улучшению конструкции и характеристик СГПМ [18].

Множество высших учебных заведений занимаются разработкой синхронных генераторов на постоянных магнитах: научно-исследовательский конструкторско-технологический институт местной промышленности (г.Н.Новгород), Политехнический институт Сибирского Федерального университета (г. Красноярск), Уфимский государственный авиационный технический университет, Новосибирский государственный технический университет, Кубанский государственный аграрный университет и др.

Приобрести СГПМ можно в следующих фирмах: XindaGreenEnergyCo. Китай [19], Нииместром [20], ДП «Верано» [21], ООО "Сальмабаш" [22] и др.

Что касается асинхронного генератора, то он так же имеет простую конструкцию, надежность в обслуживании, невысокую стоимость относительно СГПМ. Применение асинхронного генератора (АГ) в автономных ветроустановках ранее было менее распространено из-за отсутствия малогабаритных конденсаторов, обеспечивающих возбуждение генератора и компенсацию реактивной мощности нагрузки, а также из-за сложности стабилизации выходного напряжения. С появлением более компактных конденсаторов и новых систем стабилизации напряжения эти проблемы были решены.

Вопросами исследования АГ отражены в работах следующих авторов: Григораш О.В. [23], Мустафаева Р. И. [24], Никишина А.Ю. [25], Канова Л.Н. [26], Мазалова А.А. [27], Мамедова Ф.А. [28], Вронского О.В. [29] и др.

Фирмы, занимающиеся разработкой асинхронных генераторов с короткозамкнутым ротором: «Росэнергомаш» [30], «SUZLON» Индия [31], «Siemens Wind Power» Германия [32], «Vestas» Дания [33] и др.

Институты, занимающиеся разработками АГ - Кубанский государственный аграрный университет, Севастопольский национальный технический университет, Азербайджанский НИ.

Обе машины имеют одинаковый КПД, но если рассматривать генератор не как отдельный механизм, а как часть ветроустановки, то наиболее эффективен СГПМ, потому что стабилизатор, требующийся для нормальной работы АГ, снижает КПД в большей степени, чем редуктор, необходимый для СГПМ. Если учитывать, что некоторые виды АГ требуют использования не только стабилизатора, но и редуктора [5], то подразумевается ещё большее снижение КПД. Асинхронный генератор дешевле СДПМ поэтому часто используется в качестве ветрогенератора малой и средней мощности.

Асинхронизированные синхронные генераторы (АСГ) находятся скорее в стадии разработки и моделирования, чем в стадии промышленного применения [34].

В заключение отметим, что наиболее популярным как для проектирования, так и для использования в ветроэнергетической установке является синхронный генератор на постоянных магнитах, благодаря его высоким характеристикам. Однако, асинхронный генератор также находит применение в ВЭУ за счет своей, относительно синхронного генератора на постоянных магнитах, низкой стоимости.

Литература

1. Горелов Д.Н., Кривоспицкий В.П. Перспективы развития ветроэнергетических установок с ортогональным ротором // Теплофизика и аэромеханика. - 2008. - №1 т.15. - С. 163-167.
2. Горелов Д.Н. Энергетические характеристики ротора Дарье // Теплофизика и аэромеханика. - 2010. - №3 т.17. - С. 325-333.
3. Горелов Д.Н. Аэродинамика ветроколес с вертикальной осью вращения. - Омск: Полиграфический центр КАН, 2012. - 68 с.
4. Вертикальный ветрогенератор, вертикальная ось вращения // ВЕТРОДВИГ.RU URL: <http://vetrodvig.ru/?p=1479> (дата обращения: 19.10.2015).
5. Шевченко В.В., Кулиш Я.Р. Анализ возможности использования разных типов генераторов для ветроэнергетических установок с учетом диапазона мощности // Вестник НТУ "ХПИ". - 2013. - №65. - С. 107-117.
6. Олейников А. М., Канов Л. Н. Исследование режимов маломощного генератора с постоянными магнитами методом схемного моделирования // Механика, энергетика, экология. - Севастополь: Вестник СевГТУ, 2007. - С. 29-34.
7. Олейников А. М., Канов Л. Н. Математическая модель автономной безредукторной ветроэлектрической установки на генераторе с постоянными магнитами // Электроэнергетика и электротехника. - 2010. - №1. - С. 82-87.
8. Радин В.И., Загорский А.Е., Манукян Л.А. Влияние повышения скорости вращения на мощность синхронного генератора // Известия вузов. Электромеханика. - 1973. - №1. - С. 82-87.
9. Кулагин Р.Н. Анализ конструкции тихоходных генераторов с постоянными магнитами // Известия ВолгГТУ. - 2011. - №7. - С. 87-80.
10. Балагуров В.А., Галтеев Ф.Ф. Электрические генераторы с постоянными магнитами. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 280 с.
11. Харитонов С.А., Симонов Б.Ф., Коробков Д.В., Макаров Д. В. К вопросу стабилизации напряжения синхронного генератора с постоянными магнитами при переменной частоте вращения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - Новосибирск: Издательство Сибирского Отделения РАН, июль-август 2012. - № 4. - С. 102-115.
12. Стабилизация напряжения синхронного генератора с постоянными магнитами при переменной нагрузке / С. А. Харитонов, Д. В. Коробков, Д. В. Макаров, А. Г. Гарганеев // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники: июнь 2012. -Томск: ТУСУР, 2012. - № 1(25), часть 1. - С.139-146.
13. Стабилизация выходного напряжения синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов при переменной частоте вращения вала / А. В. Гейст, Д. В. Коробков, Д. В. Макаров, А. Н. Решетников, С. А. Харитонов // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск. Силова електроніка та енергоефективність. Частина 2. - Київ, 2012. - С.39-46.
14. Саттаров Р.Р., Бабилова Н.Л., Полихач Е.А. Исследование установившегося режима синхронного генератора возвратно-поступательного движения // Вестник УГАТУ. - 2007. - №6. - С. 194-199.
15. Саттаров Р.Р., Бабилова Н. Л., Полихач Е. А. Исследование установившегося режима синхронного генератора возвратно-поступательного движения // Вестник УГАТУ. - 2007. - №6. - С. 194-199.
16. Данилевич Я.Б., Коченев А.В. Синхронный генератор небольшой мощности с постоянными магнитами // Электричество. -1996. - № 4.- С. 27-29.
17. Литвинов Б.В. Однофазный синхронный генератор двойного вращения с возбуждением от постоянных магнитов высокой энергии // Электротехника. - 1998. - № 4. - С. 20-25.
18. Никитенко Г. В., Коноплев Е. В., Деведеркин И. В. Высокоэффективный синхронный генератор на постоянных магнитах для ветроэнергетической установки // Вестник АПК Ставрополя. - 2013. -№4.- С.80-84.
19. Кручинина И.Ю. Высокоиспользуемые электрические машины для современной энергетики: проблемы создания и исследований: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.09.01. - СПб., 2012. - 34 с.
20. Xinda Green Energy Co URL: <http://www.xindaenergy.com/index.html> (дата обращения: 19.10.2015).
21. Генератор дисковый синхронный // ОАО «НИИМЕСТПРОМ» URL: <http://www.niimestprom.ru/?id=897> (дата обращения: 19.10.2015).
22. НПП КБ верано-Ко URL: <http://dpverano.com/> (дата обращения: 19.10.2015).
23. Тихоходный генератор на постоянных магнитах // ООО "САЛЬМАБАШ" URL: <http://mahaon-energy.ru/generator-gvu-1000> (дата обращения: 19.10.2015).
24. Григораш О.В. Асинхронные генераторы в системах автономного электроснабжения // Электротехника. - 2002. - №1. - С. 30-34.

25. Мустафаев Р.И., Гасанова Л.Г. Моделирование и исследование квазистационарных режимов работы ветроэлектрических установок с асинхронными генераторами при частотном управлении // *Электричество*. - 2009. - №6. - С. 36-41.
26. Никишин А.Ю., Казаков В.П. Современные ветроэнергетические установки на базе асинхронных машин // *Современные проблемы науки и образования*. - 2012. - № 6.
27. Канов Л.Н. Математическое моделирование ветроэлектрической установки с асинхронным генератором // *Электроэнергетика и электромеханика*. - 2012. - №5. - С.71-74.
28. Мазалов А.А. Адаптивная ветроустановка переменного тока с асинхронным генератором // *Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск*. - С.250-256.
29. Мамедов Ф.А., Закабунин А.В., Гуреев А.Е., Шевченко Г.В. Использование асинхронных многоскоростных полюсопереключаемых генераторов в автономных ветроэнергетических установках // *Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве*. - 2008. - Ч.4. - С.338-340.
30. Вронский О.В. Асинхронные генераторы повышенной частоты тока: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.20.02. - Краснодар, 2004. - 24 с.
31. Тихоходный генератор на постоянных магнитах // *Росэнергомаш*. URL: <http://www.rosenergomash.com/> (дата обращения: 19.10.2015).
32. Suzlon Group URL: <http://www.suzlon.com/> (дата обращения: 19.10.2015).
33. Wind power solutions for offshore, onshore, and service projects // Siemens Aktiengesellschaft URL: <http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/> (дата обращения: 19.10.2015).
34. Vestas URL: <https://www.vestas.com/#/> (дата обращения: 19.10.2015).
35. Тыхевич О.О. Анализ совместной работы ветротурбины и асинхронизированного синхронного генератора ветроэнергетической установки // *Автономна енергетика аерокосмічних літальних апаратів*. -2003. №2(37).-С.70-75.

References

1. Gorelov D.N., Krivospickij V.P. Perspektivy razvitiya vetrojenergeticheskikh ustanovok s ortogonal'nym rotorom // *Teplofizika i aeromehanika*. - 2008. - №1 t.15. - S. 163-167.
2. Gorelov D.N. Jenergeticheskie harakteristiki rotora Dar'e // *Teplofizika i aeromehanika*. - 2010. - №3 t.17. - S. 325-333.
3. Gorelov D.N. Ajerodinamika vetrokoles s vertikal'noj os'ju vrashhenija. - Omsk: Poligraficheskij centr KAN, 2012. - 68 s.
4. Vertikal'nyj vetrogenerator, vertikal'naja os' vrashhenija // *VETRODVIG.RU* URL: <http://vetrodvig.ru/?p=1479> (data obrashhenija: 19.10.2015).
5. Shevchenko V.V., Kulish Ja.R. Analiz vozmozhnosti ispol'zovaniya raznyh tipov generatorov dlja vetrojenergeticheskikh ustanovok s uchetoj diapazona moshhnosti // *Vestnik NTU "HPI"*. - 2013. - №65. - S. 107-117.
6. Olejnikov A. M., Kanov L. N. Issledovanie rezhimov malomoshhnogo generatora s postojannymi magnitami metodom shemnogo modelirovaniya // *Mehanika, jenergetika, jekologija*. - Sevastopol: Vestnik SevGTU, 2007. - S. 29-34.
7. Olejnikov A. M., Kanov L. N. Matematicheskaja model' avtonomnoj bezreduktornoj vetrojelektricheskoi ustanovki na generatore s postojannymi magnitami // *Jelektrojenergetika i jelektrotehnika*. - 2010. - №1. - S. 82-87.
8. Radin V.I., Zagorskij A.E., Manukjan L.A. Vlijanie povyshenija skorosti vrashhenija na moshhnost' sinhronnogo generatora // *Izvestija vuzov. Jeletromehanika*. - 1973. - №1. - S. 82-87.
9. Kulagin R.N. Analiz konstrukcii tihodnyh generatorov s postojannymi magnitami // *Izvestija VolgGTU*. - 2011. - №7. - S. 87-80.
10. Balagurov V.A., Galteev F.F. Jelektricheskie generatory s postojannymi magnitami. - M.: Jenergoatomizdat, 1988. - 280 s.
11. Haritonov S.A., Simonov B.F., Korobkov D.V., Makarov D. V. K voprosu stabilizacii naprjazhenija sinhronnogo generatora s postojannymi magnitami pri peremennoj chastote vrashhenija // *Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh*. - Novosibirsk: Izdatel'stvo Sibirskogo Otdelenija RAN, jul'-avgust 2012. - № 4. - S. 102-115.
12. Stabilizacija naprjazhenija sinhronnogo generatora s postojannymi magnitami pri peremennoj nagruzke / S. A. Haritonov, D. V. Korobkov, D. V. Makarov, A. G. Garganeev // *Doklady Tomsogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravlenija i radioelektroniki: ijun' 2012*. -Tomsk: TUSUR, 2012. - № 1(25), chast' 1. - S.139-146.
13. Stabilizacija vyhodnogo naprjazhenija sinhronnogo generatora s vzbuzhdeniem ot postojannyh magnitov pri peremennoj chastote vrashhenija vala / A. V. Gejst, D. V. Korobkov, D. V. Makarov, A. N. Reshetnikov, S. A. Haritonov // *Tehnichna elektrodinamika. Tematichnij vipusk. Silova elektronika ta energoeftivnist'*. Chastina 2. - Kiiv, 2012. - S.39-46.
14. Sattarov R.R., Babikova N.L., Polihach E.A. Issledovanie ustanovivshegosja rezhima sinhronnogo generatora vozvratno-postupatel'nogo dvizhenija // *Vestnik UGATU*. - 2007. - №6. - S. 194-199.
15. Sattarov R.R., Babikova N. L., Polihach E. A. Issledovanie ustanovivshegosja rezhima sinhronnogo generatora vozvratno-postupatel'nogo dvizhenija // *Vestnik UGATU*. - 2007. - №6. - S. 194-199.
16. Danilevich Ja.B., Kochenev A.V. Sinhronnyj generator nebol'shoj moshhnosti s postojannymi magnitami // *Jelektrichestvo*. -1996. - № 4.- S. 27-29.
17. Litvinov B.V. Odnofaznyj sinhronnyj generator dvojnogo vrashhenija s vzbuzhdeniem ot postojannyh magnitov vysokih jenergij // *Jeletrotehnika*. - 1998. - № 4. - S. 20-25.
18. Nikitenko G. V., Konoplev E. V., Devederkin I. V. Vysokoeffektivnyj sinhronnyj generator na postojannyh magnetah dlja vetrojenergeticheskoi ustanovki // *Vestnik APK Stavropol'ja*. - 2013. -№4.- S.80-84.
19. Kruchinina I.Ju. Vysokoispol'zovannye jelektricheskie mashiny dlja sovremennoj jenergetiki: problemy sozdanija i issledovanij: avtoref. dis. ... kand. teh. nauk: 05.09.01. - SPb., 2012. - 34 s.
20. Xinda Green Energy Co URL: <http://www.xindaenergy.com/index.html> (data obrashhenija: 19.10.2015).
21. Generator diskovyy sinhronnyj // OAO «NIIMESTPROM» URL: <http://www.niimestprom.ru/?id=897> (data obrashhenija: 19.10.2015).
22. NPP KB verano-Ko URL: <http://dpverano.com/> (data obrashhenija: 19.10.2015).

23. Tihohodnyj generator na postojannyh magnitah // ООО "SAL" MABASh URL: <http://mahaon-energy.ru/generator-gvu-1000> (data obrashhenija: 19.10.2015).
24. Grigorash O.V. Asinhronnye generatory v sistemah avtonomnogo jelectrosnabzhenija // Jeлектrotehnika. - 2002. - №1. - S. 30-34.
25. Mustafaev R.I., Gasanova L.G. Modelirovanie i issledovanie kvazistacionarnyh rezhimov raboty vetrojelektricheskikh ustanovok s asinhronnymi generatorami pri chastotnom upravlenii // Jeлектричestvo. - 2009. - №6. - S. 36-41.
26. Nikishin A.Ju., Kazakov V.P. Sovremennye vetrojenergeticheskie ustanovki na baze asinhronnyh mashin // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. - 2012. - № 6.
27. Kanov L.N. Matematicheskoe modelirovanie vetrojelektricheskoy ustanovki s asinhronnym generatorom // Jeлектrojenergetika i jeлектromehanika. - 2012. - №5. - S.71-74.
28. Mazalov A.A. Adaptivnaja vetroustanovka peremennogo toka s asinhronnym generatorom // Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki. Tematicheskij vypusk. - S.250-256.
29. Mamedov F.A., Zakabunin A.V., Gureev A.E., Shevchenko G.V. Ispol'zovanie asinhronnyh mnogoskorostnyh poljusopereklyuchaemyh generatorov v avtonomnyh vetrojenergeticheskikh ustanovkakh // Jenergoobespechenie i jenergosberezhenie v sel'skom hozjajstve. - 2008. - Ch.4. - S.338-340.
30. Vronskij O.V. Asinhronnye generatory povyshennoj chastoty toka: avtoref. dis. ... kand. teh. nauk: 05.20.02. - Krasnodar, 2004. - 24 s.
31. Tihohodnyj generator na postojannyh magnitah // Rosjenergomash. URL: <http://www.rosenergomash.com/> (data obrashhenija: 19.10.2015).
32. Suzlon Group URL: <http://www.suzlon.com/> (data obrashhenija: 19.10.2015).
33. Wind power solutions for offshore, onshore, and service projects // Siemens Aktiengesellschaft URL: <http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/> (data obrashhenija: 19.10.2015).
34. Vestas URL: <https://www.vestas.com/#> (data obrashhenija: 19.10.2015).
35. Tyhevich O.O. Analiz sovместnoj raboty vetroturbiny i asinhronizirovannogo sinhronnogo generatora vetrojenergeticheskoy ustanovki // Avtonomna energetika aerokosmichnyh lital'nih aparativ. -2003. №2(37).-S.70-75.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.064

Буялич Г.Д.¹, Фурман А.С.²

¹Доктор технических наук, ²аспирант,

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Аннотация

Представлены результаты исследований скоростных режимов движения карьерных автосамосвалов по маршрутам. Установлены законы распределения скоростей движения в порожнем и груженом направлениях.

Ключевые слова: скорость движения, карьерные автосамосвалы, закон распределения скоростей.

Bujalich G.D.¹, Furman A.S.²

¹PhD in Engineering, ²postgraduate student,

Kuzbass State Technical University name T. F. Gorbachev

THE STUDY OF HIGH-SPEED MODES OF MOTION OF MINE DUMP

Abstract

Results of researches of high-speed modes of movement of career autodumpers on routes are presented. Laws of distribution of speeds of movement in empty and full directions are established.

Keywords: speed of movement, career autodumpers, the law of distribution of speeds.

Скорость движения автосамосвалов по карьерным дорогам зависит от множества факторов и, прежде всего, от удельной мощности двигателя, типа трансмиссии, качества дорожного полотна, продольного профиля дороги, условий безопасного движения и т.д. [1]

На допустимую скорость движения накладываются ограничения:

1. Максимально-возможная скорость преодоления автосамосвалом подъема определяется, во-первых, тягово-динамическими свойствами автосамосвала, а именно, удельной мощностью двигателя, приходящейся на одну тонну собственного веса автосамосвала, во-вторых, дорожными условиями, а именно, величинами продольного уклона и коэффициента сцепления, и, в-третьих, климатическими условиями, а именно, влажностью и температурами окружающего воздуха, от которых зависит, прежде всего, состояние опорной поверхности карьерной автодороги

2. Допустимая скорость движения автосамосвала при прохождении поворота определяется дорожными условиями, т.е. величиной сцепления колес с дорогой в поперечном направлении, величиной поперечного уклона автодороги, и продольным рельефом. В данном случае существуют два типа ограничений:

- по условию бокового скольжения автосамосвала;
- по условию ограниченной видимости

3. Допустимая скорость автосамосвала при движении на спуск определяется заданной величиной остановочного пути, который должен быть меньше расстояния видимости.

4. Допустимая скорость движения автосамосвала по условию нагрева шин.

Для выявления, характера распределения скоростных режимов движения карьерных автосамосвалов был поставлен эксперимент в условиях АО «Красный Брод» ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь». Испытанию

подвергались автосамосвалы БелАЗ-75131 грузоподъемностью 130 т., перевозившие вскрышные породы на одном из маршрутов. Данный маршрут «Забой-Отвал-Забой» протяженностью 4200 м характеризуется различными величинами продольного уклона трассы (от 0 до 11%), одним поворотом (радиусом 140 м), дорожным покрытием переходного типа со средними значениями неровности от 5 до 10 см. Климатические условия умеренные.

В процессе проведения эксперимента проводились замеры скоростей движения автосамосвалов по маршруту методом фотометрической съемки через каждые 2 секунды. Было произведено более 3000 замеров.

Результаты измерений показывают большую вариацию значений мгновенной скорости в фиксированный момент времени и в заданной точке пространства. Это определяется стохастической природой транспортного процесса при влиянии на него большого числа факторов.

Наибольшее рассеивание значений скоростей наблюдается на ровных участках и при движении автосамосвалов на спуск. С увеличением крутизны спуска неравномерность движения возрастает. На подъемах движение более равномерное, значения ускорений на этих участках приближается к нулю.

На рисунках 1-4 представлены результаты статистической обработки экспериментальных данных.

Установлено, что закономерности изменения скорости движения карьерных автосамосвалов БелАЗ-75131 описываются гамма - распределением. Такая ситуация характерна как при рассмотрении скоростных режимов движения автосамосвалов по всему маршруту, так и для груженого и порожнего направлений, взятых по отдельности. Однако при движении автосамосвалов только на подъем проявляется бимодальное распределение скорости (рис.4).

Анализируя рисунки 2 и 3, видно, что разброс значений скорости при движении автосамосвалов на подъем меньше, чем при движении на спуск. Это обусловлено тем, что в первом случае влияние на распределение скорости оказывают тягово-скоростные свойства и техническое состояние автосамосвала, а во втором случае – человеческий фактор, то есть каждый водитель сам выбирает скоростной режим, руководствуясь условиями безопасности и личным опытом. Бимодальное распределение объясняется тем, что подъемы преодолеваются динамически. То есть непосредственно перед подъемом водитель увеличивает скорость движения и начинает подъем с высокой скоростью. В дальнейшем движении на подъем скорость автосамосвала снижается.

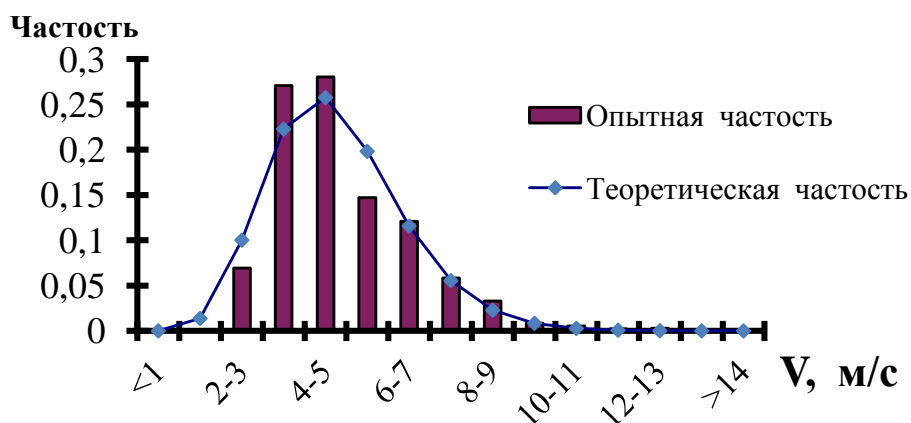


Рис. 1 – Распределение скорости автосамосвалов при движении по всему маршруту

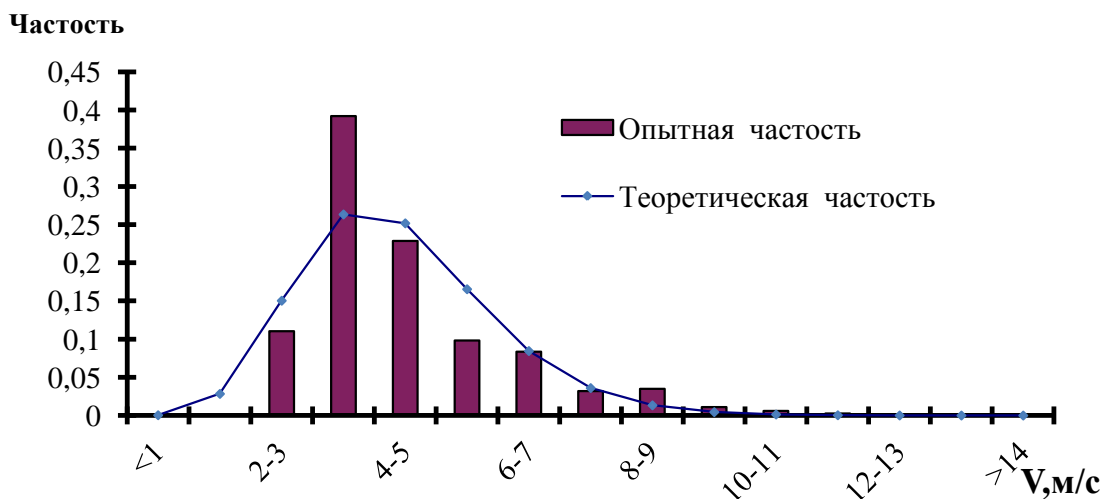


Рис. 2 – Распределение скорости автосамосвалов при движении в груженом состоянии

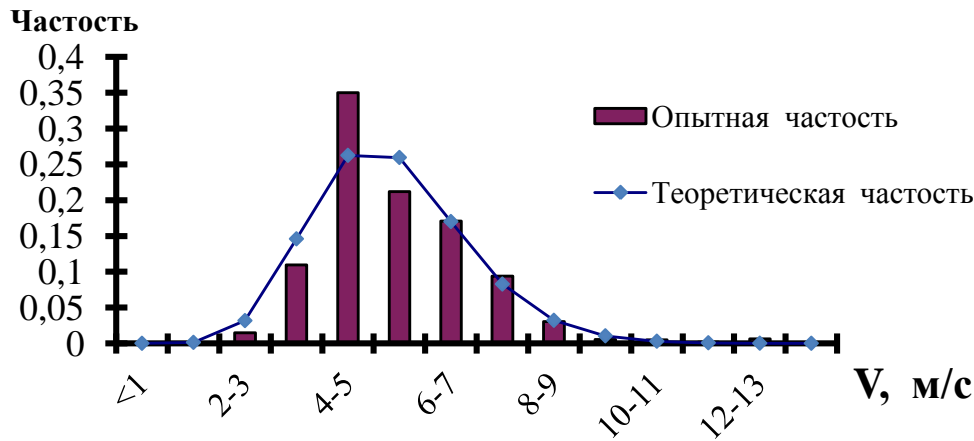


Рис. 3 – Распределение скорости автосамосвалов при движении в порожнем состоянии

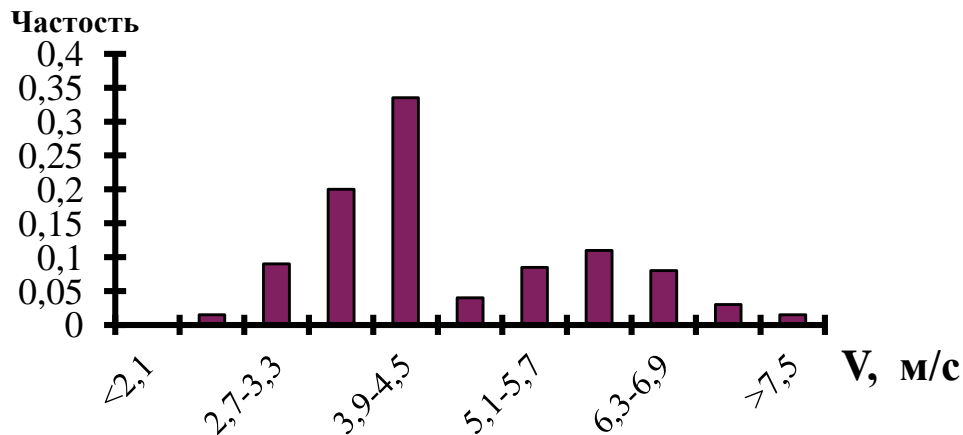


Рис. 4 – Распределение скорости движения автосамосвалов на подъеме.

Для обоснования достоверности статистических величин, полученных в результате обработки экспериментальных данных, была произведена оценка представительности выборки

Базовая формула для расчета [2]:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2 (2 + t'^2)}{2\Delta^2}, \quad (2.27)$$

где n - необходимый объем выборки; t - нормированное отклонение, соответствующее выбранному уровню доверительной вероятности, при уровне доверительной вероятности 99,9% $t=3,3$; t' - нормированное отклонение, соответствующее оцениваемому проценту обеспеченности, при 85%-й обеспеченности $t'=1,6$; σ - среднее квадратическое отклонение; Δ - абсолютная погрешность измерений, т.к. группирование результатов измерений по классам осуществляется с шагом 1 м/с, можно принять абсолютную погрешность, равную половине размерности класса, $\Delta=0,5$ м/с [2].

Результаты оценки представительности выборки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки представительности выборки

	α , %	t	σ	Δ	Процент обеспеченности, %	t'	n расчетное	n фактич.
Движение по маршруту в целом	99,9	3,3	1,67	0,5	85	1,6	277	3348
Движение в груженом состоянии	99,9	3,3	1,66	0,5	85	1,6	274	1913
Движение в порожнем состоянии	99,9	3,3	1,52	0,5	85	1,6	230	1435
Движение на подъем	99,9	3,3	1,62	0,5	85	1,6	261	273

Литература

1. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы./ П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов. - СПб.: Наука, 2004. – 429с.
2. Казарез А.Н., Кулешов А.А. Эксплуатация карьерных автосамосвалов с электромеханической трансмиссией. - М.: Недра, 1988. - 264 с.

References

1. Mariev P.L., Kuleshov A.A., Egorov A.N., Zyrjanov I.V. Kar'er-nyj avtotransport: sostojanie i perspektivy. [Career vehicles: status and prospects]. St. Petersburg.: "Science Publishers", 2004. 429 p. (rus)
2. Kazarez A.N., Kuleshov A.A. Jekspluatacija kar'ernyh avtosamosvalov s jelektromehanicheskoj transmissiej. - M.: Nedra, 1988. - 264 s. (rus)

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Science Index



Мы настоятельно рекомендуем всем нашим авторам зарегистрироваться в системе **Science Index РИНЦ**.

Таким образом, авторы могут более детально контролировать список своих публикаций, не только в нашем журнале, но и во всех научных изданиях, входящих в РИНЦ. Регистрация в системе также позволит узнать индекс научного цитирования автора и его публикаций.

Подробную инструкцию по регистрации в системе Science Index РИНЦ Вы можете найти на нашем сайте <http://research-journal.org/> в разделе «Полезно знать».

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.102

Васильев А.М.¹, Денисова И.А.², Денисова А.В.³, Ершова Л.В.⁴, Волков В.Н.⁵, Тимофеев О.П.⁶

¹Профессор, к.т.н. Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И.Платова, ²профессор, д.т.н. Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И.Платова, ³аспирант Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И.Платова, ⁴эксперт по объектам нефтехимии ООО НПП «ПромТЭК» г. Ростов-на-Дону, ⁵эксперт по объектам нефтехимии ООО НПП «ПромТЭК» г. Ростов-на-Дону, ⁶эксперт по объектам нефтехимии ООО НПП «ПромТЭК» г. Ростов-на-Дону

ЭНЕРГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ - РЕАЛЬНЫЙ ПУТЬ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ

Аннотация

Применительно к особенностям ряда ведущих отраслей экономики Ростовской области и с учетом потребностей и уровня ее современного обеспечения социально-значимыми продуктами и товарами разработаны модели энерготехнических комплексов (ЭТК), которые целесообразно реализовать на базе теплоэлектростанций, использующих зернистые угли, природный газ и ядерное топливо.

В рамках ЭТК, используя вторичные материальные энергетические ресурсы (отходы) на базе отечественных технологий могут производиться: водород, кислород, азот, аммиак и удобрения азотного ряда, серная и азотная кислоты, гипохлорит натрия, строительная смесь из золошлаков.

Ключевые слова: тепловая электростанция, атомная электростанция, энерготехнический комплекс, энергосбережение, энергетическая эффективность, импортозамещение, техногенное сырье.

Vasil'ev A.M.¹, Denisova I.A.², Denisova A.V.³, Ershova L.V.⁴, Volkov V.N.⁵, Timofeev O.P.⁶

¹Professor, PhD in Engineering, South-Russian State Technical University (NPI) name M.I.Platova, ²professor, PhD in Engineering, South-Russian State Technical University (NPI) name M.I.Platova, ³postgraduate student, South-Russian State Technical University (NPI) name M.I.Platova, ⁴expert petrochemical facilities of expert organization «PROMTEK» Rostov-on-Don, ⁵expert petrochemical facilities of expert organization «PROMTEK» Rostov-on-Don, ⁶expert petrochemical facilities of expert organization «PROMTEK» Rostov-on-Don

ENERGY TECHNOLOGY COMPLEXES - THE REAL PATH TO ENERGY SAVING AND IMPORTS

Abstract

With regard to the features of number of leading industries of the Rostov region and the needs and the level of its modern providing of socio-relevant products and commodities models technical energy complexes (TEC) are developed that it is expedient to implement on the basis of thermal power plants using granular coal, natural gas and nuclear fuel.

As part of the TEC using secondary material and energy resources (wastes) on the basis of domestic technologies can be produced: hydrogen, oxygen, nitrogen, ammonia and nitrogen fertilizer series, sulfuric and nitric acid, sodium hypochlorite, building mixture of ash and slag.

Keywords: thermal power plant, nuclear power plant, technical energy complex, energy saving, energy efficiency, import substitution, technogenic raw materials.

Исчерпание запасов традиционных энергоносителей, снижение доступности и ухудшение структуры последних, нарастание экологических, технологических и финансовых ограничений, в совокупности сдерживающих процесс устойчивого воспроизводства энергетического потенциала, вызывают установление более адекватного новым реалиям баланса между экономическими интересами и ужесточающимися экологическими нормативами, актуализируют поиск нетрадиционных, отвечающих требованиям рынка, путей повышения эффективности топливно-энергетического комплексам (ТЭК) целом.

Результаты выполненного комплексного исследования применительно к Ростовской области позволяют сделать следующие выводы.

1. Важным и назревшим направлением повышения эффективности и надёжности крупных тепловых и атомных электростанций в сочетании с ростом их социально-экономической значимости становится комплексное и рациональное использование их внутренних ресурсов (материальных и энергетических) в интересах как собственного инновационного развития, так и повышения качества жизни населения. Реализацией такого подхода может стать конверсия ТЭС и АЭС в региональный энерго-технологический комплекс (ЭТК), производящий, помимо основной (тепловой и электрической энергии), дополнительные виды высоколиквидной продукции и использующий в этих целях вторичные материальные и энергетические ресурсы, различные отходы [1].

2. Изучение с эколого-экономических позиций характеристик газообразных, жидких и твёрдых отходов крупных ТЭС Ростовской области, использующих углеродсодержащее и ядерное виды топлива, выявило возможность их эффективного использования в качестве техногенного сырья (энергии) для производства широкого ассортимента продукции с высокой добавленной стоимостью и перманентной востребованностью экономикой области. С другой стороны, утилизация только 10% энергии, заключённой в сбросных водах и дымовых газах, эквивалентна увеличению на 15% эффективности сжигаемого угля, существенно повышая тем самым энергетическую эффективность электростанции в целом и ее экологическую безопасность [2].

3. Применительно к особенностям отраслей экономики Ростовской области и с учётом потребностей и уровня её обеспечения социально-значимыми продуктами и товарами, которые целесообразно реализовать на базе теплоэлектростанций, использующих зернистые угли, природный газ и ядерное топливо.

В рамках ЭТК с использованием вторичных материальных, энергетических ресурсов на базе отечественных технологий могут производиться: водород, кислород, азот, аммиак и удобрения азотного ряда, серная и азотная кислоты, гипохлорит натрия, строительная смесь из золошлаков, твёрдая уголекислота («сухой» лёд). Это не только

существенно снижает себестоимость вышеуказанной продукции, но и способствует повышению устойчивости работы электростанций, выравнивания суточный график выработки энергии. Расчетное снижение стоимости производимых в рамках ЭТК дополнительных продуктов и энергии составило (по сравнению с рыночными аналогами): строительные материалы (крупный и мелкий заполнители в строительные смеси) - на 13,75% (экономия природных сырьевых ресурсов при ориентировочной мощности производства только для нужд г.Новочеркасска 10 тыс.м³ бетона в год; песка - 1,25 млн.руб./год; щебня - 5,80 млн.руб./год; фильтрующий сорбент - на 36,92%); сульфат аммония - на 5,46%; карбамид - на 53,63%; нитрат аммония - на 39,34%; карбонат аммония - на 43,61%; серная кислота - на 6,56%; гипохлорит натрия - на 20%; электрическая энергия - на 48,05%; тепловая энергия - на 11,0% [3].

4.Реализация в крупных масштабах технологии глубокого обогащения сернистых углей с последующей утилизацией образующегося отхода - углистого колчедана дает следующие позитивы экономического и экологического характера:

снижает почти на порядок загрязнение атмосферного воздуха городов и сельских поселений оксидами серы и соответственно размеры экологических штрафов, накладываемых на ТЭС;

обеспечивает доступным техногенным сырьём химическую промышленность (производство серной кислоты, мелиоранта и удобрений азотного ряда);

приближает глубокообогащённый уголь по экологическим характеристикам к природному газу, что благоприятствует использованию в экологически неблагополучных регионах страны и повышает его экспортный потенциал;

перевод отходов углеобогащения в разряд техногенного сырья, имеющего стабильный сбыт, являясь, по сути, частичной диверсификацией углеобогащательной фабрики, повышает не только её экономические показатели, но и уровень экологической безопасности (снижение территории, занятой отходами вредного выделения; размеров экологических платежей и др.).

5.Анализ агрохимического состояния земель Ростовской области указывает на прогрессирующую деградацию почвенного плодородия. Это в значительной степени определяется острым дефицитом удобрений, особенно азотных, усугубляемым отсутствием производства местных агрохимикатов и преимущественной ориентацией российской индустрии на экспорт производимых удобрений.

Согласно результатам маркетинговых исследований, сельское хозяйство области является потенциально ёмким рынком сбыта местных удобрений и мелиорантов, которые можно стабильно вырабатывать на базе региональных ТЭС в рамках их конверсии. Определён перечень наиболее значимых для АПК области удобрений и мелиорантов, производство которых (с использованием вторичных материальных ресурсов ТЭС) устранил зависимость от внешних поставок и будет способствовать его устойчивому развитию [4].

6.Применительно к Новочеркасской ГРЭС (НЧГРЭС) разработана технология комплексного использования тепловой и гидродинамической энергии сбросных вод проточных и оборотных систем охлаждения тепловых электростанций путём установки каскада малых ГЭС и тепловых насосов. Обоснована с технико-экономических позиций целесообразность использования вырабатываемой при этом энергии для обеспечения пригородных хозяйств, в частности, тепличных, и сельских поселений. Суммарная годовая мощность разработанного проекта каскада МГЭС достигает 56,5 млн.кВт·ч при проектной себестоимости производства 1 кВт·ч, равной 0,64 руб.

Экологическим позитивом от реализации данного проекта являются снижение уровня теплового загрязнения прилегающих территорий и улучшение условий для самоочищения водных масс, подвергшихся техногенному воздействию.

7.Разработан и апробирован рецептурный состав строительной смеси с использованием в качестве заполнителей золошлаковых отходов тепловой электростанции (НЧГРЭС) и минеральной расширяющей добавки, позволяющей производить бетон для крупномасштабного гидромелиоративного и водохозяйственного строительства. Согласно результатам производственных испытаний, бетон разработанного состава ниже по стоимости, чем бетон марки В15. Расход добавки составил 20% от массы цемента, а её среднерыночная стоимость - 17,0 руб./кг. Образцы бетона с 20%-ной добавкой «ИР-1» выдержали сравнительные испытания на прочность, водонепроницаемость и морозостойкость с известными марками В15, W8, F150 и $K_{мрз} = 0,97$. Также отмечено «самозалечивание» сквозных трещин в бетоне шириной раскрытия до 0,5 мм в течение 4-5 суток с момента их образования.

Создание и последующее функционирование регионального ЭТК, основанного на максимально возможном использовании вторичных материальных и энергетических ресурсов, а также отходов ТЭС, позволяет последней повысить её энергетическую эффективность, экологическую и технологическую безопасность, получать прибыль от реализации непрофильной, но востребованной продукции, которая применительно к Ростовской области оценивается в сумму порядка 10 млрд.руб.

Социальная значимость подобных комплексов состоит в формировании рынка экологических товаров и услуг, более активном участии теплоэлектростанций в экономическом развитии региона, особенно его депрессивных районов, создании новых рабочих мест, улучшении качества среды обитания в местах угледобычи и в прилегающих к ТЭС и АЭС поселениях. Кроме того, реализация разработанных рекомендаций и технических решений, способствуя улучшению финансово-экономических и инвестиционных показателей самих ТЭС/АЭС и региональной экономики, способна сыграть позитивную роль в политике импортозамещения ряда товаров промышленного и продовольственного назначения (в частности, удобрений, продукции тепличного хозяйства и др.).

Литература

- 1.Экономика природопользования и ресурсосбережения / под ред. А.П. Москаленко [и др.] - Ростов н/Д: Феникс, 2014. - 478 с.
- 2.Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / под ред. В.В. Денисова. - Ростов н/Д: Феникс, 2015. - 382 с.

3.Васильев, А.М. Использование золошлаковых отходов в мелиоративном и водохозяйственном строительстве / Мелиорация и водное хозяйство. - Москва, 2013. - №3. - С. 115-141.

4.Васильев, А.М. Развитие региональной индустрии удобрений: энерего-агропромышленный кластер / А.М. Васильев, В.В. Гутенев, В.В. Денисов [и др.] // Проблемы региональной экологии. - Москва, 2013. - №2. - С. 144-149.

References

1. Jekonomika prirodopol'zovanija i resursosberezhenija / pod red. A.P. Moskalenko [i dr.] - Rostov n/D: Feniks, 2014. - 478 s.

2. Netradicionnye i vozobnovljaemye istochniki jenerгии / pod red. V.V. Denisova. - Rostov n/D: Feniks, 2015. - 382 s.

3. Vasil'ev, A.M. Ispol'zovanie zoloshlakovyh othodov v meliorativnom i vodohozhajstvennom stroitel'stve / Melioracija i vodnoe hozhajstvo. - Moskva, 2013. - №3. - S. 115-141.

4. Vasil'ev, A.M. Razvitie regional'noj industrii udobrenij: jenrego-agropromyshlennyj klaster / A.M. Vasil'ev, V.V. Gutenev, V.V. Denisov [i dr.] // Problemy regional'noj jekologii. - Moskva, 2013. - №2. - S. 144-149.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.153

Вдовин К.Н.¹, Горленко Д.А.², Никитенко О.А.³, Феоктистов Н.А.⁴

¹Профессор, доктор технических наук, ^{3,4}кандидат технических наук,

Магнитогорский государственный технический университет

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-10020)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА РАЗМЕР АУСТЕНИТНОГО ЗЕРНА ЛИТОЙ СТАЛИ 110Г13Л

Аннотация

В работе исследована зависимость размера зерна аустенита литой стали Гадфильда от значения скорости охлаждения в интервале кристаллизации. Показано, что наиболее равномерная микроструктура формируется при скорости охлаждения равной 4,5 °C/с.

Ключевые слова: сталь Гадфильда, кристаллизация, скорость охлаждения, размер зерна, разнородность.

Vdovin K.N.¹, Gorlenko D.A.², Nikitenko O.A.³, Feoktistov N.A.⁴

¹Professor, PhD in Engineering; ^{3,4}PhD in Engineering

Nosov Magnitogorsk State Technical University

STUDY OF COOLING RATE DURING CRYSTALLIZATION ON THE AUSTENITE GRAIN SIZE CAST STEEL 110G13L

Abstract

We study the dependence of the grain size of austenite cast Hadfield steel cooling rate from the value in the range of crystallization. It is shown that the most uniform microstructure formed when a cooling rate equal to 4,5 °Cps.

Keywords: Hadfield steel, crystallization, cooling rate, grain size, assorted.

Сталь Гадфильда (110Г13Л), содержащая 9...15 % марганца, широко применяется при производстве деталей, подвергающихся интенсивному абразивному износу, в условиях высоких контактных нагрузок. Такой выбор обусловлен появлением у этой стали повышенной износостойкости под действием нагрузок из-за формирования тонкого упрочненного слоя на поверхности износа, который по мере изнашивания регенерируется в более глубоких слоях. Тем самым в стали обеспечивается контакт абразива с упрочненным слоем в течение всего срока эксплуатации, который ограничивается полным истиранием изделия или его рабочей части.

Основным способом изготовления изделий из этой стали является литье отливок массой от одного до нескольких сотен килограмм с использованием различной литейной оснастки [1,2]. Это находит отражение в формировании различной структуры стали Гадфильда, отличающейся размером зерна металлической основы - аустенита. Известно, что этот параметр микроструктуры существенно влияет как на механические (прочность, относительное удлинение и ударная вязкость), так и на технологические (трещиностойкость) свойства [3].

Целью данной работы явилось изучение влияния скорости охлаждения на структуру и свойства стали 110Г13Л в литом состоянии.

Оборудование, материалы и методика эксперимента

Материалом для исследования явилась сталь Гадфильда с приведенным в таблице 1 химическим составом.

Таблица 1 – Химический состав исследуемой стали, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Al
1,2	0,9	12,3	0,024	0,033	0,8	0,12	0,06

Для реализации широкого интервала скоростей охлаждения использовали различные формы (сухую и сырую песчано-глинистую форму, кокиль) и массу отливок от 0,05 кг до 0,5 кг. Регистрацию изменения температуры металла проводили с помощью заформованной вольфрам-рениевой термопары, запись результатов проводили на приборе LA-50USB с частотой 50 Гц на каждый канал с возможностью одновременной записи по 4 каналам.

Для выявления качественных и количественных характеристик микроструктуры использовали оптический микроскоп Meiji Techno с применением системы компьютерного анализа изображений Thixomet PRO (исследования выполнены в ЦКП НИИ Наносталей при ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»).

Обсуждение результатов

Изменение скорости охлаждения в интервале кристаллизации оказывает существенное влияние на микроструктуру исследуемой стали за счет изменения значения степени переохлаждения. Низкая скорость охлаждения при кристаллизации сплава способствует образованию малого количества центров кристаллизации, а сам процесс перехода в упорядоченное состояние происходит за счет высокой скорости роста этих немногочисленных зародышей твердой фазы. С увеличением степени переохлаждения увеличивается разница в свободных энергиях между твердым и жидким состояниями и уменьшается подвижность атомов, это приводит к образованию большего количества зародышей критического размера и формированию мелкозернистой структуры. Разница в скоростях охлаждения при кристаллизации более чем в 20 раз меняет средней номер зерна аустенита на три единицы: со второго (при скорости 1,1 °C/c) до пятого (при скорости 25 °C/c) (рис. 1).

Общий анализ микроструктуры образцов позволит получить зависимость размера зерна аустенита исследуемой стали от скорости охлаждения в интервале ее кристаллизации с высоким коэффициентом достоверности аппроксимации (рис. 2).

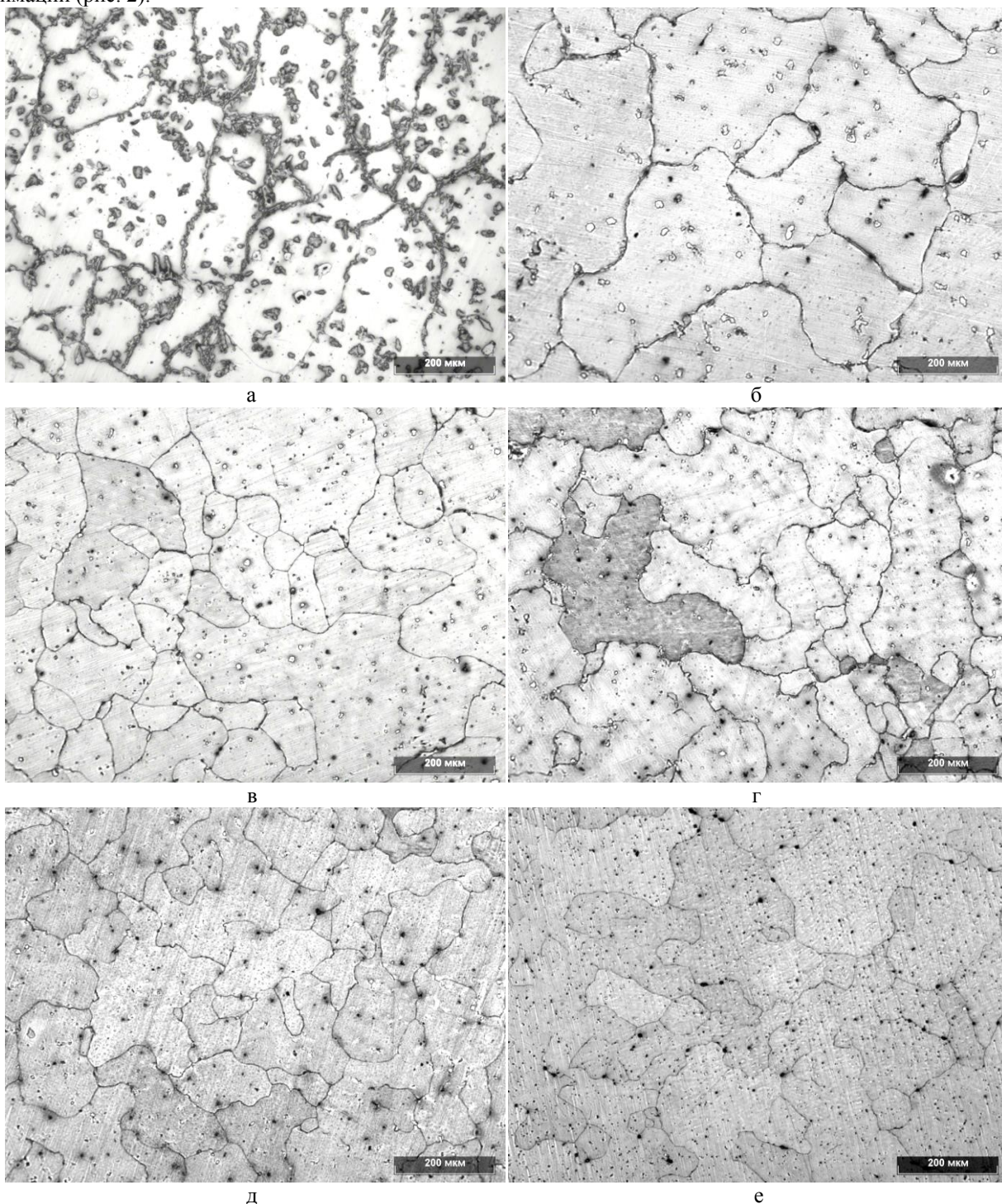


Рис. 1 – Микроструктура стали в литом состоянии, полученная при различных скоростях охлаждения в температурном интервале кристаллизации, $\times 100$: а – 1,1 °C/c; б – 1,9 °C/c; в – 3,7 °C/c; г – 4,5 °C/c; д – 8,9 °C/c; е – 25 °C/c

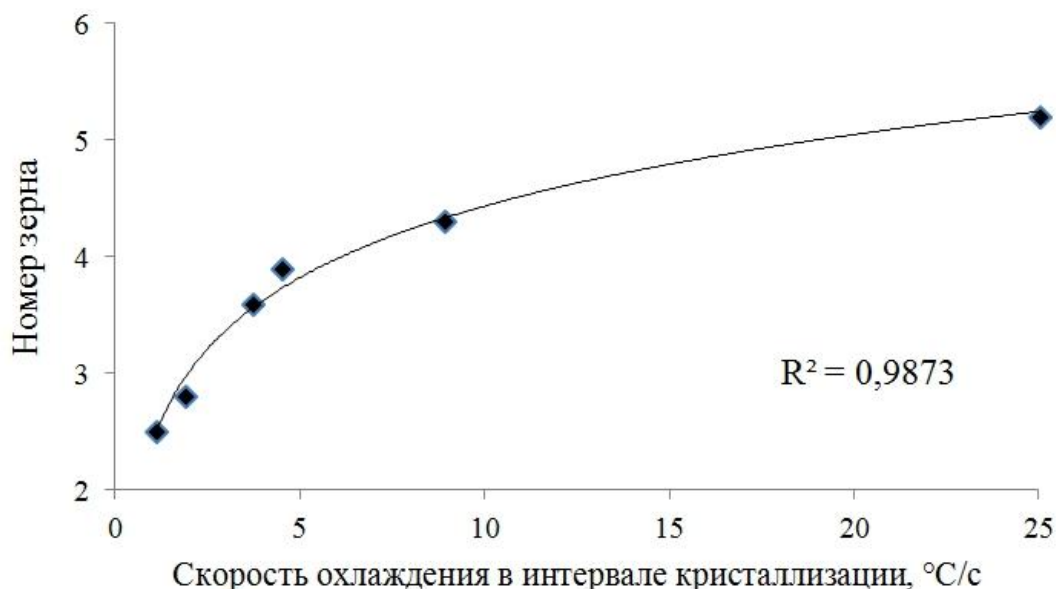


Рис. 2 – Зависимость среднего номера зерна от скорости охлаждения в температурном интервале кристаллизации

На приведенном рисунке видно, что наиболее интенсивное уменьшение размера зерна (более чем на один балл) происходит при увеличении скорости с 1 °C/c до 5 °C/c. При дальнейшем увеличении скорости охлаждения интенсивность уменьшения размера зерна снижается: увеличение скорости охлаждения с 5 °C/c до 25 °C/c приводит к снижению среднего размера зерна на один балл.

Помимо определения среднего размера зерна также было определено влияние скорости охлаждения в исследуемом температурном интервале на количественное соотношение зерен аустенита различных номеров в микроструктуре стали. В зависимости от скорости охлаждения разноразмерность структуры имеет экстремальный характер: наиболее равномерная структура формируется при скоростях охлаждения около 4,5 °C/c. Уменьшение и увеличение скорости относительно этого значения приводит к уменьшению однородности зерна, что отражается на графике нормального распределения (рис. 3).

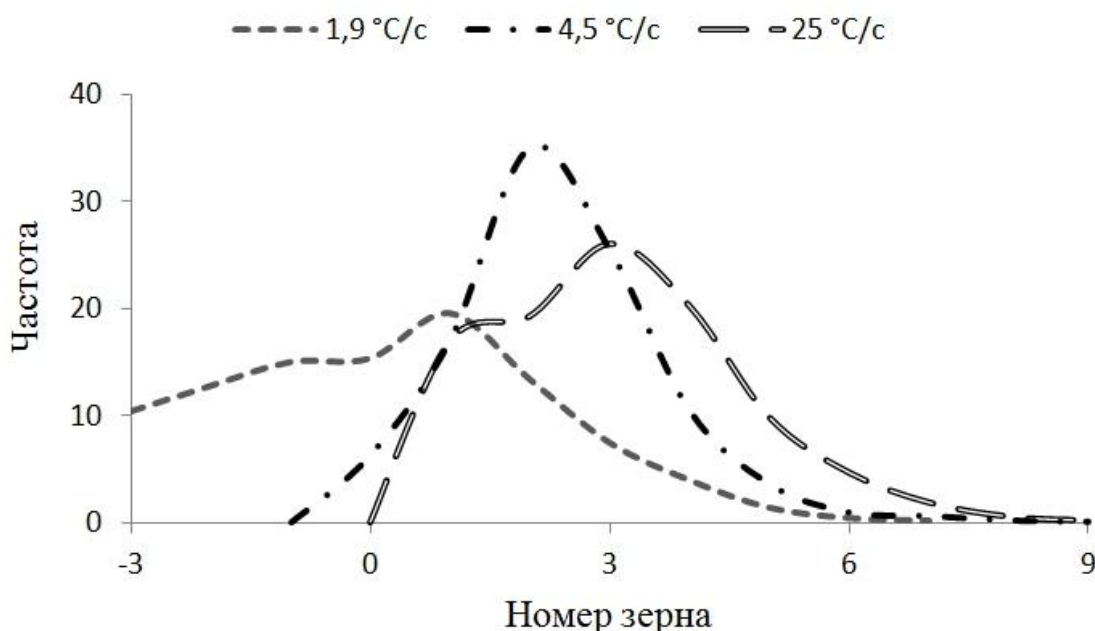


Рис. 3 – График распределения размеров зерен в структуре, формирующейся при некоторых скоростях охлаждения в интервале кристаллизации

Низкая скорость охлаждения (ниже 3,7 °C/c), и, следовательно, низкая степень переохлаждения, приводит к формированию структуры, в которой помимо равномерного роста происходит выборочное увеличение размера отдельных зерен, что растягивает распределение Гаусса. Увеличение скорости охлаждения при кристаллизации до 4,5 °C/c способствует уравниванию влияния скорости роста и скорости зарождения твердой фазы, тем самым происходит равномерное увеличение размера всех образующихся зерен. Высокая скорость охлаждения (более 8,9 °C/c) приводит к увеличению влияния скорости зарождения над скоростью роста зерен аустенита. При формировании такой структуры происходит неравномерный рост некоторого количества зерен и сохранение мелких, рост которых затруднен из-за снижения подвижности атомов, что также увеличивает неравномерность микроструктуры.

Выводы

Скорость охлаждения в интервале кристаллизации стали Гадфильда существенно влияет на формирование ее структуры, а именно, на размер аустенитного зерна.

Увеличение скорости охлаждения в исследованном интервале с 1 °C/с до 25 °C/с приводит к росту среднего номера зерна в два раза (до 5 балла).

Наиболее равномерная структура формируется при скорости охлаждения 4,5 °C/с. Увеличение и уменьшение скорости охлаждения относительно этого значения приводит к формированию разнотекстурированной структуры.

Литература

1. Вдовин, К.Н. Технологический процесс производства брони из стали марки 110Г13Л в условиях ООО «Ремонтно-механический завод» / К.Н. Вдовин, Н.А. Феоктистов, Ш.М. Хабибуллин // Теория и технология металлургического производства. - 2014. - № 1 (14). - С. 51-52.

2. Вдовин, К.Н. Оработка технологии производства и исследование качества литых броней с применением методов неразрушающего контроля / К.Н. Вдовин, Н.А. Феоктистов, Ш.М. Хабибуллин // Литейные процессы. - 2014. - № 13. - С. 75-82.

3. Тен. Э.Б. Влияние внепечной обработки на структуру и механические свойства стали 110Г13Л / Э.Б. Тэн, Т.А. Базлова, Е.Ю. Лихолобов // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2015. - №3. - С. 26-28.

References

1. Vdovin, K.N. Tehnologicheskij process proizvodstva bronej iz stali marki 110G13L v uslovijah ООО «Remontno-mehaničeskij zavod» / K.N. Vdovin, N.A. Feoktistov, Sh.M. Habibullin // Teorija i tehnologija metallurgičeskogo proizvodstva. - 2014. - № 1 (14). - S. 51-52.

2. Vdovin, K.N. Otrabotka tehnologii proizvodstva i issledovanie kachestva lityh bronej s primeneniem metodov nerazrushajushhego kontrolja / K.N. Vdovin, N.A. Feoktistov, Sh.M. Habibullin // Litejnye processy. - 2014. - № 13. - S. 75-82.

3. Ten. Je.B. Vlijanie vnepečnoj obrabotki na strukturu i mehaniche-skie svojstva stali 110G13L / Je.B. Tjen, T.A. Bazlova, E.Ju. Liholobov // Metallovedenie i termičeskaja obrabotka metallov. - 2015. - №3. - S. 26-28.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.093

Ву Дык Хоан¹, Слепцов В.В.²

¹Аспирант - МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского,

²доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования, лауреат премии Правительства РФ, заведующий кафедрой «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии»

МАТИ – РГТУ имени К.Э. Циолковского

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СОЗДАНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ СТРУКТУР И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ

Аннотация

В этой статье показана эффективность разделения зарядов, сравнение возможности накопления энергии в химических источниках тока и в двойном электрическом слое, создание принципиально новых автономных «физических» источников тока с накопителями энергии в двойном электрическом слое - этим вопросам посвящен данный раздел. Ионисторы (молекулярные конденсаторы без диэлектрического слоя между электродами) и сверхёмкие электролитические конденсаторы (СЭК) с диэлектрическим слоем между электродами, перспективы создания и резкого в 5-10 раз повышения энергетических характеристик таких источников обсуждаются в этом разделе. Предложен обзор современных технологий и изучить их теоретические и экспериментальные оптимальные решения, а именно, как можно усовершенствовать уже доступные решения для улучшения технических параметров ТКЯ, уменьшив их площадь, занимаемую в составе электронных устройств, а также встроить в технологические процессы изготовления электронных средств, в том числе в 3D-MID технологию электронных схем на пластике. Автором представлено нарушение электронной нейтральности приводит к появлению новых энергетических уровней, что позволяет говорить о изменении внутренней энергии наноструктурированной системы. Так же показана ультрабольшая интегральная схема (УБИС) - Типичный пример плотноупакованной наноструктурированной системы.

Ключевые слова: 3D-MID, двухслойных конденсаторов, электрическая энергия, супер конденсаторы.

Vu Duc Hoan¹, Sleptsov V.V.²

¹Postgraduate – MATI - Russian State Technological University named after KE Tsiolkovsky,

²PhD in Engineering, professor, honored worker of higher education, laureate of the Russian government, head of the "Electronics, telecommunications and nanotechnology"

MATI - Russian State Technological University named after KE Tsiolkovsky.

ANALYSIS OF THE STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF CREATION OF CONDENSER STRUCTURES AND THEORETICAL STUDIES OF LIMITING VALUES OF POWER INTENSITY

Abstract

This article shows the efficiency of charge separation, a comparison of the possibility of accumulation of energy in chemical power sources and electric double layer, the creation of new autonomous "physical" batteries with energy storage in electrical double layer - these issues presented in this section. Electric double layer capacitors (molecular capacitor without the dielectric layer between the electrodes) and Ultra-electrolytic capacitors (SEC) with a dielectric layer between the electrodes, and the prospect of creating a sharp increase of 5-10 times the energy characteristics of these sources are

discussed in this section. Propose a review of modern technologies and examine their theoretical and experimental optimal solutions, namely how to improve already available solutions to improve the technical parameters TKYA reduce their footprint as part of electronic devices, as well as to build in processes of manufacturing of electronic means, including 3D-MID technology, electronic circuits on plastics. The author presents a violation of electrical neutrality leads to the emergence of new energy levels, suggesting that the change in internal energy of nanostructured systems. Just shows an ultra Integrated Circuit (Ubisa) - A typical packed nanostructured systems.

Keywords: 3D-MID, double layer capacitors, electric energy, super capacitors.

Деятельность любого предприятия базируется на трех основных структурах:

- Анализ конструктивно
- технологических решений создания конденсаторных структур.
- **ОСОБЕННОСТИ 3D-MID ТЕХНОЛОГИИ**

3D-MID технологии – это технология создания трехмерных электронных схем на пластике (полимерных материалах). В настоящее время она рассматривается как одна из перспективных технологий электроники. 3D-MID технология обеспечивает очень высокую гибкость проектирования за счет возможности интеграции электронных, механических и оптических элементов, широких возможностей относительно формы устройства и миниатюризации. Среди других преимуществ данной технологии необходимо отметить меньшее число входящих в состав элементов, повышенную надежность, меньшую материалоемкость. Основные области применения 3D-MID технологии – это устройства и системы телекоммуникаций, изделия медицинской, компьютерной и бытовой электроники.[1-4].

Использование высокотемпературных пластиков и их структурированная металлизация открывают новые возможности дизайна проводящих схем в электронной промышленности: трехмерные системы на пластике (3D-MID).

Трехмерные системы на пластике состоят из литых термопластиковых оснований с интегрированной системой соединений. Изделия на пластике позволяют упростить конструкцию, сократить количество сборочных единиц и вес изделий, повысить их надежность. Они обеспечивают огромный технический и экономический потенциал и являются более экологичными по сравнению с обычными печатными платами, однако, они их не заменяют, а скорее дополняют их.[4,5].

Для разработки модели структур использован в журнал

1. Печатаемые» конденсаторы по технологии «directwrite»
 2. Осаждение конденсаторов
 3. 3D пленочные конденсаторы для интеграции в многослойные печатные платы.
 4. Разработка структуры 3D пленочного конденсатора
 5. Изготовление тонкопленочных конденсаторных ячеек на бумаге
- 1. Печатаемые» конденсаторы по технологии «directwrite»**

В этом разделе будет представлена технологий для «печатания» конденсаторов, разработанная в Калифорнийском университете города Беркли.

Печатаемый электрохимический конденсатор состоит из пяти слоев (перечисление по порядку нанесения слоя): обкладка конденсатора, угольный электрод, гелевый электролит и симметричная часть состоящая из угольного электрода и обкладки конденсатора. Схематически конденсатор изображен на рис. 1.1.

Электрод состоит из следующих компонентов: 50% активированного угля, 24% содержания связующего полимера PVDF, 2% проводящего присадочного материала и 24% ВММ+BF₄⁻ ионной жидкости. Гелевый электролит состоит из 1:1 раствора PVDF и ВММ+BF₄⁻. Обкладки конденсаторов разработаны из проводящих частиц, например никеля, в PVDF. Все составные части конденсатора выполнены в виде растворов, который осаждается (печатается) в виде каплей. Вязкость растворов образуется за счет добавления летучего растворителя такого как n-метил-2-пирролидон (NMP). Пневматический принтер быстро выдавливает на нужную поверхность капли через печатающую головку в виде шприца. Капли в итоге соединяются и образуют пленку при улетучивании растворителя NMP. При изготовления конденсатора печатается пятислойная планарная пленка похожая на пирог, как и показано на рис. 1.1. Рис. 1.2 представляет микроснимок, на котором изображена морфология угольных электродов и гелевого электролита. [6].

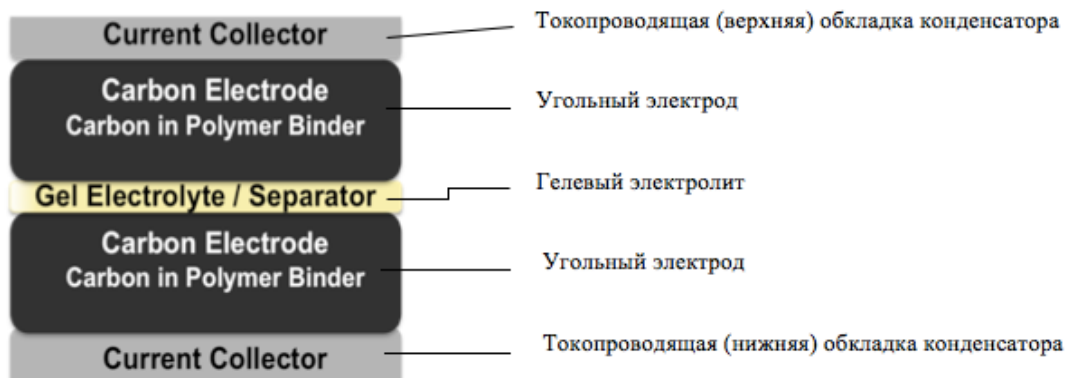


Рис. 1.1 [1] – Схематическое изображение печатаемого электрохимического конденсатора

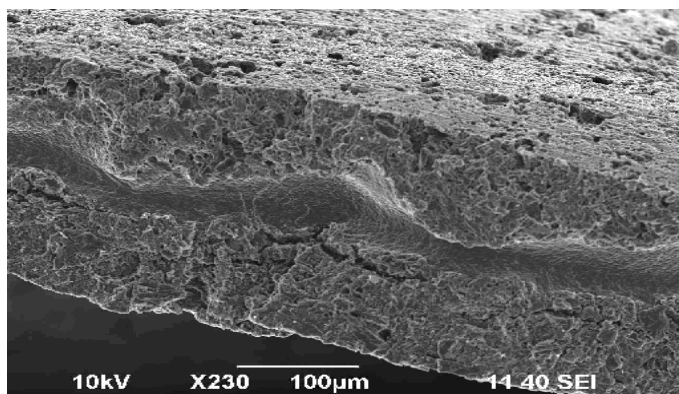


Рис. 1.2. [2] – Микроснимок показывающий морфологию угольных электродов и гелиевого электролита

2. Осаждение конденсаторов

Разработанная технология осаждения пленок предполагает «печатание» конденсаторов непосредственно на поверхность (печатную плату), где могут находиться электронные и другие компоненты. Рис. 1.3 схематически иллюстрирует процесс осаждения пленок.

Для осаждения ТКЯ на печатную плату с предустановленными компонентами используется программное обеспечение на основе обработки изображений и технологий прецизионного выравнивания. Для успешной печати выполняется ряд последовательных действий:

- Программное обеспечение делает снимок поверхности и находит на ней свободные области для печати.
- Свободные области кодируются в растровое изображение.
- Принтер осаждает пленки в соответствии с растровым изображением, а программное обеспечение контролирует точность нанесения пленок.

На рис.1.3а демонстрируется процесс стабилизации емкости суперконденсатора. Примечательно, что она стабилизируется в районе 1000 циклов перезаряда и дальше держится стабильно в районе 55 мФ до 120000 циклов и более [5]. Такое большое гарантированное число циклов перезаряда особенно важно для автономных систем, например беспроводных сенсорных сетей, модули которых используют технологии сбора энергии из окружающей среды и способны перезаряжать свои источники питания. Рис. 1.3б показывает цикл перезаряда суперконденсатора, прикладывая максимально допустимое напряжение 1.7 В и небольшой ток заряда/разряда. Максимально допустимый ток составляет 2 мА.

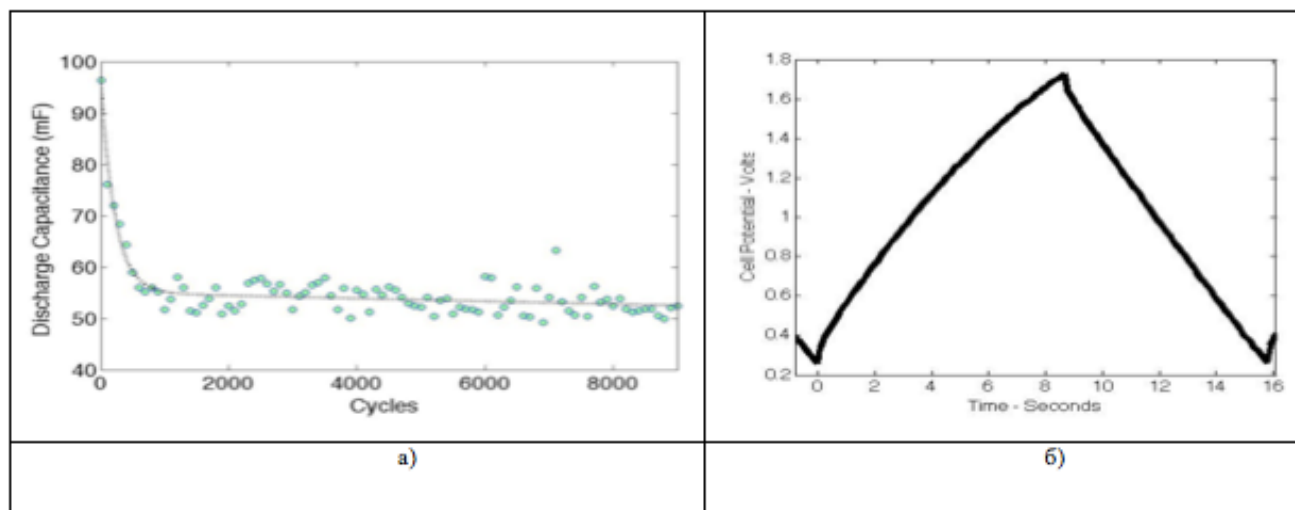


Рис. 1.3 – (а) Характеристика, показывающая момент стабилизации емкости суперконденсатора; (б) цикл перезаряда суперконденсатора током 0.3 мА, 3D пленочные конденсаторы для интеграции в многослойные печатные платы.[5]

3. 3D пленочные конденсаторы для интеграции в многослойные печатные платы

Пассивные компоненты занимают порядка 60% в электронных схемах. Поэтому, чтобы добиться высокой интеграции компонентов на печатной плате (ПП), промежуточные слои многослойной печатной платы могут использоваться для напыления пассивных компонентов, например, конденсаторов. Это особенно важный момент для автономных электронных устройств, имеющих лимитированный запас запасенной энергии. Однако, процесс напыления не легко встроить в технологический процесс изготовления печатной платы и обеспечить надежность и технические характеристики напыленных конденсаторов сравнимых с дискретными компонентами.[7].

4. Разработка структуры 3D пленочного конденсатора

Метод 3D интеграции пленочных конденсаторов в промежуточные слои ПП, представленный в исследовательской работе позволяет добиться более высокой ёмкости ТКЯ, а именно 10 нФ/мм², и безболезненно встроить процесс осаждения конденсаторов в технологический процесс изготовления ПП. Диэлектрик в таком тонкопленочном

конденсаторе МДМ типа (металл-диэлектрик-металл) состоит из двух слоев: самоорганизующегося монослоя и слоя ультра мелких наночастиц (BaTiO_3 или ZrO_2) со стабилизатором органического происхождения. Такой диэлектрик может быть нанесен непосредственно на медную фольгу ПП с последующей операцией отверждения. Весь процесс происходит при температурах полностью совместимых с технологией производства и обработки ПП.

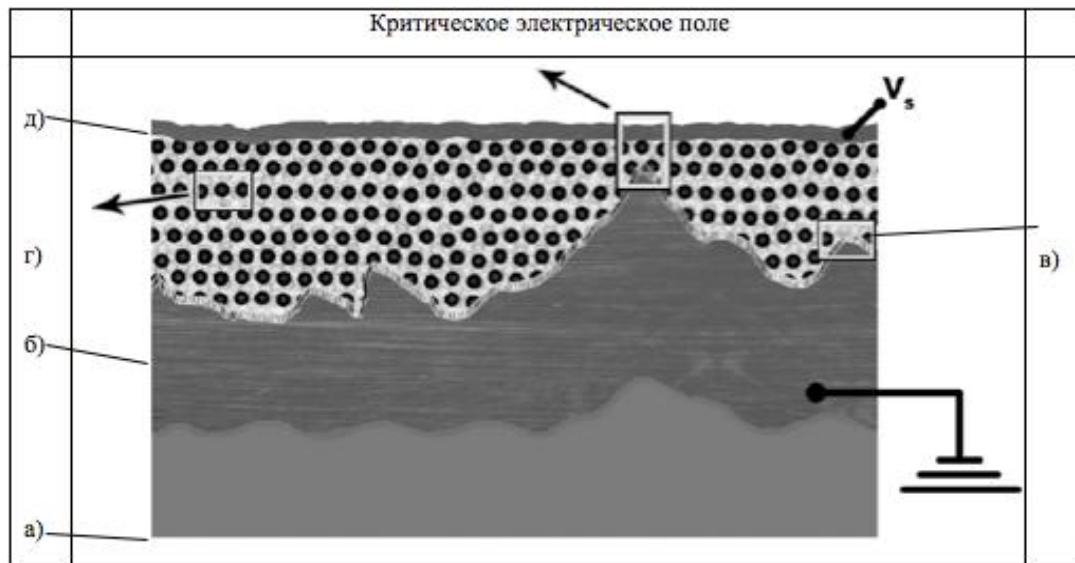


Рис. 1.4. [6] – Состав тонкопленочного 3D конденсатора осажденного непосредственно на медную фольгу ПП, где (а) верхний слой ПП, (б) медный слой, (в) диэлектрик, (г) мелкие наночастицы BaTiO_3 или ZrO_2 , (д) верхний металлический электрод

Экспериментальные результаты

На рис. 1.5. показаны исследования 3D тонкопленочного конденсатора структура которого было описана выше.

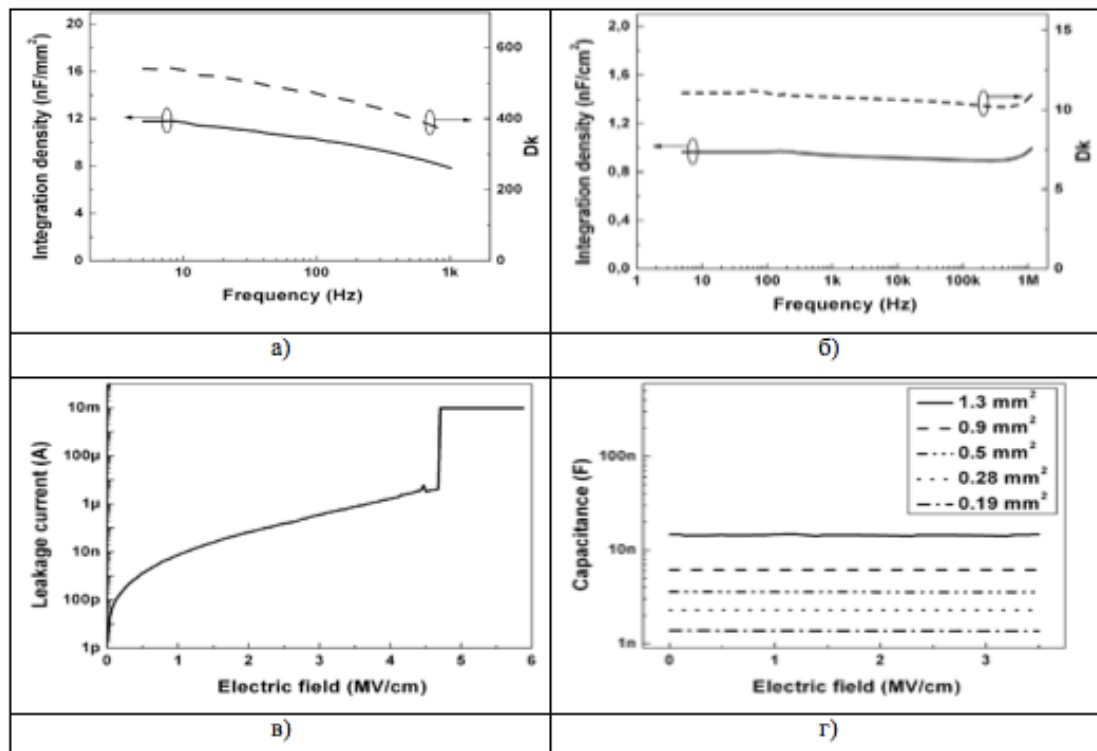


Рис. 1.5. [9,10] – Экспериментальные исследования тонкопленочных 3D конденсаторов: зависимость плотности интеграции nF/mm^2 (integration density) и относительной диэлектрической константы (D_k) конденсатора от частоты (frequency) для второго диэлектрического слоя из наночастиц на основе (а) BaTiO_3 или (б) ZrO_2 ; (в) измерение тока утечки (саморазряда) (leakage current) конденсатора со вторым слоем диэлектрика на основе наночастиц ZrO_2 площадью 20 mm^2 ; (г) зависимость емкости (capacitance) в Фарадах конденсатора со вторым слоем диэлектрика на основе BaTiO_3 на частоте 1 кГц

Подводя итоги, можно выделить следующих достоинства технологии, представленной в работе [9,10]:

- Технология может быть легко адаптирована для использования при изготовлении конденсаторов в индустрии, применяя напыление «directwrite» или «all-inkjet» о которых говорилось ранее.

– Тонкопленочной конденсаторной ячейк (ТКЯ) могут осаждаться на внутренние слои многослойной ПП, не нарушая и не препятствуя технологическому процессу изготовления самой платы и избегая паразитных явлений, например такого как паразитная индуктивность.

– Напыленные 3D конденсаторы обладают хорошими электрическими характеристиками, не уступая аналогичным компонентам монтируемых на поверхность, и могут использоваться в качестве источников питания, развязывающих конденсаторов, конденсаторов для цифровых устройств.

– Технология позволяет уменьшить размеры электронного устройства за счет «помещения» части пассивных компонентов внутрь многослойной ПП, а также уменьшить стоимость устройства.

5. Изготовление тонкопленочных конденсаторных ячеек на бумаге

Рассмотренные ранее исследовательские работы предлагали методы по напылению тонкопленочной конденсаторной ячейк (ТКЯ) на твердых или, по крайней мере, не гнущихся поверхностях. С развитием области «печатной электроники», которая применяется, например, в области изготовления гибких, легковесных дисплеев встает вопрос и о создании соответствующих источников питания. На сегодняшний день технологии изготовления электронных устройств на бумаге, которая доступна в повседневной жизни, уже позволяют изготавливать тонкопленочные транзисторы, датчики, РЧ идентификационные устройства. Основными достоинствами изготовления электроники на бумаге являются их малая стоимость и простота утилизации отходов. Основное же препятствие при использовании бумаги для электроники – это ее шероховатая поверхность. Однако, эта проблема не существенна для производства источников питания, таких как суперконденсаторы. К тому же, «бумажные» источники питания необходимы для корректного функционирования и правильного сопряжения с другими «бумажными» электронными устройствами.

Исследовательская работа демонстрирует технологию производства тонкопленочной конденсаторной ячейк (ТКЯ), в которой анод, катод и разделитель обкладок выполнены на одном листе бумаги. Обычно при напылении одностенных углеродных нанотрубок (ОСУНТ) на бумагу происходит короткое замыкание всех напечатанных электронных компонентов из-за того, что трубки проникают сквозь микрометровые бумажные поры. Чтобы решить эту проблему, исследователи покрыли одну сторону бумажной основы 10% поливинилиденфторидом (ПВДФ). Это покрытие толщиной 5 мкм было нанесено стержнем Мейера с последующей двадцати минутной операцией сушки в печи при 65 °С. Операция была повторена и для второй стороны бумажного листа (рис. 1.6а схематически иллюстрирует эту технологическую операцию). Тонкий слой ПВДФ покрытия, тем не менее, позволяет проникать электролиту через бумагу, функционирующей как электролитная мембрана и в то же время, служить разделителем, не позволяя одностенных углеродных нанотрубок (ОСУНТ) создавать короткие замыкания в устройстве. Рис. 1.6б показывает структуру суперконденсатора с интегрированными на одном листе бумаги электродами и разделителями. Для нанесения ОСУНТ пленки на бумагу предварительно обработанную ПВДФ, использовался раствор ОСУНТ с концентрацией 2.0 мг/мл с добавлением поверхностно-активной присадки 1% натрия додецилбензолсульфоната. Толщина сырой ОСУНТ пленки может варьироваться от 4 до 100 мкм. Эта величина зависит от стержня Мейера – технологии покрытия. Было замечено, что высокая концентрация ОСУНТ раствора помогает значительно снизить риск короткого замыкания в устройстве благодаря высокой плотности ОСУНТ соединений на бумажной поверхности. Например, при концентрации 0.5 мг/мл ОСУНТ в воде короткие замыкания случаются сравнительно часто. [11,12].

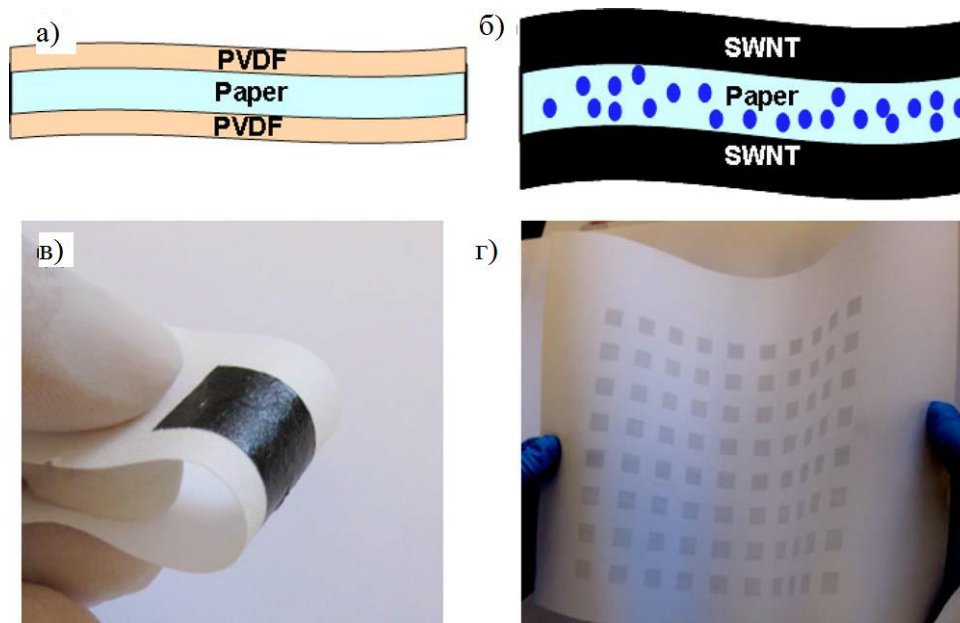


Рис. 1.6. [12] –(а) Схематическое изображение фирменного листа бумаги Херох (paper) обработанного раствором ПВДФ (PVDF) с обеих сторон; (б) схематическое изображение бумажного суперконденсатора (paper), покрытого ОСУНТ (SWNT) пленкой при помощи стержня Мейера или напечатанной на принтере с распылением; (в) фото изготовленного прототипа суперконденсатора на бумаге используя метод Мейкра; (г) фото прототипа суперконденсатора напечатанного на принтере [12].

Экспериментальные результаты

Во время экспериментов одностенных углеродных нанотрубок (ОСУНТ) ТКЯ были нанесены на разные виды бумажной продукции (с предварительной ПВДФ обработкой) включая фото бумагу Kodak, газету, рекламные продуктовые листовки. Было обнаружено, что электрическая проводимость одинаковая у всех бумажных основ при нанесении раствора ОСУНТ концентрации 2.0 мг/мл, хотя шероховатость поверхности сильно разнится у всех бумажных основ для конденсаторов.

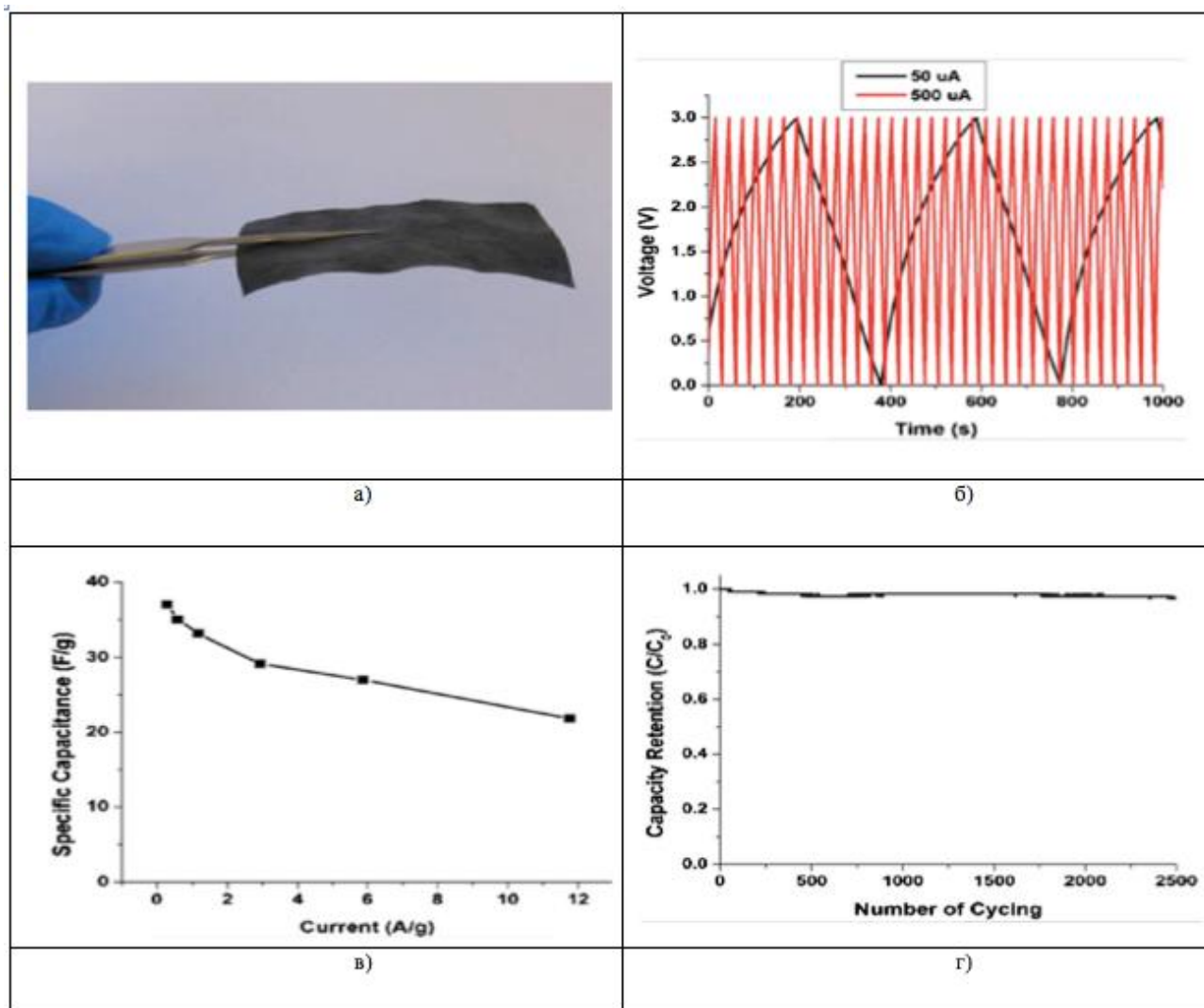


Рис. 1.7. [13-14] – (а) Фото суперконденсатора напечатанного на газете толщиной 30 мкм; (б) циклы заряда/разряда суперконденсатора напечатанного на газете; (в) зависимость удельной емкости (specific capacitance) от плотности тока (current); (г) зависимость деградации емкости (capacity retention) от количества циклов перезаряда (number of cycling) конденсатора

На рис. 1.7а изображен конденсатор, напечатанный на газете толщиной 30 мкм. Для тестирования такого конденсатора были изготовлены платиновые контакты и проводники. В таком исполнении ОСУНТ пленки играют роль как токопроводящей обкладки и электрода одновременно. Таким образом, конденсатор состоит всего из двух компонентов: газеты и ОСУНТ пленок. В качестве электролита использовался 1 M LiPF₆ в этиленкарбонате; диэтилен карбонат = 1:1 v/v. Изготовленный конденсатор был протестирован анализатором батарей MACCOR 4300. Размер тестируемого конденсатора 1 см², вес ~0.3 мг/см². Как показано на рис. 1.6б конденсатор был протестирован двумя токами, а именно 50 мкА и 500 мкА при прикладываемом напряжении от 0 до 3 В. Форма импульсов заряда стабильна. Импеданс конденсатора составляет 30 Ом, который складывается в основном за счет ОСУНТ обкладок и органического электролита. На рис. 1.7в изображена характеристика удельной емкости. К примеру, она равна 33 Ф/г при удельной мощности 250 000 Вт/кг, что является соизмеримым результатом в литературе. Из-за легковесности ОСУНТ пленок, которые служат в качестве токопроводящих обкладок вместо металлических, емкость готового конденсатора может быть значительно улучшена по сравнению с обычными суперконденсаторами. Масса ОСУНТ пленки составляет 0.3 мг/см², бумаги ~3 мг/см² и металла ~10 мг/см². Следовательно, емкость бумажного конденсатора ~3 Ф/г. Удельная емкость уменьшается с увеличением плотности тока и также зависит от площади соприкосновения конденсатора с электродом. Суперконденсатор показывает хорошую стабильность емкости от увеличения циклов перезаряда (см. рис. 1.7г). Небольшое ухудшение емкости наблюдается после 2500 циклов перезаряда. Результат такой стабильности может быть объяснен хорошими связующими свойствами ОСУНТ раствора, который отлично соединяется с бумажной основой. [13-14].

Данная технология может быть легко внедрена в рулонное производство. Полученные ТКЯ существенно упрощают разработку электроники на бумажной основе, выступая в качестве источников питания.

ВЫВОДЫ

В этом был сделан обзор современной литературы и проведен анализ оптимальных конструктивно-технологических решений создания сверхъёмких ТКЯ. Основной акцент был сделан на технологии и решениях, которые можно совмещать с уже имеющимися технологиями производства, например, печатных плат или электронных средств в целом. Стоит выделить технологию «directwrite», которая позволяет печатать сверхъёмкие ТКЯ непосредственно на свободные места на ПП. Хорошей плотности интеграции позволяет добиться и технология интеграции ТКЯ в промежуточные слои ПП, не нарушая тем самым не технологических процессов, не повреждая сами ПП. Выше названные технологии особенно актуальны для автономных электронных устройств с ограниченным запасом энергии.

Однако для широкого исследования накопителей энергии в промышленных масштабах их удельные характеристики недостаточно высоки, они существенно уступают химическим источникам тока (ХИТ). Поэтому важным вопросом является оценка предельных удельных характеристик по энергоёмкости конденсаторных структур. Поэтому вторая часть работы будет посвящена именно этому вопросу.

Литература

1. Чернов В. А., Палагушкин А. Н., Прудников Н. В., Сергеев А. П., Сигейкин Г. И., Леонова Е.А. Изготовление и исследование свойств наноструктур для прямого преобразования ядерной энергии в электрическую с использованием эмиссии вторичных электронов // Нано-микросистемная техника. 2010 г. Т. 11 (124). С. 2–9.
2. Радиоизотопные источники электрической энергии. / Под ред. Фрадкина Г. М. Москва, 1978, с. 304
3. Бамбаков В. М., Карась В. И., Кононенко С.И., Моисеев С. С., Муратов В. И. Вторично- эмиссионный радиоизотопный источник тока. Патент Р. Ф. № 2050625, 1995 г.
4. A. Somov, C. C. Ho, R. Passerone, J. W. Evans, and P. K. Wright. Towards extending sensor node lifetime with printed supercapacitors. In Proceedings of the 9th European Conference on Wireless Sensor Networks (EWSN'12), LNCS vol. 7158, pp. 212-227, Trento, Italy, February 15-17, 2012.
5. A. Somov, C. C. Ho, R. Passerone, J. W. Evans, and P. K. Wright. Printed electrochemical capacitors for energy scavenging sensor networks. In Proceedings of the 1st International Workshop on Algorithms and Concepts for Networked Sensing Systems Powered by Energy Harvesters (EnHaNSS'12), pp. 1-6, Antwerp, Belgium, June 11, 2012.
6. Проект MICROFLEX <http://microflex.ecs.soton.ac.uk>: разработка материалов и процессов для осаждения и изготовления электронных компонентов на текстильной ткани.
7. Yi Li, R. Torah, S. Beeby, J. Tudor, "An all-inkjet printed flexible capacitor on a textile using a new poly(4-vinylphenol) dielectric ink for wearable applications," In IEEE Proceedings on Sensors 2012, pp.1-4, Taipei, 28-31 Oct. 2012.
8. Jong-In Ryu, Jong-Won Moon, Se-Hoon Park, Dongsu Kim, Jun-Chul Kim, Jong-Chul Park, "Fabrication of a switch module by embedding chip capacitors and an active IC in organic substrate," Electronic Components and Technology Conference (ECTC), 2010 Proceedings 60th , vol., no., pp.1980-1985, 1-4 June 2010.
9. P. Kim, S. C. Jones, P. J. Hotchkiss, J. N. Haddock, B. Kippelen, S. R. Marder, J. W. Perry, "Phosphonic Acid-Modified Barium Titanate Polymer Nanocomposites with High Permittivity and Dielectric Strength," Advanced Materials, 19: 1001–1005, 2007.
10. G. L. Brennecke, C. M. Parish, B. A. Tuttle, L. N. Brewer, "Multilayer thin and ultrathin film capacitors fabricated by chemical solution deposition," Journal of Materials Research, 23, pp 176-181, 2008.
11. M. Vehkamäki, T. Hatanpää, M. Ritala, M. Leskelä, S. Väyrynen and E. Rauhala, "Atomic Layer Deposition of BaTiO₃ Thin Films—Effect of Barium Hydroxide Formation", Chemical Vapor Deposition, vol. 13, pp. 239-246, 2007.
12. D. Taroata, W. Fischer, T. A. Cheema, G. Garnweitner, G. Schmid, "High integration density capacitors directly integrated in a single copper layer of printed circuit boards," IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol.19, no.1, pp.298-304, February 2012.
13. H. Nagata, S. W. Ko, E. Hong, C. A. Randall, S. Trolier-McKinstry, P. Pinceloup, D. Skamser, M. Randall and A. Tajuddin, "Microcontact printed BaTiO₃ and LaNiO₃ thin films for capacitors", J. American Ceramic Society, vol. 89, pp. 2816-2821, 2006.
14. Liangbing Hu, Hui Wu, Yi Cui, "Printed energy storage devices by integration of electrodes and separators into single sheets of paper," Applied Physics Letters, 96(18), Article ID 183502, 3 pages, 2010.

References

1. Chernov VA, Palagushkin AN, Prudnikov NV, Sergeev AP, Sigeykin GI, Leonova EA Manufacturing and investigation of the properties of nanostructures for the direct conversion of nuclear energy into electricity ispolzovaniem secondary electron emission // Nano Microsystems. 2010 T 11 (124). S. 2-9.
2. Radioisotope sources of electrical energy. / Ed. Fradkina GM Moscow, 1978, p. 304
3. Bambaka VM, Karas VI, Kononenko SI, Moiseev SS, Muratov VI secondary-emission radioisotope source of current. Patent RF number 2050625 1995
4. A. Somov, CC Ho, R. Passerone, JW Evans, and PK Wright. Towards extending sensor node lifetime with printed supercapacitors. In Proceedings of the 9th European Conference on Wireless Sensor Networks (EWSN'12), LNCS vol. 7158, pp. 212-227, Trento, Italy, February 15-17, 2012.
5. A. Somov, CC Ho, R. Passerone, JW Evans, and PK Wright. Printed electrochemical capacitors for energy scavenging sensor networks. In Proceedings of the 1st International Workshop on Algorithms and Concepts for Networked Sensing Systems Powered by Energy Harvesters (EnHaNSS'12), pp. 1-6, Antwerp, Belgium, June 11, 2012.
6. Draft MICROFLEX <http://microflex.ecs.soton.ac.uk>: development of materials and processes for the deposition and the manufacture of electronic components in the textile fabric.

7. Yi Li, R. Torah, S. Beeby, J. Tudor, "An all-inkjet printed flexible capacitor on a textile using a new poly (4-vinylphenol) dielectric ink for wearable applications," In IEEE Proceedings on Sensors 2012 , pp.1-4, Taipei, 28-31 Oct. 2012.
8. Jong-In Ryu, Jong-Won Moon, Se-Hoon Park, Dongsu Kim, Jun-Chul Kim, Jong-Chul Park, "Fabrication of a switch module by embedding chip capacitors and an active IC in organic substrate," Electronic Components and Technology Conference (ECTC), 2010 Proceedings 60th, vol., no., pp.1980-1985, 1-4 June 2010.
9. P. Kim, SC Jones, PJ Hotchkiss, JN Haddock, B. Kippelen, SR Marder, JW Perry, "Phosphonic Acid-Modified Barium Titanate Polymer Nanocomposites with High Permittivity and Dielectric Strength," Advanced Materials, 19: 1001-1005 2007.
10. GL Brennecke, CM Parish, BA Tuttle, LN Brewer, "Multilayer thin and ultrathin film capacitors fabricated by chemical solution deposition," Journal of Materials Research, 23, pp 176-181, 2008.
11. M. Vehkamäki, T. Hatanpää, M. Ritala, M. Leskelä, S. Väyrynen and E.Rauhala, "Atomic Layer Deposition of BaTiO₃ Thin Films-Effect of Barium Hydroxide Formation", Chemical Vapor Deposition, vol. 13, pp. 239-246, 2007.
12. D. Taroata, W. Fischer, TA Cheema, G. Garnweitner, G. Schmid, "High integration density capacitors directly integrated in a single copper layer of printed circuit boards," IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol.19, no.1, pp.298-304, February 2012.
13. H. Nagata, SW Ko, E. Hong, CA Randall, S. Trolier-McKinstry, P. Pinceloup, D. Skamser, M. Randall and A. Tajuddin, "Microcontact printed BaTiO₃ and LaNiO₃ thin films for capacitors", J. American Ceramic Society, vol. 89, pp. 2816-2821, 2006.
14. Liangbing Hu, Hui Wu, Yi Cui, "Printed energy storage devices by integration of electrodes and separators into single sheets of paper," Applied Physics Letters, 96 (18), Article ID 183502, 3 pages, 2010.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.168

Гриценко С.Н.¹, Воронкова А.Н.², Силкин Р.С.³, Коваленко А.И.⁴

¹Эксперт газораспределения и газопотребления ОАО «Газпром газораспределение Ростов-на-Дону – филиал «Подземметаллзащита», ²эксперт по объектам газораспределения и газопотребления ООО НПП «ПромТЭК»,
³специалист-обследователь ООО НПП «ПромТЭК»,
⁴генеральный директор ООО ПКФ «КРОМ»

ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ВОЛЬТМЕТРА РЕГИСТРИРУЮЩЕГО «ПРИМА-40», «ПРИМА-2000» (ЭЛЕКТРОННЫЙ САМОПИСЕЦ)

Аннотация

Настоящая статья посвящена анализу технического состояния подземных металлических сооружений – газопроводов, с помощью вольтметра регистрирующего «Прима-40», «Прима-2000» (электронный самописец). Таким образом, правильно расшифровав график (диаграмму) записи разности потенциалов, можно составить полную картину наличия на газопроводе всевозможных сигналов как положительных, так и отрицательных, в плане возможного возникновения коррозии и защиты от нее.

Ключевые слова: газопровод, коррозия, электрометрическая диагностика.

Gricenko S.N.¹, Voronkova A.N.², Silkin R.S.³, Kovalenko A.I.⁴

¹Expert gas distribution and consumption of JSC «Gazprom gas distribution Rostov-on-Don - a branch of «Podzemmetallzaschita», ²expert objects gas distribution and consumption NPP «PROMTEK», Rostov-on-Don,
³specialist examiner NPP «PROMTEK», Rostov-on-Don, ⁴director PKF «KROM»

ELECTROMETRICALLY DIAGNOSTICS OF UNDERGROUND PIPELINES WITH A VOLTMETER REGISTERING «PRIMA-40», «PRIMA-2000» (ELECTRONIC CHART RECORDER)

Abstract

This article is devoted to analysis of the technical condition of underground metal structures - pipelines, with a voltmeter registering "Prima-40", "Prima-2000" (electronic chart recorder). Thus, correctly decipher the schedule (chart) recording the potential difference can form a complete picture of the presence on the pipeline of various signals of both positive and negative, in terms of the possible occurrence of corrosion and protection from it.

Keywords: pipeline corrosion, electrometric diagnostics.

Анализируя техническое состояние подземных металлических сооружений – газопроводов, случаи их преждевременного износа от коррозионных повреждений, мы пришли к выводу, что главными причинами возникновения проблем являются:

- 1) несоблюдение технологии при строительстве;
- 2) несоответствие толщины и качества нанесения изоляционных покрытий;
- 3) наличие "блуждающих токов" на коммуникации;
- 4) недостаточная квалификация специалистов электрохимической защиты;
- 5) недостаточная квалификация специалистов по комплексному приборному обследованию;
- 6) отсутствие новых специализированных средств контроля состояния ЭХЗ и диагностики объектов.

На основании этого, мы попытались провести некоторые исследования с точки зрения «электрометрической диагностики», при помощи электронных самописцев – Вольтметр регистрирующий «Прима-40», «Прима-2000» (Рис.1).



Рис. 1 – Вольтметр регистрирующий «Прима-2000»

Прибор позволяет оценивать [1]:

- 1) наличие и влияние «блуждающих токов» на газопровод;
- 2) выявлять источники «блуждающих токов»;
- 3) оценивать влияние переменного тока на коммуникацию;
- 4) оценивать степень риска при отключения средств ЭХЗ;
- 5) помогает оптимизировать места расположения и количество катодных преобразователей, необходимых для обеспечения 100% электрохимической защиты ПМС;
- 6) выполнять «суточные замеры» разности потенциалов в местах наличия «блуждающих токов», для составления квалифицированного прогноза их влияния.

Как известно, одним из факторов наличия коррозии металла газопроводов, является наличие на коммуникации «блуждающих токов», физика которых, очень проста. «Блуждающие токи» появляются исключительно вблизи мощных потребителей, работающих на «постоянном токе» – промышленные предприятия, железнодорожный транспорт, городской электротранспорт (трамваи) и т. п. [1].

Появление «блуждающих токов» объясняется несколькими причинами. Основные из них – потеря, со временем, электрического сопротивления между рельсом и землей, электродвигателем и землей, обрыв электрических перемычек между рельсами и др. [2].

Для гарантированного обнаружения «блуждающих токов» на объектах, необходимо делать суточные или многосуточные замеры. Время измерений необходимо выбирать исходя из реальной интенсивности движения поездов, трамваев и т. д.

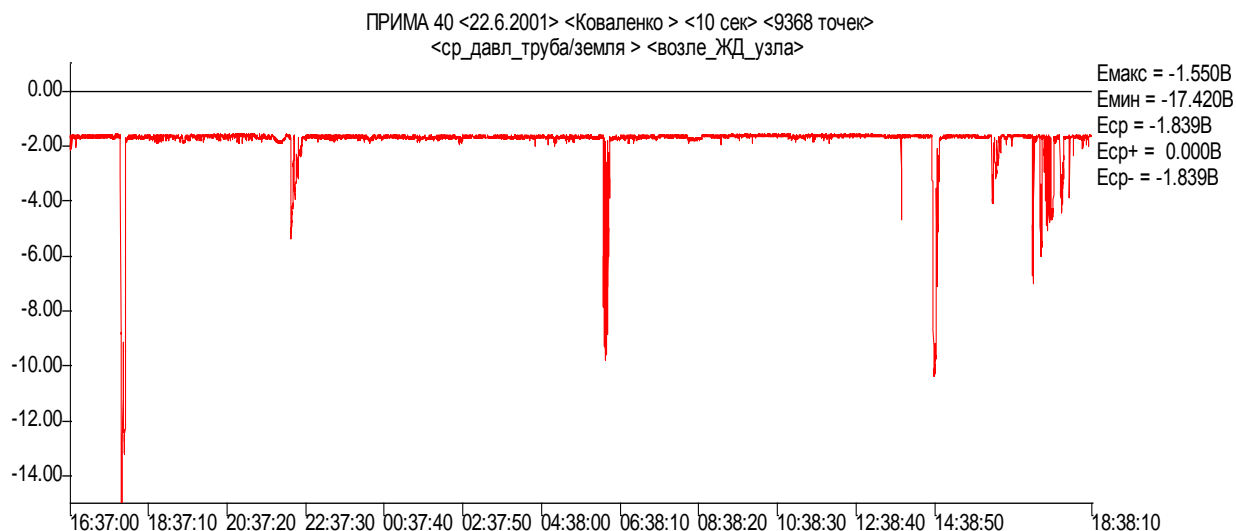
Для этой цели, активно используется электронный самописец "Прима-2000Б". Интервал фиксации данных можно устанавливать от 1 до 60 секунд.

Время записи необходимо выбирать исходя из объема памяти, рассчитанной на 260 тысяч измерений, и ресурса автономного источника питания прибора.

При нормальных условиях эксплуатации, регистратор позволяет выполнять измерения до 2-х и более суток в автономном режиме.

Рассмотрим несколько графиков обработки информации, полученных в разных местах подключения прибора.

Вольтметр подключался в месте пересечения газопровода и железной дороги. Из рис.2 видно интенсивность движения поездов, есть возможность идентифицировать тип поезда (электричка, грузовой, пассажирский). Расчет параметров $E_{ср}$, $E_{макс}$, $E_{мин}$ происходит автоматически, по заданной формуле, в момент сброса информации. Самый важный параметр $E_{ср}$. По нему судят о защищенности газопровода и ориентируются на подбор средств электрохимической защиты, определяют зону действия катодных станций и т. д.

Рис. 2 – График зависимости $E = f(t)$, полученный возле Ж/Д узла

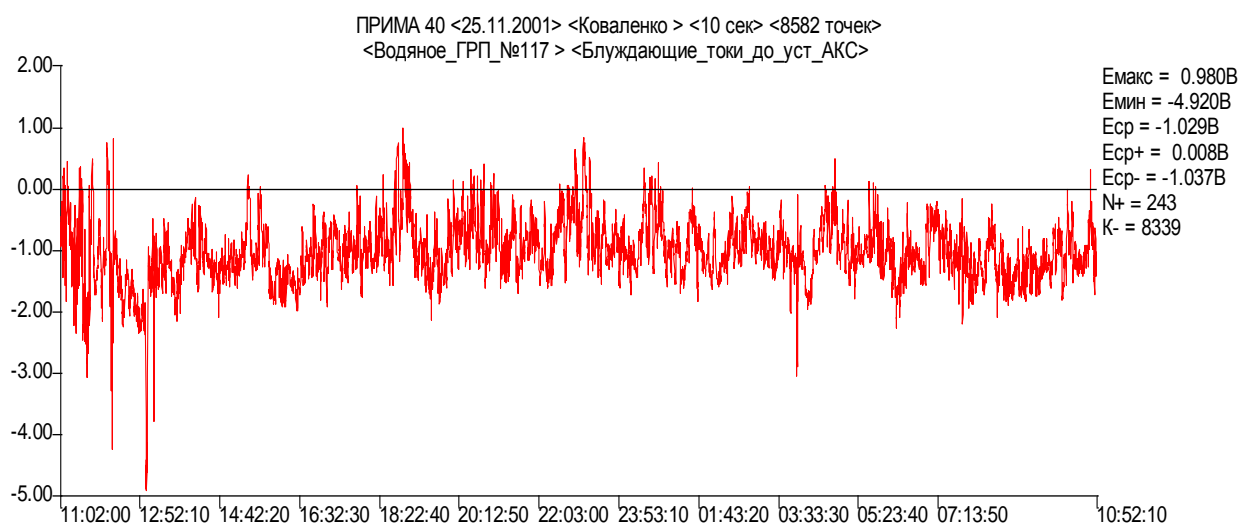


Рис. 3 – График зависимости $E = f(t)$, полученный возле водяного ГРП №117 до установки автоматической катодной станции защиты

Из рис.3 видно, что «защитный потенциал» $E_{ср}$ есть, но и присутствует большой разброс, как по «плюсу» ($E_{макс}$) так и по «минусовым» значениям потенциала ($E_{мин}$), за счет наличия «блуждающих токов». Мы можем сказать, что данный участок газопровода защищает катодная станция (КС) работающая в «ручном режиме». Для устранения этого недостатка была установлена КС работающая в «автоматическом режиме». После установки, были выполнены измерения и получен новый график зависимости $E = f(t)$ (Рис.4).

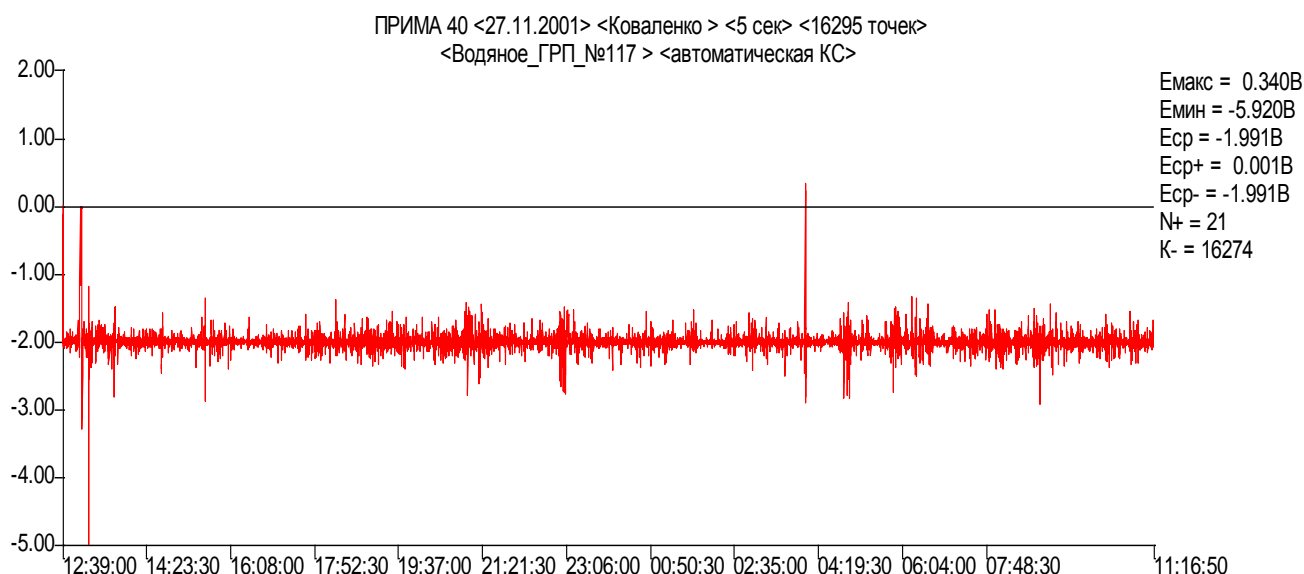


Рис. 3 – График зависимости $E = f(t)$, полученный возле водяного ГРП №117 до установки автоматической катодной станции защиты

Из данных измерений видно, что защитный потенциал $E_{ср}$ «в норме». Отклонения $E_{макс}$ и $E_{мин}$ не значительны. Для более детального исследования данного участка газопровода необходимо применять «анализаторы спектра сигнала» - специализированный прибор Универсальный регистратор «Прима-2005М».

Таким образом, правильно расшифровав график (диаграмму) записи разности потенциалов, мы видим полную картину наличия на газопроводе всевозможных сигналов как положительных, так и отрицательных, в плане возможного возникновения коррозии и защиты от нее. Эти записи необходимо делать на всем протяжении газопровода в местах наличия КИП, для определения зоны действия блуждающих токов и борьбы с ними.

Литература

1. Сладков С.П. Контрольно-измерительные приборы, автоматика и телемеханика в горном газовом хозяйстве / С.П. Сладков. – М: «Стройиздат», 1969. – 273 с.
2. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. Учебное пособие. – М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. – 472 с.

References

1. Sladkov S.P. Kontrol'no-izmeritel'nye pribory, avtomatika i telemehanika v gornom gazovom hozjajstve / S.P. Sladkov. – M: «Strojizdat», 1969. – 273 s.
2. Zhuk N.P. Kurs teorii korrozii i zashhity metallov / N.P. Zhuk. Uchebnoe posobie. – M.: ООО TID "Al'jans", 2006. – 472 s.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.137

Данзанова Е.В.¹, Герасимов А.И.², Ботвин Г.В.³¹ Кандидат технических наук, ² кандидат технических наук, ³ соискатель,

ФГБУН Институт проблем нефти и газа СО РАН

**ИСПЫТАНИЯ НА ДЛИТЕЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ СВАРНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ****Аннотация**

В статье приводятся результаты испытаний сварных соединений на длительное растяжение в активной среде. Установлено, что разработанная технология сварки полиэтиленовых труб в условиях низких климатических температур с использованием предварительного подогрева обеспечивают необходимый уровень качества для сварных соединений. Также приведены результаты испытаний сварных соединений труб из ПЭ80 и ПЭ100.

Ключевые слова: полиэтилен, сварные соединения, длительные испытания.

Danzanova E.V.¹, Gerasimov A.I.², Botvin G.V.³¹ PhD in Engineering, ² PhD in Engineering, ³ postgraduate student, Federal State Institution of Science Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences**TESTS FOR THE LONG STRETCHING OF WELDED ABUTTING CONNECTIONS
OF POLYETHYLENE PIPES****Abstract**

The article presents the results of testing of welded joints for a long stretch in the medium with surface-active agent. It is established that the technology developed by welding polyethylene pipes at low climatic temperatures using preheating provide the desired level of quality of welded joints. Also, the results of testing of welded joints of pipes from PE80 and PE100.

Keywords. Polyethylene, welded connections, long tests.

В настоящее время полимерные трубы в силу ряда преимуществ монтажно-эксплуатационных и экономических показателей в некоторых сферах применения уже вытеснили традиционные стальные трубы. Среди полимерных труб в газовых сетях наибольшее распространение имеют полиэтиленовые (ПЭ) трубы. Основным способом соединения полиэтиленовых труб является сварка нагретым инструментом встык (НИВ), при котором производится нагревание свариваемых торцов ПЭ труб до вязкотекучего состояния нагретым инструментом и последующим соединением торцов под давлением осадки после удаления нагретого инструмента.

При температурах окружающего воздуха (ОВ) ниже минус 15°C сварочные работы рекомендуется проводить в отапливаемых укрытиях, что конечно значительно затрудняет и замедляет темпы строительства газопроводов.

В Институте проблем нефти и газа СО РАН разработана технология сварки полиэтиленовых труб, позволяющая производить сварочные работы при температурах окружающего воздуха ниже минус 15 °С без строительства временных отапливаемых конструкций [1, 5]. Данная технология позволяет значительно сократить временные и экономические затраты при строительстве полиэтиленовых газопроводов. Кратковременные испытания сварных соединений, изготовленных при низких температурах по разработанной технологии, показали, что сварные соединения являются годными и по прочностным показателям не уступают показателям сварных соединений, изготовленных при комнатной температуре [3].

Известно, что в процессе сварки полимерных труб из-за остаточных напряжений в сварных соединениях возникают микротрещины, невидимые невооруженным глазом, которые и определяет характеристику долговечности. Срок работы сварных соединений, находящихся под напряжением, резко снижается при воздействии поверхностно-активных веществ.

Для проведения испытаний на длительное растяжение при постоянной нагрузке было изготовлено специальное устройство (рис. 1). Устройство позволяет создавать и поддерживать в 12 образцах постоянное статическое растягивающее усилие в течение всего времени испытания. В качестве испытательной среды использовалась дистиллированная вода с 2 %-ным содержанием смачивающего поверхностно-активного вещества ОП-10 по ГОСТ 8433 [2], при температуре испытательной среды +95 °С. Испытательное напряжение равнялось 4,3 МПа на каждый образец, согласно требованиям СП 42-103-2003 [4]. Фиксировалось время выдержки в испытательной среде до разрушения образцов.



Рис. 1 – Устройство для испытаний на длительное растяжение

Для испытаний на длительное растяжение были изготовлены сварные соединения полиэтиленовых труб ПЭ80 по следующим технологическим режимам сварки:

Режим 1: При температурах окружающего воздуха ниже минус 15 °С, время нагрева 55 секунд, т.е. здесь имело место нарушение технологического режима сварки;

Режим 2: При температурах окружающего воздуха ниже минус 15 °С, время нагрева бралось увеличенным, рассчитанное с помощью комплекса программ, разработанного в Институте проблем нефти и газа СО РАН для анализа температурных полей при сварке, суть которой заключается в том, что время нагрева увеличивается при данной температуре ОВ для достижения такой же глубины проплавления, что и при комнатной температуре. Остальные параметры сварки оставались неизменными, согласно СП 42-103-2003. Для поддержания необходимой скорости охлаждения использовалась теплоизоляционная камера;

Режим 3: При температурах окружающего воздуха ниже минус 15 °С использовался предварительный подогрев свариваемых труб отдельным нагретым инструментом с температурой 60 °С с выравниванием температурного поля выдерживалось определенное время. Продолжительности предварительного подогрева и выравнивания температурного поля области сварки торцов труб были рассчитаны с помощью комплекса программ, разработанного в Институте проблем нефти и газа СО РАН. После подогрева сварка производилась по стандартной схеме, согласно требованиям СП 42-103-2003, охлаждение сварного соединения также производилось в теплоизоляционной камере.

Таблица 1 – Время до разрушения сварных стыковых соединений полиэтиленовых труб (ПЭ80), изготовленных при низких температурах ОВ

Температура ОВ при сварке, °С	Режим сварки		
	Режим 1	Режим 2	Режим 3
-30	54 мин	44 мин	39 ч
-40	1 ч 26 мин	27 мин	64 ч
-49	–	–	48 ч

По результатам испытаний (таблица 1) видно, что сварные соединения, изготовленные при низких температурах окружающего воздуха с использованием предварительного подогрева (Режим 3), выдержали свыше 30 часов, что выше показателей сварных соединений, полученных с использованием увеличенного времени нагрева при сварке (Режим 2).

Также были испытаны образцы сварных соединений труб из ПЭ80 и ПЭ100. На рис. 2 приведены результаты испытаний сварных соединений полиэтиленовых труб ПЭ 80 SDR11 63×5,8 и ПЭ 100 SDR11 63×5,8. Сварка производилась по стандартной технологии в интервале температур окружающего воздуха от минус 15 °С до плюс 45 °С, т.е. в регламентированном диапазоне температур производства сварочных работ.

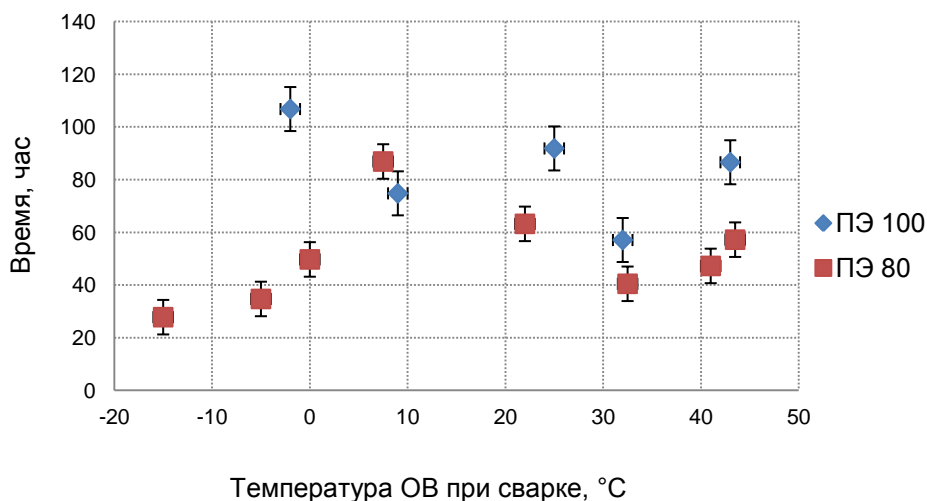


Рис. 2 – Среднее время до разрушения сварных стыковых соединений полиэтиленовых труб по температурам ОВ при сварке

По результатам видно, что сварные соединения из ПЭ100 имеют лучшие показатели по времени выдержки до разрушения в испытательной среде. Наиболее оптимальной температурой ОВ при сварке для ПЭ100 является температура около 0 °С, для ПЭ80 температура около 10 °С.

Выводы

Сварные соединения полиэтиленовых труб из ПЭ100 имеют лучшие показатели времени выдержки в активной среде при постоянной нагрузке по сравнению со сварными соединениями полиэтиленовых труб из ПЭ80.

Испытаниями на длительное растяжение при постоянной нагрузке показана эффективность разработанной в Институте проблем нефти и газа СО РАН технологии сварки полиэтиленовых труб из ПЭ80 с использованием предварительного подогрева при низких климатических температурах окружающего воздуха.

Литература

1. Аммосова О.А., Герасимов А.И., Старостин Н.П. Сварка полиэтиленовых труб встык при температурах воздуха ниже нормативных. Часть 2 // Пластические массы. – 2008. – № 10. – С. 45–46.
2. ГОСТ 8433-81. Вещества вспомогательные ОП-7 и ОП-10. Технические условия. – Введ. 1982-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 16 ил с.: ил.
3. Данзанова Е.В. Вопросы контроля качества сварных соединений полиэтиленовых труб для газопроводов [Электронный ресурс] / Е.В. Данзанова // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» http://www.ojbus.ru/authors/Danzanova/Danzanova_1.pdf 2009.С. 1-8
4. СП 42-103-2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. Взамен СП 42-101-96, СП 42-103-97, СП 42-105-99; введ. В действие с 27.11.2003. – М.: Полимергаз, ФГУП ЦПП. – 2004. – 86 с.: ил.
5. Старости Н.П. Герасимов А.И., Данзанова Е.В. Сварка полимерных труб газопроводов при низких температурах. // Сварочное производство. – 2010. – № 7. – С. 43-45.

References

1. Ammosova O.A., Gerasimov A.I., Starostin N.P. Svarka polijetilenovyh trub vstyk pri temperaturah vozduha nizhe normativnyh. Chast' 2 // Plasticheskie massy. – 2008. – № 10. – S. 45–46.
2. GOST 8433-81. Veshhestva vspomogatel'nye OP-7 i OP-10. Tehnicheskie uslovija. – Vved. 1982-01-01. – M.: Izd-vo standartov, 1981. – 16 il s.: il.
3. Danzanova E.V. Voprosy kontrolja kachestva svarnyh soedinenij polijetilenovyh trub dlja gazoprovodov [Jelektronnyj resurs] / E.V. Danzanova // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Neftegazovoe delo» http://www.ojbus.ru/authors/Danzanova/Danzanova_1.pdf 2009.S. 1-8
4. SP 42-103-2003. Proektirovanie i stroitel'stvo gazoprovodov iz polijetilenovyh trub i rekonstrukcija iznoshennyh gazoprovodov. Vzamen SP 42-101-96, SP 42-103-97, SP 42-105-99; vvod. V dejstvie s 27.11.2003. – M.: Polimergaz, FGUP CPP. – 2004. – 86 s.: il.
5. Starosti N.P. Gerasimov A.I., Danzanova E.V. Svarka polimernyh trub gazoprovodov pri nizkih temperaturah. // Svarochnoe proizvodstvo. – 2010. – № 7. – S. 43-45.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.016

До Зуй Ньят

Аспирант

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА)

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ТАМОЖНИ СТРАН АСЕАН

Аннотация

В этой статье показаны особенности систем электронной стран АСЕАН. Выведены модели систем электронной таможни от Южной Кореи и Японии. Показано их осуществление на основе EDI (электронного обмена данными технологии) и использование централизованного модели обработки, электронной системы регистрации документов по импорту и экспорту в ЕСЕАН.

Ключевые слова: АСЕАН, экспорт, импорт, таможенная процедура, система электронной таможни, таможенный.

Do Duy Nhat

Postgraduate student,

Moscow State Institute of Radio Engineering, Electronics and Automation (Technical University) (MIREA)

FEATURES OF THE ELECTRONIC CUSTOMS SYSTEMS OF THE ASEAN COUNTRIES

Abstract

This article shows the features of e-ASEAN derived model of e-customs from South Korea and Japan, was shown on the basis of their implementation of EDI (electronic data interchange technology) and use of a centralized processing model, the electronic filing system for import and export in ASEAN.

Keywords: ASEAN, exports, imports, customs procedures, system of e-customs, customs.

Особенности систем электронной таможни стран АСЕАН.

В основном в странах АСЕАН применяются модели систем электронной таможни (рис. 1.) от Южной Кореи и Японии. По Корейскому таможенному оформлению система электронной таможни осуществляется на основе EDI (электронного обмена данными технологии), которая состоит из двух систем: CEDIX (экспорт) и CEDIM (импорт). Японская система автоматически устанавливает таможенную процедуру (NACCS), информационную систему (CIS), систему управления рисками и системы проверок после очистки. NACCS включает в себе и SEA-NACCS [11, 12].

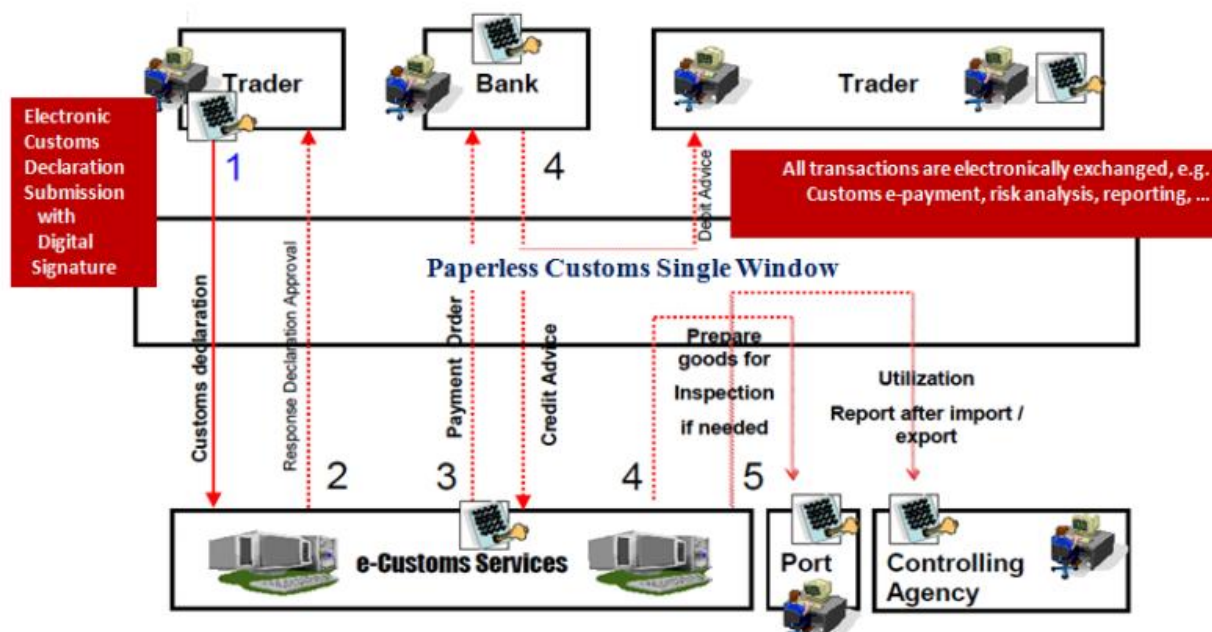


Рис. 1 – Таможенное Единое окно АСЕАН.

Электронный процесс представляет собой следующее: любое заявление сохраняется в базе данных NACCS. После получения информации из предпринимателей, NACCS отправляет просьбу вспомогательной системе, система в дополнение к информации принятия запроса из CIS для принятия решений о форме и проверки (исследовании документов свободного осмотра и физическом осмотре товара).

Сингапур: в стране распространяются четыре правовых документов электронной таможни (закон об электронных сделках, закон интеллектуальной собственности, закон о помощи компьютера с целью и закон доказательной электроники) [1, 2].

Система автоматизированной таможенной службы Сингапура (Рис. 2) [3] использует централизованную модель обработки, которая включает в себя две централизованной системы обработки - это система переднего конца и серверных систем.

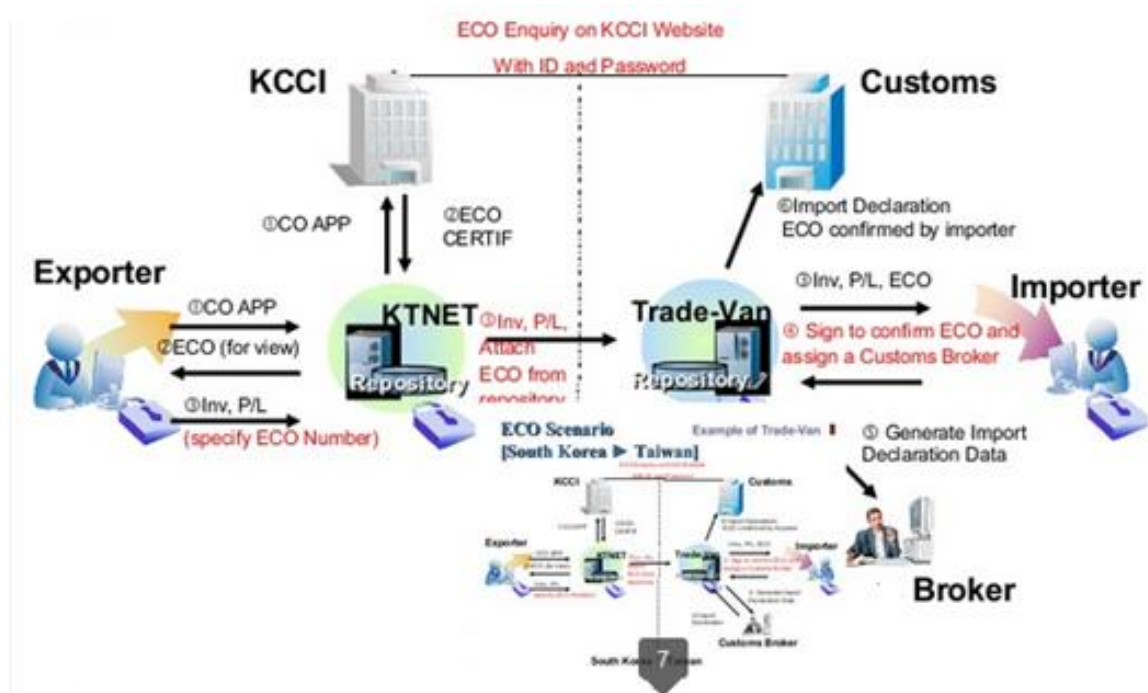


Рис. 2 – Система электронной таможни Сингапура

Передний конец модели доступа и обработки данных системы напрямую с помощью TradeNet. (Система электронного обмена данными между участвующими газетой электронной коммерции системы) (рис. 3) [1,2].



Рис. 3 – Система электронного обмена данными TradeNet (Singapore)

Система “back-end” службы управления и бизнес-процессов. Решение запросы, отправленные из front-end позволяет администраторам и принятие формы управления информацией и публикации информации и возвращать результаты для изменения front-end системы (рис. 4) [3, 4].

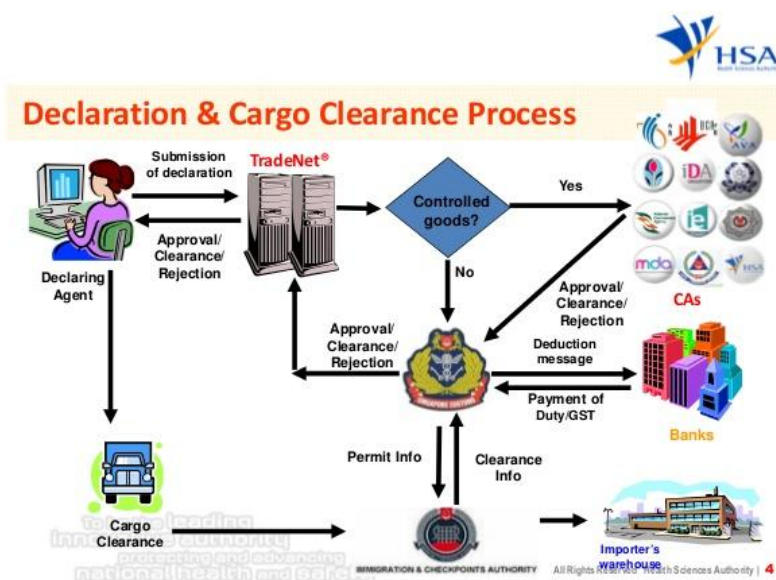


Рис. 4 – Система электронного декларирования таможни Сингапура

Автоматизация таможенного дела в Таиланде [5]:

- Устранение электронной (электронной оплаты): помочь предприятиям платить налоги и другие доходы в форме электронных (9 банков-участников).
- Электронное декларирование экспортных и импортных операций посредством воздушного груза (е - Манифест).
- Электронное декларирование для экспортной деятельности товаров морским путем: информационных товаров передачи и информировать клиента (в пределах 48 часов после судна в порт)
- Электронное декларирование для ввоза товаров морским (E-container):
- Объединение систем в АСЕАН единого окна (E-ACEAN).

Малайзия [3, 6]:

Строительство «Dagang Net»; Таможенное дело сообщество, с другими учреждениями (транспортные средства, экспедиторских агентств, банков, управленческие учреждения правительства...).

Таможенная декларация осуществляется через три формы:

- Использование программы Dagang Net или третьего стороны, но должны быть реализовать с согласованием Dagang Net для обеспечения совместимости;
- Использование DagangNet Сайт;
- Над малым предприятием могут разрабатывать по установленной форме и принести Dagang Net для ввода данных в систему.

Японская компания NEC и EDARAN Pte Ltd компания строили, поставила оборудования и гарантии для Информационной системы малайзийских таможенных органов.

Эта система состоит из двух частей:

- Электронный обмен данными (EDI) – заменить обмен электронным документооборотом между компьютерными сетями;
- Система таможенных операций (прием и регистрация таможенных деклараций, электронное декларирование, оформление информации и ответ на запросы...).

Филиппины [7, 8]:

Автоматизированная система обработки таможенных данных (АСИКУДА) в Филиппинах, построен на основе АСИКУДА ++, была разработана в течение 1994- 1999 гг. Система написана на языке C++ IESQL-C, пользовательский интерфейс Windows/АСИКУДА++, базы данных INFORMIX, технология межсетевое взаимодействие TCP/IP и EDI-VAN, операционная система UNIX SVR 4/MS – DOS и серверная операционная система.

Система была развернута в 6 крупных портах: Порт Манила (POM), Манила международный контейнерный порт (MICP), международный аэропорт Ниной Aquino (NAIA), Себу порт, порт Мактан и BANTANGAS.

Эта система по международным стандартам была разработана UNCTAD.

Эта система включает в себе 3 элемента: автоматизированную систему обработки таможенных данных, стандартную систему, электронный обмен данными (EDI).

Таможенная система Филиппины устанавливается одной системой центрального компьютера, оснащена большим сервером параллельно (1 компьютер для обработки + 1 запасной компьютер). Подразделения Таможенных органов, подключенные к глобальной сети Центра. Внешние партнеры (порты, судоходные компании, аэропорты, импортеры и налоговые) подключается через InterCommerce, который обеспечивает сети услуг VAN, использующий технологию EDI.

Система таможенных органов после получения электронных записей будет автоматически проверять достоверный характер и проверить налоговый платеж через системы, подключенные к банку и в случае его принятия даст регистрационный номер, декларацию ветвления (использование потоковой системы) и отправить ответное сообщение декларанту. После принятия, декларант напишет печатью и подписью. Система автоматического потока (селективность системы) разделяет электронные декларации на 3 потока: зеленый, желтый, красный. Зеленый поток - 4-6 часов, красный - 48 часов.

Вьетнам.

Система электронной таможни Вьетнама VNACCS/VCIS (рис. 5) [10, 9] включает в себя две подсистемы:

- Электронная система таможенной очистки (упоминается как система VNACCS);
- Система таможенной информации (CIS - Customs Intelligents System)

и дополнительное программное обеспечение для автоматической обработки данных, поступивших с различных источников ведомств и государственных органов.

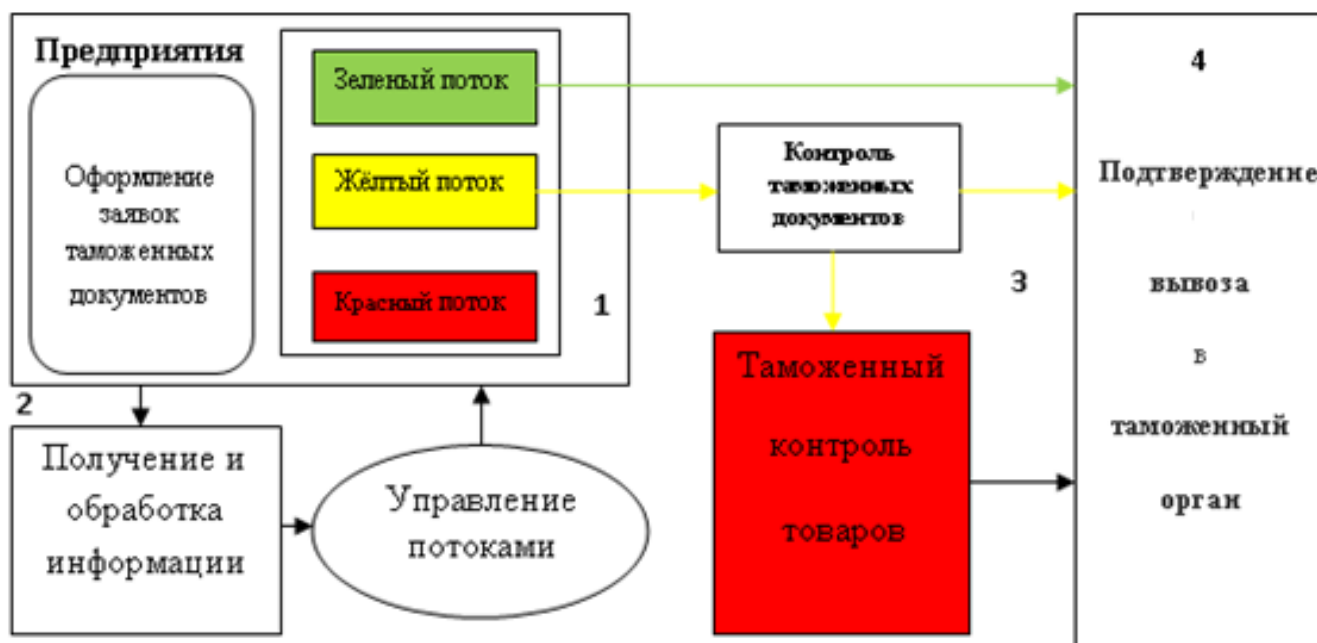


Рис. 5 – Порядок процедуры электронной таможни во Вьетнаме

Система VNACCS используется для целей оформления импортных товаров и обеспечивает:

- Прием и связь с внешними организациями (Импорт- Экспорт агентства, государственное управление, носители агента, ...);

- Обращение информации о декларации субъектов и организаций, обработки транзакций, Streamline декларации;

- Обмен информацией с системой таможенной информации и системой внутренней таможенной отрасли.

Система таможенной информации (CIS) является бизнес-информационной базой данных. Также известна как система баз данных разведки (Вьетнамская Таможенная Интеллектуальная Система баз данных).

Система внутренних таможен, связанных с VNACCS / CIS [10]: Е: слабый: Получить нормы уведомления, регистрации контрактов, управление аутсорсингом, производство экспортируемых товаров.

- KTT559: Обмен информацией о налогах и сборах в банк Коммерческий.

- GTT01: управление информацией в отношении налогооблагаемой цене - QLRR, Статистика

Система VNACCS / CIS программное обеспечение в основном состоит из:

- Электронное декларирование (E – Declaration);

- Электронный манифест (e-Manifest);

- Электронные инвойсы (E – Invoice);

- Электронные платежи (E – Payment);
- Электронный сертификат о происхождении товаров (E – C/O);
- Разделение потоков (Selectivity);
- Управление рисками ;
- Импорт Экспорт Business Administration;
- Таможенное оформление и выпуск товаров;
- Мониторинг и контроль.

Весь этап предварительной проверки только сейчас в экспериментальном порядке в рамках Е-манифест, в котором перевозчик должен быть направлен, прежде всего информации о грузовой декларации в таможенные органы.

Система VNACCS расширяет функциональности [9]:

- Процедура регистрации льготных категорий;
- Процедуры, применяемые во всей торговле и некоторые упрощенные процедуры для малоценных товаров;
- Управление товаров, временно ввозимых для повторного экспорта;
- Управление DN АОЭ;

Система VNACCS укрепляет связи с министерствами, ведомствами и другими организациями и использует OSS (Single Window.). При этом таможенная администрация будет получать и отправлять информацию, относящуюся к лицензированию специализированных учреждений.

Система VNACCS получает и обрабатывает информацию автоматически через отчеты бизнеса; принимает и обрабатывает требования, заявления бизнеса через систему назначения: требование и принять связанный носитель, дополнительную декларацию таможенного оформления и пост-очистки, регистрации льготных категорий.

Ограничить использование бумажных документов за счет применения электронной цифровой подписи.

Время обработки для каждого зеленого канала - 1-3 секунды.

Время обработки для желтых и красных потоков зависит от времени проверки документов и физического досмотра товаров

Заключение

В странах АСЕАН в основном применяются модели систем электронной таможни от Южной Кореи и Японии, которые осуществляются на основе EDI (электронного обмена данными технологии) и используют централизованную модель обработки, электронную систему регистрации документов по принципу Бизнес для государства, связанную с деятельностью по импорту и экспорту. Данная система была основана как предприятие Государственно-частного партнерства (PPP), чтобы позволить странам АСЕАН увеличить участие частного сектора в предоставлении социальных услуг с целью оказания эффективных и недорогостоящих услуг.

Литература

1. Sathasivam, K., CrimsonLogic Pte., “The Single Electronic Window –Singapore’s TradeNet –Scope of Services And Pricing Model”, Singapore 2008.
2. “Singapore’s Legal and Policy Environment for E-commerce”, (2010). действия Вьентьян, (29ноября2004г.).
3. J. Chan Wah Teck, “Legal issues in e -commerce and electronic contracting: the Singapore Position.”Asean Law Association. (2009).
4. <http://www.ida.gov.sg/Policies%20and%20Regulation/200605261233>
5. http://www.unescap.org/idd/events/2009_EGM-WSIS/- Бангкок, Таиланд, 2009.
6. Koh Tat Sen, Jonathan, Crimsonlogic Pte., “Blazing new trails” (2009).
7. ASEAN Connectivity and the ASEAN Economic Community by S.Pushpanathan, Deputy Secretary-General of ASEAN for ASEAN Economic Community (<http://www.aseansec.org/>).
8. Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)/ (<http://www.asean.org/>).
9. Customs Agency of Vietnam (www.customs.gov.vn)
10. <http://advanceiqc.com/uploads/vnsw-legal-gap-analysis-final.pdf>
11. <http://www.aseansec.org/18006.htm>.- Соглашение о создании и осуществлению Единого окна АСЕАН, Куала Лумпур, (9 декабря 2005 г.),
12. <http://www.aseansec.org/23084.pdf>;- Протокол о создании и осуществлению Единого окна АСЕАН, (20декабря2006г.).
13. До Зуй Ньят, Нгуен Куанг Тхьонг. Информационное обеспечение процессов электронной таможни и мониторинга транспортных средств стран АСЕАН с применением RFID-технологий // Электронное научное издание «НАУКОВЕДЕНИЕ» том 7, № 4, 2015 г. <http://naukovedenie.ru/PDF/145EVN415.pdf>

References

1. Sathasivam, K., CrimsonLogic Pte., “The Single Electronic Window –Singapore’s TradeNet –Scope of Services And Pricing Model”, Singapore 2008.
2. “Singapore’s Legal and Policy Environment for E-commerce”, (2010). dejstvija V'ent'jan, (29nojabrja2004g.).
3. J. Chan Wah Teck, “Legal issues in e -commerce and electronic contracting: the Singapore Position.”Asean Law Association. (2009).
4. <http://www.ida.gov.sg/Policies%20and%20Regulation/200605261233>
5. http://www.unescap.org/idd/events/2009_EGM-WSIS/- Bangkok, Tailand, 2009.
6. Koh Tat Sen, Jonathan, Crimsonlogic Pte., “Blazing new trails” (2009).
7. ASEAN Connectivity and the ASEAN Economic Community by S.Pushpanathan, Deputy Secretary-General of ASEAN for ASEAN Economic Community (<http://www.aseansec.org/>).
8. Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)/ (<http://www.asean.org/>).
9. Sustoms Agency of Vietnam (www.customs.gov.vn)
10. <http://advanceiqc.com/uploads/vnsw-legal-gap-analysis-final.pdf>

11. <http://www.aseansec.org/18006.htm>.- Soglashenie o sozdanii i osushhestvleniju Edinogo okna ASEAN, Kuala Lumpur, (9 dekabrya 2005 g.),
12. <http://www.aseansec.org/23084.pdf>;- Protokol o sozdanii i osushhestvleniju Edinogo okna ASEAN, (20dekabrja 2006g.).
13. Do Zuj N'jat, Nguen Kuang Thyong. Informacionnoe obespechenie processov jelektronnoj tamozhni i monitoringa transportnyh sredstv stran ASEAN s primeneniem RFID-tehnologij // Jelektronnoe nauchnoe izdanie «NAUKOVEDENIE» tom 7, № 4, 2015 g. <http://naukovedenie.ru/PDF/145EVN415.pdf>

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.084

Дуненова А.А.

Докторант, Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева

ПРИМЕНЕНИЕ ПАВ – ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕОТДАЧИ*Аннотация*

В статье рассмотрено – эффективность и технология ПАВ – полимерного заводнения, взаимодействие и совместимость поверхностно-активного вещества и полимера.

Ключевые слова: пав – полимер, заводнение, нефтеотдача.

Dunenova A.A.

Doctoral student, Kazakh National Technical University after K.I. Satpaev

APPLICATION OF SURFACTANT – POLYMER FLOODING ON OIL RECOVERY PROCESSES*Abstract*

The article considers efficiency and technology of surfactant - polymer flooding, surfactant – polymer interaction and compatibility.

Keywords: surfactant – polymer, flooding, oil recovery.

Surfactant-polymer flooding (also called micellar-polymer flood) was a potential enhanced oil recovery technology that was more powerful than the polymer flooding.

Oil and water phases are immiscible due to interfacial tension on the surface of two phases. This interfacial tension causes capillary forces. Surfactant-polymer flooding is used for decreasing capillary forces in watered reservoirs and displacing residual oil.

By adding special additives –surfactants it is possible to decrease the interfacial tension between two phases and they become miscible. After mixing with surfactants under certain conditions oil and water become one single homogeneous solution or emulsion. This produces so-called oil-water micelle-type aggregates of molecules of liquid crystals with liquid core, within which the oil and water molecules are able to move relatively to each other. Such solutions are called micellar solutions or micro emulsions.

The surfactant – polymer process. The surfactant-polymer injection is sometimes referred to as low tension polymer flooding. In surfactant/polymer flood, 0.1% to 2% of surfactant is added to the injected water in order to reduce the oil-water interfacial tension. Polymer is added for mobility control (increase solution viscosity) to help overcome the viscous instability in low interfacial tension displacement. A 20% to 40% pore volumes of this solution is first injected into the reservoir followed by the same volume of polymer flush.

Figure 1 shows an idealized version of micellar-polymer (MP) flooding sequence. The process is usually applied to tertiary floods and is always implemented in the drive mode (not cyclic or huff 'n puff). The complete process consists of the following:

Preflush. A volume of brine which purpose is to change (usually lower) the salinity of the resident brine so that mixing with the surfactant will not cause loss of interfacial activity. Preflushes range in size from 0% to 100% of the floodable pore volume (V_{pf}) of a reservoir. In some processes, a sacrificial agent is added to lessen the subsequent surfactant retention.

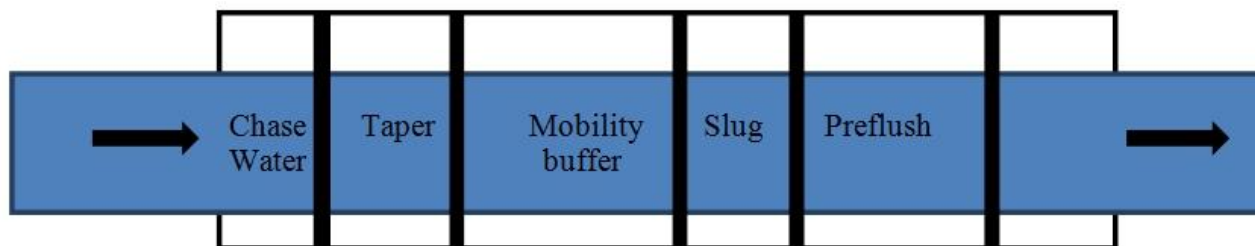


Fig. 1 – Idealized cross section of a typical micellar-polymer flood

Micellar-polymer slug. This volume, ranging from 5% to 20% V_{pf} in field applications, contains the main oil-recovering agent, the primary surfactant. Several other chemicals are usually needed to attain the design objectives.

Mobility buffer. This fluid is a dilute solution of a water-soluble polymer which purpose is to drive the MP slug and banked-up fluids to the production wells. The target oil for an MP flood—the residual oil—is different from that of a polymer flood—the movable oil.

Mobility buffer taper. This is a volume of brine that contains polymer, grading from that of the mobility buffer at the front end (the spike) to zero at the back. The gradual decrease in concentration mitigates the effect of the adverse mobility ratio between the mobility buffer and the chase water.

Chase water. The purpose of the chase water is simply to reduce the expense of continually injecting polymer. If the taper and mobility buffer have been designed properly, the MP slug will be produced before it is penetrated by this fluid.

Surfactant – polymer interaction and compatibility. When surfactant and polymer are injected in the same slug (SP flooding), their compatibility is an issue. Sometimes, polymer is injected before surfactant as a sacrificial agent for adsorption or for conformance improvement. Sometimes polymer is injected behind surfactant to avoid chase water fingering in the surfactant slug. Even though polymer is not injected with surfactant in the same slug, they will be mixed at their interface because of dispersion and diffusion. Polymer may also mix with surfactant owing to the inaccessible pore volume phenomenon when it is injected behind surfactant.

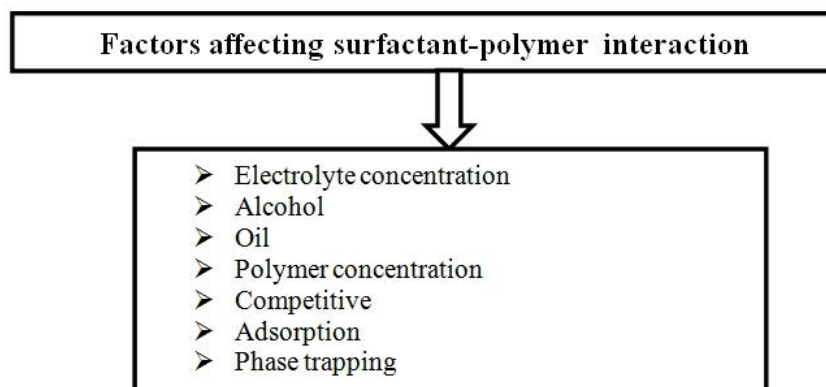


Fig. 2

The main advantage of this method is the ability to recover up to 50-60% of residual oil from watered reservoirs.

Disadvantages of the method include the complexity of the technology and the great need for chemical reagents, including expensive ones.

References

1. Ruzin, L. M., Morozjuk, O. A. EOR methods (theory and practice) // Uhta : UGTU, 2014. P. 127.
2. Lake L. Enhanced Oil Recovery // Society of Petroleum Engineers, 2010. P. 414.
3. James J. Sheng. Modern chemical enhanced oil recovery: theory and practice // Gulf Professional Publishing, 2011. P. 617.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.154

Егорова Ю.Б.¹, Давыденко Л.В.², Мамонов И.М.³¹Профессор, доктор технических наук, ²доцент, кандидат технических наук, ³доцент, кандидат технических наук,^{1,3}Ступинский филиал ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национально-исследовательский университет)», ²ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)»

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ КИСЛОРОДОМ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРУТКОВ ИЗ ТИТАНА И СПЛАВА Ti-6Al-4V

Аннотация

Исследовано влияние легирования кислородом до 0,4 % на механические свойства титана и его сплавов. Статистически установлено, что кислород повышает прочность без катастрофического снижения пластических характеристик.

Ключевые слова: титан и его сплавы, механические свойства, легирование кислородом.

Egorova Yu.B.¹, Davydenko L.B.², Mamonov I.M.³¹Professor, PhD in Engineering, ²associate professor, PhD in Engineering, ³associate professor, PhD in Engineering,^{1,3}Stupino's Branch of Moscow Aviation Institute (National Research University),²Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)

INFLUENCE OF THE ALLOYING OXYGEN ON MECHANICAL PROPERTIES OF BARS FROM TITANIUM AND ALLOY OF Ti-6Al-4V

Abstract

Influence of an alloying by oxygen to 0,4% on mechanical properties of the titanium and his alloys is investigated. It is statistically established that oxygen increases durability without catastrophic decrease in plastic characteristics.

Keywords: titanium and his alloys, mechanical properties, alloying oxygen.

В последние годы кислород стали считать не вредной примесью, а полезной и дешевой легирующей добавкой, повышающей прочность титановых сплавов без существенного снижения пластичности (в интервале концентраций 0,1-0,3%¹) [1]. В настоящее время на предприятиях отрасли около половины всех выплавляемых слитков легируется кислородом.

¹ Здесь и далее % по массе.

В данной работе были проведены статистические исследования химического состава слитков и механических свойств кованных прутков сечением 14x14 мм технического титана марок BT1-00, BT1-0, Grade 2, Grade 4 и титанового сплава Ti-6Al-4V (BT6, Grade 5), изготовленных с 1970 по 2011 г. по промышленной технологии. Слитки были выплавлены методом вакуумного дугового переплава как без легирования кислородом, так и с добавлением в шихту рутила. Все исследованные полуфабрикаты были подвергнуты отжигу по стандартным режимам. Механические испытания проводили в соответствии с ГОСТ 1497-61, ГОСТ 1497-84, ГОСТ 9454-78, ASTM E 8. Анализ соответствия химического состава и механических свойств полуфабрикатов требованиям нормативной документации, а также статистическую оценку их стабильности, проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 50779 и требованиями руководства сертификационного центра «Материал» Р СЦМ-04-2010 «Оценка качества авиационных материалов/полуфабрикатов при сертификации их производства». Статистическую обработку проводили с помощью ППП «Stadia» [2].

Проведенные статистические исследования химического состава слитков показали, что с 1970-х гг. по 2011 гг. произошло значимое изменение содержания алюминия и примесей внедрения (табл. 1, 2). Среднее содержание алюминия повысилось в среднем на 0,35-0,4%, а кислорода и азота уменьшилось почти в два раза: с 0,11 до 0,06 %м. и 0,02 до 0,01 % соответственно [3-5].

Таблица 1 – Среднее содержание примесей (%) в слитках титановых сплавов, выплавленных с 1970 по 2011 г.г. без микролегирования кислородом

Год	C	Fe	Si	O	N	H	Zr
1970	0,025	0,115	0,044	0,110	0,021	0,005	-
2000	0,023	0,127	0,042	0,074	0,014	0,005	0,02
2011	0,022	0,094	0,032	0,058	0,010	0,004	0,01

Сравнение механических свойств кованных прутков, изготовленных из слитков без дополнительного легирования кислородом, показало, что в 2000-х гг. временное сопротивление разрыву уменьшилось в среднем на 50-100 МПа по сравнению с 1970-ми гг., при этом значения относительного удлинения и ударной вязкости повысились. Это может быть обусловлено повышением чистоты титановой губки и снижением ее твердости и предела прочности.

Таблица 2 – Механические свойства кованных прутков 14x14 мм из технического титана и сплава Ti-6Al-4V (в отожженном состоянии)

Сплав	Год	Кол-во образцов	Al, %	O, %	N, %	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м ²
BT1-00	1970	28	-	0,05	0,035	388	36	73	1,8
	2000	26	-	0,04	0,007	340	39	-	-
BT1-0	1970	565	0,44	0,14	0,02	472	26	62	1,7
	2000	24	-	0,06	0,01	430	36	68	1,9
Grade2	2000*	220	-	0,17	0,012	575	22	59	-
Grade4	2000*	20	-	0,34	0,035	811	23	46	-
BT6	1970	201	6,16	0,11	0,02	1048	12	42	0,54
	2000	30	6,38	0,06	0,01	964	14	43	0,91
Grade5	2000*	90	6,42	0,15	0,01	1033	13	42	0,67
	2011*	10	6,32	0,20	0,01	1095	11	39	0,45

Примечание: * - с дошихтовкой рутилом.

Для того чтобы компенсировать потерю прочности сплавов, большинство исследованных полуфабрикатов были легированы алюминием по верхнему пределу, а часть слитков была выплавлена с дошихтовкой рутилом. Для полуфабрикатов, изготовленных в 1999-2011 гг. и легированных кислородом, значения предела прочности сопоставимы с данными 1970-80-х гг. (табл. 2) Например, легирование кислородом приводит к повышению прочности прутков технического титана до 810 МПа, а сплава Ti-6Al-4V до 1100 МПа. При этом значения пластичности довольно высоки и не достигают минимальных значений, не допустимых для условий эксплуатации ($\delta \geq 10\%$, $\psi \geq 25\%$ для Grade4 и Ti-6Al-4V). В работе была проведена теоретическая оценка влияния содержания алюминия и примесей внедрения на уровень механических свойств прутков (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициенты упрочнения и интенсивность снижения пластических свойств титана при введении 1% (по массе) легирующего элемента [6-9]

Элемент	Интервал концентраций, % м.	Коэффициент упрочнения K_σ , МПа/% м.	Интенсивность снижения δ K_δ , % /% м.	Интенсивность снижения ψ K_ψ , % /% м.
Al	0-2,0	55	5,0	10,0
	2,0-7,0	60	1,5	2,5
O	0-0,15	1250	50	-
	0,15-0,5	850	25	-

В интервале концентраций 2-7% увеличение содержания алюминия на 1 % приводит к повышению прочности в среднем на 55-65 МПа, снижению относительного удлинения на 1-2%, поперечного сужения на 2-3% [6-9]. В то же время увеличение или уменьшение содержания кислорода сопровождается существенным изменением прочности и пластичности. В области малых концентраций (до 0,15%) повышение содержания кислорода на 0,1% приводит к увеличению прочности на 125 МПа (или 1250 МПа/% м.). Если же кислород вводится как легирующий элемент (более 0,15 %), то его упрочняющее действие намного меньше и составляет 700-850 МПа/% м. Теоретические расчеты, подтвержденные результатами статического анализа механических свойств прутков, показывают, что легирование кислородом является более эффективным способом повышения прочности сплавов по сравнению с алюминием. Это дает возможность разрабатывать сплавы экономного легирования на основе стандартных марок технического титана, для изготовления которых можно использовать низкосортную губку и рутил. Вместе с тем, содержание кислорода должно быть ограничено определенными пределами, так как при концентрациях более ~0,6% кислород резко снижает характеристики пластичности [9].

Литература

1. Ночовная Н.А., Исаичев А.В., Анташев В.Г. Проблемы создания экономичных титановых сплавов и пути их решения. // Все материалы. Энциклоп. справочник. 2008, №5 - С.10-15.
2. Кулаичев А.П. Методы и средства анализа данных в среде Windows. Stadia 6.0 – М: Информатика и компьютеры, 1996. - 257 с.
3. Егорова Ю.Б., Давыденко Л.В., Мамонов И.М., Никулина Т.А. Статистическое исследование химического состава и механических свойств слитков технического титана// Научные труды МАТИ. – 2011. - Вып. 18 (90). - С. 18-24.
4. Егорова Ю.Б., Мамонова Ф.С., Давыденко Р.А. Оценка однородности химического состава слитков титановых сплавов// Научные труды МАТИ. – 2011. - Вып. 18 (90). - С. 24-31.
5. Егорова Ю.Б., Мамонов И.М., Давыденко Р.А. Сравнение химического состава и механических свойств слитков титановых сплавов, выплавленных в период с 1970 по 2011 годы// Труды МАТИ (Вестник МАТИ) – 2013. - Вып. 20 (92). - С. 4-10.
6. Ильин А.А., Колачев Б.А., Полькин И.С. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства. Справочник. – М.: ВИС - МАТИ, 2009.- 520 с.
7. Materials Properties Handbook. Titanium Alloys / Ed. by R.Boyer, G.Welsch, E.W.Collings.–ASM International. The Material Information Society, 1994.–1176 p.
8. Цвиккер У. Титан и его сплавы. М.: Metallurgia, 1979. - 512 с.
9. Дроздовский Б.А., Проходцева Л.В., Новосильцева Н.И. Трещиностойкость титановых сплавов. М.: Metallurgia, 1983. - 192 с.

References

1. Nochovnaya N.A., Isaichev A.V., Antashev V.G. Problems of creation of economic titanium alloys and way of their decision.//All materials. Entsiklop.Spravochnik. 2008, No. 5 – P. 10-15.
2. Kulaichev A.P. Methods and means of the analysis of data in the environment of Windows. Stadia 6.0 – M: Informatics and computers, 1996. - 257 pp.
3. Egorova Yu.B., Davydenko L.V., Nikulina T.A., Mamonov I.M. Statistical research of a chemical composition and mechanical properties of ingots of the technical titan//Scientific works of MATI. – 2011. - V. 18 (90). – P. 18-24.
4. Egorova Yu.B., Mamonova F.S., Davydenko R. A. Assessment of uniformity of a chemical composition of ingots of titanium alloys//Scientific works of MATI. – 2011. - V. 18 (90). – P. 24-31.
5. Egorova Yu.B., Mamonov I.M., Davydenko R. A. Comparison of a chemical composition and mechanical properties of ingots of the titanium alloys melted during the period from 1970 to 2011//Works of MATI (the Bulletin of MATI) – 2013. - V. 20 (92). – P. 4-10.
6. Ilyin A.A., Kolachev B. A., Polkin I.S. Titanium alloys. Composition, structure, properties. Reference book. – M.: VILS - MATI, 2009. - 520 pp.
7. Materials Properties Handbook. Titanium Alloys / Ed. by R.Boyer, G.Welsch, E.W.Collings. – ASM International. The Material Information Society, 1994. –1176 p.
8. Tsvikker U. Titanium and his alloys. M.: Metallurgy, 1979. - 512 pp.
9. Drozdovsky B.A., Prokhodtseva L.V., Novosiltseva N. I. Crack resistance of titanium alloys. M.: Metallurgy, 1983. - 192 pp.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.138

Еркебаев М.Ж.¹, Мамаева Л.А.², Ержанова М.Е.³, Касымова М.К.⁴, Жунис Д.⁵

¹Доктор технических наук, ²кандидат биологических наук, ³кандидат технических наук

⁴кандидат химических наук, ⁵магистрант

Казахский Национальный Аграрный Университет

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ДЕСЕРТОВ

Аннотация

В данной статье рассматривается влияние воздействия температуры на технологические свойства и качество десертов из бахчевых культур. А также приведены экспериментальные исследования по изучению действия на десерты отрицательных температур в широком диапазоне.

Ключевые слова: замораживание, десерт, кристаллы.

Erkebayev M.G.¹, Mamayeva L.A.², Erganova M.E.³, Kassymova M.K.⁴, Gynis D.⁵

¹PhD in Engineering, ²PhD in Biology, ³PhD in Engineering,

⁴PhD in Chemistry, ⁵master's degree student

IMPACT OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PROCESSING PROPERTIES AND THE QUALITY OF THE DESSERTS

Abstract

This article examines the impact of the effect of temperature on the processing properties and the quality of the desserts melons. And also shows the experimental study on the effect of freezing temperatures on desserts in a wide range.

Keywords: freezing, desserts, crystal.

Цель быстрого замораживания – свести на нет или, по крайней мере, замедлить реакции, ухудшающие качество продуктов и в конечном итоге делающие его непригодным к употреблению.

В настоящее время из применяемых в промышленности методов консервирования продуктов процессы холодильной обработки и замораживания лучше всего удовлетворяют производителей, так как вызывают более слабые изменения свойств продуктов, а с другой стороны-обеспечивают достаточно долгую для практических целей сохранность пищи.

Снижение температуры оказывает многостороннее и комплексное воздействие на биологические процессы: применение низких температур приводит к приостановлению и замедлению биологических процессов, с другой стороны, при низких температурах эти процессы могут прекратиться вообще, что вызывает иногда вредные, а иногда полезные изменения.

В этой связи на основе современных воззрений международной организацией FAO/ВОЗ было принято в 1975г. обоснование характера консервирования продуктов быстрым замораживанием, согласно которому при проведении этого процесса наиболее существенно, чтобы температура продуктов, как можно быстрее проходила через область так называемого максимального льдообразования (от -1°C до -5°C), когда вымерзает основная часть имеющихся в них воды [1-2].

Хотя биохимические и коллоидные свойства клеток зависят от количества вымерзшей воды, более важной оказывается скорость замораживания, т.е. связанное с ней число образующихся кристалликов, их величина и расположение.

В зависимости от числа кристаллических зародышей и скорости роста кристаллов возникают различные комплексы, сростки, друзы (рисунок 1):

- при медленной кристаллизации возникают гексагональные кристаллические комплексы;
- при средней скорости кристаллизации образуются неупорядоченные дендриды или сферелиты;
- при высокой скорости замерзания размер сферилитов может быть так мал, что их нельзя различить простым глазом, а можно наблюдать только в поляризованном свете. Микрокристаллическая структура, таким образом, возникает при быстром замораживании до низких температур.

Разница распределения кристалликов при медленном и быстром замораживании объясняется процессами диффузии.

Один из самых основных методов повышения скорости замораживания – понижения температуры. Следовательно, чем более низкие температуры используются во время замораживания, тем лучше вследствие образования микрокристаллической структуры льда качество замороженных продуктов [2].

Одним из основных методов сохранности пищевой и биологической ценности десертов, на наш взгляд, может служить их замораживание. В этой связи для производства десертов следует обосновать оптимальные температурные режимы замораживания [3].

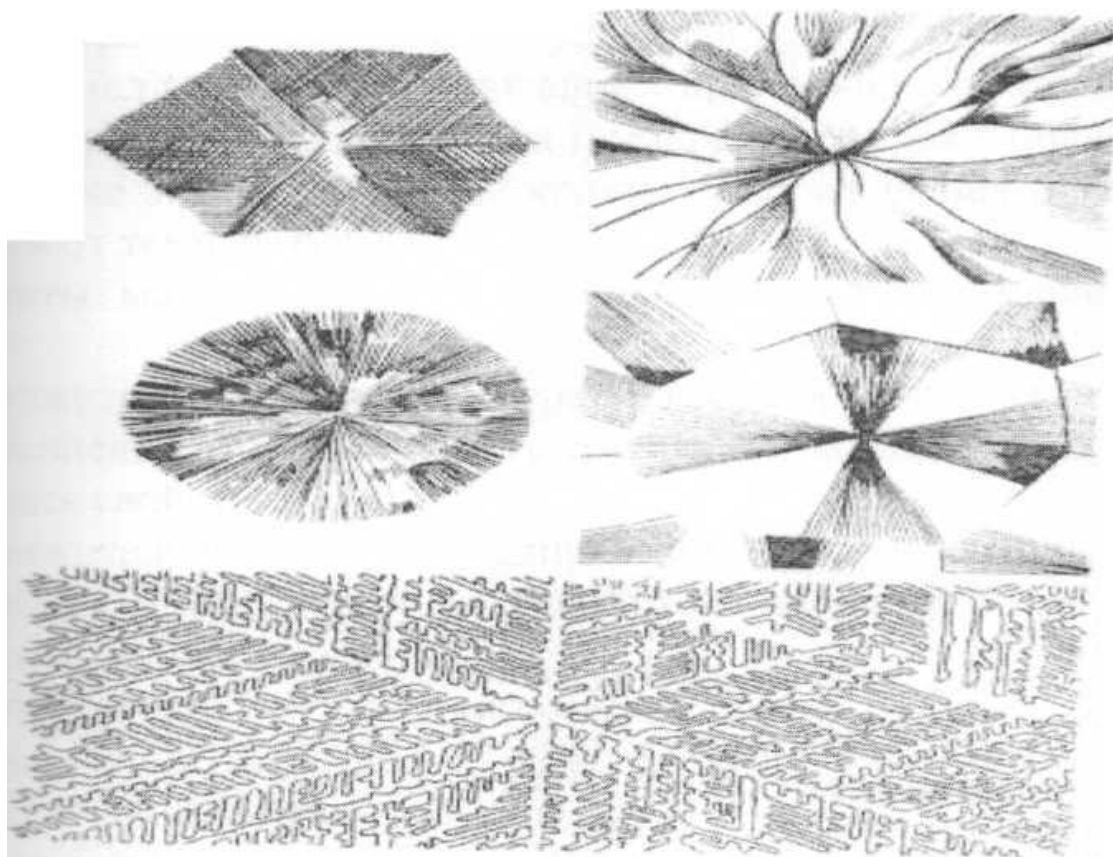


Рис.1 – Основные типы кристаллических комплексов.

С этой целью были произведены экспериментальные исследования по изучению действия на десерты отрицательных температур в широком диапазоне от -30°C ... -50°C . Изучали быстрое замораживание в холодильной камере Z 150/50 чешской фирмы «Friztra» и лабораторной модели плиточного скороморозильного аппарата, а также медленное замораживание при температурах -8°C ... -30°C в холодильниках – прилавках.

На рисунке 2 представлены кривые замораживания новых десертов в зависимости от температуры.

Продукты массой 0,5 кг были упакованы в полимерные материалы (пленку).

Продолжительность и температура замораживания разных видов десертов зависят от их химического состава, теплофизических и структурно-механических свойств.

Продолжительность замерзания при оптимальной температуре замораживания (-30°C ... -35°C) для десертов составляет:

- Дынный - 25 - 30 мин;
- Деликатесный - 20 - 25 мин;
- Дынно - сливовый - 30 - 35 мин;
- Фруктовый - 35 мин.

При выборе оптимальных параметров замораживания в качестве критериев оценки использовали органолептические показатели (вербальную и балловую оценки), а также изменение влагоудерживающей способности.

В связи с этим, была проведена серия опытов, в которых образцы десертов обрабатывались от 20 до 35 минут. Оказалось, что замораживание вносит специфические изменения в свойства и структуру продукта; при этом доминируют коллоидно-химические и физические изменения.

Исследования, влагоудерживающей способности замороженных десертов подвергнутых затем дефростации (рис.2), показали, что для всех исследованных режимов холодильной обработки характерна общая направленность изменений влагоудерживающей способности, выражающаяся в ее снижении.

Однако это снижение неодинаково. Оно не зависит от температуры замораживания, а зависит от вида десертов, их химического состава и структуры: самая низкая величина влагоудерживающей способности у десерта Дынно-сливового, замороженного при -8°C ... -10°C , самая высокая – у Деликатесного.

При вышеуказанной температуре наблюдается резкое снижение влагоудерживающей способности всех десертов. Для десертов, замороженных при температурах -15°C до -35°C характерно более медленное изменение. Причем наименьшие изменения влагоудерживающей способности наблюдались при температурах замораживания -30°C ... -35°C . Наблюдаемые изменения влагоудерживающей способности замороженных десертов в условиях низких температур связаны, на наш взгляд с особенностями кристаллообразования разных видов объектов, которые вызваны специфической структурой последних.

Результаты проведенных исследований экспериментально подтверждали обоснованность выбора температуры замораживания -30°C ... -35°C , так как количество отпрессованной влаги было практически постоянным для всех десертов и в среднем составляло 40 - 58% рисунок 3.

Наряду с классическим показателем содержания влаги, также использовали показатели «активность воды». Этот показатель характеризует состояние воды в пищевых продуктах, то есть ее причастность к физическим и биологическим изменениям, в то время как понятие «содержание воды» указывает на количественный состав, являющийся, важным фактором в сохранности пищевых продуктов.

Изменение активности воды (a_w) является одним из необходимых видов контроля качества продукции.

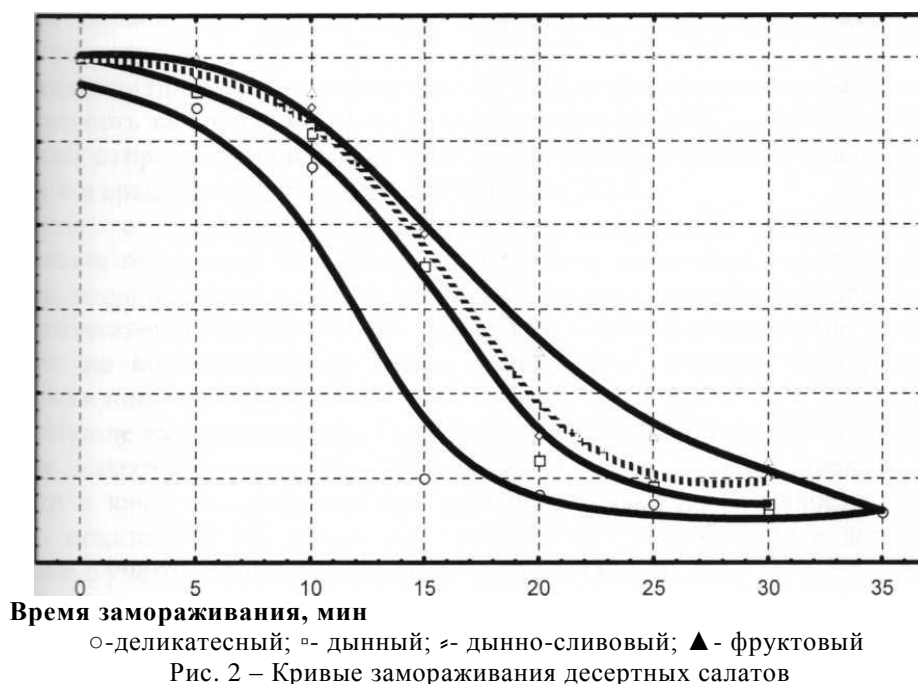
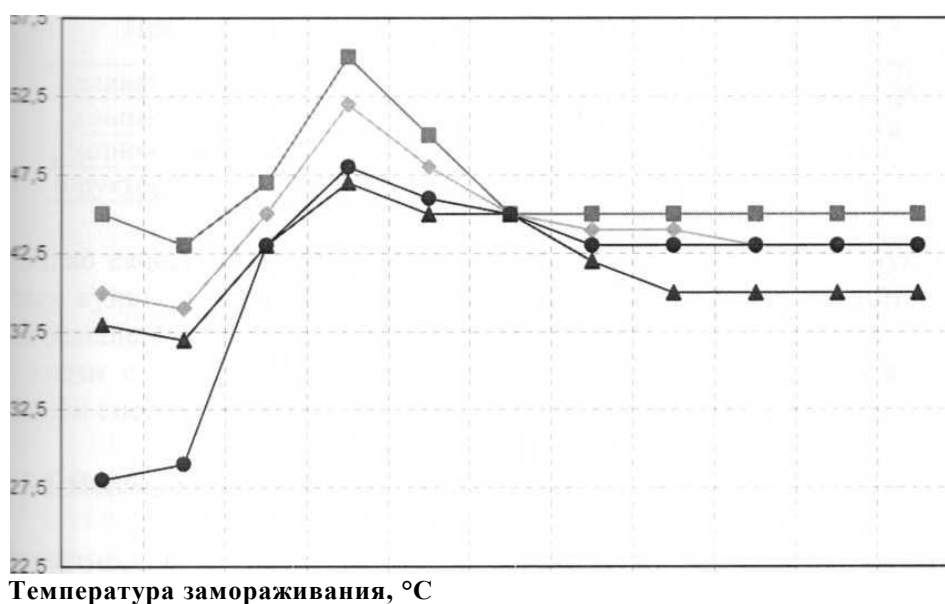


Рис. 2 – Кривые замораживания десертных салатов



◇-дынный; ■-деликатесный; ▲- дынно-сливовый; ●- фруктовый

Рис. 3 – Изменение влагоудерживающей способности десертных салатов в зависимости от температуры замораживания

Однако в силу того, что определение **стойкости** и качества продуктов при хранении только по активности воды или по показателю pH имеет ряд неточностей. Разработанные десерты с учетом обоих показателей - a_w и pH таблица 1. В процессе замораживания измельченное сырье (стружка) подвергается значительным структурно-механическим и физико-химическим изменениям, которые в свою очередь сказываются на качестве получаемой продукции.

Таблица 1 – Значение активности воды (a_w) и pH десертов

Продукция	Показатель	
	a_w	pH
Деликатесный	$0,611 \pm 0,001$	$4,0 \pm 0,10$
Дынный	$0,484 \pm 0,002$	$3,4 \pm 0,05$
Дынно-сливовый	$0,708 \pm 0,002$	$3,4 \pm 0,05$
Фруктовый	$0,689 \pm 0,001$	$4,7 \pm 0,10$

Однако качественные изменения в процессе производства продукции из бахчевых культур в современной отечественной и зарубежной литературе данные освещены еще недостаточно.

В связи с этим особое внимание было уделено изучению изменений углеводной системы и белков по этапам технологического процесса.

Литература

1. Р.Л. Филлипов, Е.М. Володина, А.Ю. Колеснов. Роль фруктовых и овощных соков в профилактике заболеваний – М.: Пищевая промышленность. – 1999. -№6. – С. 64-65.
2. Л. Матаролло. Холод и производство пищевых продуктов для возрастающего населения земного шара // Холодильная техника. - 1991. -№5. – С.6-8
3. В.Ф. Нестеркин. Состояние и перспективы производства быстрозамороженной плодоовощной продукции. – Холодильная техника. – 1998. -№7. – С.2-5.

References

1. R. L. Phillipov, E. M. Volodina, A. Y. Kolesnov. The role of fruit and vegetable juices in disease prevention. – M.: Food Industry. – 1999. -№6. –С. 64-65.
2. L. Matarollo. Cold and food production for a growing world population // Refrigeration. – 1991. -№5. –С.6-8.
3. V. F. Nesterkin. State and prospects of production of quick-frozen fruits and vegetables // Refrigeration. -1998. -№7. –С.2-5.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.183

Ержанова М.Е.¹, Кырыкбаев М.М.², Орманбекова А.А.³

^{1,2}Кандидат технических наук, ³магистр,

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЫНИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОКОВ

Аннотация

В статье исследуется процесс деформирования кусков дыни с учетом их реологических характеристик при производстве соков.

Ключевые слова: мякоть, сок, оболочка ягод, деформация, сусло.

Yerzhanova M.E.¹, Krykbayev M.M.², Ormanbekova A.A.³

^{1,2}PhD in Engineering, M.Kh. Dulaty Taraz State University

³master, M.Kh. Dulaty Taraz State University

IMPROVING THE MECHANICAL PROCESS LINE FOR THE PRODUCTION OF MELONS

Abstract

The article examines the process of deformation of melon pieces with regard to their rheological properties in the production of juice.

Keywords: pulp, juice, fruit shell, strain, wort.

Республика Казахстан является одним из ведущих регионов по производству бахчевых культур –особенно ценнейших сортов дынь. Пищевая ценность дынь обусловлена, в первую очередь, высоким содержанием сахара, а вкусовая ценность –содержанием сахарозы. Наиболее сахаристыми считаются летние сорта с содержанием сахара 12-19 %; осенние 9-11 %. А также дыня содержит крахмал, клетчатку, пектиновые вещества, витамин С (до 20 мг %), витамины группы В, большое количество железа, фолиевой и никотиновой кислот, минеральные соли.

Получение новых продуктов из дыни, сохраняющих её питательные и лечебные свойства, и имеющих при этом требуемые органолептические и текстурные показатели является перспективным направлением на современном этапе. Так как плоды дыни характеризуются низкой лежкостью, возникает необходимость разработки новых принципов её переработки для увеличения сроков хранения.

Используя интенсивную переработку дынь и арбузов, можно получить продукцию длительного хранения (соки, напитки, джемы, повидло и т.д.) высокого качества. Вся эта натуральная продукция пользуются высоким спросом, что обуславливает необходимость расширения их ассортимента.

Таким образом, представленная работа, посвященная разработке новых оборудовании для очистки от кожуры дыни и арбуза, созданию устройства для получения сока, является весьма актуальной.

Однако остается еще много нерешенных проблем в изучении закономерности изменения физико-механических свойств дыни и арбуза в условиях объемной деформации и разработки технологической схемы обработки дыни и арбуза.

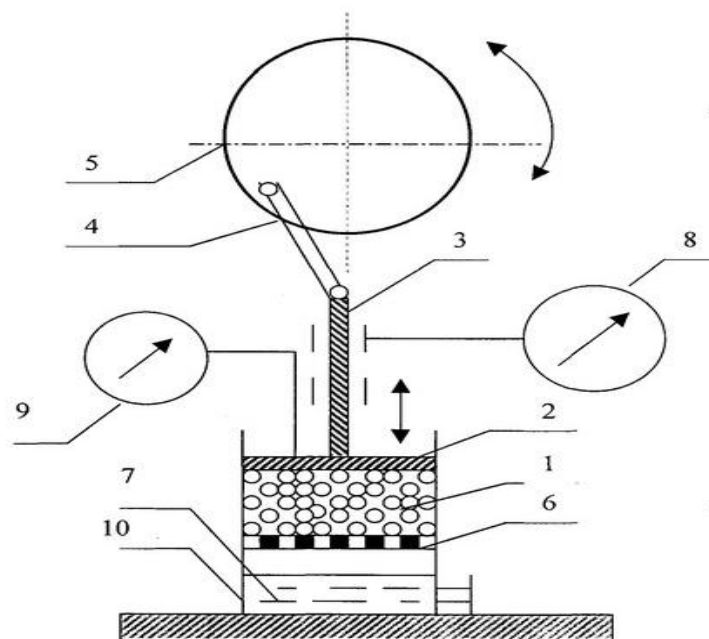
Дыня имеет прочную оболочку (кожицу), в которую заключены структурные элементы: семена, сосуды, разлунные группы сокоосодержащих клеток. Разрушение ягоды путем ее сжатия позволяет уяснить характерные черты всего метода получения сока. При равномерном сближении плоскопараллельных плит, помещенная между ними ягода испытывает деформацию. Мякоть, клетки которой заполнены жидкостью, оказывает давление на наружную оболочку, которая испытывает сложные напряжения. Ягода изменяет первоначальную форму и упруго сплющивается. При снятии усилия ягода стремится восстановить свою форму. Дыня несет в себе много ценных питательных, вкусовых и красящих веществ, которые заключены в более прочных клетках кожицы и сердечка. Извлечение этих веществ и перевод их в сусло позволит полнее использовать пищевые ресурсы сырья, создает новые возможности повышения качества продукции. Создание нового типа технологического оборудования для получения сока из дыни связано с условиями деформации прессуемой массы. От скорости деформации зависит важный фактор - удельная мощность (и связанное с этим показателем количество взвесей), т.е. один из критериев оценки -качество

продукции. Пресс можно рассматривать как объект, в состав которого входит прессующий рабочий орган шнек и мезга, совместно ведущие себя как упруго-вязко-пластическое тело. Такой подход позволяет создать математическую модель работы пресса, установить зависимость между усилиями, скоростью и геометрическими параметрами рабочего органа, т.е. получить исходные данные для создания рациональной конструкции пресса. Физические свойства системы могут быть получены по результатам опытов по деформированию с заданными режимами нагружения. Как показывают результаты анализа обзорных исследований, при прессовании мезги существуют этапы разделения в зависимости от механического воздействия со стороны рабочих органов. Выход отжатой жидкости зависит от многих факторов, среди которых не последнее место занимает продолжительность процесса. Неодинаковые результаты достигаются при медленном прессовании дыни с постепенным доведением давления до 1,4 МПа и при быстром воздействии этого же давления. Вместе с тем прессование еще более сложный процесс, на который оказывается влияние множество не изученных факторов. В связи с этим, для совершенствования конструкции устройств прессования с целью улучшения качества отжатой жидкости необходимо учесть поведение массы при различных условиях деформации. Кроме того, различные реологические модели игнорируют проявление объемной вязкости в процессе сжатия материала из-за недостатка сведений о степени ее влияния на процессы сдвигового течения материалов. Указанные причины обусловили необходимость исследования процессов релаксации напряжений и ползучести мякоти дыни.

Для изучения процесса деформирования кусков дыни был создан экспериментальный стенд (рисунок 1), позволяющий реализовать вид деформации кусков дыни для определения компрессионных свойств массы в условиях статического и динамического нагружения. Образец помещали в замкнутый цилиндр из органического стекла снаружи на органическое стекло нанесли шкалу. Нижняя сторона цилиндра сделана в виде сита. Размеры сита соответствуют размерам ситовой поверхности реального пресса. Скорость пуансона изменяли тиристорным регулятором, увеличивая или уменьшая величину тока посредством переключателя. Скорость меняли в диапазоне 0,05; 0,1; 0,15 м/с. Для регулирования степени отжатия и циклической нагрузки пуансон шарнирно соединен со штоком, обеспечивающим ход 10, 20, 30 см. Величину давления замеряли тиристорным датчиком. Градуировка датчика давления производилась на тарировочном гидрпрессе. В результате обработки экспериментальных исследований получены кривые зависимости выхода сусла от давления и цикличности деформации, а также кривые релаксации напряжений. Из рисунка 2 видно, что с увеличением величины давления при сжатии кусков дыни возрастает, зависимость имеет степенной характер. Это объясняется тем, что при объемной деформации в плоскопараллельном зазоре давление воздействует равномерно во всем объеме массы, и в результате эффективность отделения сусла возрастает.

При относительно невысоких значениях избыточного давления примерно до 0,5 МПа выход сусла с ростом давления увеличивается более медленно, на участке от 0,5 до 1,25 МПа увеличение сокоотделения с повышением давления максимально, а на последнем участке увеличение выхода сока стремиться к нулю.

Такой характер зависимости объясняется тем, что при сравнительно невысоких давлениях происходит деформация ягод и заполнение свободного пространства. При дальнейшем повышении давления разрушается наружная оболочка ягод и клеток, выход сока при этом максимально высок. На последнем участке кривой при давлениях более 1,25 МПа увеличение выхода сока снижается, так как содержащийся в ягодах сок при таком давлении уже практически полностью выжат. Влажность выжимок при этом достигает своих минимальных значений.



Обозначения : 1 – ягоды; 2 – поршень; 3 – толкатель; 4 – кривошип; 5 – диск; 6 – решетка; 7 – сусло;
8 – шкала прибора регистрирующего перемещение поршня; 9 – шкала прибора регистрирующего усилия;
10 – цилиндр из оргстекла

Рис. 1 – Экспериментальный стенд , позволяющий реализовать вид деформации кусков дыни

Выводы:

1. Установлено, что с увеличением величины давления при сжатии кусков дыни выход сока возрастает, зависимость имеет степенной характер, это объясняется тем, что при объемной деформации давление воздействует равномерно во всем объеме массы, и в результате эффективность отделения сока возрастает.

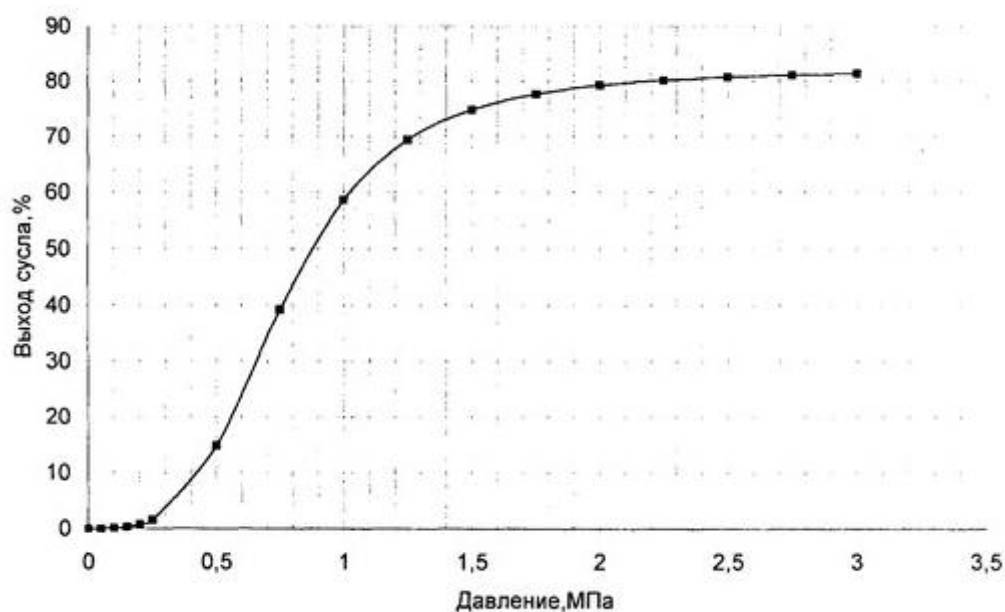


Рис. 2 – Зависимость сока от давления сжатия

2. Определен характер изменения напряжений в массе в зависимости от времени при постоянной деформации. Это объясняется тем, что при постоянной деформации масса переходит в однородную структуру.

Литература

1. Адмаева А.М., Еркебаев М.Ж., Медведков Е.Б., Андреев И.Г. Промышленная апробация новой технологии мультисокков с использованием натуральных компонентов// Пищевая технология и сервис, 2011 г, № 6. с. 52-54.
2. Адмаева А.М., Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж. Бахчевые культуры в производстве соков//Вестник КазНТУ, 2015г.№1.с.308-312

References

1. Admaeva A.M, Yerkebayev M.J, Medvedkov E.B., Andreev I.G. Industrial testing of new technology multisokkov using natural components // Food technology and service, 2011, № 6. - P. 52-54.
2. Admaeva A.M., Dihanbaeva F.T., Smailova Zh.Zh. Bahchevie kulturi v proizvodstve sokov// Vestnik KazNTU, 2015g.№1.s.308-312



AGRIS

Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris.

Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций ВАК.

AGRIS (International System for Agricultural Science and Technology) – это международная библиографическая база данных с более чем 7.5 млн структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.204

Жуков О.А.

Аспирант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Энергетический институт, Российская Федерация**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКСПРЕСС-ЭКСПЕРТИЗЫ****Аннотация**

Разработанные в статье методические основы экспресс-экспертизы предназначены для применения их в области электротехники и энергетики. Предложенная структура Методики не имеет ничего общего с известными методиками и методами экспертных оценок. В данном случае проводить экспресс-экспертизу с успехом может и один эксперт, не нуждаясь в привлечении группы других экспертов-электроэнергетиков. Рассматриваемая Методика основана на методах электротехнической экспресс-экспертизы и аппроксимационном подходе. На конкретных числовых примерах доказана эффективность авторской Методики. Благодаря своей универсальности, новая Методика может использоваться не только для экспресс-экспертизы электротехнических расчётов, но и для различных программ и проектов, заказчиком которых являются представители электроэнергетической отрасли.

Ключевые слова: методические основы, энергетика и электротехника, экспресс-экспертиза, решение экспертных задач.

Zhukov O.A.

Postgraduate student of Institute of Power Engineering,
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia**METHODICAL BASES OF THE POWER EXPRESS EXAMINATIONS****Abstract**

The methodical bases of express examination developed in article are intended for their application in the field of electrical equipment and power. The offered structure of the methodical bases has nothing in common with known methodical approaches and methods of expert estimates. In this case one expert can successfully carry out express examination, without attracting group of other experts. The considered methodical bases are based on methods of express examination and approximating approach in power industry. On concrete numerical examples efficiency of author's development is proved. Thanks to the universality, the new methodical bases can be used not only for express examination of calculations, but also for various programs and projects which customer are representatives of electrical power branch.

Keywords: methodical bases, power engineering, express examination, solution of expert tasks.

Введение**Актуальность исследования**

Предлагаемая статья развивает идеи нового научного направления экспертологии, называемого электроэкспертологией [1], [2], [3], [4], [5]. В настоящее время отсутствует эффективная методика, которая бы позволила без использования сложных методов моделирования быстро и в то же время точно провести экспертизу рассчитанных величин параметров высоковольтной электропередачи. Разработка такой методики является актуальной, поскольку позволит оперативно выявить с требуемой для практики точностью и исключить ошибки в расчётах, представленных на экспертизу вместе с проектными решениями по высоковольтным электрическим сетям и системам.

Формулирование проблемы исследования

Поскольку проведение расчётов в области электротехники и электроэнергетики сопряжено с большими затратами времени, возникает необходимость в разработке методики экспресс-экспертизы, которая бы позволила эксперту с помощью экспресс-методов, не повторяя всего объёма проектных расчётов, оперативно проверить на достоверность числовые значения представленных на экспертизу электротехнических параметров.

Определение цели и задач исследования

Учитывая выше сказанное, автор предпринял попытку поставить и реализовать цель исследования, связанную с разработкой такой методики. Для реализации этой цели сформулированы следующие задачи:

- дать общее понятие методики;
- раскрыть понятие методики экспресс-экспертизы параметров электропередачи;
- сопоставить трудоёмкость и точность вычислений электротехнических параметров по обычной методике и с помощью экспресс-методики на конкретных числовых примерах, оценить погрешности вычислений и эффективность новой методики.

Объектом исследования являются электротехнические расчёты основных параметров высоковольтной электропередачи. **Предметом исследования** являются методические основы оперативной экспертизы качества электротехнических расчётов.

Принципы исследования: ответственность, независимость, компетентность, объективность, системность, исключение неоднозначных толкований результатов исследования.

Методы исследования

В работе применялись общенаучные методы системного анализа и синтеза, аппроксимационный, формально-логический, сравнительный, экспертный методы, метод аналогии, индуктивный и дедуктивный методы, метод аналитического моделирования, приёмы обобщения, абстракции и мысленного эксперимента, а также алгебраический метод преобразований, когда из первичных известных формул при помощи метода подстановки выводятся вторичные искомые формулы.

Общее понятие экспертной методики

Дадим наиболее общую дефиницию термину «методика». Приёмы и операции экспертного исследования составляют его метод, а применение метода на конкретном объекте, с учётом специфики объекта, в определённой последовательности, с выделением упорядоченных этапов и в соответствии с целью исследования представляет собой методику экспертного исследования. Если способ исследования описывает возможные операции, которые могут дать искомый результат, то методика исследования предлагает способы и методы, применяемые в конкретных условиях для решения экспертной задачи. Методов, используемых в методике, может быть несколько. Методы являются центральным звеном методики.

Методика, наряду с методом, является составной частью методологии экспертного исследования. Методика отвечает на вопрос «как нужно организовать экспертное исследование для получения результата?». Выполнение этапов экспертизы осуществляется с помощью обоснованно выбранных методов и в соответствии с определённым алгоритмом экспертного исследования. Этапы экспертизы могут выполняться как последовательно, так и параллельно, кроме того, есть возможность, при необходимости, возвращаться к предыдущим этапам.

Как правило, у любой методики есть два основных компонента – концептуальный (описание экспертной задачи, объекта) и операционный (последовательность применения методов по этапам). Основное отличие экспертной методики от научных методик состоит в том, что экспертная методика нацелена на решение конкретной экспертной задачи, а научная методика – на получение новой информации. Хотя и в той, и в другой методике могут использоваться одни и те же научные методы. В этом смысле любая экспертная методика является научной по своей природе.

В методике обязательным компонентом должны быть граничные условия её применения, при которых пользование методикой допускается. Получаемые с помощью методики результаты отвечают основным критериям – обоснованности, достоверности, точности. Говоря обобщённо, любую экспертную методику можно охарактеризовать как алгоритм решения экспертных задач для универсальной формализации экспертизы.

Понятие методики экспресс-экспертизы параметров электропередачи

В данной работе нас будет интересовать методика экспресс-экспертизы. Эта методика не имеет ничего общего с известными методиками и методами экспертных оценок. В данном случае проводить экспресс-экспертизу с успехом может и один эксперт, не нуждаясь в привлечении группы других экспертов-энергетиков. Методика экспресс-экспертизы основывается на аналитических моделях, связывающих различные электроэнергетические параметры между собой, тогда как методики экспертных оценок строятся на мнении нескольких экспертов и последующей обработке этих мнений с помощью балльных оценок, ранжировок, коэффициентов весов показателей и т.п.

Ниже описаны компоненты экспресс-методики, порядок проведения и оформления экспресс-экспертизы параметров высоковольтной электропередачи с помощью такой методики. Предложено пояснение к некоторым структурным элементам экспресс-методики.

А) Структурные элементы экспресс-методики.

Реквизиты экспресс-методики:

- название методики;
- автор (составитель) методики;
- организация-разработчик методики;
- библиографические данные опубликованной методики.

Структура экспресс-методики:

- название экспертной задачи (если методика сложная, указываются подзадачи и даются их названия);
- название объекта экспертизы и сведения об объекте;
- принципы решения экспертной задачи (подзадачи);
- совокупность параметров и показателей, характеризующих объект;
- общие положения;
- алгоритм действий эксперта;
- формулирование экспертного заключения;
- использованные источники информации.

Б) Пояснения к некоторым структурным элементам экспресс-методики.

Принципы решения экспертной задачи

Предложенная методика предполагает решение экспертной задачи на основании следующих принципов:

- объективность и обоснованность, подтверждённая расчётными данными;
- простота и оперативность применения;
- системность и комплексный подход;
- универсальность применения;
- «прозрачность» расчётов;
- проверяемость результатов;
- точность, наглядность, надёжность, достоверность получаемых результатов;
- эффективность (то есть, возможность получения максимального объёма информации об объекте экспертизы при минимальных затратах времени и финансовых средств);
- соблюдение экспертом морально-этических норм;
- профессиональность эксперта;
- независимость эксперта от интересов заказчика экспертизы;
- ответственность эксперта за результаты экспертизы (но эксперт не несёт ответственности за реализацию рекомендаций своей экспертизы);
- экспертное заключение является авторским произведением, авторские права подлежат защите.

Совокупность параметров и показателей, характеризующих объект экспертизы

Раскрывается концепция определения числовых величин основных параметров, характеризующих высоковольтную электропередачу. Концепция основывается на принципе безопасной и надёжной эксплуатации экспертируемого объекта. В свою очередь, оценка гарантированной эксплуатации объекта даётся на основании экспресс-экспертизы величин конкретных параметров и показателей, определяющих эти параметры. Для экспертизы выбираются именно те параметры, изменение любого из которых приводит объект экспертизы в предельное, неработоспособное или аварийное состояние. Такое состояние оценивается по соответствующим критериям, которые определяются согласно действующим на момент проведения экспресс-экспертизы нормативным документам в области электротехники и электроэнергетики.

Автор предлагает при проведении экспресс-экспертизы параметров высоковольтной электропередачи рассматривать следующий набор параметров и показателей:

- полная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции, без учёта потерь в повышающих трансформаторах электростанции;
- активная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции (без учёта потерь в повышающих трансформаторах электростанции) и являющаяся пропускной способностью нормального режима работы электропередачи;
- активная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции (без учёта потерь в повышающих трансформаторах электростанции) и являющаяся пропускной способностью послеаварийного режима работы электропередачи (при отключении одной из параллельных линий);
- коэффициент активной мощности генераторов электростанции;
- реактивная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции, без учёта потерь в повышающих трансформаторах электростанции;
- полная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции, с учётом потерь в повышающих трансформаторах электростанции;
- коэффициент потерь в повышающих трансформаторах электростанции;
- потери активной мощности в повышающих трансформаторах электростанции;
- потери реактивной мощности в повышающих трансформаторах электростанции;
- фактическая нагрузка на повышающие трансформаторы;
- число повышающих трансформаторов, на которое распределена фактическая нагрузка;
- коэффициент загрузки повышающего трансформатора;
- номинальная мощность повышающего трансформатора;
- максимальный расчётный ток в линии (после распределительного устройства высокого напряжения электростанции) при нормальном режиме работы;
- экономическое сечение провода для каждой из трёх фаз линии электропередачи (ЛЭП), соответствующее минимальной стоимости передачи электроэнергии;
- экономическая плотность тока, принимаемая на основании опыта эксплуатации;
- напряжение электропередачи;
- потери активной мощности в ЛЭП;
- количество проводов в каждой фазе ЛЭП;
- количество цепей ЛЭП;
- полное активное сопротивление ЛЭП;
- потери реактивной мощности в ЛЭП;
- полное индуктивное сопротивление ЛЭП;
- расстояние электропередачи;
- потери полной мощности в ЛЭП;
- потери полной мощности в повышающих трансформаторах электростанции;
- удельное активное сопротивление;
- удельное индуктивное сопротивление;
- тангенс «фи» (величина, устанавливающая связь между значением активной и реактивной мощности);
- удельная проводимость;
- сечение одной жилы провода для каждой из трёх фаз ЛЭП;
- потеря напряжения в одной ЛЭП;
- наибольшая допустимая потеря напряжения в ЛЭП;
- полная мощность, передаваемая от распределительного устройства высокого напряжения электростанции до главной понизительной подстанции, с учётом потерь в ЛЭП;
- полная мощность, передаваемая от распределительного устройства высокого напряжения электростанции до главной понизительной подстанции, без учёта потерь в ЛЭП;
- предельная мощность, которая может быть передана без потери устойчивости работы электропередачи.

Заметим, что понятие «параметр» отличается от понятия «показатель». Параметры количественно характеризуют свойства объекта исследования, а показатели являются частным случаем параметра, и применяются к определённым условиям создания и функционирования конкретной системы. То есть, многие показатели являются функциями параметров. Поэтому параметр – более широкое понятие при характеристике свойств системы.

Общие положения

Методика проведения экспресс-экспертизы должна включать в себя следующие общие положения:

- инициатор экспресс-экспертизы;
- основания для проведения экспресс-экспертизы;

- термины, определения, сокращения и условные обозначения, принятые в методике;
- цели и задачи проведения экспресс-экспертизы;
- область применения экспресс-методики;
- вводная часть;
- основные положения;
- требования к исходным данным для проведения экспресс-экспертизы;
- требования к эксперту, проводящему экспресс-экспертизу;
- требования к методам проведения экспресс-экспертизы;
- перечень представленных на экспертизу документов и расчётов.

Относительно терминов, отражающих степень выполнения предписаний (требований) методики, следует заметить, что:

- обязательность выполнения требований должна сопровождаться терминами «следует», «необходимо», «должно»;
- если требование, о котором говорится в методике, является лучшим и потому должно применяться в большинстве случаев, то при этом должен применяться термин «как правило»;
- если требование, о котором говорится в методике, является одним из лучших, но не обязательным, то в этом случае должен употребляться термин «рекомендуется»;
- если требование, о котором говорится в методике, является удовлетворительным, а в ряде случаев – вынужденным, то оперируют термином «допускается».

Алгоритм действий эксперта

Алгоритм (схема) проведения экспресс-экспертизы электропередачи включает в себя следующие основные этапы:

- анализ конструктивных особенностей и условий работы высоковольтной электрической сети;
- выбор параметров и показателей электропередачи для их экспертирования (оценки числовых значений);
- граничные условия применения методики;
- анализ представленных на электротехническую экспертизу документов и расчётов параметров электропередачи, в том числе анализ специфических условий эксплуатации проектируемого объекта;
- обоснованный выбор методов экспресс-экспертизы;
- проведение экспресс-экспертизы параметров высоковольтной электропередачи с использованием экспресс-метода;
- получение итоговых результатов экспертных расчётов;
- сопоставление (установление степени соответствия или несоответствия) полученных расчётных результатов с представленными на экспертизу расчётными результатами, учитывая установленные для некоторых параметров в нормативных документах предельно допустимые значения (критерии);
- расчёт погрешности вычислений значений параметров (сопоставление результатов представленных расчётов с результатами, полученными с помощью экспресс-метода);
- констатация (на основании сопоставления результатов) об уровне надёжности и безопасности проектируемой электрической сети с представленными на экспертизу значениями параметров и показателей, характеризующих эту сеть;
- решение эксперта о возможности эксплуатации объекта с представленными на экспертизу параметрами;
- при превышении одним или совокупностью представленных на экспертизу параметров их номинальных критериальных значений следует считать проектируемую электрическую сеть непригодной для надёжной и безопасной эксплуатации.

Формулирование экспертного заключения

На основании представленных на экспертизу материалов и принятого экспертом решения, оформляется мотивированное экспертное заключение. В экспертном заключении обязательно должна быть следующая информация:

- место, год и название организации, где проводилась экспресс-экспертиза;
- название экспертируемого объекта;
- должность, учёная степень и звание, фамилия и инициалы, подпись проводившего экспресс-экспертизу эксперта;
- должность, учёная степень и звание, фамилия и инициалы, подпись руководителя организации, где проводилась экспресс-экспертиза, заверенная печатью этой организации;
- лицензия организации на право проведения экспертных исследований.

На основании проведённой экспресс-экспертизы делаются выводы, в которых содержится следующая информация о представленных на экспертизу числовых значениях основных параметров высоковольтной электропередачи (ПЧЗ):

- экспертная оценка уровня точности и достоверности ПЧЗ на основе упрощённых алгоритмов (аналитических моделей);
- оценка соответствия ПЧЗ требованиям нормативных документов;
- выявление и описание ошибок и их причинно-следственных связей в расчётах ПЧЗ;
- оценка и описание последствий и степени опасности, исходящей от неправильно рассчитанных величин ПЧЗ;
- заключение эксперта о необходимости проведения последующих уточнённых расчётов ПЧЗ.

Такие выводы служат эксперту основанием для принятия решения о возможности эксплуатации объекта с данными ПЧЗ. Здесь нужно пояснить два момента:

- окончательное решение о возможности дальнейшей эксплуатации объекта принимает в установленном порядке руководитель организации-владельца объекта и заказчик;

– разрешение на эксплуатацию объекта оформляют согласно требованиям нормативных документов органов Ростехнадзора.

Вывод по результатам экспресс-экспертизы должен в сжатой форме давать ясный, чёткий и однозначный ответ по экспертной задаче.

Эксперт, оформляющий это заключение, должен быть аттестован в установленном порядке. Экспертное заключение по конкретному объекту (например, по высоковольтным питающим электрическим сетям) является неотъемлемой частью документации на этот объект, и должно быть вложено организацией-владельцем объекта в паспорт данного объекта. Экспертное заключение строится по стандартной форме, включает общую, констатирующую и завершающую части, и является основой для составления проекта управленческого решения. Экспертное заключение должно быть прошито, с указанием количества сшитых страниц. Приложением к экспертному заключению является аналитический отчёт по результатам экспресс-экспертизы.

Использованные источники информации

В перечень использованной информации включаются все источники, которые были задействованы при проведении экспресс-экспертизы. Отдельно указываются все действующие на момент проведения экспресс-экспертизы нормативные документы, которые использовались в экспресс-экспертизе. Проверку действия используемых в методике нормативных документов можно осуществить по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, или по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Сопоставление трудоёмкости и точности вычислений электротехнических параметров по обычной методике и с помощью экспресс-методики

Для сопоставления трудоёмкости и точности вычислений обычным способом и экспресс-методом приведём два примера.

Пример 1.

Исходные данные

Центр питания (ЦП) представляет собой электростанцию, которая состоит из генераторного распределительного устройства (ГРУ), распределительного устройства высокого напряжения (РУ ВН), двух генераторов (мощностью 63 МВт каждый), подключённых к ГРУ, и их собственных нужд (10% от активной мощности одного генератора), двух повышающих трансформаторов, подключённых к ГРУ, одного блока генератор-трансформатор мощностью 63 МВт. Генераторное напряжение – 10,5 кВ. Активная минимальная и максимальная нагрузки на генераторном напряжении – соответственно 50 МВт и 65 МВт. Коэффициент активной мощности генераторов электростанции и нагрузки на генераторном напряжении – соответственно 0,8 и 0,85. Напряжение электропередачи

$U_{\text{пер}} = 220$ кВ переменного частотой 50 Гц. Электропередача с односторонним питанием осуществляется по радиальной распределительной сети (Рис.1), представленной одинарной (одна цепь) воздушной линией (ВЛ). Режим нейтрали трёхфазной сети – глухое заземление (соединение нейтральной точки с заземляющим устройством через сопротивление менее 1 Ом). Включение нагрузки (Н) в трёхфазной цепи выполнено по схеме звезды. Расстояние электропередачи $L = 100$ км. Каждая из трёх фаз ВЛ является расщеплённой, и выполнена тремя алюминиевыми проводами марки А.

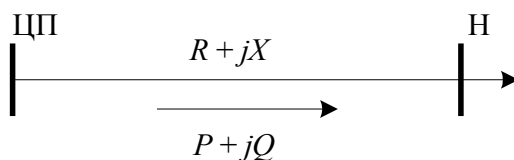


Рис. 1 – Структурная схема ЛЭП

Искомые данные

Определить обычным способом и экспресс-методом величину потери напряжения $\Delta U_{\text{ЛЭП}}$ в линии электропередачи (ЛЭП).

Решение

1А. Обычный способ расчёта

Примечание. В вычислениях обычным способом, с целью сокращения объёма статьи, приводятся только результаты расчётов значений параметров в числовой форме.

При применении обычного способа расчёта $\Delta U_{\text{ЛЭП}}$ предварительно вычисляется 31 параметр:

- активная мощность собственных нужд одного генератора $P_{\text{сн}} = 6,3$ МВт;
- реактивная мощность одного генератора $Q_{\text{г}} = 47,3$ Мвар;
- реактивная минимальная нагрузка на генераторном напряжении $Q_{\text{мин}} = 31$ Мвар;
- реактивная мощность собственных нужд одного генератора $Q_{\text{сн}} = 4,7$ Мвар;
- полная мощность при минимальном потреблении нагрузки на генераторном напряжении (первый режим) $S_{1p} = 83,4$ МВА;
- реактивная максимальная нагрузка на генераторном напряжении $Q_{\text{макс}} = 40,3$ Мвар;
- полная мощность при максимальном потреблении нагрузки на генераторном напряжении (второй режим) $S_{2p} = 66$ МВА;
- полная мощность при отключении одного генератора и максимальном потреблении нагрузки на генераторном напряжении (третий режим) $S_{3p} = 8,6$ МВА;
- максимальная полная расчётная мощность одного из рассчитанных режимов $S_{\text{м.р}} = 83,4$ МВА;

- полная мощность каждого из двух трансформаторов, подключённых к ГРУ, $S_{м.гпу} = 58,4 \text{ МВА}$;
- полная расчётная мощность блочного трансформатора $S_{бл.р} = 79,1 \text{ МВА}$;
- полная мощность блочного трансформатора $S_{м.бл} = 79,1 \text{ МВА}$;
- активная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции, без учёта потерь в повышающих трансформаторах электростанции $P_{пер.с} = 120,1 \text{ МВт}$;
- полная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции, без учёта потерь в повышающих трансформаторах электростанции $S_{пер.с} = 150,13 \text{ МВт}$;
- полная мощность, передаваемая от генераторов до распределительного устройства высокого напряжения электростанции, с учётом потерь в повышающих трансформаторах электростанции $S_{лэп.с} = 139 \text{ МВА}$;
- максимальный расчётный ток в ЛЭП (после распределительного устройства высокого напряжения электростанции) при нормальном режиме работы $I_{мр.л} = 365,2 \text{ А}$;
- экономическая плотность тока, принимаемая на основании опыта эксплуатации $j_{эк(Al)} = 1,1 \text{ А / мм}^2$;
- экономическое сечение трёхжильного провода для каждой из трёх фаз ЛЭП, соответствующее минимальной стоимости передачи электроэнергии $S_{эк(Al)} = 332 \text{ мм}^2$;
- количество проводов в каждой фазе ЛЭП $n_{лэп} = 3$;
- сечение одной жилы провода для каждой из трёх фаз ЛЭП $s_{(Al)} = 120 \text{ мм}^2$;
- удельная проводимость для алюминиевых проводов $\gamma_{(Al)} = 30 \text{ М / (Ом} \times \text{мм}^2)$;
- удельное активное сопротивление $r_{0(Al)} = 0,28 \text{ Ом / км}$;
- полное активное сопротивление ЛЭП $R_{лэп} = 9,3 \text{ Ом}$;
- удельное индуктивное сопротивление для воздушной ЛЭП высокого напряжения $X_0 = 0,4 \text{ Ом / км}$;
- полное индуктивное сопротивление ЛЭП $X_{лэп} = 13,3 \text{ Ом}$;
- потери активной мощности в ЛЭП $\Delta P_{лэп} = 0,41 \text{ МВт}$;
- потери реактивной мощности в ЛЭП $\Delta Q_{лэп} = 0,6 \text{ Мвар}$;
- потери полной мощности в ЛЭП $\Delta S_{лэп} = 1 \text{ МВА}$;
- полная мощность, передаваемая от распределительного устройства высокого напряжения электростанции до главной понизительной подстанции, с учётом потерь в ЛЭП $S_{лэп} = 138 \text{ МВА}$;
- величина, устанавливающая связь между значением активной и реактивной мощности в ЛЭП $\text{tg} \varphi_{лэп} = 0,62$;
- потеря напряжения в ЛЭП $\Delta U_{лэп} = 9,6 \text{ кВ}$.

Время на проведение, с использованием калькулятора, вычислений названного 31 параметра составило 12 минут.

1Б. Экспресс-метод расчёта

При применении экспресс-метода расчёта $\Delta U_{лэп}$ предварительных вычислений не требуется, и применяется лишь одна новая расчётная формула: $\Delta U_{лэп}(\text{кВ}) = n_{лэп}^2$

Подставляя в формулу числовое значение, получим:

$$\Delta U_{лэп}(\text{кВ}) = n_{лэп}^2 = 3^2 = 9 \text{ кВ}$$

Время на проведение вычисления данного параметра составило 1 секунду.

Примечание. В данной статье алгебраический вывод новой экспресс-формулы не приводится, поскольку этот вывод занимает довольно большой объём.

Вывод по примеру 1

Чтобы вычислить итоговый параметр $\Delta U_{лэп}$ обычным методом, понадобилось предварительно использовать 31 известных расчётных формул.

Для вычисления этого же параметра $\Delta U_{лэп}$ экспресс-методом понадобилась всего 1 новая расчётная формула. Времени на вычисление искомого параметра на предложенном примере при применении экспресс-метода было затрачено в 720 раз меньше ($\frac{12 \text{ мин} \times 60 \text{ сек / мин}}{1 \text{ сек}}$), чем при вычислении того же параметра обычным способом. Это

подтверждает эффективность применения экспресс-метода расчёта электротехнических параметров электропередачи.

Пример 2.

Используя исходные данные из Примера 1, оценим точность расчёта величины напряжения по известной и новой формуле. Сопоставление сведено в таблицу 1.

Таблица 1 – Относительная погрешность вычисления величины напряжения.

Название формул	Вид формулы	Ограничения по исходным данным	Результат вычисления	Относительная погрешность вычисления
Формула Никогосова (известная)	$U_{ном} = 16\sqrt[4]{PL}$	$L \leq 250$ км; $P \leq 60$ МВт; См. примеч. 1	167,496 кВ	-23,87 %
Формула Жукова (новая)	$U_{ном} = \frac{50}{\sqrt{\frac{1}{L} + \frac{5}{P}}}$	См. примеч. 2, 3	220,045 кВ	+0,02%

Примечание к таблице 1:

- 1) Формула Никогосова взята из [6].
- 2) Приемлемые результаты с использованием новой экспресс-формулы получаются при следующих числовых значениях параметров:

для $U = 110$ кВ: $110 \text{ МВт} \geq P \geq 60 \text{ МВт}$, $10 \text{ км} \leq L \leq 5 \text{ км}$;

для $U = 220$ кВ: $220 \text{ МВт} \geq P \geq 160 \text{ МВт}$, $100 \text{ км} \leq L \leq 50 \text{ км}$;

для $U = 500$ кВ: $500 \text{ МВт} \geq P \geq 460 \text{ МВт}$, $300 \text{ км} \leq L \leq 250 \text{ км}$.

- 3) Алгебраический вывод новой экспресс-формулы

$$U_{ном} = \frac{50}{\sqrt{\frac{1}{L} + \frac{5}{P}}}$$

не приводится, поскольку он занимает довольно большой объём.

Вывод по примеру 2

Как видно из таблицы 1, с учётом ограничений по числовым значениям исходных данных, новая формула, названная по фамилии автора, даёт идеальный результат в сравнении с формулой Никогосова. Формулу Никогосова также можно назвать экспресс-формулой, но точность результата вычисления с её помощью значительно ниже точности результата вычисления с помощью новой формулы.

Выводы

Обоснованность и достоверность представленных научных положений подтверждается совпадением расчётных значений параметров высоковольтной электропередачи, полученных на основе экспресс-методики и аналогичных расчётных значений, полученных с использованием обычных трудоёмких методов расчётов.

Теоретическая ценность работы состоит в следующем:

- предложены две новых формулы для проведения энергетической экспресс-экспертизы, что является определённым вкладом в развитие методологии общей теории электротехнических экспертиз;
- проведено сопоставление относительной погрешности величины напряжения по известной и новой формуле;
- разработанные две новые экспресс-формулы, доказавшие на практических примерах высокий уровень эффективности и достоверности, могут служить основой для вывода новых соотношений в электротехнике.

Научная новизна работы заключается в разработке методических основ проведения экспресс-экспертизы параметров высоковольтной электропередачи, основанных на экспресс-методах и аппроксимационном подходе.

Научная значимость работы состоит в том, что предложенные методические основы могут служить практическим инструментом при решении экспертных задач, а также широкого круга различных научно-практических прикладных задач обработки и интерпретации теоретических и экспериментальных данных.

Практическая ценность исследования заключается в следующем:

- разработанные экспресс-формулы позволяют, не прибегая к специальным расчётным компьютерным программам, оперативно оценивать величину падения напряжения и величину номинального напряжения;
- предложенные новые экспресс-формулы позволяют получить максимально быстрый результат в сравнении с традиционной практикой, не уступая ей по уровню достоверности;
- результатами проведённого исследования может пользоваться широкий круг экспертов и специалистов в области электротехники и электроэнергетики, кроме того, разработанные методические основы будут полезны при их применении в рамках курсов повышения квалификации для обучения приёмам экспресс-экспертирования;
- проведённое исследование может войти в учебные программы обучения студентов и аспирантов в области электротехники и электроэнергетики.

Заключение

Любая экспертная методика в электроэнергетике ориентирована не просто на исследование объекта, а на решение конкретной экспертной задачи, которая определяет структуру самой методики. То есть, в зависимости от поставленной задачи, один и тот же объект может быть подвергнут экспертизе с помощью разных экспертных методик. Предлагаемая методика, являясь практическим инструментарием для оперативного решения конкретных экспертных задач, благодаря своей универсальности и простоте применения, может быть использована не только для проведения экспресс-экспертизы параметров высоковольтной электропередачи, но и для экспертизы любых программ, проектов, расчётов, связанных с электроэнергетикой и электротехникой. Поставленные в предложенной работе цели и задачи достигнуты. Разработанные методические основы проведения электротехнической экспресс-экспертизы вносят определённый вклад в развитие нового научного направления под названием ЭЛЕКТРОЭКСПЕРТОЛОГИЯ.

Литература

1. Zhukov O.A., Ushakov V.Ya. Methodology of the Power Express Examinations. 11th International Conference on «Technical and Physical Problems of Electrical Engineering» (ICTPE 2015). Bucharest-Romania. 2015. - № 25. - 10-12 September. P. 114-122.
2. Жуков О.А., Ушаков В.Я. Экспресс-экспертиза выбора мощности трансформаторной подстанции // Технические науки: интеграция науки и практики: Сб. науч. тр.: Международная научная конференция / Под ред. проф. В.Я. Ушакова. - Россия, г. Москва, 26-28 ноября 2014 г. [Электронный ресурс] – Киров: МЦНИП, 2014. – С. 21-27.
3. Zhukov O.A., Ushakov V.Ya. The Power Expertology Concept. 9th International Conference on «Technical and Physical Problems of Electrical Engineering» (ICTPE 2013). Istanbul-Turkey. 2013. - № 100. - 9-11 September. P. 474-476.
4. Жуков О.А., Ушаков В.Я. Экспертиза в энергетике и электротехнике. Генезис электроэкспертологии // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. - №4. – С. 82-87.
5. Жуков О.А. Акронимический подход к электроэкспертизам // Энергетика: Эффективность, надёжность, безопасность: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ООО «СПБ Графика», 2012. – С. 96-98.
6. Электроэнергетические системы и сети: Методические указания по курсовому проектированию / сост.: А.А. Герасименко, Е.С. Кинев, Л.И. Пилюшенко. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 64 с. С. 22.

References

1. Zhukov O.A., Ushakov V.Ya. Methodology of the Power Express Examinations. 11th International Conference on «Technical and Physical Problems of Electrical Engineering» (ICTPE 2015). Bucharest-Romania. 2015. - № 25. - 10-12 September. P. 114-122.
2. Zhukov O.A., Ushakov V.Ja. Jekspress-jekspertiza vybora moshhnosti transformatornoj podstancii // Tehnicheskie nauki: integracija nauki i praktiki: Sb. nauch. tr.: Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija / Pod red. prof. V.Ja. Ushakova. - Rossiya, g. Moskva, 26-28 nojabrja 2014 g. [Elektronnyj resurs] – Kirov: MCNIP, 2014. – С. 21-27.
3. Zhukov O.A., Ushakov V.Ya. The Power Expertology Concept. 9th International Conference on «Technical and Physical Problems of Electrical Engineering» (ICTPE 2013). Istanbul-Turkey. 2013. - № 100. - 9-11 September. P. 474-476.
4. Zhukov O.A., Ushakov V.Ja. Jekspertiza v jenergetike i jelectrotehnike. Genezis jelektrojekspertologii // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. – 2013. – Т. 322. - №4. – С. 82-87.
5. Zhukov O.A. Akronimicheskij podhod k jelektrojekspertizam // Jenergetika: Jefferektivnost', nadjozhnost', bezopasnost': materialy HVIII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii / Tomskij politehnicheskij universitet. – Tomsk: Izd-vo ООО «SPB Grafiks», 2012. – С. 96-98.
6. Jelektrojenergeticheskie sistemy i seti: Metodicheskie ukazaniya po kursovomu proektirovaniju / sost.: A.A. Gerasimenko, E.S. Kinev, L.I. Piljushenko. – Krasnojarsk: IPK SFU, 2008. – 64 s. S. 22.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.104

Затылкин А.В.

Кандидат технических наук, Пензенский государственный университет

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ ПОМОЩИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН РЕЛЕЯ

Аннотация

Предложена новая конструкция установки для исследования спектральных колебательных характеристик стержневых, пластинчатых и прочих конструктивных элементов радиоэлектронных средств (РЭС) различного сечения. Установка достаточно проста, надежна. Принцип работы ее основан на измерении поверхностных волн (волны Релея), распространяющихся по граничной плоскости упругой среды.

Ключевые слова: динамические характеристики, конструктивные элементы, измерения, поверхностные волны.

Zatylnik A.V.

PhD in Engineering, Penza state University

INSTALLATION FOR RESEARCH OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF STRUCTURES
WITH THE SURFACE RAYLEIGH WAVE

Abstract

A new design of systems for the study of the spectral characteristics of the oscillatory rod, plate and other structural elements of radio-electronic means (REM) of various sections. Installation is quite simple, reliable. Its working principle is based on measurement of surface waves (Rayleigh waves), propagating along the boundary plane elastic medium.

Keywords: dynamic characteristics, structural elements, testing, surface wave.

Известно, что условия эксплуатации радиоэлектронных средств (РЭС) существенно влияют на электрические, конструктивные и другие параметры [1, 2]. Поэтому еще на этапах проектирования необходимо учесть влияние негативных факторов. Одним из наиболее опасных видов внешнего воздействия, согласно [3] являются вибрационные воздействия (них приходится до 40% всех отказов).

Для защиты РЭС от внешних вибрационных воздействий используются различные средства: повышение прочности конструкции, использование вибропоглощающих покрытий, применение пассивных и активных систем амортизации и т.д.

Для оценки эффективности принятых защитных мер необходимо проводить испытания на виброустойчивость и вибропрочность, для проведения которых необходимо знать спектр резонансных частот изделия, входящих в рабочий диапазон частот. Для этого проводят определительные испытания. Результатом испытаний является определение динамических характеристик (деформаций, напряжений, перемещений, ускорений) РЭС, позволяющих определить резонансные частоты (наиболее разрушительные) и проводить испытания на виброустойчивость и вибропрочность изделия именно на этих частотах. Ошибки в определении резонансных частот приводят к тому, что изделие не проходит дальнейшие испытания в нормальном режиме, а значит время, потрачено напрасно. Поэтому оценка конструктивных параметров разрабатываемых изделий является актуальной задачей.

Все существующие методы определения динамических характеристик РЭС имеют общий недостаток – они существенно снижают ресурс объекта испытаний, что является критическим недостатком в серийном и, особенно, в единичном производстве. Поэтому разработка методов исследования динамических характеристик РЭС, позволяющих не значительно снижать остаточный ресурс объекта испытаний является важной научно-практической проблемой.

В основу данной работы положен волновой метод исследования упругих конструкций [3], отличающийся от известных тем, что распространение волны (от источника вибрации) проходит не по всему объекту, а только по его поверхностному слою за счет распространения так называемых волн Релея. Резонанс волн Релея на поверхности объекта исследования совпадает с собственными частотами объекта исследований. Поэтому их фиксация (волн Релея) позволяет с высокой точностью определять и частотный спектр конструкции РЭС.

Объект исследований 4 должен быть виброизолирован, т.е. закреплен на мягких упругих опорах 3 (рис. 1). Вибрация передается на поверхность изделия посредством точечного контакта от источника 1 и передаются на измерительный элемент так же точно посредством игл 5 (см. рис. 1). При этом и источники и измерительные элементы виброизолированы от объекта исследования.

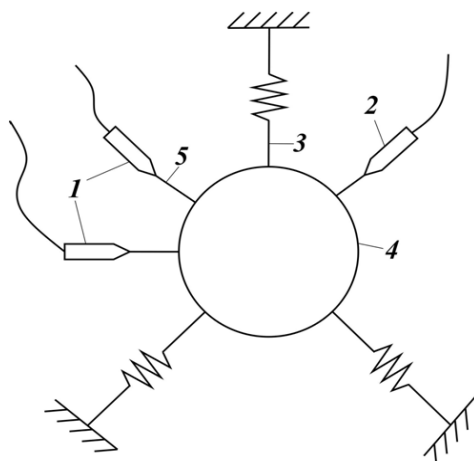


Рис. 1 – Схема эксперимента

Источники вибровозбуждения 1 и измерительные элементы 2 являются электромеханическими преобразователями [4], что позволяет осуществлять точечное силовое воздействие на объект исследования. В результате в конструкции изделия распространяется как волна расширения, так и другая волна, называемая сдвиговой.

Появление сдвиговой волны вызывает появление волн Релея, перемещающихся по свободной поверхности объекта исследования. При совпадении скорости переменной внешней силы с фазовой и групповой скоростями распространяющихся волн, возникает явление резонанса [5], которое фиксируется измерительными элементами 2 (см. рис. 1).



ПРИМЕР DOI:
10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

(Digital Object Identifier) — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

Таким образом, при появлении в исследуемом объекте резонансных явлений, вызванных волнами Релея можно определить частотный спектр конструкции РЭС.

В современном виброиспытательном оборудовании применяются конструкции вибровозбудителей, в которых вибрационные воздействия передаются в объект исследования через расширитель вибрационного стола, на который крепится объект исследования. Такой способ передачи вибраций ограничивает исследователей, поскольку крепление объекта и расширителя вибростола жесткое, а значит будет обязательное проникновение посторонних сигналов в исследуемый образец и, как следствие наличие «лишних» частот в полученном спектре. В предлагаемой установке объект исследования виброизолирован от его основания, на котором расположены источники вибрации, что является ее несомненным достоинством.

Структурная схема предлагаемой установки приведена на рисунке 2 и состоит из измерительного звена 1, эталонного звена 2 и сравнительного 3.

Измерительное и эталонное звенья состоят из усилителя мощности 4,5, который осуществляет передачу сигнала на возбуждающую обмотку 6,7; измерительной обмотки 8,9; цепи электромеханической обратной связи (ЭМОС) 10,11, применяемой с целью уменьшения воздействия объекта исследования на передаточную функцию источника испытательного сигнала; объекта исследования 12 и вибропреобразователя 13, 14.

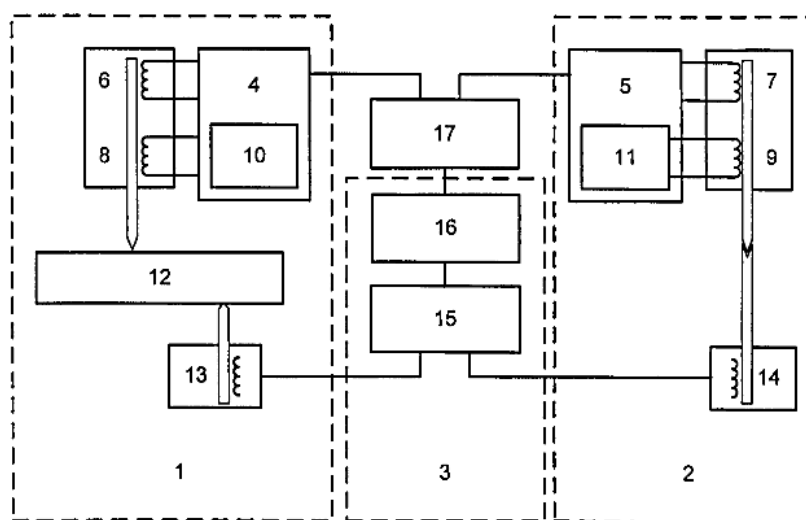


Рис. 2 – Структура предложенной системы

Сравнительное звено установки состоит из аналого-цифрового преобразователя 15, служащего для преобразования аналогового сигнала. Сюда же входит цифроаналоговый преобразователь 17 необходимый для преобразования генерируемого сигнала из цифровой формы в аналоговую.

При измерении уровня вибрации используются датчики, предложенные в [4], отличительной особенностью которых является виброизоляция относительно объекта исследования, что позволяет избавиться от влияния массы измерительного элемента на точность измерения. Целесообразно применение сравнительного метода измерения, основанного на оценке изменения значения параметра вибрации по сравнению с эталонным значением [6].

Внешний вид лабораторного стенда, используемого в учебном процессе кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры» ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» показан на рис. 3.

Во время анализа частотного спектра РЭС искажения, вызываемые особенностью конструкции и схем самих измерительных элементов следует вычитать. Разработанная установка позволяет проводить исследования в ручном режиме и автоматизировано. В случае необходимости установления формы колебания изделия на конкретной резонансной частоте следует перемещать измерительный элемент по поверхности исследуемого образца, устанавливая его последовательно во все необходимые контрольные точки.



Рис. 3 – Внешний вид макета предложенной установки

Для практической апробации разработанной установки экспериментально исследован спектр частот стержневого элемента (классический конструктивный элемент) и построены его собственные формы на полученных частотах. Погрешность экспериментальных данных по отношению к аналитическому решению составила 15 ... 23 % в частотном диапазоне от 20 до 1500 Гц соответственно, что является хорошим практическим результатом.

Полученные данные дают основание считать, что предложенная установка позволяет определять спектральные динамические характеристики конструкций (стержней, пластин), на основе которых можно проводить оценку вибропрочности и виброустойчивости разрабатываемого изделия. Особенностью данной установки является проведение анализа вибрации в точках крепления конструкции РЭС, что дает возможность исследовать частотный спектр изделия, а также оценить демпфирующие свойства элементов крепления.

Тем не менее, разработанный действующий макет устройства приспособлен для исследования динамических параметров простых элементов конструкций – типа стержни. Для проведения дальнейшей работы следует провести эксперименты по анализу частотных характеристик пластин и оболочечных конструкций. При этом следует заметить, что необходимо разработать систему управления, которая обеспечит согласование испытательного вибрационного сигнала с генератора и системы датчиков, что позволит снять такое ограничение измерительных элементов как отсутствие данных о текущей частоте.

Результат проведения работ направлен на разработку единой информационно-измерительной и управляющей системы, которая в автоматическом режиме позволит снять динамические характеристики исследуемой конструкции во всех требуемых контрольных точках изделия. При этом остаточный ресурс изделия должен остаться на высоком (требуемом) уровне, за счет применения щадящего режима испытаний, заключающегося в том, что резонансные частоты объекта определяются не по возникновению резонанса во всей конструкции а лишь по резонансу поверхностных волн (волн Релея) возникающих во внешних областях конструкции.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Литература

1. Рекач, В. Г. Руководство к решению задач по теории упругости. / В. Г. Рекач. – М.: Высш.школа. – 1977. – 215 с.
2. Пригоровский, Н. И. Методы и средства определения полей деформации и напряжений: Справочник / Н. И. Пригоровский. – М.: Машиностроение. – 1983. – 248 с.
3. Таньков, Г. В. Волновой метод исследования динамических характеристик упругих конструкций радиоэлектронных средств при нестационарном нагружении / Г. В. Таньков, А. В. Затылкин, Д. А. Рындин // Вестник Пенз.гос.университета. – 2013. - № 2. – С. 101-107.
4. Горшков, А. А. Метод экспериментального исследования колебаний упругих систем / А. А. Горшков – М., 1975. – 16 с. – Деп. В ВИНТИ, № 1136-75.
5. Слепьян, Л. И. Нестационарные упругие волны / Л. И. Слепьян. – Л.: Судостроение. – 1972. – 373 с.
6. Патент на изобретение № 2536325 Способ определения спектральных колебательных характеристик конструктивных элементов РЭС и установка для его реализации / Г. Д. Голушко, А. В. Затылкин, А. В. Лысенко, Г. В. Таньков, Н. К. Юрков. – Оpubl. 20.12.2014, Бюл. № 35.

References

1. Rekach, V. G. Rukovodstvo k resheniyu zadach po teorii uprugosti. / V. G. Rekach. – M.: Vyssh.shkola. – 1977. – 215 s.
2. Prigorovskiy, N. I. Metody i sredstva opredeleniya poley deformatsii i napryazheniy: Spravochnik / N. I. Prigorovskiy. – M.: Mashinostroenie. – 1983. – 248 s.
3. Tan'kov, G. V. Volnovoy metod issledovaniya dinamicheskikh kharakteristik uprugikh konstruktсий radioelektronnykh sredstv pri nestatsionarnom nagruzhении / G. V. Tan'kov, A. V. Zatylnkin, D. A. Ryndin // Vestnik Penz.gos.universiteta. – 2013. - № 2. – S. 101-107.
4. Gorshkov, A. A. Metod eksperimental'nogo issledovaniya kolebaniy uprugikh sistem / A. A. Gorshkov – M., 1975. – 16 s. – Dep. V VINITI, № 1136-75.
5. Slepyan, L. I. Nestatsionarnye uprugie volny / L. I. Slepyan. – L.: Sudostroenie. – 1972. – 373 s.
6. Patent na izobretenie № 2536325 Sposob opredeleniya spektral'nykh kolebatel'nykh kharakteristik konstruktivnykh elementov RES i ustanovka dlya ego realizatsii / G. D. Golushko, A. V. Zatylnkin, A. V. Lysenko, G. V. Tan'kov, N. K. Yurkov. – Opubl. 20.12.2014, Byul. № 35.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.003

Захарченко Н.В.¹, Бектурсунов Д.Н.², Гранатурова И.Б.³, Полищук С.А.⁴¹Доктор технических наук, ²аспирант, ³аспирант, ⁴аспирант,
Одесская национальная академия связи;**ТАЙМЕРНЫЕ СИГНАЛЫ КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ ФОРМИРОВАНИЯ УКРУПНЕННЫХ СИГНАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ***Аннотация**Введены численные параметры степени укрупнения отдельных сигналов и сигнальных конструкций, проведен анализ влияния параметров таймерных сигналов (i, m, s) на степень укрупнения.***Ключевые слова:** таймерные сигналы, укрупненные сигналы, сигнальные конструкции.Zakharchenko N.V.¹, Bektursunov D.N.², Granaturova I.B.³, Polishchuk S.A.⁴¹PhD in Engineering, ²postgraduate student, ³postgraduate student, ⁴postgraduate student,
Odessa National Academy of Telecommunications;**TIMING SIGNALS AS A TOOLS OF FORMATION ENLARGEMENT SIGNAL STRUCTURES***Abstract**Introduced numerical parameters of the degree of integration of the individual signals and signal structures, the analysis of influence of parameters of timing signals (i, m, s) the degree of integration.***Keywords:** timing signals, enlarged signals, signal design.

Укрупненными сигналами называют сигналы, удовлетворяющие условию селективности (первому критерию Найквиста – отсутствию межсимвольных искажений МСИ), что накладывает следующие ограничения на импульсную реакцию [1]:

$$q(k\Delta) = \begin{cases} d = \text{const} & k = 0 \\ 0 & k = \pm 1; \pm 2, \dots, \end{cases} \quad (1)$$

где d – некоторая заданная величина, определяемая сигналом [1]

$$\sum S(k\Delta t + t_0) e^{-j\omega(k\Delta t + t_0)} = \frac{1}{\Delta t} \sum_{m=-\infty}^{\infty} S(j\omega - jm\omega_c) e^{-jm\omega_c t_0},$$

 t_0 – произвольный начальный момент отсчета; Δt – шаг дискретизации в моменты $(k\Delta t + t_0)$.

При передаче сигнала в канал информация изменяет один (или несколько) параметров (длительность, амплитуду, фазу, частоту или комбинации этих параметров).

При заданном алфавите источника и любом преобразовании сигналов, происходящем в канале связи, скорость передачи информации не может возрасть. Действительно, при преобразовании исходных сигналов $\{U_c\}$ в выходной алфавит канала $\{U_p\}$ величина скорости $U_{\text{и}}$ определяется

$$U_{\text{и}} = \frac{I(U_c; U_p)}{T_k}, \quad (2)$$

При известной энтропии H_n и соотношении преобразования входного сигнала U_c в выходной алфавит U_p

$$\frac{1}{T_c} H_n(U_c / U_p) \geq 0, \quad \frac{1}{T_c} H_n(U_c) = \frac{1}{T_c} I(U_c; U_p),$$

скорость передачи информации $U_{\text{и}}$ определяется как [1]

$$\frac{1}{T_c} I(U_c; U_p) \leq \frac{1}{T_c} I(U_c; U_c). \quad (2a)$$

Знак равенства в выражении (2a) имеет место только тогда, когда $H(U_c / U_p) = 0$, то есть если по принятому сигналу можно полностью восстановить передаваемый [2]. Это значит, что операция преобразования обратима. Необратимые преобразования всегда сопровождаются потерей некоторой доли информации об исходном сигнале. В этом случае выражение (2a) становится строгим неравенством, что позволяет рассматривать $H(U_c / U_p)$ как средние потери информации в канале. Здесь имеется определенная аналогия со вторым законом термодинамики, согласно которому энтропия обратимых процессов не меняется, а при необратимых процессах возрастает.Потери информации о сигнале далеко не всегда сопровождаются уменьшением полезной информации. Так, например, сужение полосы пропускания в военных системах телефонии до 2400 Гц ухудшает художественное восприятие языка, но практически не снижает разборчивости речи. Это означает, что во многих случаях сообщения и сигналы имеют естественную избыточность, устранение которой не только не влияет на верность связи, но в ряде случаев полезно для повышения ее скорости $U_{\text{и}}$. Так, в частности, происходит при статически оптимальном кодировании. Наряду с этим в сигналы часто искусственно вводят избыточность для повышения помехоустойчивости. Примером этого являются помехоустойчивые коды.Известно, что для повышения верности связи при наличии помех часто применяются специальные помехоустойчивые коды. С этой целью в k -значные кодовые комбинации можно ввести по определенному алгоритму i дополнительных проверочных символов, которые не отражают непосредственно сообщения и служат для

обнаружения и исправления ошибок. При этом результирующая значимость кода станет $n = k + l$. Введение проверочных символов создает *избыточность кода*, поскольку с помощью n -значных комбинаций потенциально можно передать $M_0 = 2^n = 2^l M$ сообщений.

Если число сообщений M и время T заданы, то использование избыточных кодов требует увеличения числа передаваемых символов в единицу времени. Это, в свою очередь, сопряжено с уменьшением их длительности при условии, что полоса $\Delta F > 1/t_0$, следовательно, уменьшением удельной энергии Q_c^2 . В результате величина h_c^2 уменьшается, что приводит к повышению вероятности ошибки приема символов.

Таким образом, оба фактора – увеличение избыточности кода и уменьшение удельной энергии кодовых символов, при фиксированном времени передачи, влияют на верность связи. Сюда относятся, например, системы передачи информации с космических аппаратов, где энергетические ресурсы бортовых источников питания ограничены.

Для иллюстрации влияния параметра Q_c^2 на верность связи рассмотрим два способа передачи сообщений. При первом способе, условно называемом *по символьным*, сигналы представляют собой k -значные двоичные кодовые комбинации с энергией $k Q_c^2 = \nu_i T_k Q_c^2$ Дж и передаются по каналу связи символ за символом. При втором способе, называемому *передачей укрупненными сигналами*, алфавит сигналов образован множеством 2^k ортогональных импульсов с удельной энергией $Q_y^2 = k Q_c^2$; передача j -го символа, соответствует j -му сообщению (двоичном числу), производится в момент окончания формирования этого сообщения источником.

Определим вероятность ошибки для обоих способов передачи.

Посимвольная передача. Пусть, например, необходимо передать сообщение 1011. Выберем для этой цели ортогональные сигналы, описываемые выражением [2]

$$u_c(t) = \sum_{j=1}^k \sqrt{Q_c^2} \Psi_j(t - jT_c), \quad (j=1, 2, \dots, k), \quad (3)$$

где $\Psi_j(t)$ – нормированная по энергии координатная функция, представляющая собой импульс длительностью T_c с единичной энергией; $k = \nu_n T_k$ – число двоичных символов в кодограмме продолжительностью T_k . В этом случае величина скорости

$$\nu_n = \nu_T = \frac{1}{T_c}.$$

Таким образом, передача одного сообщения занимает T_k секунд. Разместим все $M = 2^k$ сигналов в вершинах 2^k -мерного гиперкуба. Тогда вероятность хотя бы одиночной ошибки будет

$$p_{\text{ок}} = 1 - (1 - p_0)^k = 1 - (1 - p_0)^{\nu_n T_k}, \quad (4)$$

где вероятность искажения двоичного символа p_0 определяется выражением

$$p_0 = V\left(\sqrt{h_c^2}\right) = V\left(\sqrt{\frac{P_c}{\nu_{\text{ш}}^2 \nu_n}}\right), \quad (5)$$

где $V(\cdot)$ – интеграл вероятности.

Если прием сигналов осуществляется посимвольно, то решения по каждому символу принимаются независимо друг от друга с использованием, например, критерия максимума правдоподобия [2].

Как следует из (4) при заданных P_c и ν_n вероятность ошибки возрастает с увеличением продолжительности кодограммы; при фиксированном T_k вероятность $p_{0\text{н}}$ может быть сделана малой только путем увеличения удельной энергии элементарного символа $Q_c^2 = Q_c^2$ (средней мощности сигнала P_c или снижением скорости передачи информации ν_n).

Передача укрупненными сигналами. Пусть по-прежнему сообщения передаются один раз за $T = T_k$ секунд. Это означает, что в течение времени T_k передается один из 2^k ортогональных импульсов. Так, на рис. 1а изображен случай передачи сообщения 1011.

Передаваемый сигнал

$$u_{cj}(t) = \sqrt{Q_y^2} \Psi_j(t - jT_c),$$

где $\Psi_j(t - jT_c)$ – нормированная по энергии координатная функция, представляющая собой импульс с единичной энергией длительностью $T_c = \frac{T}{2^k}$; $j = 0, 1, \dots, 2^k - 1$.

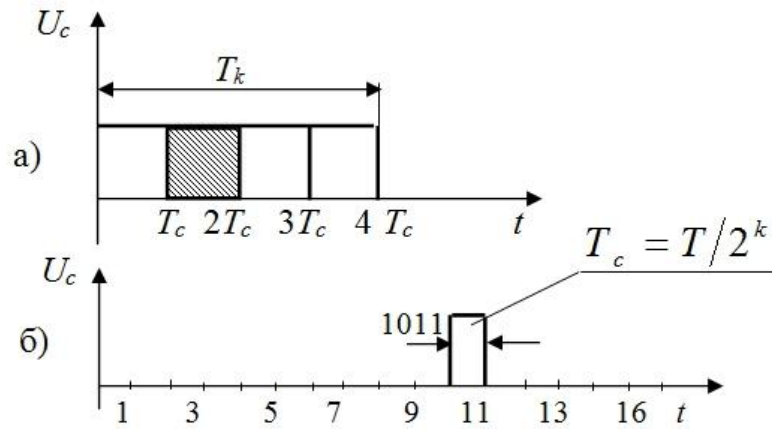


Рис. 1 – О влиянии скорости передачи информации на вероятность связи

Так как величина функции $V(h_c^2) < e^{-h_c^2}$, то вероятность ошибки для M равновероятных ортогональных сигналов с одинаковой энергией ограничена значением $p_0 < M e^{-h_c^2}$. Подставив сюда значения $M = 2^{v_i T}$ и $h_c^2 = \frac{P_c T_c}{v_{ш}^2}$, получим

$$p_0 < \exp \left[-T \left(\frac{P_c}{v_{ш}^2} - v_{ш} \ln 2 \right) \right]. \quad (6)$$

Из формулы (6) следует, что при передаче укрупненными ортогональными сигналами вероятность ошибки экспоненциально убывает с увеличением T до тех пор, пока скорость передачи информации удовлетворяет условию

$$v_{ш} < v_{ш \max} = \frac{P_c}{v_{ш}^2 \ln 2} = 1,443 \frac{P_c}{v_{ш}^2}. \quad (7)$$

Перепишав выражение (6) в виде

$$p_{ок} < 2^k e^{\frac{Q_c^2}{v_{ш}^2}} = e^{-k(h_c^2 - \ln 2)}, \quad (7a)$$

получим эквивалентную форму выражения (7):

$$h_c^2 = h_c^2 > \ln 2 = 0,693. \quad (8)$$

Выражение (8) имеет простую физическую интерпретацию.

Так как $v_{ш}^2 = k_0 T_0$ Дж/град, где постоянная Больцмана $k_0 = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/град, то для передачи 1 дв.од. информации по каналу связи с нормальным белым шумом (гауссов канал) сигнал должен обладать удельной энергией $0,693 k_0 T_0$ Дж.

Сравнение выражений (4) и (7a) показывает, что при посимвольной передаче вероятность $p_0 \rightarrow 1$ с увеличением k независимо от значения h_c^2 (при передаче укрупненными сигналами $h_c^2 > 0,693$ вероятность $p_0 \rightarrow 0$ с возрастанием k).

Следовательно, параметр h_c^2 определяет *верхнюю границу скорости* передачи информации $U_{ш \max}$. При $v_{ш} < v_{ш \max}$ вероятность $p_{ок}$ может быть сделана сколь угодно малой с увеличением T .

Такое различие в характере изменения величины $p_{ок}$ объясняется следующим. При посимвольной передаче сигналы размещаются в вершинах k -мерного гиперкуба и расстояние между ближайшими сигналами $2\sqrt{Q_c^2}$ сохраняется постоянным при увеличении k , в то время как мерность пространства сигналов и число «ближайших» точек в этом пространстве растут линейно. Поэтому вероятность попадания результирующего вектора $U_p = U_c + U_{ш}$ в соседнюю зону решения с увеличением k возрастает. При передаче укрупненными ортогональными сигналами расстояние между ближайшими точками k -мерного пространства равно $\sqrt{2kQ_c^2}$, то есть возрастает пропорционально \sqrt{k} . При увеличении мерности пространства от k_{j-1} до k_j прирост расстояния достигается путем добавления мерности для каждого из $2^{k_{j-1}}$ сигналов, что проявляется на шкале амплитуд.

Рассмотрим принцип построения таймерных сигналов (ТСК), который заключается в следующем. Сигнальный алфавит бинарных ТСК формируется на интервале времени $T_c = m t_0$ (t_0 – величина, обратная полосе пропускания канала ΔF) при базовом элементе Δ ($\Delta = t_0/s$ $s \in 1; 2; 3; \dots k$ – целые числа) (рис. 2).

Тогда на интервале $T_c = m t_0$ расположено $n = t_0 \cdot s$ точек.

Из всего множества 2^n возможных на интервале времени T_c сигналов разрешенными считаются только те, в которых соседние значащие моменты модуляции (ЗММ) отстоят друг от друга на время, не меньшее, чем t_0 . Это условие обеспечивает минимум межсимвольных искажений. Информация о передаваемом сообщении, переносимая

ТСК, содержится в номере временной позиции, занимаемой ЗММ, на интервале T_k выраженном в значениях Δ . Так как величина $\Delta < t_0$, то увеличение пропускной способности возможно, если число реализаций сигнала N на интервале (mt_0) больше 2^m . Можно показать, что при заданном s ($s = t_0 / \Delta$) на интервале m единичных элементов мощность размещенного сигнального алфавита бинарных ТСК определяется как [3]

$$N_p = \sum_{i=1}^m C_{ms-i(s-1)}^i, \quad (9)$$

$$C_m^i = \frac{m!}{i!(m-i)!}, \quad (10)$$

где i – число информационных ЗММ в сигнале. Среди разрешенных сигналов могут быть реализации с одним ЗММ, двумя, тремя и т.д. С максимальным числом моментов модуляции m возможна только одна реализация.

Для примера в табл. 1 приведено количество реализаций ТСК и среднее значение ЗММ для некоторых величин $T_c = mt_0 \cdot S$; $N = 2^m$.

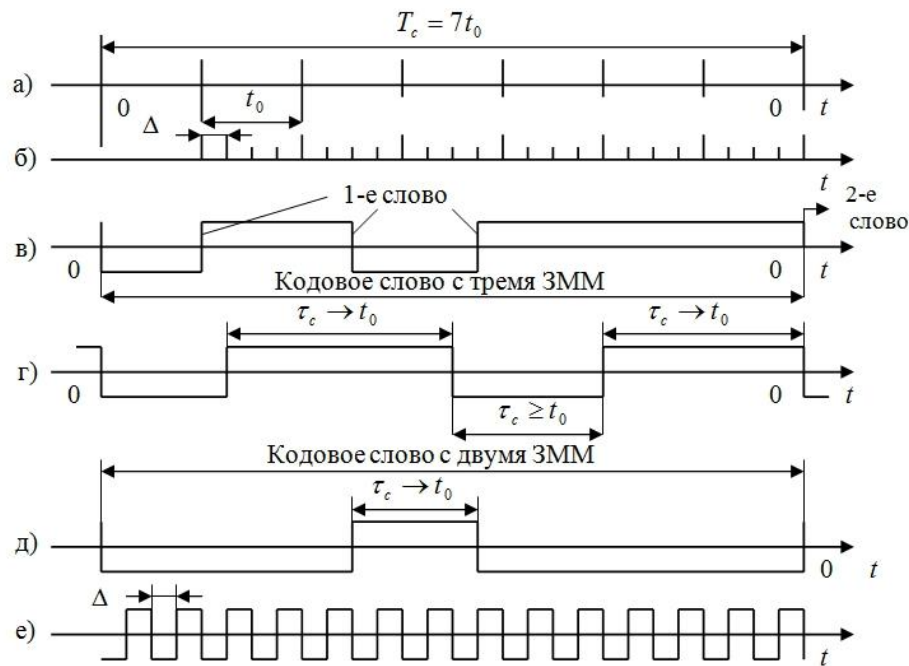


Рис. 2 – Формирование сигнального алфавита бинарных ТСК на интервале времени $T_c = mt_0$ при базовом элементе Δ

Таблица 1 – Количество реализаций $i = 3$; $s \in 2, 3, 4$; $m \in (4 \div 8) t_0$

$s \backslash m$	4 $N_p = 16$	5 $N_p = 32$	6 $N_p = 64$	7 $N_p = 128$	8 $N_p = 256$
2	10	35	84	165	286
3	20	84	220	455	816
4	35	165	455	969	1771
7	120	680	2024	4495	8436

Как видно из табл. 1 на одном и том же интервале реализации можно синтезировать на много большее число реализаций: так при $m = 8$ для $s = 2$ можно передавать 286 кодовых слов, каждое из которых может передать 8 бит информации или при $s = 7$ – 8436 кодовых слова, каждое из которых может передать более 13 бит информации.

Следует отметить, что при $i = 5$, $s = 7$, $m = 8$ [3] можно реализовать 65780 сигнальных конструкций, каждое из которых может передавать более 16 бит информации

Литература

- 1.Латхи Б.П. Системы передачи информации. – М.: Связь. – 1971.
- 2.Боккер П. Передача данных. Том 1. Основы. – М.: Связь, 1980 – 264 с.
- 3.Сукачев Э.А. Новая форма представления селективных сигналов для телекоммуникационных систем // Праці УНДІРТ. – Одеса: вид. УНДІРТ. – 1998. № 2 (14). – С. 98-102.

References

- 1.Lathi B.P. Information transmission systems. - M.: Communication. - 1971.
- 2.Bokker P. Data transmission, Volume 1. Fundamentals. - M.: Communications, 1980 - 264 p.
- 3.Sukachev E.A. The new format of selective signals for telecommunication systems // Pratsi UNDIRT. - Odessa: appearance. UNDIRT. - 1998. № 2 (14). - P. 98-102.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.091

Иванов Н.М.¹, Лапшин Н.П.²¹Доктор технических наук, директор ГНУ СибИМЭ «Россельхозакадемии»; ²кандидат технических наук, ФГОУ ВПО Государственный аграрный университет «Северного зауралья»**УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ РЕШЕТНОГО ОЧИСТИТЕЛЯ МВР-8 (РП-50)****Аннотация**

Изучено движение решетного стана, подвешенного к раме машины на тросовых подвесках и получающего движение от электродвигателя, ременной передачи и дебалансного устройства. Установлено, что различные точки решетного стана совершают движения по различным траекториям, что характеризуется потерей устойчивости движения и нарушением технологического режима. Приведены условия устранения этого явления за счет подбора оптимальных динамических параметров решетного стана.

Ключевые слова: решётный стан, канат, амплитуда колебаний, устойчивость движения.

Ivanov N.M.¹, Lapshin N.P.²¹PhD in Engineering, director CNU SibIME «Rosselhozacademii», ²PhD in Engineering, Agriculture State University «Severnogo Zauralia»**STABILITY OF MOTION OF THE SIEVE CLEANER MVP-8 (RP-50)****Abstract**

Studied the motion of the sieve mill, suspended from the frame of the machine for cable racks and receiving motion from the electric motor, a belt transmission and unbalanced devices. It is established that different points of the sieve mill moving on different trajectories, which is characterized by loss of movement stability and the violation of technological mode. These conditions eliminate this phenomenon by choosing the optimal dynamic parameters of the sieve mill.

Keywords: sieve pan, the rope, the amplitude of oscillations, stability of motion.

В машине МВР-8 (РП-50) приводной дебалансный механизм закреплен на решетном стане, который прикреплен к раме машины с помощью канатных подвесок. Механизм обладает простой конструкции, но требует оптимального расположения подвесок и приводного дебалансного устройства относительно главных осей инерции решетного стана.

Цель работы. Изучить возможность обеспечения устойчивости движения решетного стана на стадии проектирования и модернизации решетного очистителя МВР-8 (РП-50).

Методика и результаты исследования. Решетный очиститель состоит из рамы, двухъярусного решетного стана с шариковой очисткой решет (рис. 1). Решетный стан подвешен к раме с помощью канатных подвесок и получает движение от электродвигателя, ременной передачи и дебалансного механизма с вертикальной осью вращения. Дебаланс обеспечивает круговые колебания решетных станом в горизонтальной плоскости.

На отдельных режимах движение решетного стана становится неустойчивым, что приводит к нарушению технологического процесса и снижению надежности машины. Это послужило основой для проведения настоящих исследований, которые проводились по заданию ОАО «Головного специализированного конструкторского бюро «Зерноочистка».

На решетный стан действует центробежная сила дебаланса $F_{ц}$, сила тяжести G и упругие восстанавливающие силы подвесок (рис. 1). Для анализа движения системы приняты следующие допущения: силами сопротивления движения можно пренебречь, центр масс решетного стана находится на одинаковом расстоянии от подвесок ($a=b$), система имеет две степени свободы, положение которой определяют углы поворота подвесок φ_1 и φ_2 .

Углы поворота подвесок определены на основе решения дифференциальных уравнений

$$\frac{G \cdot l^2}{2g} \cdot \frac{d^2 \varphi_i}{dt^2} + \left(\frac{1}{2} Gl + 4Cl^2 \right) \varphi_i = \frac{1}{2} \cdot F_{ц} (l \pm h) \cdot \cos \omega t, \quad (1)$$

где G – вес решетного стана;

C – коэффициент изгибной жесткости одной подвески, которая шарнирно прикреплена одним концом к раме, а другим – к решетному стану:

$$C = \frac{48EI}{l^3}; \quad (2)$$

E – модуль упругости канатной подвески, $E=600$ МПа [1];

I – осевой момент инерции круглого сечения подвески:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}; \quad (3)$$

d – диаметр каната подвески, $d=9,9$ мм;

l – длина подвески, $l=0,55$ м;

$F_{ц}$ – центробежная сила дебалансного устройства:

$$F_{ц} = m_{\partial} \cdot \rho \cdot \omega^2; \quad (4)$$

m_{∂} – масса дебаланса, $m_{\partial}=30$ кг;

ρ – расстояние от центра масс дебаланса до оси вращения, $\rho=0,3$ м;

h – расстояние между центрами масс решетного стана и дебаланса, $h=0,355$ м;

ω – круговая частота возбуждения дебаланса, $\omega=38,31$ рад/с.

Действие момента $F_{ц} \cdot h$ заменено моментом пары сил. В этом случае усилия, действующие на подвески

$$-F_1 = F_2 = \frac{F_{ц} \cdot h}{L_i}, \quad (5)$$

где L_i – расстояние между подвесками по длине решетного стана, $L_1=2,17$ м, по ширине $L_2=1,6$ м.

При расстоянии L_1 усилия, действующие на одну подвеску $-F_1' = F_2' = |540|$ Н, а при расстоянии L_2 – $F_1'' = F_2'' = |732,68|$ Н.

Если направление силы F_i совпадает с направлением действия силы тяжести решетного стана G , то знак в уравнении принимается «плюс», если не совпадает – «минус». После преобразований уравнений (1) приведено к виду

$$\frac{d^2\varphi_i}{dt^2} + \omega_{oi}^2 \cdot \varphi_i = \frac{F_{ii}(l \pm h) \cdot g}{G \cdot l^2} \cdot \cos \omega t, \quad (6)$$

где ω_{oi} – частота собственных колебаний масс m_i , при $a=b$:

$$\omega_{oi}^2 = \frac{g}{l} + \frac{8c \cdot g}{G}. \quad (7)$$

Решение уравнения (6) находится из условий:

$$\varphi_i = A_i \cos \omega t; \quad \ddot{\varphi}_i = -A_i \omega^2 \cdot \cos \omega t \quad (8)$$

Подстановка (8) в (6) позволила определить амплитуды колебания углов поворота подвесок в точках O_1 и O_2

$$A_i = \frac{F_{ii}(l \pm h) \cdot g}{(\omega_{oi}^2 - \omega^2) \cdot G \cdot l^2}. \quad (9)$$

Числовые значения этих амплитуд: $A_1 = -0,0433$ рад, $A_2 = 0,00845$ рад, которым соответствуют линейные амплитуды колебаний массы m_1 $B_1 = A_1 \cdot l = 23,83$ мм и массы $B_2 = A_2 \cdot l = 4,65$ мм. Полученные данные свидетельствуют о неустойчивости движения масс m_1 и m_2 , обусловленные непостоянством момента в выражении (9).

Устойчивость движения системы проверены по диаграмме Айнса – Стретта [2] по параметрам

$$a = \frac{1}{2\omega^2 \cdot m \cdot l} \cdot \left(F_k - \frac{mg}{8} \right), \quad (10)$$

$$q = \frac{2F''_n \cdot \cos \omega t}{\omega^2 \cdot m \cdot l}, \quad (11)$$

где F_k – критическая сила для подвески, при которой происходит потеря устойчивости:

$$F_k = C \cdot l. \quad (12)$$

Если точка с координатами «а» и «q» находится в заштрихованной области на диаграмме Айнса – Стретта [2], то система устойчива, если в незаштрихованной – неустойчивая [2].

Применительно к решетному очистителю МВР-8 (РП-50) $a = -0,0469$, $q = 0,0209$. Точка с такими координатами расположена в незаштрихованной области, которая соответствует неустойчивости системы.

Движение решетного стана изучалось экспериментально на специально изготовленном стенде. На рисунке 2 приведена фотография фрагмента видеосъемки движения решетного стана 1, подвешенного к раме шарнирно с помощью канатных подвесок 2, 3, 4, 5. Решетный стан получал движение от электродвигателя постоянного тока. На вал электродвигателя установлен дебаланс 6, частота вращения которого регулировалась за счет изменения сопротивления в электрической цепи.

На рисунке 2 видно, что подвеска 2 имеет наибольший прогиб в средней части в сторону подачи зерна. Подвеска 3 изогнута в средней части в сторону длины решета. Подвеска 4 прогибается как подвеска 2. Подвеска 5 не имеет прогиба.

При изменении положения дебалансов картина деформации подвесок изменяется. Характер изменения трудно предусмотреть заранее, т.к. оно происходит в различных направлениях. Все устойчивые системы похожи одна на другую, неустойчивые системы проявляются по-разному [2].

Выводы. Потеря устойчивости движения решетного очистителя МВР-8 (РП-50) происходит потому, что точка пересечения главных осей инерции решетного стана не совпадает с точкой пересечения диагоналей подвесок в статическом положении и осью вращения дебаланса.

Конструкция крепления подвесок к решетному стану и к раме машины не ограничивает перемещение решетного стана в разных плоскостях. Низкая изгибная жесткость подвесок способствует такому движению рабочего органа.

Накопленный опыт по модернизации решетных машин, например, при замене прямолинейных колебаний решетных станом зерноочистительной машины ОВС-25 на круговые колебания, позволяет рассчитывать на положительный исход модернизации конструкции решетного очистителя МВР-8 (РП-50) [3].

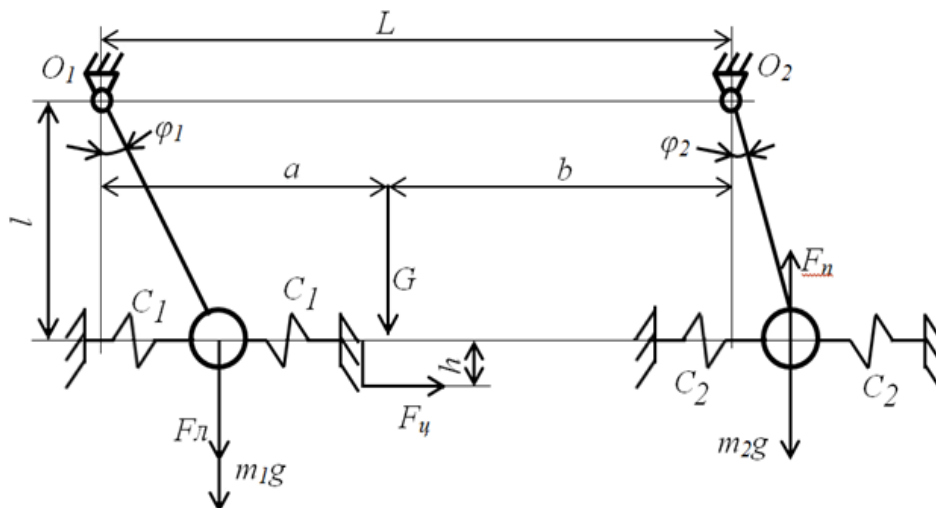
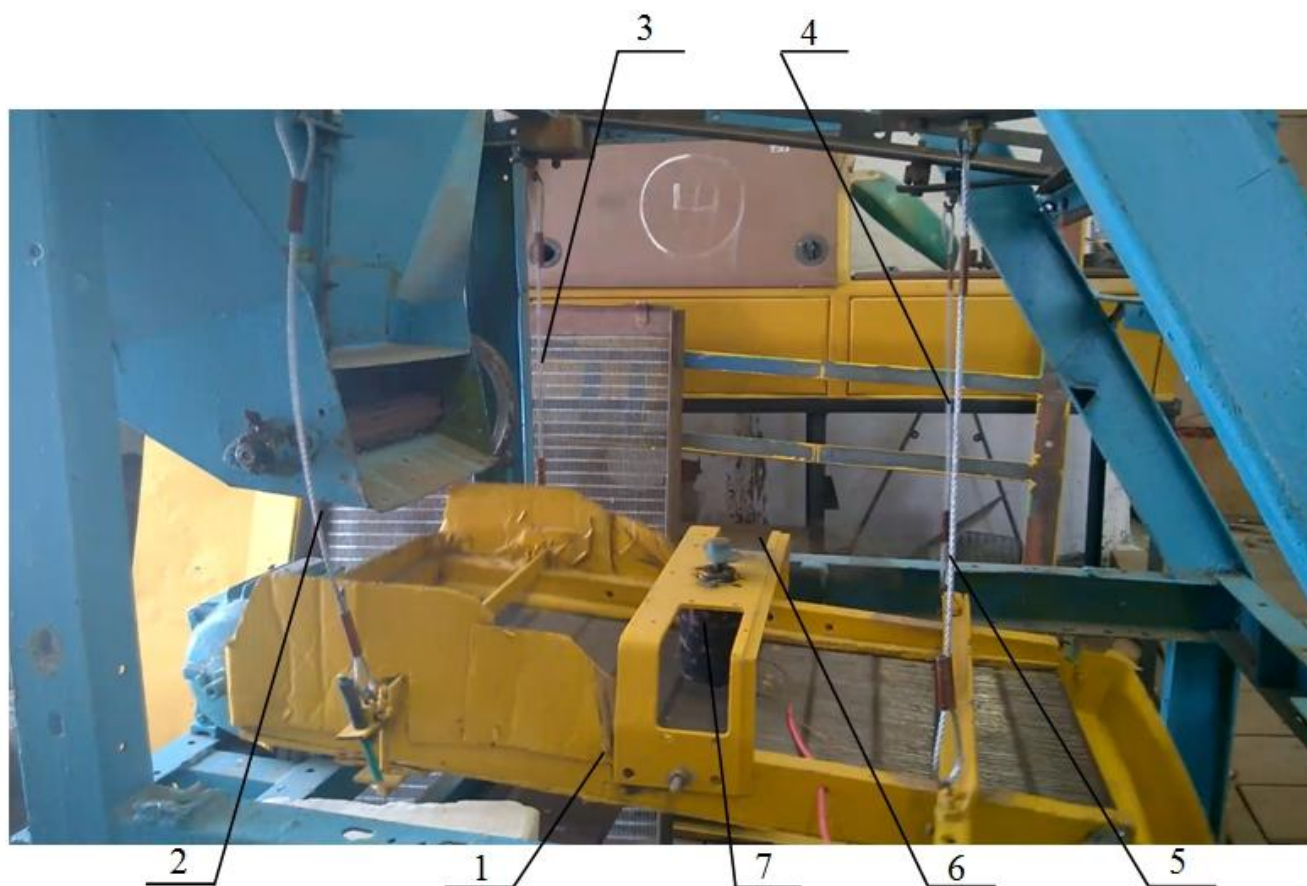


Рис. 1 – Расчетная схема движения решетного стана, масса которого сосредоточены в точка 1 и 2



1 – решетный стан; 2 – передняя левая подвеска; 3 – задняя левая подвеска; 4 – задняя правая подвеска; 5 – передняя правая подвеска; 6 дебаланс; 7 – электродвигатель

Рис. 2 – Фрагмент видеосъемки движения решетного стана экспериментальной установки

Литература

1. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины: 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 536 с.
2. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем: Современные концепции, ошибки и парадоксы. – 3-е изд. Перераб. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979, 384 с.
3. Лапшин И.П., Косилов Н.И. Расчет и конструирование зерноочистительных машин. – Курган: ГИПП «Зауралье», 2002. – 186 с.

References

1. Vaison A.A. Lifting-transport machines: 4 edition, revised and augmented. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 536 p.
2. Panovko Ya.G., Gubanova I.I. Stability and oscillations of elastic systems: Modern concepts, paradoxes and errors. – 3 edition, revised. – M.: Science. The main edition of physico-mathematical literature, 1979, 384 p.
3. Lapshin I.P., Kosilov N.I. Calculation and design of grain cleaning machines. – Kurgan: GIPP «Zauralie», 2002. – 186 p.

Google
scholar

Международный научно-исследовательский журнал включен в базу научного цитирования Google Scholar.

Google Scholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. Наличие статей в Google Scholar увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.192

Козлова И.В.

Доцент, кандидат технических наук, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

О ПОДХОДАХ К СОЗДАНИЮ КАРТ НАУКИ**Аннотация**

Рассматриваются современные подходы к созданию карт науки на основе использования электронных информационных ресурсов. Обсуждаются достоинства и недостатки этих подходов. Делается вывод о том, что методы построения карт науки не зависят от информации, используемой для формирования входного массива. Способ формирования входного массива определяется целями, стоящими перед создателями карт науки. Предлагается подход к динамической структуризации сетевого информационного пространства на основе тематических структур.

Ключевые слова: электронные информационные ресурсы, карта науки, семантический анализ, распознавание образов.

Kozlova I.V.

Associate Professor, PhD in Engineering, Plekhanov Russian University of Economics

THE APPROACHES TO THE MAPS OF SCIENCE CREATION**Abstract**

The modern approaches to maps of science creation through the use of electronic information resources are considered. The advantages and disadvantages of these approaches are discussed. The conclusion is that the science mapping methods are independent of the information used to generate the input array. A method of forming the input array is determined by the objectives facing the maps of science creators. The approach to information space structuring on thematic structures basis is offered.

Keywords: electronic information resources, maps of science, semantic analysis, pattern recognition.

Современные тематические информационные ресурсы составляют сотни тысяч различных документов. Хранящиеся в виде различных баз данных они широко используются как в различных организациях, так и в сети Интернет. Постоянное увеличение числа документов в информационных ресурсах требует динамических классификационных систем для работы широкого круга пользователей с различными информационными потребностями.

Одним из направлений создания такого рода классификационных систем в 60-х гг. XX века явилось построение детальных карт развития отдельных направлений науки. Первыми создателями карт науки были С. Прайс, Ю. Гарфилд и Г. Смолл на основании данных из SCI (Science Citation Index, ISI, USA).

Для классификации научных направлений использовался метод социтирования (co-citation method), в основе которого лежит принцип выделения взаимосвязи между двумя публикациями по их совместному цитированию в последующих работах. Этот метод явился аналитической техникой для изучения когнитивных структур науки.

Целью кластеризации, проводимой по объединенной базе данных естественных и социальных наук SCI/SSCI, было получение глобальных карт и атласов науки пяти уровней. От «макроуровня», отображающего карты областей исследования в естественных и социальных науках с последующей детализацией кластеров до второго уровня, где выделенные кластеры представляли собой активные исследовательские фронты. Первый уровень содержал кластеры «ядерных» публикаций в этих исследовательских направлениях.

Исследовательские фронты, являясь структурной единицей тематического строения науки, объединяются в научные специальности, затем в более крупные научные направления, которые в совокупности и представляют иерархическую когнитивную структуру современной науки.

Визуализация кластеров и взаимосвязей между ними осуществляется с использованием графов. В результате формируется междисциплинарная карта науки. Такие карты позволяют получить детальное представление о структуре науки и выявить новые актуальные направления исследований. Исследование в динамике карт науки дает возможность оценивать концептуальные изменения, которые происходят в науке как на микроуровнях развития, так и на макроуровне, где фиксируются изменения, происходящие в традиционных отраслях знания.

Дальнейшее развитие метод социтирования получил при анализе базы данных Web of Knowledge (Thomson Reuters), частью которой является Web of Science, и базы данных Scopus (Elsevier). В [4] представлены карты науки России, Германии и Китая в виде «колеса науки», составленные на основании публикаций этих стран в Scopus в 2007–2011 годах. Кружочки в «колесе науки» представляют собой статьи авторов организации в тех областях, где организация занимает лидирующее положение в мировой науке. Диаметр соответствует количеству публикаций, а положение – дисциплинарной области. При этом, чем ближе к центру колеса располагаются кружочки, тем более междисциплинарный характер имеет соответствующий кластер публикаций.

Необходимо отметить, что основным ограничением для оценки научной деятельности российских организаций с использованием возможностей Scopus или Web of Knowledge является то, что значительная часть научных результатов российских ученых публикуется в российских журналах, они не попадают в мировое научное сообщество и не цитируются зарубежными учеными. Проект по разработке информационно-аналитической системы «Карта российской науки» для сбора и предоставления информации об актуальных направлениях научной деятельности российских ученых все еще не готов к запуску в штатном режиме. Источником информации для построения карты науки являются российские и зарубежные патенты, научные публикации, индексируемые в базе данных Web of Science, а также входящие в РИНЦ – систему, еще очень далекую от совершенства. Scopus и Thomson Reuters полностью не охватывают специализированные научные области, которые развиты в России, поэтому планируется расширить перечень источников данных.

Вопросы создания систем динамической классификации информационных ресурсов Интернет рассматриваются в работе [2]. При этом авторы отмечают, что в настоящее время в мировой информационной сети Интернет происходят процессы самоорганизации и структурирования различных видов документальной информации, своя классификационная система в сети еще не сформирована. Поисковые сервера, основанные на дескрипторных языках, показали свою несостоятельность при значительном увеличении числа разнообразных документов в сети Интернет.

Интересным представляется альтернативный подход, в котором информационные ресурсы Интернет используются в качестве базы для построения карт науки на основе данных о навигации пользователей сетевых ресурсов. Данный подход лишен недостатков, присущих подходам, использующим социотирование: для формирования связей между статьями должно пройти время после их публикации. В результате навигации по научным журналам информация о результатах тематического поиска публикаций сохраняется и, соотносясь с тематикой опубликованных научных работ автора, становится базой для построения карты науки [5].

В статье [1] предложен подход к динамической структуризации сетевого информационного пространства на основе тематических структур (ТС), построенных на терминологических сетях информационного пространства документов. Терминологическая сеть представляется в виде графа $G(T, \tau)$, вершины которого представляют собой множество T терминов индексирования информационного пространства, а ребра – отношения сходства τ , существующие между терминами индексирования. Отношение сходства τ между парой терминов определяется их совместной встречаемостью в одном и том же документе, исходя из анализа смысла термина: термины сходны по смыслу, если сходны их окружения.

В этом случае из терминологической сети выделяются подграфы, включающие максимально возможные подмножества пар терминов, последовательно по цепочке, присоединяемых к исходной паре терминов с использованием связи через посредника. Каждый такой подграф моделирует отдельное тематическое направление данной области исследований. Это позволяет рассматривать задачу выделения тематических направлений как задачу объединения терминов в классы в соответствии с некоторым критерием сходства и решать ее методами кластерного анализа.

Следующим этапом решения задачи построения ТС области исследований является структуризация терминов внутри выделенного направления. В работе сформулирована задача выявления и оценки семантических отношений между терминами индексирования информационного пространства документов. Предварительный анализ видов семантических отношений между терминами в поисковых образах документов (ПОД) дает основание предполагать:

- существование устойчивых отношений между терминами ПОД;
- проявление статистических закономерностей встречаемости различных видов отношений при увеличении объемов исследуемых документов информационного пространства.

Это позволяет наметить путь в решении поставленной задачи, состоящий из двух этапов:

1. определение основных видов (классов) семантических отношений и получение статистических характеристик их появления;
2. отнесение каждой пары терминов к заданному классу отношений с использованием статистических критериев и методов распознавания образов.

В заключение следует отметить, что методы построения карт науки не зависят от того, какая информация (индексы цитирования, библиографические базы данных, ресурсы Интернет) используются для формирования входного массива. Способ формирования входного массива зависит от целей, которые стоят перед создателями карты науки. Без понимания семантических и статистических законов развития мирового информационного пространства, связанного с глобализацией информационных процессов в мире, разработка новых принципов построения классификационных систем представляется бесперспективной. Важность рассмотренных вопросов и необходимость их изучения в вузе подчеркивается в работе [3].

Литература

1. Васина Е.Н., Козлова И.В. Построение тематических структур предметных областей // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-11782> (дата обращения: 21.01.2014).
2. Васина Е.Н., Козлова И.В. Проблема структуризации современных информационных ресурсов // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, 2014. – № 04.
3. Коников А.И. Новые направления в преподавании дисциплины «Информатика» в экономических вузах // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, 2013. – № 4 (58). С. 42-46.
4. Москалева О. Научная доля России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazeta.ru/science> (дата обращения 14.01.2014).
5. Bollen J. Clickstream Data Yields High-Resolution Maps of Science / PLOS ONE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://journals.plos.org/plosone/article> (дата обращения 11.03.2009).

References

1. Vasina E.N., Kozlova I.V. Postroenie tematiceskikh struktur predmetnykh oblastej // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-11782> (data obrashheniya: 21.01.2014).
2. Vasina E.N., Kozlova I.V. Problema strukturizatsii sovremennykh informacionnykh resursov // Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plehanova, 2014. – № 04.
3. Konikov A.I. Novye napravleniya v prepodavanii discipliny «Informatika» v jekonomicheskikh vuzah // Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plehanova, 2013. – № 4 (58). S. 42-46.
4. Moskaleva O. Nauchnaja dolja Rossii [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.gazeta.ru/science> (data obrashheniya 14.01.2014).
5. Bollen J. Clickstream Data Yields High-Resolution Maps of Science / PLOS ONE [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://journals.plos.org/plosone/article> (data obrashheniya 11.03.2009).

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.048

Корнева А.В.¹, Соловьева Ю.А.², Корнев Е.С.³¹Кандидат технических наук, ²кандидат технических наук, ³кандидат технических наук,
Сибирский государственный индустриальный университет**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ
РАЗВИТИЯ УЧАЩЕГОСЯ****Аннотация**

В статье рассмотрено – разработка алгоритма построения и корректировки индивидуальной траектории развития учащегося с учетом начального уровня знаний и значения функции влияния начальных условий на продолжительность обучения. Для количественной оценки эффективности обучения была построена функция влияния начальных условий на продолжительность освоения дисциплины.

Ключевые слова: алгоритм, индивидуальная траектория, построение индивидуальной траектории.

Korneva A.V.¹, Solovieva J.A.², Kornev E.S.³¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ³PhD in Engineering,
Siberian State Industrial University**DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR CONSTRUCTING INDIVIDUAL
TRAJECTORY OF STUDENT****Abstract**

The article considers the development of an algorithm for constructing and adjusting the trajectory of the individual trajectory of student, taking into account the initial level of knowledge and values of the influence of initial conditions on the duration of the training. To quantify the effectiveness of the training was constructed influence function of the initial conditions on the duration of the development of the discipline.

Keywords: automation, business process, industry.

Темп развития современного мира приводит к росту потребности людей в новой информации для продуктивной профессиональной деятельности. Все это отразилось на системе общего среднего, специального и, особенно, высшего профессионального образования. От современных специалистов требуется способность мобильно и гибко реагировать на инновационные продукты, быстро адаптироваться к изменяющимся условиям труда. Особую актуальность и ценность приобретает развитие у студентов в процессе обучения умение самостоятельной учебной деятельности. Развитие этих навыков следует осуществлять уже при подготовке к обучению в вузе, так как это позволит не только увеличить адаптированность учащегося к условиям обучения в вузе, но и существенно повысить уровень образовательной подготовки.

При разработке алгоритма построения индивидуальной траектории первоначально необходимо определить необходимый уровень знаний учащегося подготовки по базовым дисциплинам для успешного освоения программ ВПО по определенному направлению обучения в ВУЗе.

Начальные условия, такие как период обучения, частота посещения занятий, количество тем в изучаемой дисциплине и др. оказывают существенное влияние на продолжительность освоения дисциплины учащимся. Эти факторы можно учесть в алгоритме посредством линейной функции, значение которой будут использоваться при построении индивидуальной траектории.

Корректировку индивидуальной траектории развития учащегося необходимо осуществлять на каждом шаге итерационного процесса посредством минимизировать ее отклонение от базовой. При численном решении задачи минимизации для учета ограничений в алгоритме построения индивидуальной траектории целесообразно использовать метод штрафных функций.

На начальном этапе алгоритма определяется базовая траектория подготовки учащихся, для которой используются усредненные статистические данные приемных компаний ВУЗов за пятилетний период.

Для учета влияния начальных условий на продолжительность освоения дисциплины предлагается функция ($P_{осв}$), которая позволит количественно оценить эффективность обучения вида

$$P_{осв} = \frac{\tau \cdot U}{r} \cdot (1 + f) \cdot (1 + 0,2 \cdot U), \quad (1)$$

где r – количество тем для изучения, τ – возможный период обучения, U – частота посещения занятий, f – финансовая обеспеченность, U – возможность удаленного доступа к ресурсам образовательного процесса.

На основе значения функции влияния начальных условий строится индивидуальная траектория подготовки учащегося. Начальная точка траектории принимается равной начальному уровню знаний старшеклассника $Y_{нач}$. Исходя из значения функции продолжительности, определяется конечная точка траектории по формуле

$$Y_{кон} = k \cdot P_{осв} \cdot Y_{нач}, \quad (2)$$

где $P_{осв}$ – значение функции влияния начальных условий на продолжительность освоения дисциплины, k – коэффициент продолжительности обучения, $k = 0,25 \div 0,32$.

Для минимизации отклонения индивидуальной траектории от базовой решается задача численного моделирования.

Дано: значения базовой траектории $Q_{баз}$, значения индивидуальной траектории по каждой из тем x_1, x_2, \dots, x_r .

Начальные условия: возможный период обучения (τ), частота посещения занятий (U), финансовая обеспеченность (f), возможность удаленного доступа к ресурсам образовательного процесса (U), количество тем в дисциплине (r), точность вычислений (ε).

Ограничение: $\sum_{i=0}^r c_i = \tau \cdot \nu$, где c_0, c_1, \dots, c_r – количество часов по каждой теме.

Требуется: подобрать такие значения постоянных числовых параметров c_0, c_1, \dots, c_r , чтобы минимизировать разницу между уровнем освоения дисциплины базовой траектории и индивидуальной, определяемой значениями функции $Q^{расч} = f(x_1, x_2, \dots, x_k, c_0, c_1, \dots, c_r)$ в зависимости от уровня освоения тем, входящих в дисциплину (x_1, x_2, \dots, x_r)

$$Q = \sum_{i=1}^k (Q_i^{\delta a3} - Q_i^{расч})^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

Решение: зависимость $Q_{расч}$ для i -го измерения можно записать в виде

$$Q^{расч} = c_0 \cdot f_{0i} + c_1 \cdot f_{1i} + c_2 \cdot f_{2i} + \dots + c_r \cdot f_{ri} = \sum_{j=0}^r c_j \cdot f_{ji}, \quad (4)$$

где f_{ji} – значение j -ой функции при значениях независимых переменных в i -м эксперименте.

После подстановки выражения (4) в сумму квадратов невязок формула (3) с учетом штрафной функции будет иметь вид

$$Q = \sum_{i=1}^N \left(Q_i^{\delta a3} - \sum_{j=0}^r c_j \cdot f_{ji} \right)^2 - \frac{1}{\alpha} \left(\sum_{k=0}^r c_k - \tau \cdot \nu \right)^2, \quad (5)$$

где α – настроечный параметр в методе штрафных функций, $\alpha \in (0, 1]$.

Для нахождения минимума функции Q требуется одновременное равенство нулю частных производных по параметрам c_0, c_1, \dots, c_r :

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial c_0} \left[\sum_{i=1}^N \left(Q_i^{\delta a3} - c_0 \cdot f_{0i} \right)^2 - \frac{1}{\alpha} \left(\sum_{k=0}^r c_k - \tau \cdot \nu \right)^2 \right] = 0 \\ \frac{\partial}{\partial c_1} \left[\sum_{i=1}^N \left(Q_i^{\delta a3} - \sum_{j=0}^1 c_j \cdot f_{ji} \right)^2 - \frac{1}{\alpha} \left(\sum_{k=0}^r c_k - \tau \cdot \nu \right)^2 \right] = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial}{\partial c_r} \left[\sum_{i=1}^N \left(Q_i^{\delta a3} - \sum_{j=0}^r c_j \cdot f_{ji} \right)^2 - \frac{1}{\alpha} \left(\sum_{k=0}^r c_k - \tau \cdot \nu \right)^2 \right] = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Значения коэффициентов c_0, c_1, \dots, c_r определяются посредством решения системы линейных алгебраических уравнений и осуществления предельного перехода при $\alpha \rightarrow 0$.

$$\begin{pmatrix} \sum_{i=1}^N f_{0i}^2 - \frac{1}{\alpha} & \sum_{i=1}^N f_{1i} \cdot f_{0i} - \frac{1}{\alpha} & \dots & \sum_{i=1}^N f_{ri} \cdot f_{0i} - \frac{1}{\alpha} \\ \sum_{i=1}^N f_{0i} \cdot f_{1i} - \frac{1}{\alpha} & \sum_{i=1}^N f_{1i}^2 - \frac{1}{\alpha} & \dots & \sum_{i=1}^N f_{ri} \cdot f_{1i} - \frac{1}{\alpha} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=1}^N f_{0i} \cdot f_{ri} - \frac{1}{\alpha} & \sum_{i=1}^N f_{1i} \cdot f_{ri} - \frac{1}{\alpha} & \dots & \sum_{i=1}^N f_{ri}^2 - \frac{1}{\alpha} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \dots \\ c_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^N Q_i^{\delta a3} \cdot f_{0i} - \frac{1}{\alpha} \tau \cdot \nu \\ \sum_{i=1}^N Q_i^{\delta a3} \cdot f_{1i} - \frac{1}{\alpha} \tau \cdot \nu \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N Q_i^{\delta a3} \cdot f_{ri} - \frac{1}{\alpha} \tau \cdot \nu \end{pmatrix} \quad (7)$$

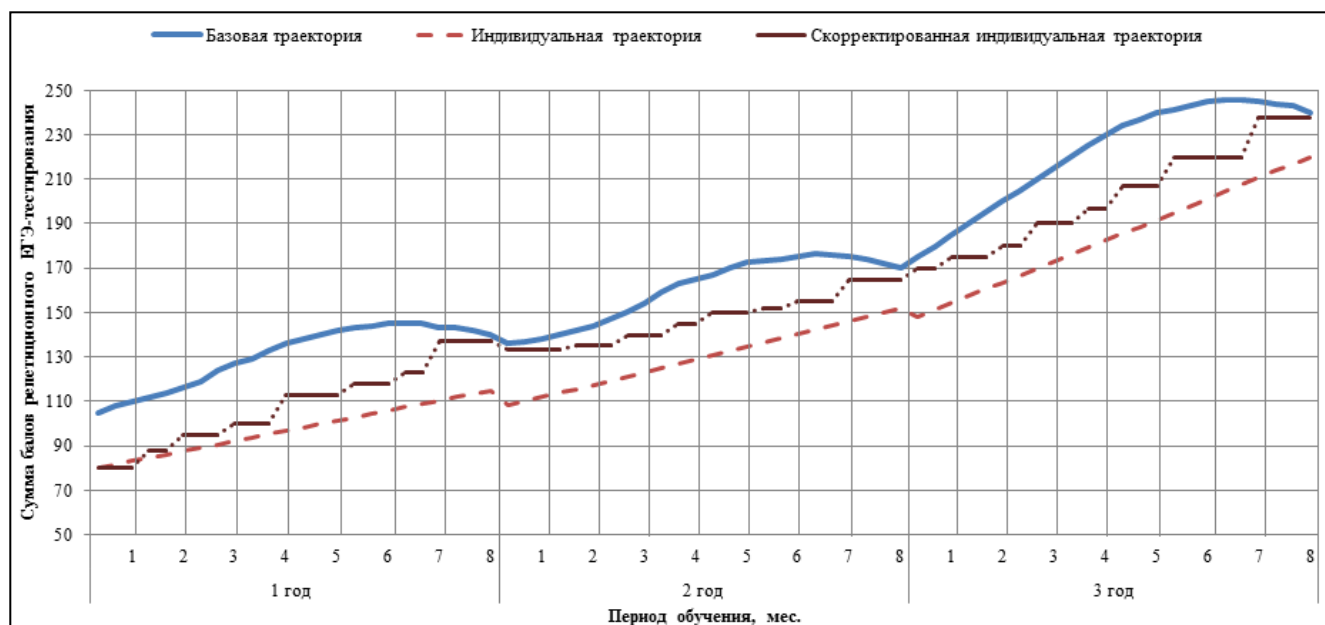


Рис. 1 – Пример построения и корректировки индивидуальной траектории обучения

Таким образом, был разработан алгоритм построения индивидуальной траектории подготовки учащегося с учетом функции влияния начальных условий на продолжительность освоения дисциплины, позволяющий посредством численного моделирования поэтапно минимизировать отклонения индивидуальной траектории от базовой с применением метода штрафных функций для учета ограничений. Кроме того, установлено, что многоуровневая корректировка индивидуальной траектории развития учащегося на протяжении всего периода обучения позволяет существенно повысить степень освоения дисциплины.

Литература

1. Корнева А.В. Разработка математической модели оценки и учета личностных параметров при довузовской подготовке учащихся [Текст] / А.В. Корнева, Л.Д. Павлова, Ю.А. Соловьева // Научное обозрение № 8. – М, 2015. – С. 225-230.
2. Соловьева А.В. Компьютерное моделирование многоуровневой системы подготовки учащихся к освоению программ высшего профессионального образования [Текст]: Дис... канд. тех. наук. – Новокузнецк, 2013. – 142.
3. Соловьева А.В. Компьютерное моделирование многоуровневой системы подготовки учащихся к освоению программ высшего профессионального образования [Текст]: Автореф. дис... канд. тех. наук. – Новокузнецк, 2013. – 19.
4. Соловьева А.В. Разработка программного комплекса многоуровневой системы подготовки абитуриентов/А.В. Соловьева, Л.Д. Павлова, Ю.А. Соловьева//Телематика'2013: сб. науч. ст. -СПб: СПбГУ ИТМО, 2013. -С. 215-220.
5. Соловьева А. В. Организационно-функциональная система построения индивидуальной траектории подготовки конкурентоспособного абитуриента [Текст] / А.В. Соловьева, Л.Д. Павлова, Ю.А. Соловьева // Педагогический профессионализм в образовании: сб. науч. статей. - Новосибирск: НГПУ, 2012. -С. 390-397.
6. Соловьева А. В. [Текст] / А.В. Соловьева, Ю.А. Соловьева Построение индивидуальной траектории карьерного развития на этапе довузовской подготовки//Телематика'2011: сб. научных статей. -СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. -С. 212-214.

References

1. Korneva A.V. Development of mathematical model for assessment and management of personal parameters in pre-university preparation of students [Text] / A.V. Korneva, L.D. Pavlova, J.A. Solovieva // Scientific Review № 8. - M, 2015.- pp 225-230.
2. Solovieva A.V. Computer simulation of multi-level system of preparation of students to development programs of higher education [Text]: Dis ... Cand. tech. Sciences. - Novokuznetsk, 2013. - 142.
3. Solovieva A.V. Computer simulation of multi-level system of preparation of students to development programs of higher education [Text]: Author. dis ... cand. tech. Sciences. - Novokuznetsk, 2013. - 19
4. Solovieva A.V. Development of the program complex multi-level system of training students / A.V. Solovieva, L.D. Pavlova, J.A. Solovieva // Telematika'2013: Sat. scientific. Art. SPb: ITMO, 2013. -C. 215-220.
5. Solovieva A.V. Organizational and functional system of construction of individual trajectory of training competitive entrant [Text] / A.V. Solovieva, L.D. Pavlova, J.A. Solovieva // Pedagogical professionalism in education: Sat. scientific. articles. - Novosibirsk: NSPU, 2012. -C. 390-397.
6. Solovieva A.V. [Text] / A.V. Solovieva, J.A. Solovieva Building individual trajectory of career development at the stage of preliminary training // Telematika'2011: Sat. scientific articles. SPb.: ITMO, 2011. -C. 212-214.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.164

Лузан В.Н.¹, Бадмаева И.И.², Аникина В.А.³¹Доктор технических наук, ²кандидат технических наук, ³аспирант,

Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОУСОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ*Аннотация**На основе анализа информации и собственных экспериментальных исследований доказана целесообразность использования растительных добавок, содержащих пищевые волокна. Предложены технологии производства соусов с функциональными ингредиентами.***Ключевые слова:** пищевая добавка, пищевое волокно, соус, функциональный ингредиент.Luzan V.N.¹, Badmaeva I.I.², Anikina V.A.³¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ³postgraduate student,

East-Siberian State University of Technology and Management

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY SAUCE WITH FUNCTIONAL INGREDIENTS*Abstract**Based on the analysis of information and its own experimental studies proved the feasibility of the use of herbal supplements containing dietary fiber. The technology of production of sauces with functional ingredients.***Keywords:** food supplement, dietary fiber, sauce, a functional ingredient.

Одним из способов улучшения вкусовых характеристик и повышения пищевой ценности продуктов, готовых к употреблению из мяса, рыбы и птицы является включение в их состав соуса. В основе этих соусов лежат: мука пшеничная, морковь, лук репчатый содержат большой спектр биологически активных веществ в отличие от животного сырья. Однако они не могут обеспечить требования здорового питания. В настоящее время особо актуально обеспечение населения функциональными продуктами. Исполнение данной задачи является одним из приоритетных направлений правительства Российской Федерации при выполнении государственной политики (здоровья нации). Одним из основных функциональных ингредиентов выступают пищевые волокна. Дефицит пищевых волокон в рационе населения России достигает 60% и, как известно, является одной из основных причин все более широкого распространения гипертонической болезни, атеросклероза, ожирения, диабета, варикозной болезни и т.д. [3].

В связи с вышеизложенным, целью нашего исследования явилось изучение пищевых растительных добавок и разработка технологии соусов с использованием функциональных ингредиентов – пищевых волокон.

В последнее время широкую популярность приобретают порошкообразные растительные композиции – источники пищевых волокон. На рынке особой популярностью пользуются такие продукты из наружного слоя зерна пшеницы торговой марки «Клетчатка мелкая», композиции из трав, ягод Сибири и вторичного сырья при переработке фруктов и овощей, торговых марок «Сибирская клетчатка Крепкие сосуды» и «Сибирская клетчатка Корзинка здоровья». Однако рекомендуемые способы потребления не всегда возможны. Многие люди испытывают трудности с употреблением порошка в чистом виде, запивая жидкостью. Данную проблему можно решить, включая эти продукты в состав употребляемых блюд, следовательно, их поступление в организм будет более естественно.

На кафедре «Технология продуктов общественного питания» ФГБОУ ВПО ВСГУТУ изучается возможность использования пищевых растительных добавок в различные компоненты блюд, включая основной компонент из продуктов животного происхождения и соус. Изменение состава первого объекта (чаще рубленые изделия) требуют полных и комплексных исследований. И данная работа еще не завершена. А соусы являются наиболее подходящими для включения в состав растительных композиций, без существенных изменений вкусовых показателей.

На начальном этапе был проведен анализ рынка пищевых добавок и изучен их состав. При этом для сибирского региона приоритет был отдан отечественным производителям, использующим местное сырье, которое население издавна потребляет. В результате анализа выявлено, что изготовителями растительных добавок являются «Фабрика здорового питания» (ИП Черникова Г.В., г. Томск) и ООО НПО «Компас здоровья» (г.Новосибирск). Ассортимент данной продукции представлен различными вариациями растительных смесей из оболочки пшеничного зерна, ядра кедрового ореха, шиповника, яблока, груши, с добавлением свеклы, аира, крушины, солодки, гвоздики и др. Для отбора композиций был проведен сенсорный анализ с выявлением образцов с нейтральным вкусом и запахом, которые бы не могли существенно влиять на изменение характеристик соуса. Для последующего использования отобраны три образца: Клетчатка мелкая, Сибирская клетчатка «Корзинка здоровья», Сибирская клетчатка «Крепкие сосуды».

На следующем этапе исследовался углеводный состав пищевых волокон и органолептические характеристики выбранных добавок. Установлено что, все образцы содержат различные виды пищевых волокон, при этом их суммарный состав в Сибирской клетчатке «Крепкие сосуды» составляет 71,1%, Сибирской клетчатке «Корзинка здоровья» - 52,6% и Клетчатки мелкая – 57,9%. Соответственно разнообразен и качественный состав волокон. Так целлюлозы содержится 4,4% (Клетчатка мелкая), 11,0% (Сибирская клетчатка «Корзинка здоровья») и 12,6% (Сибирская клетчатка «Крепкие сосуды»); гемицеллюлозы – 27,6; 21,6 и 22,0, лигнина – 12,0; 20,0 и 18,0 соответственно. Источниками пектина являются лишь две композиции: Клетчатка мелкая – 13,9% и Сибирская клетчатка «Крепкие сосуды» - 18,5% [1,2]. Оценка органолептических характеристик проводилась по цвету, запаху и вкусу, в результате выявлено Клетчатка мелкая не имеет выраженного вкуса и запаха, Сибирская клетчатка «Корзинка здоровья» обладает слабо выраженным фруктовым вкусом и запахом, а Сибирская клетчатка «Крепкие сосуды» - пресный травяной вкус, с ярко выраженным запахом. Цвет варьируется от светло (Клетчатка мелкая, Сибирская клетчатка «Корзинка здоровья») до темно-коричневого (Сибирская клетчатка «Крепкие сосуды»).

Композиции разных марок клетчатки являются сухими измельченными смесями. В связи с этим необходимо решить вопросы подготовки введения их в соус, выбора рациональной дозы для улучшения органолептических и функционально-технологических свойств. Пищевые волокна содержащиеся в добавках характеризуется способностью к набуханию, а следовательно способны поглощать и удерживать влагу. В ходе исследования выявлено, что набухаемость Клетчатки мелкой и композиций Клетчатки сибирской колеблется практически в одних пределах (100-108)%, в отличие от ВУС, значение которой составляет 90,0-92,0% для Клетчатки мелкой и Клетчатки сибирской «Корзинка здоровья» и 50,5% (Клетчатка сибирская «Крепкие сосуды») [1,2]. Эти функционально-технологические свойства необходимо учитывать, т.к. одной из качественных характеристик соуса является вязкость, которая обеспечивается пассерованной пшеничной мукой. И в целях предотвращения увеличения данного показателя было принято решение введение пищевой добавки путем замены муки. Учитывая органолептические и функционально-технологические показатели, для дальнейшего применения при производстве соусов выбраны пищевые добавки Клетчатка мелкая, Сибирская клетчатка «Корзинка здоровья».

Для изучения влияния введения растительных композиций была выбрана классическая рецептура томатного соуса, где производили замену муки в количестве 15, 20 и 30% пищевой добавкой на завершающем этапе перед гомогенизацией соуса. Вязкость полученных образцов определяли на ротационном вискозиметре Brookfield RVDV-II+ Pro (ЦПК «Прогресс» ВСГУТУ) и сравнивали с контролем (соус по рецептуре). В результате было выявлено увеличение вязкости при добавлении пищевых добавок в 1,1 (15%); 1,3 (20%) и 1,4 (30%) раза, а в последнем образце визуально наблюдаются набухшие частицы добавки [1,2]. В результате сенсорной оценки установлено, что при замене 30% муки соус приобретает не характерный растительный вкус и запах, а в других образцах существенных изменений не наблюдается. Следовательно, при производстве соусов возможна замена до 20% муки пшеничной на пищевую добавку.

На заключительном этапе была разработана технология производства соусов с включением пищевых добавок (Клетчатка мелкая или Сибирская клетчатка «Корзинка здоровья»), представленная на рис. 1.

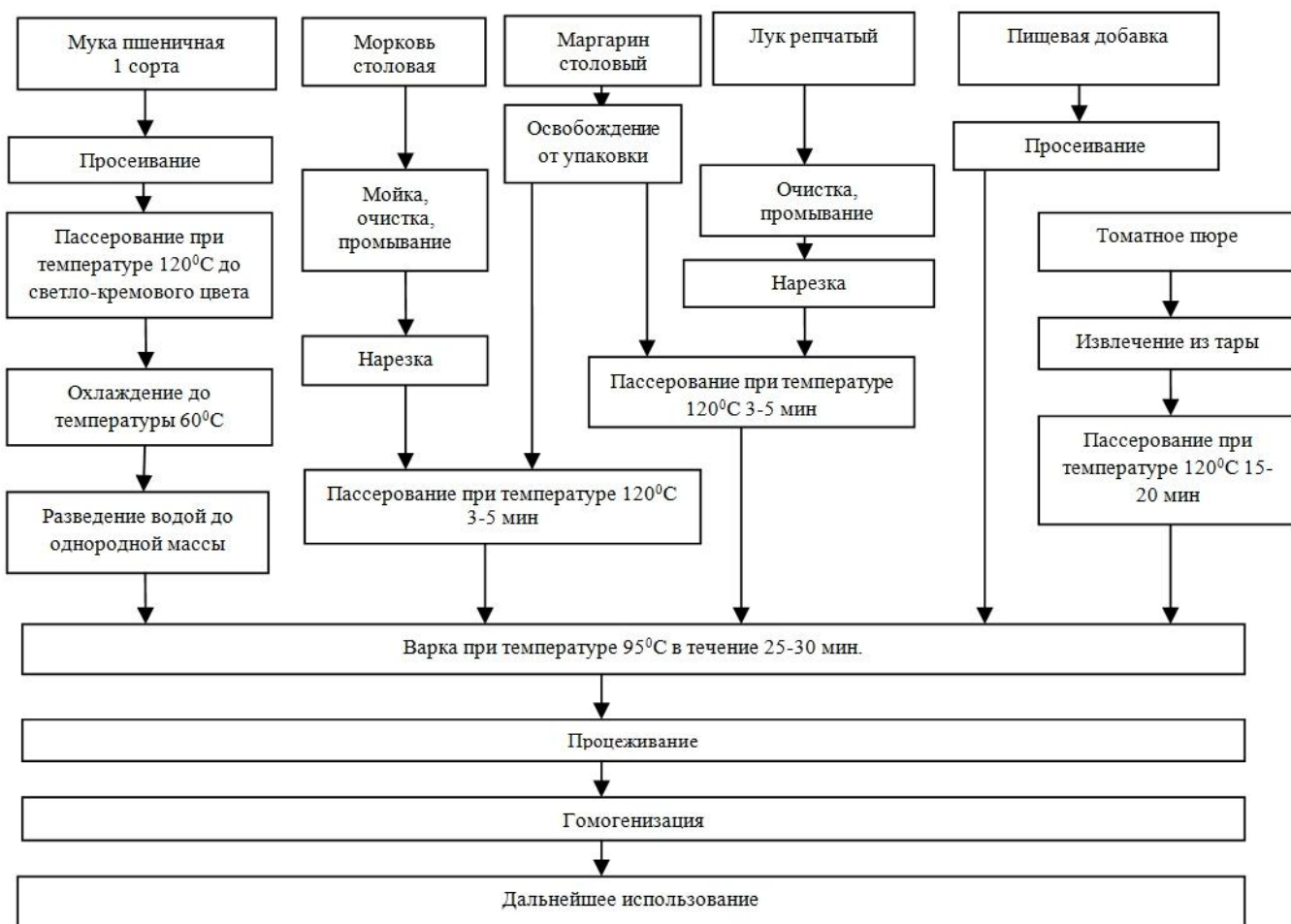


Рис. 1 – Технологическая схема приготовления соуса томатного с функциональным ингредиентом

В данной технологии используется процесс гомогенизации с учетом, того что в рецептуре используется пшеничная мука и не используются загустители, например, модифицированный крахмал.

Проведенные исследования доказали возможность использования предложенных видов растительных композиций при производстве соусов с сохранением органолептических показателей, функционально-технологических свойств и увеличением содержания пищевых волокон.

Литература

1. Лузан В.Н., Аникина В.А. Обоснование использования пищевых волокон в технологии красных соусов: Материалы V Международной интернет-конференции «Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма» - Орел, Госуниверситет-УНПК, 2014.
2. Лузан В.Н., Бадмаева И.И., Алексеева В.А. Влияние пищевых волокон на качество соусов: Сб. науч. Трудов. Серия: Биотехнология. Вып. 20. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2013.
3. Устинова А.В., Функционально-технологические и диетические свойства нерастворимых пищевых волокон / А.В. Устинова. Прянишников В.В., Ильяков А.В. // Все о мясе, 2008. - №3. - с. 97-101

References

1. Luzan V. N., Anikina V. A. Obosnovanie ispol'zovaniya pishevykh volokon v tehnologii krasnykh sousov: Materialy V Mezhdunarodnoj internet-konferencii «Strategija razvitiya industrii gostepriimstva i turizma» - Orel, Gosuniversitet-UNPK, 2014.
2. Luzan V. N., Badmaeva I. I., Alekseeva V. A. Vlijanie pishevykh volokon na kachestvo sousov: Sb. Nauch. Trudov. Serija: Biotehnologija. Vyp. 20. – Ulan-Ude: Izd-vo VSGUTU, 2013.
3. Ustinova A. V., Funkcional'no-tehnologicheskie i dieticheskie svojstva nerastvorimyh pishevykh volokon / A. V. Ustinova. Prjanishnikov V. V., Il'tjakov A. V. // Vse o mjase, 2008. - №3. – с. 97-101

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.094

Лысенко А.В.¹, Калашников В.С.², Бушмелев П.Е.³¹Кандидат технических наук, ²аспирант, ³старший научный сотрудник,
Пензенский государственный университет

*Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.)
при финансовой поддержке Российского научного фонда.*

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ УПРУГОГО ПОДВЕСА
ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Аннотация

Рассмотрены условия применения акселерометров. Рассмотрены причины создания специальной системы упругого подвеса. Предложена базовая конструкция упругого подвеса. Разработана схема инженерной методики конструирования упругого подвеса.

Ключевые слова: упругий подвес, вибрация, акселерометр.

Lysenko A.V.¹, Kalashnikov V.S.², Bushmelev P.E.³¹PhD in Engineering, ²postgraduate student, ³senior researcher,
Penza State University

ENGINEERING METHODS OF DESIGN ELASTIC SUSPENSION VIBRATION TRANSDUCERS

Abstract

The conditions for the use of accelerometers. The reasons for the creation of a special system of elastic suspension. A basic construction of the elastic suspension. The scheme of engineering design methods elastic suspension.

Keywords: elastic suspension, vibration, accelerometer.

Для борьбы с негативным воздействием внешних дестабилизирующих факторов применяют специальные технические средства, которые постоянно модернизируются. Одним из наиболее опасных внешних воздействующих факторов являются вибрационные воздействия, защиту от которых осуществляют при помощи активных или пассивных систем амортизации [1].

В настоящее время всё большую актуальность приобретают именно активные системы амортизации, устанавливаемые на наземные, авиационные, ракетно-космические и другие подвижные объекты специального назначения [2]. В таких системах важнейшим элементом является датчиковая аппаратура, в качестве которых часто применяются акселерометры.

Так же акселерометры нашли применение в научно-исследовательской деятельности [3]. В частности – для исследования спектральных колебательных характеристик разрабатываемых изделий. В связи с постоянной микроминиатюризацией современных электронных средств, масса акселерометра становится соизмеримой с массой исследуемого объекта. И тут перед исследователями встает непростая задача: «Как разместить на устройстве акселерометр, минимизируя его собственное воздействие на измеряемые характеристики?» А если учесть, что этот акселерометр необходимо жестко закрепить к объекту исследования (в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 5348-2002), то в итоге получается – реальные собственные частоты объекта исследования не будут соответствовать измеренным.

Выход из сложившейся ситуации мы видим в разработке и применении специальной системы упругого подвеса для вибропреобразователя (датчика). Это позволит избежать внесения дополнительной массы в объект исследования. Кроме того, необходимо решить задачу выбора крепления измерительного элемента (датчик и подвес) к системе автоматизированного позиционирования. Для решения поставленных задач предложена конструкция упругого подвеса, который соответствует необходимым требованиям и выполняет следующие функции:

- защита датчика (акселерометра) от внешних воздействий;
- является зажимом в системе позиционирования.

Для изготовления упругого подвеса разработана инженерная методика, подразумевающая выполнение ряда мероприятий по расчетам и моделированию его составных частей. Последовательность действий в предложенной методике отображена на рисунке 1.

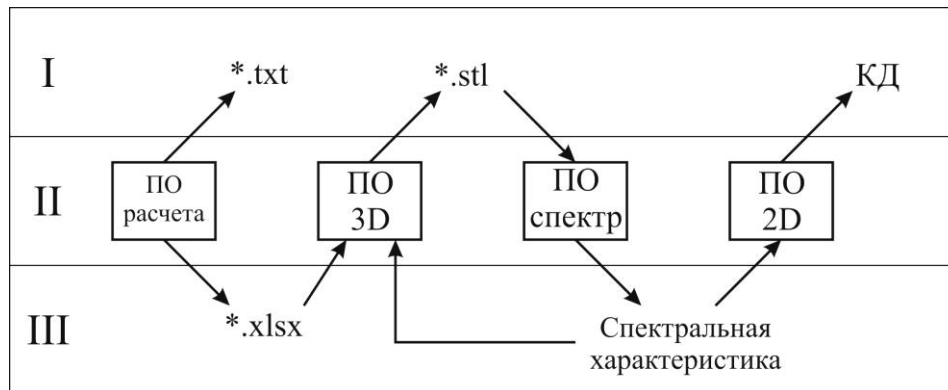


Рис. 1 – Схема инженерной методики разработки конструкции упругого подвеса

Представленная схема разработана на основе метода связанных систем [4], т.к. именно такой подход может в полной мере отобразить необходимые параметры и пути передачи информации различных блоков.

В представленной схеме выделяются 3 уровня:

I – верхний – уровень готовой продукции;

II – средний – уровень программного обеспечения;

III – нижний – уровень служебных файлов.

В начале работы следует узнать требуемый частотный диапазон внешних вибрационных воздействий, на котором должен будет работать наш датчик (как правило, указан в ТЗ на изделие). По этим данным в специализированной программе [5] происходит расчет конструктивных параметров упругого подвеса. После чего, на верхний уровень передаются данные в виде текстового файла (*.txt). Сам по себе текстовый файл никакой функции не несет, но именно он позволяет сформировать табличные данные в формате *.xlsx (нижний уровень). Такой формат содержит те же самые данные, что и формат *.txt, но позволяет производить перестройку объектов во внешних системах автоматизированного проектирования (САПР) (рис. 2).

Имя	Выражение	Значение	Параметр
Сборка (Тел-0, Компонентов-8)			
d	7.0	7.0	
h	1.0	1.0	
l1	60.0	60.0	
m	20.0	20.0	
l2	5.0	5.0	
l3	20.0	20.0	
l4	65.0	65.0	
m1	20.0	20.0	
b	0.50	0.50	
(т) Начало координат			
v7		0.0	Исключить и...
(ф) Основа			
v8		0.0	Исключить и...
v9		1.0	Фиксировать...
v8_m1	m1	20.0	
(-) Стойка_1			
v10		0.0	Исключить и...
v11		0.0	Фиксировать...
v10_l2	l2	5.0	
(-) Стойка_1			
v12		0.0	Исключить и...
v13		0.0	Фиксировать...
v12_l2	l2	5.0	
(-) Стойка_2			
v14		0.0	Исключить и...
v15		0.0	Фиксировать...
v14_l3	l3	20.0	
(-) Стойка_2			
v16		0.0	Исключить и...
v17		0.0	Фиксировать...
v16_l3	l3	20.0	
(-) Планка			
v18		0.0	Исключить и...
v19		0.0	Фиксировать...
v18_d	d	7.0	
v18_h	h	1.0	
v18_l1	l1	60.0	
v18_m	m	20.0	
(-) Планка			
v20		0.0	Исключить и...
v21		0.0	Фиксировать...
v20_d	d	7.0	
v20_h	h	1.0	
v20_l1	l1	60.0	

Рис. 2 – Табличные данные

Табличные данные (файл *.xlsx.) отправляются в САПР, предназначенный для создания трехмерных моделей (например, Компас 3D). В этой программе заложены функции параметрического моделирования, благодаря которым происходит автоматическая перестройка геометрических размеров конструктивных элементов упругого подвеса. Вследствие чего формируется виртуальная модель упругого подвеса с заданными параметрами. Полученная модель сохраняется в формате *.stl, который передается на верхний уровень. Выбранный формат позволяет передавать всю полученную информацию в программу расчета и моделирования спектральных колебательных характеристик (например, Ansys), а так же уточнить соответствие полученных данных с ТЗ. Полученная спектральная колебательная характеристика проходит проверку на выполнение условия:

$$f_p \gg f_b, \quad (1)$$

где f_p – резонансная частота, f_b – частота верхней границы рабочего диапазона частот.

В случае невыполнения данного условия конструкция упругого подвеса нуждается в доработке и параметры, которые необходимо изменить, передаются обратно в САПР. Общая рекомендация по определению конструктивных элементов устройства, нуждающихся в изменениях, содержится в [1]. Далее при помощи параметрического моделирования происходит перестроение конструкции по новым данным.

В случае отсутствия необходимости изменения конструкции корпуса, данные передаются в САПР двухмерного моделирования, в роли которого может выступать программный продукт Компас 3D. На данном этапе, САПР создает рабочие чертежи упругого подвеса, которые будут использоваться для формирования комплектов конструкторской документации (КД). Сам КД передается на производство для изготовления конечного устройства.

Таким образом, разработанная инженерная методика разработки конструкции упругого подвеса вибропреобразователя позволяет не вносить дополнительные погрешности в виде массы конструкции измерительной системы, выводить собственную резонансную частоту за диапазон рабочих частот, а так же крепиться к специальной системе позиционирования.

Литература

1. Талицкий Е.Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: Учеб. пособие / Владимир.: Владим. гос. ун-т., 2001. – 256 с.
2. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко / Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.
3. Лысенко, А.В. Классификация амортизаторов радиоэлектронных средств на основе фасетной структуры / А.В. Лысенко // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 242-247.
4. Затылкин, А.В. Метод связанных систем в моделировании процесса обучения / А. В. Затылкин, В. Б. Алмаметов, И. И. Кочегаров // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2010. № 4 (9). – С. 56-61.
5. Герасимов О.Н. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств / Герасимов О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 309-312.

References

1. Talitskii E.N. Zashchita elektronnykh sredstv ot mekhanicheskikh vozddeystvii. Teoreticheskie osnovy: Ucheb. Posobie / Vladimir.: Vladim. gos. un-t., 2001. – 256 s.
2. Funktsional'naya model' informatsionnoi tekhnologii obespecheniya nadezhnosti slozhnykh elektronnykh sistem s uchetom vneshnikh vozddeystvii / N.K. Yurkov, A.V. Zatylnkin, S.N. Polesskii, I.A. Ivanov, A.V. Lysenko / Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo. 2014. T. 1. S. 184-187.
3. Lysenko, A.V. Klassifikatsiya amortizatorov radioelektronnykh sredstv na osnove fasetnoi struktury / A.V. Lysenko // Innovatsionnye informatsionnye tekhnologii. 2013. T. 3. № 2. S. 242-247.
4. Zatylnkin, A.V. Metod svyazannykh sistem v modelirovanii protsessa obucheniya / A. V. Zatylnkin, V. B. Almametov, I. I. Kochegarov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Tekhnicheskie nauki. – 2010. № 4 (9). – S. 56-61.
5. Gerasimov O.N. Programmnaya sistema otsenki kachestva dempferirovaniya proektiruemoi sistemy passivnoi amortizatsii bortovykh elektronnykh sredstv / Gerasimov O.N., Zatylnkin A.V., Yurkov N.K. // Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo. 2015. T. 1. S. 309-312.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.055

Николаев А.П.¹, Бердников А.Г.²

¹Инженер-эксперт, ²инженер-эксперт, ООО Научно-технический центр «Экспертиза»

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ**

Аннотация

Рассмотрен алгоритм имитационного моделирования процесса горения в топке котла. Приведены результаты моделирования с помощью пакета прикладных программ MATLAB System Identification Toolbox.

Ключевые слова: математическая модель, имитационное моделирование, автоматизированная система управления, подсистема газорегуляторного пункта котла.

Nikolaev A.P.¹, Berdnikov A.G.²

¹Engineer-expert, ²engineer-expert, Ltd. Scientific-Technical Center "Expertise"

SIMULATION OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS BOILER UNIT

Abstract

An algorithm for the simulation of the combustion process in the boiler furnace. Simulation results using the software package MATLAB System Identification Toolbox.

Keywords: mathematical model; simulation, automated control system; subsystem boiler gas control points.

Основная идея метода имитационного моделирования заключается в том, что исследуемый объект подвергается определенным воздействиям, характеристики которых заранее известны. Последующая статистическая обработка входных и выходных величин объекта позволяет установить статистическую взаимосвязь между его входом и выходом. Аналитическое выражение этой взаимосвязи и есть имитационная или статистическая модель объекта. Очевидно, при имитационном моделировании используется экспериментальный подход к построению математической модели. Методологические принципы построения математических моделей изложены в работах [1–6]. В соответствии с этим подходом выделяются следующие три основных этапа его проведения:

1. На входе объекта формируется случайная величина или процесс в виде числового или временного ряда с заранее заданными вероятностными характеристиками (при активном эксперименте используют специальные генераторы случайных величин, при пассивном эксперименте используются естественные шумы объекта).

2. Регистрируется реакция объекта на эти случайные входные воздействия.

3. Производится статистическая обработка входных и выходных величин объекта с целью получения его имитационной или статистической модели, характеристики которой должны соответствовать результатам эксперимента или статистических испытаний.

4. Осуществляется проверка адекватности полученной модели экспериментальным данным [7, 8].

В зависимости от того, каким образом организуется воздействие на объект, возможно получение статической или динамической имитационной модели. В том случае если на входе объекта значения случайной величины изменяются через достаточно большие не обязательно равные промежутки времени, то, регистрируя выходную величину объекта после окончания переходного процесса, можно рассчитать его статическую характеристику. Так как рассчитанная в таком эксперименте статическая характеристика не зависит от времени, то ее расчет осуществляется по значениям числового ряда, подаваемого на вход объекта и представляющего собой выборку случайной величины. Для получения статистически значимых характеристик статической имитационной модели случайная величина должна иметь заранее заданные статистические характеристики, к которым в первую очередь относятся математическое ожидание, дисперсия и закон распределения случайной величины. При расчете статических (но не статистических) характеристик используются методы теории вероятностей, математической статистики, теории планирования эксперимента.

Исследуемый объект имеет два входа (подача топлива и подача воздуха) и один выход (температура топочных газов), возмущением является отбор пара.

Построим имитационную модель, используя корреляционный метод идентификации для определения времени запаздывания, и приложение MATLAB System Identification Toolbox для построения многомерных имитационных моделей.

На рисунках 1 и 2 показаны взаимные корреляционные функции топливного и воздушного каналов регулирования.

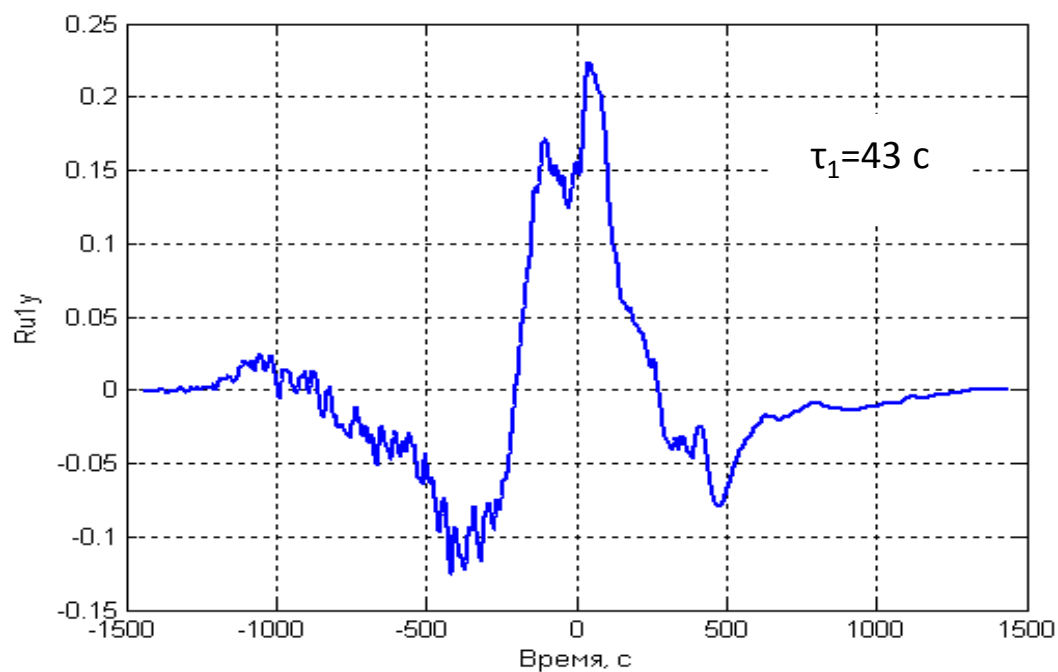


Рис. 1 – Взаимная корреляционная функция топливного канала

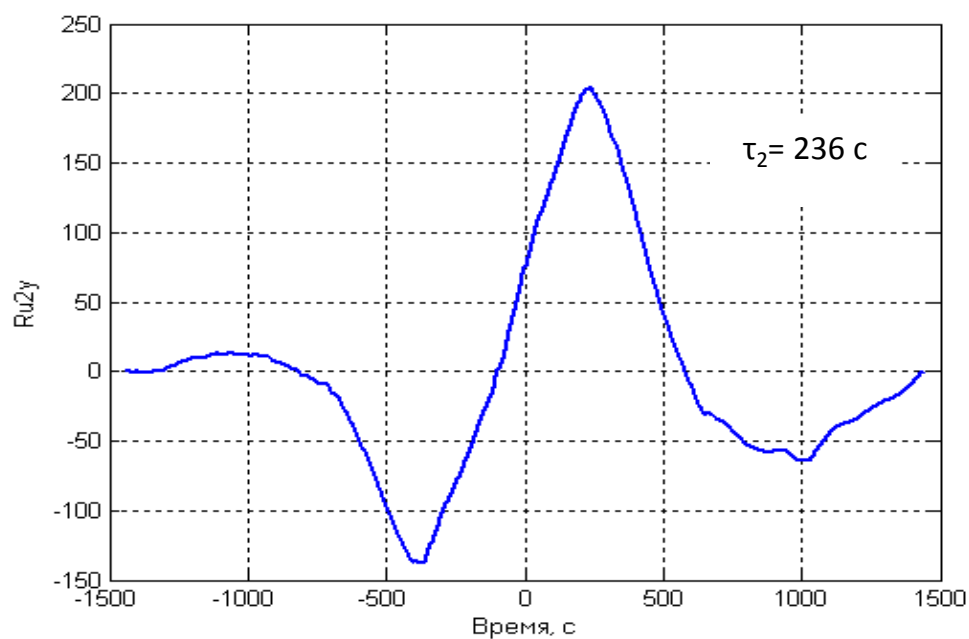


Рис. 2 – Взаимная корреляционная функция воздушного канала

На рисунке 3 приведены результаты идентификации топливного тракта.

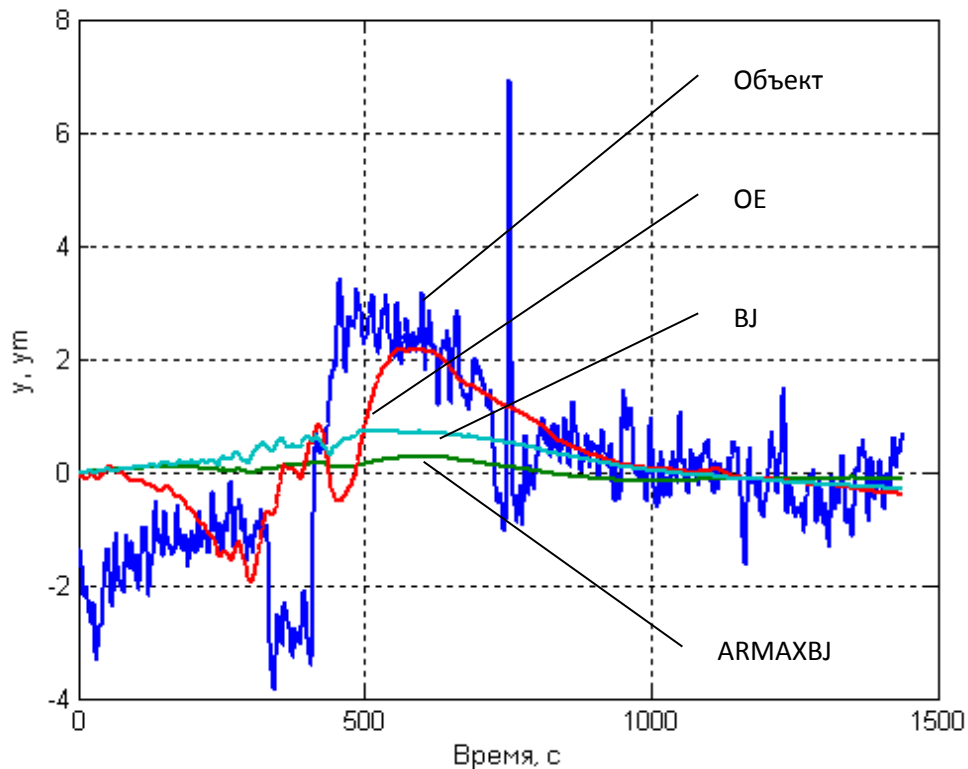


Рис. 3 – Выходные сигналы моделей и объекта

Как видно по осциллограммам выходных сигналов наименьшую ошибку дает OE – модель.

По параметрам модели была получена дискретная передаточная функция топливного тракта

Для моделирования процесса горения в реальном времени была получена дискретная модель в пространстве состояний.

На рисунке 4 показана ошибка моделирования, возникающая при расчете выходного сигнала. Как видно эта ошибка пренебрежимо мала.

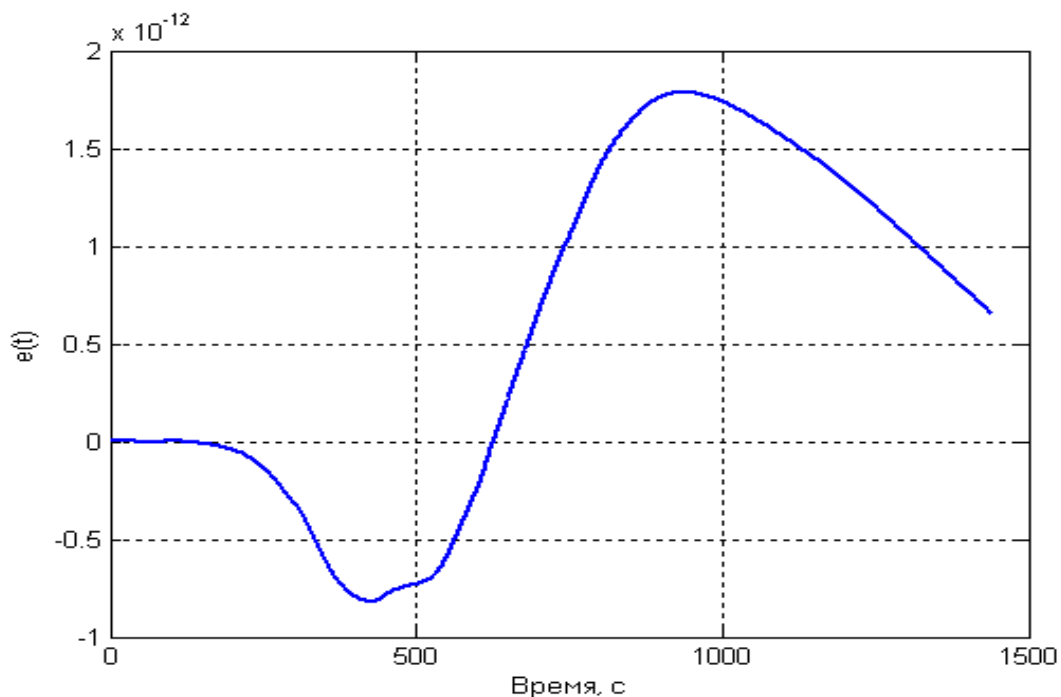


Рис. 4 – Ошибка моделирования

На основе полученной модели топливного тракта была построена зависимость «температура – топливо – воздух» (рисунок 5) хорошо совпадающая с аналогичной экспериментальной зависимостью.

В процессе моделирования в результате многократного подбора был выбран шаг поиска равный 48, 3 м³/час. Как видно из рисунка 5, использование разработанного алгоритма обеспечивает устойчивую работу системы в области максимальных значений температуры.

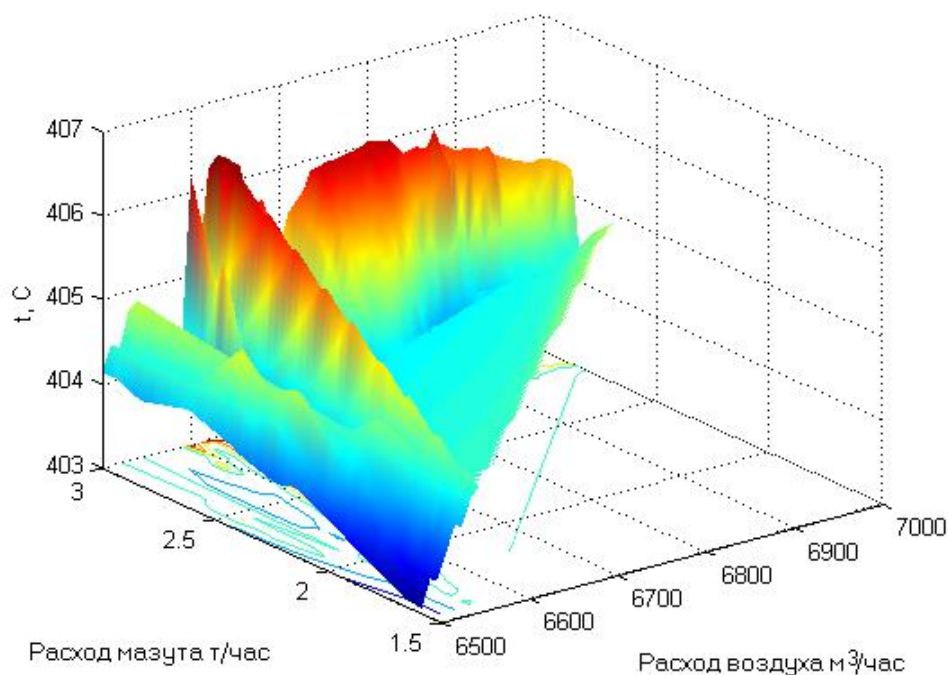


Рис. 5 – Расчетная зависимость температуры топочных газов от подачи топлива и воздуха

ВЫВОДЫ

Рассмотренный алгоритм имитационного моделирования процесса горения в топке котла, основан на корреляционном методе идентификации для определения времени запаздывания, и реализован в приложении MATLAB System Identification Toolbox для построения многомерных имитационных моделей, связывающих вход и выход системы.

Доказано, что оценку параметров этих моделей, а, следовательно, и оценку технического состояния функциональных подсистем целесообразно производить с использованием ОЕ-моделей. Проверка предложенного алгоритма имитационного моделирования процесса горения в топке котла проводилась на реальном теплоэнергетическом объекте (подсистема газорегуляторного пункта). Сравнительный анализ переходных характеристик моделей ГРП и результатов имитационного моделирования процесса горения в топке котла позволяет определить оптимальные параметры функционирования газораспределительного оборудования и управляющих воздействий, обеспечивающих устойчивую работу системы в области максимальных значений температуры.

Литература

1. Казакевич В.В., Родов А.Б. Системы автоматической оптимизации. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
2. Методологические принципы выбора оптимальных наполнителей композиционных материалов / Прошин А.П., Данилов А.М., Королев Е.В., Смирнов В.А., Бормотов А.Н. // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2004. – № 10. – С. 15-20.
3. Исследование реологических свойств композиционных материалов методами системного анализа / Бормотов А.Н., Прошин И.А. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 15. – № 4. – С. 916-925.
4. Многокритериальный синтез композита как задача управления / Бормотов А.Н. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16. – № 4. – С. 924-937.
5. Имитационное моделирование деструкции и метод прогнозирования стойкости композиционных материалов / Бормотов А.Н., Прошин И.А., Королев Е.В. // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2010. – №4. – С. 113-118.
6. Методология построения математических моделей наномодифицированных композитов по экспериментальным данным / Бормотов А.Н., Прошин И.А., Васильков А.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – Т. 7. – № 6. – С. 28-34.
7. Семенов А.Д., Коновалова И.И. Оценка экономичности процесса горения в топке котла по регулируемым параметрам этого процесса / Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов, 2008, №45. – С.179-182.
8. Алгоритм настройки адаптивных регуляторов / Коновалова И.И., Селезнёва С.В., Коновалов А.Н., Бормотов А.Н. // В мире научных открытий. – 2013. – № 6 (42). – С. 22-33.

References

1. Kazakevitch VV, Rodov AB. Automatic system optimization. – Moscow: Energiya, 1977. – 288 p.
2. Methodological principles for selecting the optimum filler composite materials / Proshin AP, Danilov AM, Korolev, EV, Smirnov VA, Bormotov AN // Proceedings of the higher educational institutions. Building. – 2004. – № 10. – pp. 15-20.
3. The study of the rheological properties of composite materials by means of system analysis / Bormotov AN, Proshin IA // Bulletin of Tambov State Technical University. – 2009. – V. 15. – № 4. – pp. 916-925.
4. Multi-criteria synthesis of the composite as a task management / AN Bormotov // Bulletin of Tambov State Technical University. – 2010. – V. 16. – № 4. – pp. 924-937.

5. Simulation of destruction and prediction method of resistance of composite materials / Bormotov AN, Proshin IA, Korolev EV // Bulletin of Izhevsk State Technical University. – 2010. – №4. – pp. 113-118.
6. Methodology of mathematical models of nano-modified composites based on experimental data / Bormotov AN, Proshin IA, Vasilkov AV // Bulletin of the Voronezh State Technical University. – 2011. – Т. 7. – № 6. – pp. 28-34.
7. Score efficiency of the combustion process in the boiler furnace on adjustable parameters of the process / Semenov AD, Konovalova II. // Journal of scientific publications graduate and doctoral students. – 2008, №45. – pp.179-182.
8. The algorithm tuning adaptive controllers / Konovalova II, Seleznev SV, Konovalov AN, Bormotov AN // In the world of scientific discoveries. – 2013. – № 6 (42). – pp. 22-33.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.144

Орловский С.Я.¹, Волков В.Н.², Тимофеев О.П.³, Самойленко М.С.⁴, Суслов В.В.⁵¹Специалист по строительным конструкциям ООО «ПромТЭК Л», Ростов-на-Дону,²эксперт по объектам котлонадзора ООО НПП «ПромТЭК», Ростов-на-Дону, ³эксперт по объектам котлонадзора ООО НПП «ПромТЭК», Ростов-на-Дону, ⁴эксперт по объектам котлонадзора ООО НПП «ПромТЭК», Ростов-на-Дону,⁵эксперт по объектам нефтехимии ООО НПП «ПромТЭК», Ростов-на-ДонуОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОТЛОВ ВАКУУМНЫХ
НА ПРИМЕРЕ КОТЛА ТИПА КВМ-4,6А

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы, возникающие при диагностировании котлов вакуумных на примере котла типа КВМ-4,6А по наиболее нагруженным элементам, работающим в наиболее напряженных условиях, связанных с условиями эксплуатации. В результате можно сделать вывод о том, что своевременное проведение технических освидетельствований в сроки, предусмотренными нормативными документами, а так же проведение технического диагностирования с учетом приведенных рекомендаций позволит усилить контроль над техническим состоянием котла и продлить срок его безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: вакуумные котлы, ультразвуковая толщинометрия, сварные соединения.

Orlovskij S.Ja.¹, Volkov V.N.², Timofeenko O.P.³, Samojlenko M.S.⁴, Suslov V.V.⁵¹Specialist building designs of «PROMTEK L», Rostov-on-Don, ²expert boiler inspection objects of expert organization «PROMTEK», Rostov-on-Don, ³expert boiler inspection objects of expert organization «PROMTEK», Rostov-on-Don,⁴expert boiler inspection objects of expert organization «PROMTEK», Rostov-on-Don,⁵expert petrochemical facilities of expert organization «PROMTEK» Rostov-on-Don

FEATURES DIAGNOSIS OF VACUUM BOILER ON THE EXAMPLE BOILER TYPE KVM-4,6A

Abstract

This article discusses the issues that arise in the diagnosis of vacuum boiler type on the example of KVM 4,6A on the most loaded elements working in the most demanding conditions relating to the operating conditions. As a result, it can be concluded that timely technical examination within the timeframe stipulated by the regulatory documents as well as technical diagnostics based on these recommendations will strengthen the control of the technical state of the boiler and prolong its safe operation.

Keywords: vacuum boilers, ultrasonic thickness, welded joints.

Котлы КВМ-4,6А предназначены для варки, стерилизации и обезвоживания непищевого белкового сырья и конфискатов, получаемых в процессе переработки скота, птицы на предприятиях мясной промышленности, птицефабриках, утилизационных заводах при производстве сухих животных кормов (мясокостной муки, костной муки и т.д.).

Вакуумный котел представляет собой горизонтальный цилиндрический сварной сосуд, с эллиптическими днищами и двойными стенками. Пространство между стенками наружного и внутреннего сосудов служит рубашкой, куда подается греющий пар. Нагрев внутреннего сосуда (корпуса котла) и содержащегося в нем сырья и подъем давления происходит за счет теплопередачи от греющего пара, поступающего в рубашку котла и имеющего температуру плюс 150° С при давлении 4 кгс/см². Для более эффективного прогрева сырья во время варки перемешивается лопастями мешалки.

После ознакомления с устройством и назначением котла можно сделать вывод: определяющим фактором повреждения и выхода из строя котла является механический износ его основных элементов.

Все это учитывается при составлении индивидуальной программы. Индивидуальная программа учитывает результаты анализа эксплуатационно-технической документации, в том числе: конструктивные особенности и конкретные условия эксплуатации, возможность доступа для осмотра и возможность применения конкретного вида неразрушающего контроля.

При проведении визуального и измерительного контроля повышенное внимание следует уделить выявлению трещин на лопастях мешалки, в местах приварки опор и износу нержавеющей гильз на шейках вала мешалки, износу пары «винт-гайка» крышки загрузочной горловины и механизма управления загрузочной горловины, язвенной коррозии на наружной поверхности паровой рубашки в местах нарушения тепловой изоляции, стенки корпуса котла, расширителя - ловушки, загрузочной горловины.

Неразрушающий контроль сварных соединений корпуса котла следует проводить ультразвуковым методом с целью выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и др.).

При выполнении этого вида контроля у специалистов, его проводящих, могут возникнуть вопросы с определением месторасположения стыковых сварных соединений. Дело в том, что в процессе эксплуатации котла, внутренняя

поверхность корпуса подвергается сильному износу вследствие трения продуктами рабочей среды. В первую очередь износу как раз и подвергаются выступающие валики усиления сварных соединений. Внутренняя поверхность корпуса становится гладкой. Обнаружить сварные соединения с наружной поверхности корпуса не представляется возможным, так как доступ к ней закрыт паровой рубашкой.

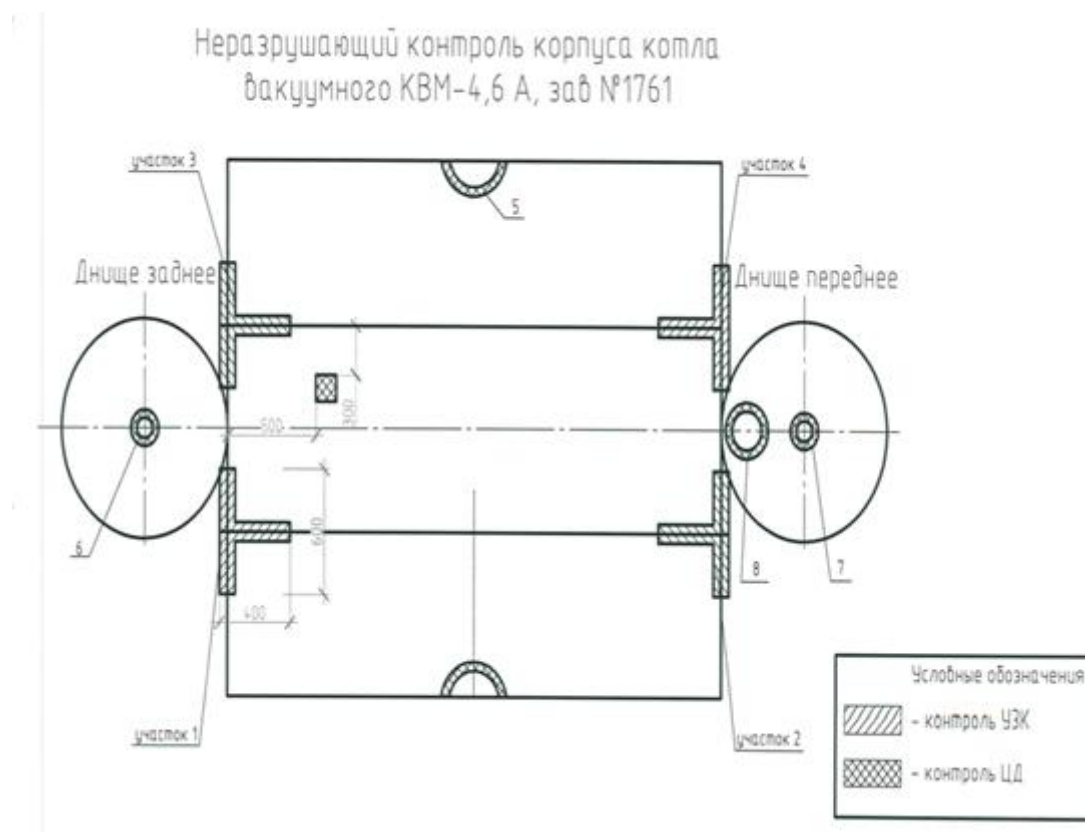


Рис. 1 – Схема неразрушающего контроля корпуса котла KBM-4,6А

Выходом из этого положения является длительное сотрудничество эксплуатирующей организацией со специализированными организациями, имеющими соответствующие лицензии Ростехнадзора и проводящими данные виды работ.

Еще на стадии проведения первичного технического освидетельствования устанавливается месторасположение сварных соединений и в дальнейшем, при проведении неразрушающего контроля во время диагностирования, трудностей такого плана не возникает (рис. 1).

При визуальном контроле на внутренней поверхности корпуса иногда возникает подозрения на наличие трещин, ориентированных как горизонтально, так и вертикально. Исключить эти подозрения можно проведением контроля поверхности корпуса внутреннего сосуда методом цветной дефектоскопии, позволяющим выявлять и определять размеры и ориентацию поверхностных трещин, расслоений и других трещиноподобных дефектов.

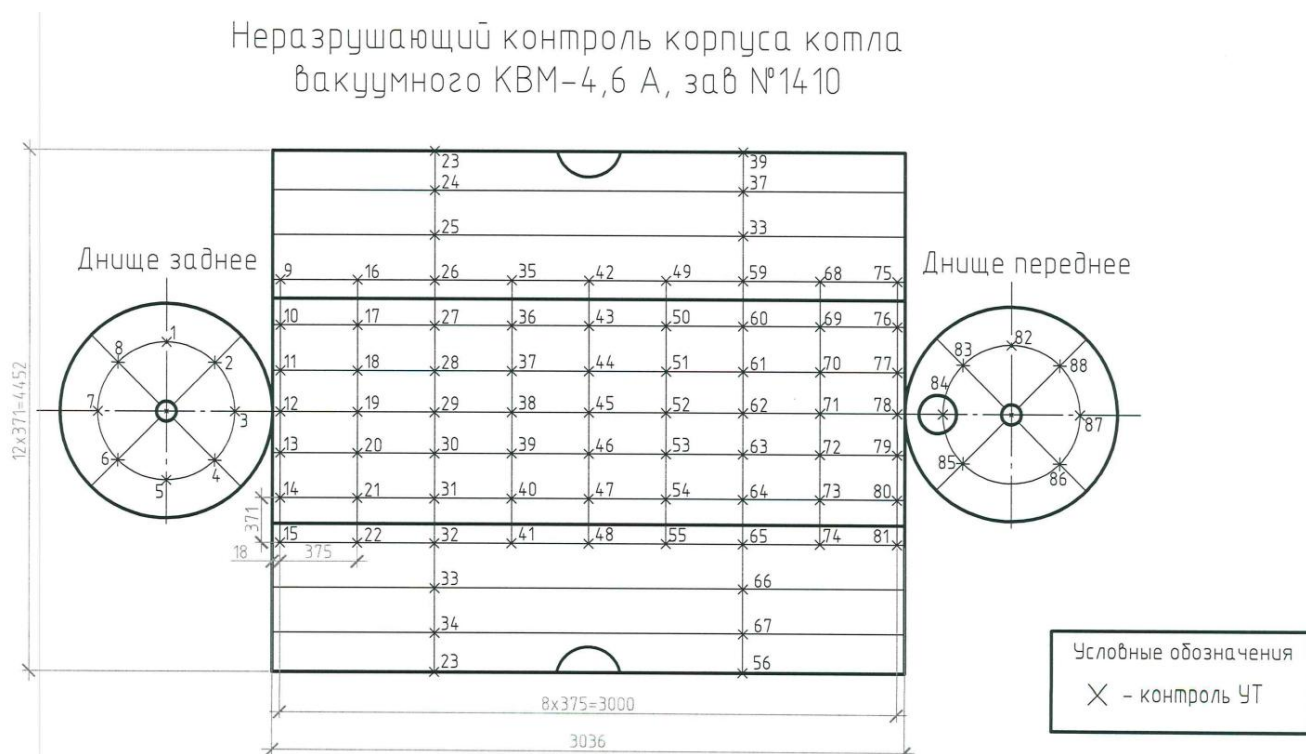
На практике, после проведения цветной дефектоскопии, в подавляющем большинстве, «дефекты» оказывались обыкновенными царапинами, возникшими в результате трения твердых предметов рабочей среды о внутреннюю поверхность корпуса.

Как отмечалось ранее, основным повреждающим фактором, является механический износ основных элементов внутреннего сосуда котла. Поэтому наибольшее внимание при диагностике уделяется проведению ультразвуковой толщинометрии.

Контроль толщины стенки проводится с целью определения количественных характеристик утонения стенки элементов котла в процессе его эксплуатации. По результатам контроля определяется скорость коррозионного или коррозионно-эрозийного износа стенок и устанавливается расчетом на прочность допустимый срок эксплуатации изношенных элементов.

В типовых программах по диагностированию сосудов «Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением», на сосуде, объемом аналогичном внутреннему сосуду котла KBM-4,6А, количество точек измерения может достигать до 24-х.

Заводом – изготовителем разработана схема контроля толщины корпуса котла, учитывающая тяжелые условия эксплуатации, количество точек измерений толщины по которой составляет 81. Основной объем по толщинометрии приходится на нижнюю и средние части корпуса, наиболее подверженные истиранию (рис. 2).



По результатам ультразвуковой толщинометрии при проведении диагностирования эксплуатация котла может быть запрещена:

- при толщине в нижней части по всей длине обечайки корпуса менее 6 мм;
- при толщине в верхней части по всей длине обечайки корпуса менее 12,5 мм;
- при толщине днищ корпуса менее 6,6 мм.

Помимо внутреннего сосуда котла, интенсивному износу подвергается металл стенок расширителя – ловушки и загрузочной горловины. Допустимая минимальная толщина стенки расширителя – ловушки 8 мм и загрузочной горловины-3мм.

Относительно указанным выше элементам котла, паровой рубашке уделено мало внимания. Ультразвуковая толщинометрия предусмотрена только в местах установки патрубков подвода пара, отвода конденсата и предохранительного клапана. На практике, тепловая изоляция котлов бывает частично нарушена. В этих местах развивается коррозия, приводящая к значительному утонению толщины стенки паровой рубашки, которая иногда бывает менее допустимых 3 мм.

Рассматривая результаты предыдущих диагностирований котлов типа КВМ-4,6А обращает на себя внимание отсутствие проведения ультразвукового контроля сварных соединений паровой рубашки.

Ультразвуковой контроль стыковых сварных соединений обечаек и днищ следует проводить в объеме не менее 10% длины продольных и поперечных (кольцевых) сварных швов.

При назначении объема контроля сварных соединений следует иметь в виду, чтобы участки пересечения продольных и поперечных (кольцевых) сварных швов были включены в зоны контроля на их длине не менее 200 мм в каждую сторону от точек пересечения (рис. 3).

Усиленный объем неразрушающего контроля паровой рубашки помимо получения более полной информации об ее состоянии, обеспечивает безопасными условия труда обслуживающего персонала, так как в рубашке находится насыщенный пар с давлением до 0,4 МПа.

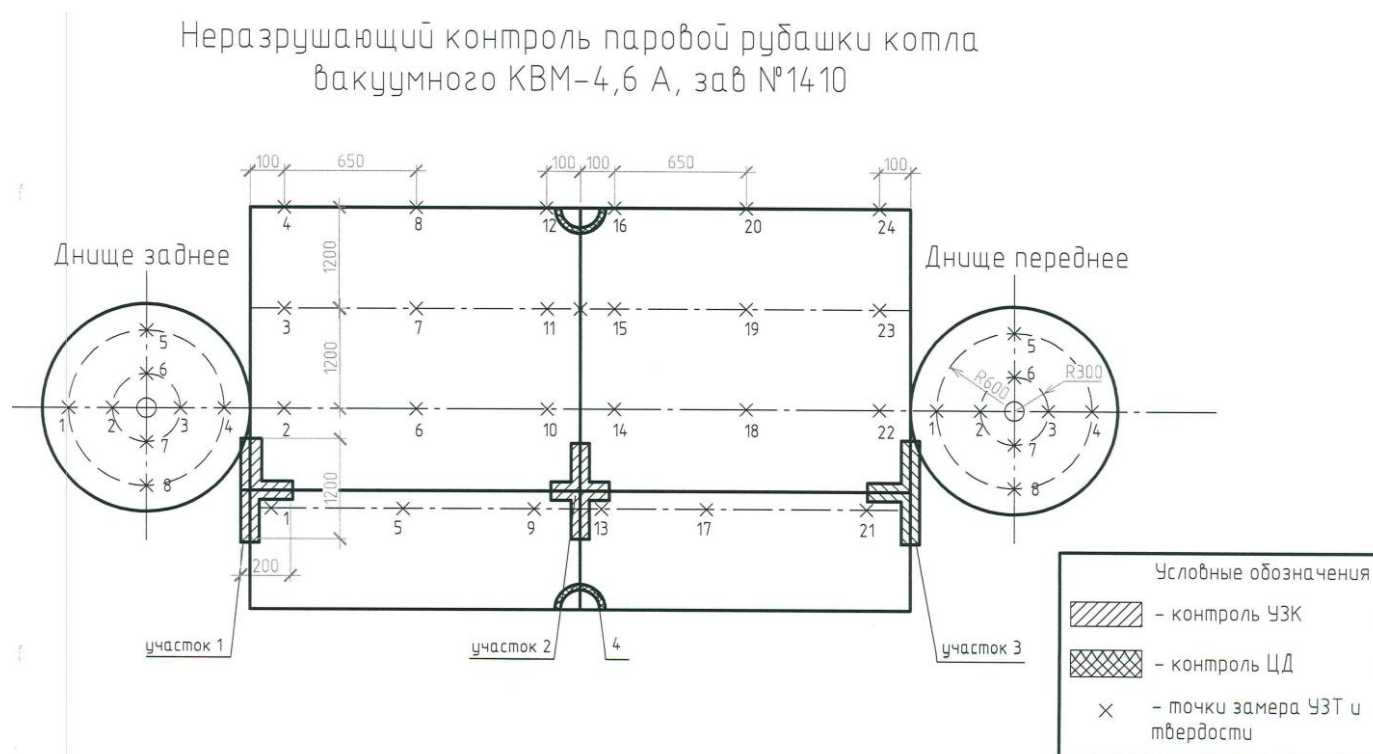


Рис. 3 – Схема неразрушающего контроля паровой рубашки котла КВМ-4,6А

Заводом – изготовителем для котлов типа КВМ-4,6А установлен расчетный срок службы всего 12 лет. Своевременное проведение технических освидетельствований в сроки, предусмотренные инструкцией по эксплуатации, ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», а так же проведение технического диагностирования с учетом приведенных выше рекомендаций позволит усилить контроль за техническим состоянием котла и продлить срок его безопасной эксплуатации.

Литература

1. «Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением», Серия 20. Выпуск1.-М.: ЗАО «НТЦ исследований проблем промышленной безопасности, 2015.
2. Котел вакуумный для производства сухих животных кормов. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 89.660-300-1185ТО.

References

1. «Instrukcija po prodleniju sroka sluzhby sosudov, rabotajushhij pod davleniem», Serija 20. Vypusk1.-M.: ZAO «NTC issledovanij problem pro-myshlennoj bezopasnosti, 2015.
2. Kotel vakuumnyj dlja proizvodstva suhij zhivotnyh kormov. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatácii, 89.660-300-1185ТО.

DOAJ

Все материалы, опубликованные в Международном научно-исследовательском журнале, размещаются в депозитарии научных изданий Университета Лунда.

DOAJ (Лунд, Швеция) [<http://www.doaj.org/>].

Таким образом, публикации наших авторов доступны еще большему кругу исследователей, что поднимает их статус и увеличивает возможность цитирования.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.045

Папкин Б.А.^{1,2}, Коротков В.С.², Татарников А.П.²¹Кандидат технических наук, ²Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках договора № 14.Z56.15.3290-МК от "16" февраля 2015 года об условиях использования гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых с организациями - участниками конкурсов, имеющими трудовые отношения с молодыми учеными МК-3290.2015.8

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА*Аннотация*

В статье описаны конструкция и работа системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания с разработанным термоэлектрическим генератором. Приведены результаты моделирования процессов теплообмена и, определенные на их основании, технические характеристики термоэлектрического радиатора.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; термоэлектрический модуль; система охлаждения.

Papkin B.A.^{1,2}, Korotkov V.S.², Tatarnikov A.P.²¹PhD in Engineering, ²Moscow state university of mechanical engineering (MAMI)**DESIGN FEATURES OF THERMOELECTRIC GENERATOR***Abstract*

The article describes the structure and operation of the internal combustion engine cooling system with the thermoelectric generator. The results of modeling of heat exchange processes and are defined on the basis of their technical characteristics of a thermoelectric radiator.

Keywords: internal combustion engine; thermoelectric module; cooling system.

Энергия, полученная в результате сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания, преобразуется в полезную работу, передаваемую на колеса транспортного средства и дополнительное оборудование, с относительно невысоким КПД, при этом до двух третей данной энергии отводится в виде теплоты отработавшими газами и системой охлаждения. Эти потери неизбежны, но частично могут быть рекуперированы, что позволит значительно повысить энергоэффективность силовых установок транспортных средств, оснащенных двигателями внутреннего сгорания.

Среди возможных способов рекуперации тепловой энергии выделяется термоэлектрическая рекуперация, которая позволяет получить электрическую энергию, используемую как для питания вспомогательного электрооборудования, так и, в случае гибридного транспортного средства, направляемую на тяговые электродвигатели привода колес. Неоспоримым преимуществом термоэлектрической рекуперации тепловой энергии отработавших газов с помощью генераторных модулей, работа которых основана на эффекте Зеебека, является отсутствие каких-либо движущихся частей и, как следствие, бесшумность работы. К недостаткам можно отнести высокую стоимость элемента, однако, учитывая постоянный интерес к разработкам в данной области и результаты исследований в области получения материалов для термоэлектрических материалов, можно предположить их существенное удешевление уже в ближайшие годы.

С точки зрения рекуперации тепловой энергии, наиболее часто рассматриваются отработавшие газы, что обусловлено их относительно высокой температурой и, следовательно, возможностью получения большей выходной мощности термоэлектрического генератора прямо пропорциональной градиенту температур на термоэлектрических элементах. Разработаны термоэлектрические генераторы, предназначенные для установки в системы выпуска отработавших газов, а также проводятся работы не только по моделированию процессов теплообмена и оптимизации конструктивных параметров [1], но и влияния их внедрения в состав транспортных средств с учетом реальных условий эксплуатации [2].

С другой стороны, тепловая энергия, отводимая от двигателя внутреннего сгорания системой охлаждения, представляет собой не мене перспективный и, самое главное, емкий ресурс для осуществления рекуперации. Отдельно стоит заметить, что при реализации термоэлектрической рекуперации основанной на эффекте Зеебека, описанной в работах [1,2], суммарная доля энергетических потерь транспортного средства, рассеиваемых системой охлаждения, может вырасти с 30 до 50%, что значительно увеличивает актуальность разработки термоэлектрических генераторов для систем охлаждения.

Разработка, моделирование [3] и лабораторные испытания [4] термоэлектрического генератора, устанавливаемого на место штатного радиатора системы охлаждения, показывают возможность практической реализации данного подхода. Данный термоэлектрический генератор состоит из двух жидкостного и воздушного теплообменных аппаратов соединенных тепловыми трубками. В ходе лабораторных испытаний, при имитации движения транспортного средства со скоростью 80 км/ч, была осуществлена рекуперация 0,4% тепловой энергии, отводимой системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания. При этом максимальная выходная электрическая мощность генератора составила всего 75 Вт.

Использование в конструкции тепловых трубок следует отнести к его недостаткам, поскольку они имеют низкий уровень прочности при воздействии механической нагрузки и узкий диапазон рабочих температур. Узкий диапазон рабочих температур обусловлен тем, что при температуре выше расчетной вся охлаждающая жидкость внутри трубки испаряется, что приводит к катастрофическому снижению теплопроводности трубки и, наоборот, при недостаточной температуре жидкость плохо испаряется.

Основными отличиями разработанного термоэлектрического генератора являются непосредственный контакт воздушных охладителей и термоэлектрическими модулями и сохранение габаритных и присоединительных размеров. В данной работе в качестве прототипа для разработки термоэлектрического радиатора, как ключевого элемента ТЭГ,

был использован автомобильный радиатор 21230-1301012. Конструкция разработанного термоэлектрического радиатора [5], предназначенного для установки в системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания, показана на рисунке 1.

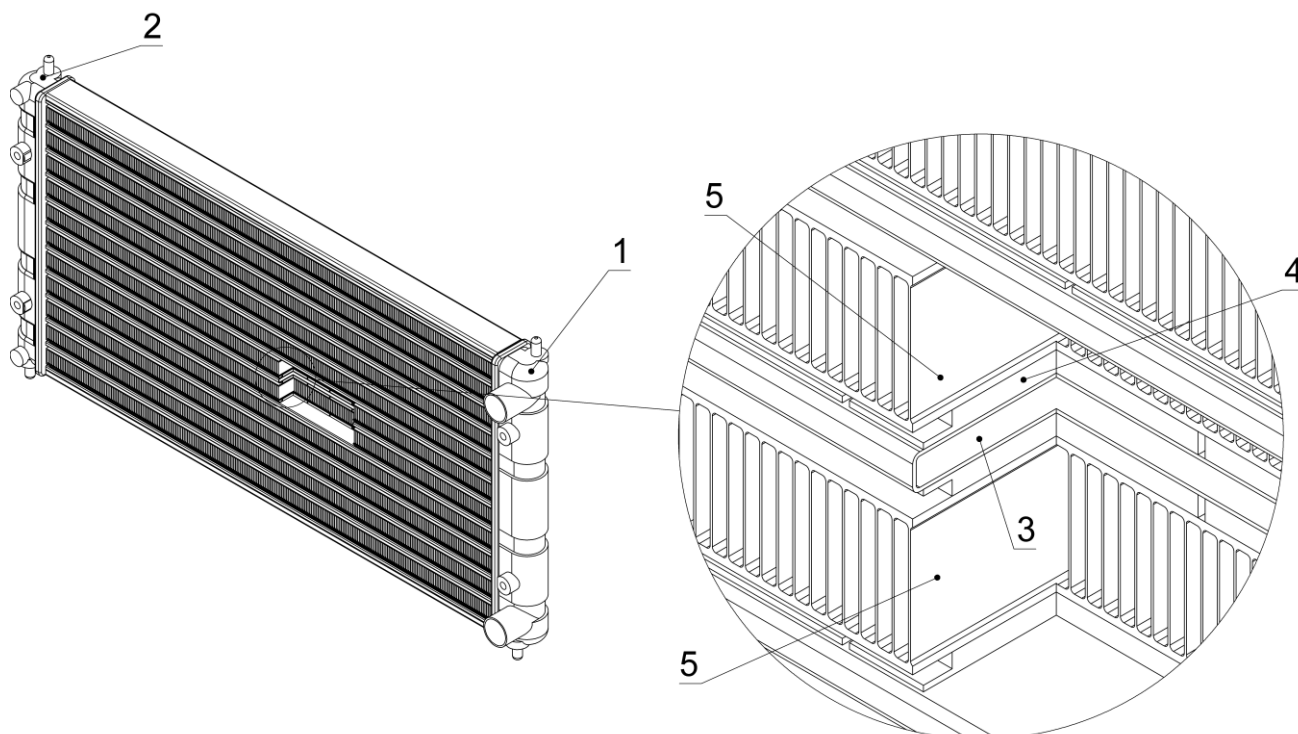


Рис. 1 – Конструкция термоэлектрического радиатора

На горизонтальных поверхностях труб для охлаждающей жидкости 3 расположены термоэлектрические модули 4, при этом они контактируют с трубами 3 горячей стороной. Между термоэлектрическими модулями 4 и непосредственно контактируя с их холодной стороной, расположены охладители 5. Каждый охладитель имеет две теплопроводные стенки, контактирующие с холодной стороной термоэлектрических модулей, и перпендикулярные им ребра. Правый и левый концы труб для охлаждающей жидкости 3 жестко соединены, соответственно с правым 1 и левым 2 баками. Термоэлектрические модули 4 соединены электрически между собой последовательно, либо последовательно-параллельно. Принципиальная схема термоэлектрического генератора системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания показана на рисунке 2.

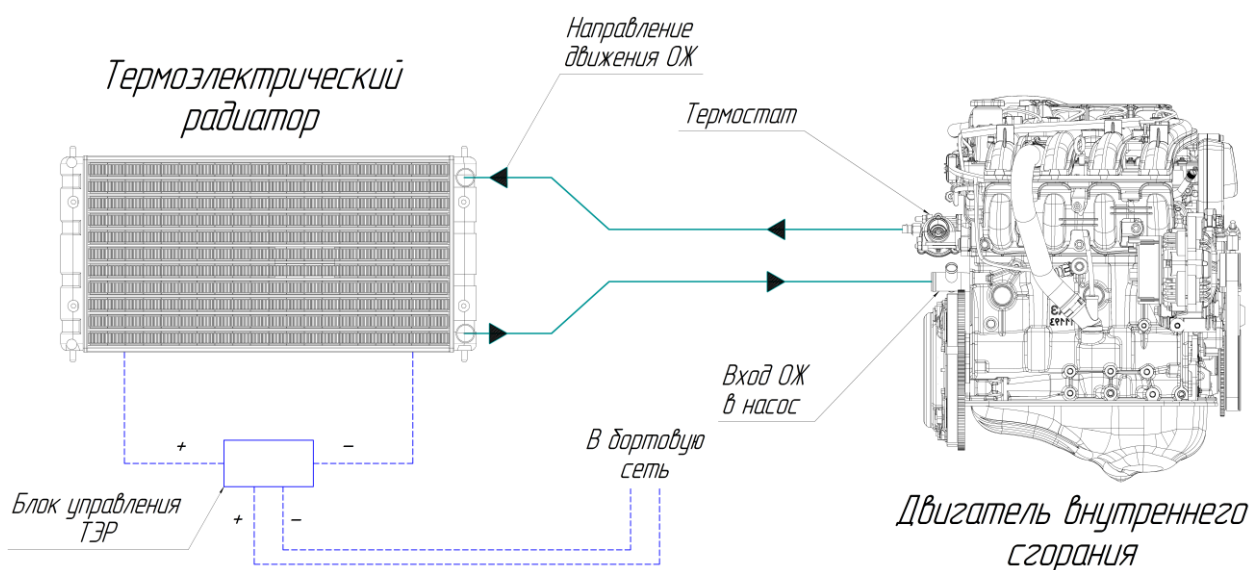


Рис. 2 – Принципиальная схема термоэлектрического генератора системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания

Охлаждающая жидкость, нагретая двигателем внутреннего сгорания, под воздействием давления, создаваемого жидкостным насосом, через термостат поступает в правый бак термоэлектрического радиатора. Далее охлаждающая жидкость по нескольким трубам поступает в левый бак, а по остальным трубам возвращается в правый бак, откуда она попадает в жидкостный насос. По мере прохождения внутри труб температура охлаждающей жидкости падает, а

температура труб растет. Одновременно воздух из окружающей среды проходит через охладители. Таким образом, при постоянной подаче охлаждающей жидкости от ДВС и прохождения воздуха через охладители между горячими и холодными сторонами термоэлектрических модулей, поддерживается градиент температуры, вызывающий эффект Зеебека, заключающийся в возникновении электродвижущей силы при наличии разницы температур в контактах замкнутой электрической цепи, состоящей из разнородных проводников. На этом основании в термоэлектрических модулях происходит преобразование тепловой энергии охлаждающей жидкости в электрическую энергию с определенным коэффициентом полезного действия, который зависит от разницы температур холодной и горячей стороны. Полученная в термоэлектрических модулях электрическая энергия передается в блок управления и, далее, питает потребителей бортовой сети транспортного средства или заряжает аккумуляторную батарею.

С учетом геометрических параметров разработанной конструкции термоэлектрического радиатора, а также термодинамических параметров охлаждающей жидкости и окружающего воздуха, была определена его выходная электрическая мощность, а также рассеиваемая тепловая мощность. При стандартных условиях ($T_{\text{ож}}=80^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{возд.}}=20^{\circ}\text{C}$) мощность, вырабатываемая термоэлектрическим радиатором составила 708 Вт [6], а суммарная тепловая мощность, рассеиваемая им, составила 17,2 кВт.

Одновременно были проведены предварительные расчеты, подтверждающие, что в случае применения термоэлектрического генератора системы охлаждения ДВС, обладающего достаточной электрической мощностью, можно полностью отказаться от использования генератора, и, при этом снижение потребления топлива транспортным средством составит более 3%.

Также использование в конструкции радиатора термоэлектрических модулей позволяет не только получить электрическую энергию при утилизации тепловой энергии, что снизит потребления топлива в целом, но и увеличить эффективность охлаждения двигателя. При этом экономически обоснована разработка конструкции термоэлектрического радиатора с учетом габаритных и присоединительных размеров автомобильных радиаторов, что позволит снизить его стоимость и сохранить архитектуру подкапотного пространства транспортного средства.

Литература

1. Khripach N.A., Papkin B.A., Korotkov V.S., Zaletov D.V. Study of the Influence of Heat Exchanger Body Design Parameters on the Performance of a Thermoelectric Generator for Automotive Internal Combustion Engine // Biosciences Biotechnology Research Asia (ISSN 0973-1245), 2015, Vol. 12 (Spl. Edn. 2), p. 677-689. doi: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2084>.
2. Khripach N.A., Papkin B.A., Korotkov V.S., Nekrasov A.S., Zaletov D.V. Effect of a Thermoelectric Generator on the Fuel Economy of a Vehicle Operating in a Real-world Environment // Biosciences Biotechnology Research Asia (ISSN 0973-1245), 2015, Vol. 12 (Spl. Edn. 2), p. 375-386. doi: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2049>.
3. Baatar, N., Kim, S. A thermoelectric generator replacing radiator for internal combustion engine vehicles. Telkomnika. 2011. Vol.9, No.3 P. 523-530.
4. Kim, S., Park, S., Kim, S. and Rhi, S.-H. A thermoelectric generator using engine coolant for light-duty internal combustion engine powered vehicles. Journal of electronic materials. 2011. Vol. 40, No. 5 P. 812-816.
5. Папкин Б.А., Коротков В.С., Татарников А.П. Термоэлектрический радиатор системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №9(40). – С. 80-84.
6. Папкин Б.А., Иванов Д.А., Коротков В.С. Определение технических характеристик термоэлектрического радиатора // Молодой ученый. – 2015. – №20. – С. 61-67.

References

1. Khripach N.A., Papkin B.A., Korotkov V.S., Zaletov D.V. Study of the Influence of Heat Exchanger Body Design Parameters on the Performance of a Thermoelectric Generator for Automotive Internal Combustion Engine // Biosciences Biotechnology Research Asia (ISSN 0973-1245), 2015, Vol. 12 (Spl. Edn. 2), p. 677-689. doi: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2084>.
2. Khripach N.A., Papkin B.A., Korotkov V.S., Nekrasov A.S., Zaletov D.V. Effect of a Thermoelectric Generator on the Fuel Economy of a Vehicle Operating in a Real-world Environment // Biosciences Biotechnology Research Asia (ISSN 0973-1245), 2015, Vol. 12 (Spl. Edn. 2), p. 375-386. doi: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2049>.
3. Baatar, N., Kim, S. A thermoelectric generator replacing radiator for internal combustion engine vehicles. Telkomnika. 2011. Vol.9, No.3 P. 523-530.
4. Kim, S., Park, S., Kim, S. and Rhi, S.-H. A thermoelectric generator using engine coolant for light-duty internal combustion engine powered vehicles. Journal of electronic materials. 2011. Vol. 40, No. 5 P. 812-816.
5. Papkin B.A., Korotkov V.S., Tatarnikov A.P. Termojelektricheskiy radiator sistemy ohlazhdeniya dvigatelja vnutrennego sgoraniya // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2015. – №9(40). – p. 80-84
6. Papkin B.A., Ivanov D.A., Korotkov V.S. Opredelenie tehnikeskikh harakteristik termojelektricheskogo radiatora // Molodoj uchenyj. – 2015. – №20. – p. 61-67.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.175

Подлесных А.И.

Аспирант,

Московский Государственный Строительный Университет

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СВЧ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Аннотация

В статье рассмотрена актуальность внедрения СВЧ технологий в промышленное производство цементного клинкера. Кратко освещены клинкерообразующие реакции и влияние на их протекание сверхвысокочастотного (СВЧ) воздействия на сырьевую смесь.

Ключевые слова: экологизация, клинкерообразование, комбинированные сверхвысокочастотные (СВЧ) технологии.

Podlesnykh A.I.

Postgraduate student,

Moscow Civil Engineering University

THE FEASIBILITY OF COMBINED MICROWAVE TECHNOLOGY FOR ECOLOGIZATION CEMENT CLINKER PRODUCTION

Abstract

The article discusses the relevance of the introduction of microwave technology in the industrial production of cement clinker. Clinker formation reactions are highlight briefly, and the impact of the microwave (UHF) effects on the course of this reactions during feed mixture treatment.

Keywords: ecologization, clinker formation, combined ultrahigh-frequency (UHF) technology.

Экологизация цементной промышленности направлена, прежде всего, на снижение природоемкости производственных процессов, за счет создания технологически более совершенного, высокоэффективного и чистого производства. Экологизация предполагает внедрение в промышленное производство инновационных технологий, позволяющих увеличивать объемы конечного продукта производства при меньших затратах энергии и первичных ресурсов, а также сокращение количества производственных отходов [1]. Таким образом, акцент делается как на повышение эффективности производства, так и на снижение его энергетической и ресурсной затратности.

В технологии производства портландцемента самым важным и энергозатратным процессом является обжиг сырьевой смеси, в ходе которого происходит ряд физических и физико-химических превращений и образуется клинкер. Сложный минералогический состав и микрокристаллическая структура клинкера коренным образом отличается от минералогического состава исходных сырьевых материалов, что обуславливает приобретение им совершенно иных, специфических свойств.

При производстве портландцементного клинкера смесь сырьевых материалов нагревают до 1450°C. В процессе обжига сырьевой шихты происходит химическое взаимодействие основного оксида CaO с кислотными оксидами. Вначале реакции взаимодействия происходят в твердой фазе, затем при повышении температуры обжига до 1450°C около 20–30% смеси переходит в жидкую фазу – расплав, и образование большей части клинкерных минералов происходит именно через жидкофазные реакции [2].

Кинетика процесса алитообразования зависит от реакционной способности CaO и свойств расплава, таких как степень вязкости и сила поверхностного натяжения. От вязкости зависят условия необходимые для полного обмена между растворяющимися и кристаллизующимися фазами, а от величины поверхностного натяжения механизм реакции происходящей на границе между кристаллами и расплавом.

Таким образом, большее значение при клинкерообразовании имеет температура обжига. При высоких температурах ускоряется синтез алита, за счет снижения вязкости жидкой фазы и увеличения ее количества, что оказывает решающее влияние на процессы клинкерообразования. В исследованиях различных авторов указывается, что при 1600°C реакции минералообразования в сырьевой смеси проходят за 5–10 мин, при 1700–1800°C – за несколько секунд, а в интервале 1900–2000°C – за доли секунд [3]. Однако значительное повышение температуры обжига во вращающихся печах невозможно из-за отсутствия огнеупоров требуемого качества для футеровки зоны спекания.

Применение комбинированных сверхвысокочастотных (СВЧ) технологий позволяет достичь необходимых температур и тем самым сократить время воздействия на сырье, а соответственно и потребление топлива. В процессе клинкерообразования жидкая фаза, образующаяся в материале непосредственно в зоне спекания, составляет порядка 25–45%. В отличие от обжига во вращающейся печи, где материал перекачивается и мелкие гранулы и зерна слипаются в более крупные, при комбинированном СВЧ воздействии такого эффекта не возникает благодаря специфике нагрева, а также постоянной продувке расплава газовыми потоками.

Конструкция всей системы разработана таким образом, что горящий плазменный шнур оказывается строго параллельным потоку выдуваемого газа, и это позволяет получить устойчивое и равномерное горение. При прокачке воздухом и подаче газа на выходе наблюдается продольный факел горящего газа внутри СВЧ-резонатора, температура в центральной зоне которого достигает 6000°C.

Также немаловажным является протекание реакций в зоне охлаждения, где температура клинкера постепенно снижается с 1300 до 1100–1000°C. В СВЧ установках конструктивное решение, обеспечивающее внутреннее завихрение рабочих газов и струи СВЧ плазмы, позволяет осуществлять быстрое и равномерное охлаждение конечного продукта направленными потоками воздуха.

Согласно существующей классификации, в зависимости от особенности приготовления сырьевых смесей, принято выделять четыре способа производства портландцемента: мокрый, сухой, полусухой и комбинированный. Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки. Основным недостатком мокрого способа является то, что более порядка 50% энергии расходуется на предварительную просушку сырья [2]. В связи с чем цементная промышленность во всем мире нацелена на полный переход на сухой способ, характеризующийся более низкими энергозатратами и более высокой производительностью. Однако, учитывая высокую естественную влажность исходных материалов смеси, гораздо более целесообразен переход на комбинированный способ производства, при котором более половины содержащейся в шламе воды удаляется за счет быстрого испарения при помощи СВЧ воздействия на материал, что позволяет снизить затраты на удаление воды почти в 10 раз, а объем инвестиций, по сравнению со строительством сухой линии в 5 – 8 раз.

Технологии СВЧ воздействия на сырьевую смесь имеет ряд отличительных свойств. Внутреннее устройство резонаторной камеры устроено таким образом, что в ней происходит направленное завихрение рабочих газов и струи СВЧ плазмы. Это позволяет существенно сократить размеры камеры и изготовить установку в очень компактном исполнении, что может быть очень востребовано на мини-цементных заводах и в условиях ограниченной производственной площади.

Внедрение в производство подобных сверхвысокочастотных (СВЧ) технологий поддерживающих комбинированный режим горения позволит не только гораздо быстрее достигать высоких температур, необходимых для образования клинкера, но и снизить количество вредных выбросов за счет сокращения времени требующегося для нагрева материала до нужной температуры и розжига печей, а так же получить экономию газа.

Помимо этого, характер воздействия на сырьевую смесь позволяет существенно увеличить скорость протекания реакции клинкерообразования за счет повышения количества расплава на начальной стадии силикатообразования и последующей кристаллизации части жидкой фазы за счет быстрого охлаждения расплава. Такое комбинированное воздействие на вещество приводит к его направленному изменению.

Рабочим топливом, помимо традиционных могут являться также промышленные газы, бытовые и промышленные отходы, газовые выбросы предприятий и ТЭЦ, а также низкокалорийное топливо.

Выводы

Экологизация цементной промышленности призвана вывести промышленное производство на высокий эколого-экономический уровень. Применение верхвысокочастотных (СВЧ) технологий позволяет снизить затраты на удаление воды из сырьевой смеси почти в 10 раз, а объем инвестиций, по сравнению с переводом производства на сухой метод в 5 – 8 раз. Поэтому возможность применения рассматриваемых в данной статье СВЧ технологий, имеющих высокий КПД и позволяющих получить экономию газо-нефтепродуктов до 50%, приобретают особую актуальность при решении вопросов экологизации и увеличения объемов производства цементного клинкера.

Однако вопрос внедрения данных технологий в промышленных масштабах недостаточно разработан и нуждается в дальнейшем изучении.

Литература

1. Шкиперова Г.Т., Мелентьев Г.Б. Экологизация производств как составляющая процесса технической модернизации // Экология промышленного производства. 2010. № 4. С. 15 – 23.
2. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. Стройиздат, 1994. – 323 с.
3. Зубехин А. П., Голованова С. П., Иоффе В. Я., Хмара Р. И. К теории клинкерообразования цемента // Современные наукоемкие технологии . 2008. №4. С.57–58.

References

1. Shkiperova G.T., Melentev G.B. Ekologizatsiya proizvodstv kak sostavlyayuschaya protsessa tekhnicheskoy modernizatsii // Ekologiya promyshlennogo proizvodstva. [Cleaner production as a part of the process of technical modernization // Ecology of industrial production] 2010. 4. S. 15 – 23.
2. Klassen V.K. Obzhig cementnogo klinkera. Strojizdat, 1994. – 323 s.
3. Zubehin A. P., Golovanova S. P., Ioffe V. Ja., Hmara R. I. K teorii klinkeroobrazovaniya cementa // Sovremennye naukoemkie tehnologii . 2008. №4. S.57–58.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.103

Покидышева Л.И.¹, Борисова И.В.², Русанова О.А.³, Савицкая М.В.⁴

¹Кандидат технических наук, профессор кафедры вычислительной техники Сибирского федерального университета, ²кандидат медицинских наук, сотрудник Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера, ³кандидат технических наук, доцент кафедры вычислительной техники Сибирского федерального университета, ⁴программист кафедры вычислительной техники Сибирского федерального университета

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект 13-07-00814 А)

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИИ

Аннотация

Описан метод и приведен алгоритм решения задачи медицинской диагностики заболеваний пищевой аллергии с использованием интеллектуального анализа данных. Предложено описание онтологической модели заболевания «атопический дерматит», приводятся фрагменты программного интерфейса разработанной системы.

Ключевые слова: онтология, пищевая аллергия, atopический дерматит, база знаний, искусственный интеллект.

Pokidyshcheva L.I.¹, Borisova I.V.², Rusanova O.A.¹, Savtskaya M.V.¹

¹PhD in Engineering, Professor Computer Science Dept., Siberian Federal University, ²MDof Scientific Research Institute of medical problems of the North, ³PhD in Engineering, assistant professor of Computer Science Dept., Siberian Federal University, ⁴programmer of Computer Science Dept., Siberian Federal University,

BUILDING A CONCEPTUAL MODEL OF ONTOLOGIES IN THE FIELD OF MEDICAL DIAGNOSIS OF DISEASES "FOOD ALLERGY"

Abstract

The method and an algorithm for solving the problem of medical diagnostics of diseases of food allergies with Data Mining were described. The paper proposes a conceptual model of ontologies, the model of the disease «atopic dermatitis», and fragments of programming interface of developed system.

Keywords: ontology, food allergy, atopic dermatitis, knowledge base, artificial intelligence.

Одним из приложений искусственного интеллекта являются медицинские системы диагностики [1]. Задача таких систем заключается в определении заболевания, которым возможно болен пациент, на основе данных о его наблюдениях. Так как в последние годы значительно вырос процент людей, болеющих пищевой аллергией, и данное заболевание остается труднодиагностируемым, то применение систем медицинской диагностики может существенно ускорить работу врача-аллерголога.

Анализ существующих медицинских систем показал, что онтологии, используемые в данных системах, являются сравнительно простыми и не отражают особенностей конкретной медицинской области. Следовательно, актуальной задачей является построение такой модели онтологии, в которой знания были бы представлены в форме, понятной врачам, и позволяли бы определить не только диагноз пациента, но и объяснить наблюдения.

С позиции достижения современной аллергологии и клинической иммунологии работа [2-4] предлагает четко дифференцировать понятия «патологические (побочные) реакции на пищу», «пищевая непереносимость» и «пищевая аллергия». По мнению авторов данной работы, это имеет важное клиническое значение, т.к. под маской пищевой аллергии нередко протекают другие виды непереносимости пищевых продуктов, без участия иммунологических механизмов. В практической медицине это зачастую приводит к ошибочному диагнозу и как следствие – к неоправданным ограничениям в диете. В связи с этим Европейской академией аллергологии и клинической иммунологии (Стокгольм, 1994г.) даны четкие определения этих реакций.

В данной работе делаем формальное описание заболевания «атопический дерматит» в терминах разрабатываемой медицинской модели онтологии [5-7].

База знаний о заболеваниях включает в себя:

1. Знания о заболеваниях и длительностях их периодов развития (класс заболевания)
2. Знания о возможных причинах заболеваний – знания об этиологиях
3. Знания о ПСС между заболеваниями и наблюдениями – знания о клинических проявлениях

Приведем онтологическое описание заболевания «атопический дерматит».

Атопический дерматит – хроническое воспалительное заболевание кожи, характеризующееся рецидивирующим течением, кожным зудом, поражением глубоких слоев кожи, возрастными особенностями локализации.

Необходимые условия присутствия заболевания в ситуации:

1. Зуд
2. Атопия в анамнезе
3. Хроническое рецидивирующее течение
4. Сезонность: зимой – рецидивы, летом – неполные ИЛИ полные ремиссии

Число периодов заболевания – 3

1. Младенческий (до 2 лет)
2. Детский (от 2 до 13 лет)
3. Подростковый и взрослый (старше 13 лет)

Число стадий развития заболевания – 4

1. Стадия обострения
 - a. Фаза выраженных клинических проявлений
 - b. Фаза умеренных клинических проявлений

2. Стадия ремиссии
- a. Полная ремиссия
- b. Неполная ремиссия

Этиологические варианты развития заболевания:

I. Пищевая

«Причина-событие» - продукт {коровье молоко; злаки; яйца; морепродукты; овощи; фрукты красной ИЛИ оранжевой раскраски}

Следствие – атопический дерматит

Варианты динамики:

1. От 5-10мин до 3-4 часов, высыпания на коже

Модальность – (В)

II. Клещевая

«Причина-событие» - клещи

Следствие – атопический дерматит

Варианты динамики:

1. Зуд, круглогодичные обострения И усиление зуда в ночное время

Модальность – Возможность

III. Грибковая

«Причина-событие» - грибы {Altenaria; Aspergillus; Candida} ИЛИ сырость ИЛИ плесень ИЛИ антибиотики с пенициллином

Следствие – атопический дерматит

Варианты динамики:

1. Высыпания на коже И обострения осенью И зимой

Модальность – (В)

IV. Пыльцевая

«Причина-событие» - пыльца растений

Следствие – атопический дерматит

Варианты динамики:

1. Высыпания на коже И сезонность цветения растений
2. Высыпания на коже И поступление пищевых аллергенов

Модальность – (В)

Клинические проявления заболевания:

1. Причина – атопический дерматит

Период развития заболевания – младенческий

Следствие – высыпания на коже

Модальность – (Н)

Характер (Н):

Варианты динамики:

1. Острый
2. Подострый

Характер сыпи (Н):

Варианты динамики:

1. Гиперимия
2. Мокнутие
3. Корки

Локализация сыпи (Н):

Варианты динамики:

1. Лицо
2. Лицо И наружная поверхность голеней И сгибательные и разгибательные поверхности ног
3. Лицо И сгибательные и разгибательные поверхности рук
4. Сгибательные и разгибательные поверхности рук И ног

2. Причина – атопический дерматит

Период развития заболевания – детский

Следствие – высыпания на коже

Модальность – (Н)

Характер (Н) - хронический

Характер сыпи (Н):

Варианты динамики:

1. Эритема
2. Папулы
3. Шелушения
4. Утолщения
5. Лихенификация
6. Расчесы
7. Трещины
8. Папулы И лихенификация

Локализация сыпи (Н):

Варианты динамики:

1. Шея
 2. Естественные сгибы
 3. Заушные области
 3. Причина – атопический дерматит
- Период развития заболевания – детский
Следствие – симптом Денни-Моргана

Варианты динамики:

формирование дополнительной складки нижнего века

Модальность – (В)

4. Причина – атопический дерматит
- Период развития заболевания – младенческий, детский, подростковый
Следствие – зуд

Модальность – (Н)

Характер (В) – изнуряющий

Время появления (Н):

Варианты динамики:

1. Постоянно
 2. Ночью
 3. Днем
 4. Непостоянно
 5. Причина – атопический дерматит
- Период развития заболевания – подростковый, взрослый
Следствие – высыпания на коже

Модальность – (Н)

Характер сыпи (Н):

Варианты динамики:

1. Эритема синюшная
2. Инфильтрация И лехинификация
3. Сухость И шелушение

Локализация сыпи (Н):

Варианты динамики:

1. Лицо
2. Шея
3. Руки И подмышечные впадины И лицо
4. Лицо И руки
5. Лицо И спина

Продлав вышеизложенную работу, мы разработали программную систему диагностики пищевой аллергии у детей. Данная система на основе анализа входных данных – карточек пациентов (регистрационные данные пациента, клинический анамнез, история текущего заболевания, история жизни пациента, лабораторные исследования, кожные тесты, провокационные пробы) и разработанной нами базы знаний проводит диагностику заболевания, и принимает решение о диагнозе, выявляя основные факторы риска развития пищевой аллергии у пациента и причинно-значимый аллерген. Результатом работы системы являются следующие взаимоисключающие гипотезы о диагнозе:

- гипотеза о наличии пищевой аллергии;
- гипотеза о наличии некоторого заболевания, не имеющего аллергической среды;
- гипотеза о том, что пациент здоров.

Система медицинской диагностики поддерживает современный уровень обследования больных, избавляет врачей от рутинной работы по заполнению историй болезни, а также автоматически формирует компьютерный архив историй болезни. Архив может быть использован для любой статистической обработки, формирования отчетов и т.п.

В разработанной системе учтены следующие требования:

- наличие в базе знаний описаний различных разделов медицины;
- сохранение традиционной для врачей структуры истории болезни;
- возможность регистрации в истории болезни любого количества осмотров, а также консультаций других специалистов;
- возможность формирования архивов историй болезни и поиск в них;
- возможность легкой модификации базы знаний в связи с появлением новых знаний.

Система обладает следующими функциями:

- обеспечивает интеллектуальную поддержку обследования больных;
- поддерживает формирование полной (традиционной) истории болезни;
- обеспечивает просмотр историй болезни на экране;
- автоматически формирует электронный архив историй болезни.

При разработке системы была использована свободно распространяемая система управления базами данных MySQL, объектно-ориентированный язык программирования Java, язык представления онтологий (OWL – Web

Ontology Language). Использовалась также Eclipse — свободная интегрированная среда разработки модульных кроссплатформенных приложений.

Вход в систему и возможности пользователя системы определяются уровнем доступа по логическому имени и паролю.

Таким образом:

- Разработана онтология предметной области «Пищевая аллергия у детей»;
- Сформулирована задача медицинской диагностики заболеваний пищевой аллергии у детей в терминах разработанной онтологии;
- Описан метод и приведен алгоритм решения задачи медицинской диагностики заболеваний пищевой аллергии у детей;
- Реализован алгоритм решения задачи медицинской диагностики заболеваний пищевой аллергии для вычислительной системы.

Литература

1. Гулиева И.Ф., Рюмина Е.В., Гулиев Я.И. Вопросы эффективности информационных технологий в медицине // Врач и информационные технологии: – 2011. – № 5 – С. 6-18.
2. Борисова И.В., Смирнова С.В. Пищевая аллергия у детей // Красноярск: Изд-во КрасГМУ. – 2011. – 150 с.
3. Смирнова С.В. Аллергия и псевдоаллергия (к вопросам распространенности, этиологии, патогенеза, дифференциальной диагностики и терапии) // Красноярск: Гротеск, 1997. – 220 с.
4. Рапопорт Ж.Ж. Аллергия к пищевым продуктам. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1990. – 252 с.
5. Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 1. Неформальное описание и определение базовых терминов // Научно-техническая информация. 2005. – Сер. 2. – № 12. – С.1-7.
6. Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 2. Формальное описание причинно-следственных связей, причин значений признаков и причин заболеваний // Научно-техническая информация. 2006. – Сер. 2. – № 2. – С. 19-30.
7. Максимова Д.Н., Покидышева Л.И., Борисова И.В., Русанова О.А. База наблюдений в области пищевой аллергии / Высокие технологии, исследования, образование в физиологии, медицине и фармакологии. Т. 2 : сб. статей Третьей междунар. научно-практ. конф. "Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине", 26 – 28 апреля 2012, Санкт-Петербург, Россия / Под ред. А.П. Кудинова, Б.В. Крылова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 132-135. ISBN978-5-7422-3438-8

References

1. Gulieva I.F., Rjumina E.V., Guliev Ja.I. Voprosy jeffektivnosti informacionnyh tehnologij v medicine // Vrach i informacionnye tehnologii: – 2011. – № 5 – S. 6-18.
2. Borisova I.V., Smirnova S.V. Pishhevaja allergija u detej // Krasno-jarsk: Izd-vo KrasGMU. – 2011. – 150 s.
3. Smirnova S.V. Allergija i psevdooallergija (k voprosam rasprostranennosti, jetiologii, patogeneza, differencial'noj diagnostiki i terapii) // Krasnojarsk: Grotesk, 1997. – 220 s.
4. Rapoport Zh.Zh. Allergija k pishhevym produktam. Krasnojarsk: Izd-vo Krasnojar. un-ta, 1990. – 252 s.
5. Kleshhev A.S., Moskalenko F.M., Chernjahovskaja M.Ju. Model' ontologii predmetnoj oblasti «Medicinskaja diagnostika». Chast' 1. Neformal'noe opisanie i opredelenie bazovyh terminov // Nauchno-tehnicheskaja informacija. 2005. – Ser. 2. – № 12. – S.1-7.
6. Kleshhev A.S., Moskalenko F.M., Chernjahovskaja M.Ju. Model' ontologii predmetnoj oblasti «Medicinskaja diagnostika». Chast' 2. Formal'noe opisanie prichinno-sledstvennyh svjazej, prichin znachenij priznakov i prichin zabolevanij // Nauchno-tehnicheskaja informacija. 2006. – Ser. 2. – № 2. – S. 19-30.
7. Maksimova D.N., Pokidyшева L.I., Borisova I.V., Rusanova O.A. Baza nabljudenij v oblasti pishhevoj allergii / Vysokie tehnologii, issledovanija, obrazovanie v fiziologii, medicine i farmakologii. T. 2 : sb. statej Tret'ej mezhdunar. nauchno-prakt. konf. "Vysokie tehnologii, fundamental'nye i prikladnye issledovanija v fiziologii i medicine", 26 – 28 aprelja 2012, Sankt-Peterburg, Rossija / Pod red. A.P. Kudinova, B.V. Krylova. – SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2012. – S. 132-135. ISBN978-5-7422-3438-8.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.134

Потапов С.Е.¹, Тоискин В.Е.², Чайков С.С.³, Рублёв В.Д.¹Кандидат технических наук, ²кандидат технических наук, ³кандидат технических наук,

Филиал Военной академии РВСН имени Петра Великого

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕТЕЙ SDN**Аннотация**

В статье рассмотрен – подход к определению оптимальных параметров элементов коммутационного оборудования программно – управляемых сетей (SDN) на основе Марковской модели функционирования и решении задачи нелинейного программирования.

Ключевые слова: программно-управляемые сети, Марковская модель, абонентский трафик.

Potapov S.E.¹, Toiskin V.E.², Chaykov S.S.³, Rublev V.D.¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ³PhD in Engineering,

Branch of the military academy of strategic rocket forces Peter the Great

DESIGN SWITCHING EQUIPMENT FOR NETWORKS SDN**Abstract**

The article considers approach to determining the optimal parameters of the elements of switching equipment and software - managed networks (SDN) based on Markov model of functioning and solving the problem of nonlinear programming.

Keywords: program-controlled network , Markov model , subscriber traffic.

Современный этап развития информационных систем характеризуется постоянно возрастающими объёмами циркулирующей по сетям передачи данных разнородной информации. Кроме того, возрастает и потребность обычных пользователей «домашнего интернета» в больших скоростях обмена информацией как с удалёнными серверами и хранилищами файлов, так и с другими пользователями сети. При этом сеть в классическом ее виде (управление через командную строку и конфигурационные файлы) становится ограничивающим фактором развития вычислительной инфраструктуры. Классические подходы к решению проблем не соответствует уровню развития виртуализации серверов и систем хранения данных. Традиционные сети, прежде всего, статичны и не соответствуют быстрой динамике развития современной IT инфраструктуры. Необходима новая технология или подход к построению информационных сетей позволяющая решить перечисленные выше проблемы. Такая технология существует и носит название — Software Defined Networking или сокращенно SDN.

Современные свитчи представляют массу возможностей. Это та же организация VLAN-ов, QoS, привязка MAC-адресов к портам, включение/отключение PoE на портах и многое другое. Естественно, эти возможности требуют настройки, которую трудно обеспечить джамперами, переключателями или иными способами непосредственно на свитчах. Да и контролировать состояние свитча нередко полезно [1]. Для всего этого и придумали управление по технологии SDN (программно-конфигурируемая сеть). Рассмотрим её более детально.

SDN – сеть передачи данных, в которой уровень управления сетью отделён от устройств передачи данных и реализуется программно, одна из форм виртуализации вычислительных ресурсов. Если рассмотреть современное сетевое устройство (роутер или коммутатор), то оно логически состоит из трех компонентов [2]:

1. Уровень управления – это CLI, встроенный веб-сервер или API и протоколы управления. Задача этого уровня обеспечить управляемость устройством.
2. Уровень управления трафиком – это различные алгоритмы и функционал, задачей которого является автоматическая реакция на изменения трафика т.е. интеллект устройства.
3. Передача трафика – функционал, обеспечивающий физическую передачу данных, уровень микросхем и сетевых пакетов.

При этом стоимость такого устройства напрямую зависит от его возможностей по обработке информационных потоков, которые в свою очередь определяются быстродействием используемых микропроцессорных плат и сложностью сетевого программного обеспечения.



Рис. 1 – Типовая архитектура сетевого оборудования

Основная же суть SDN состоит в физическом разделении уровня управления трафиком от уровня от уровня его передачи. При этом наиболее ресурсоёмкие операции мониторинга сети и маршрутизации сообщений выполняются на отдельном сервере (контроллере), соединённом с коммутационным оборудованием шифрованным каналом связи [3]. Управление устройством осуществляется по протоколу OpenFlow, представляющему собой открытый стандарт, разработанный специально для таких экспериментальных систем [2].

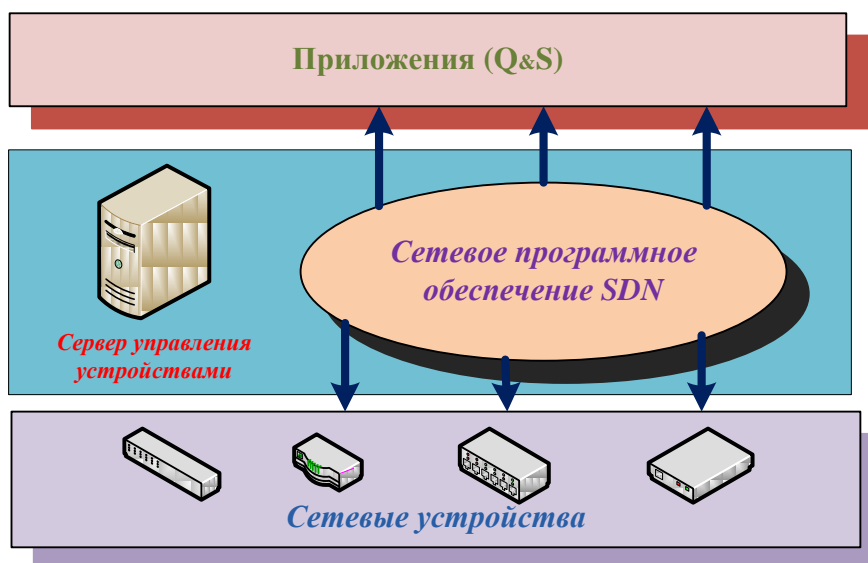


Рис. 2 – Архитектура сети SDN

Как видно из архитектуры, кроме классического управления сетью прямыми командами системного администратора к контроллеру, SDN контроллер поддерживает запуск на себе приложений управления сетью.

Преимущества использования подобных технологий неоспоримы.

Во-первых, это существенное удешевление коммутационного оборудования.

Во-вторых, повышается надёжность функционирования сети.

В-третьих, виртуализация управления даёт дополнительные возможности защиты конфиденциальной информации.

Для эффективной обработки трафика, создаваемого приложениями реального времени, такими как IP-телефония или видеоконференцсвязь, необходима аппаратная обработка пакетов приложения. Обычно под эти цели выделяются отдельные порты устройства. При этом в случае угрозы блокировки коммутатора из-за информационной перегрузки можно ограничивать интенсивность поступающих пакетов за счёт частичного их сброса (просеивания). Качество аудио или видеосигнала при этом конечно же ухудшится, но в целом связь не оборвётся, а по прошествии какого-то времени процесс нормального функционирования аппаратуры восстановится.

Для обеспечения нормального функционирования таких систем организуются каналы двух типов: рабочие (трафика) и управления. По этому же каналу коммутатор извещает абонентские устройства о назначении канала, отклонении запроса, или о постановке в очередь. В системах с выделенным частотным каналом управления (КУ) для разрешения конфликтов используются протоколы типа ALOHA. Обобщённая модель реализации таких устройств представлена на рис. 3.

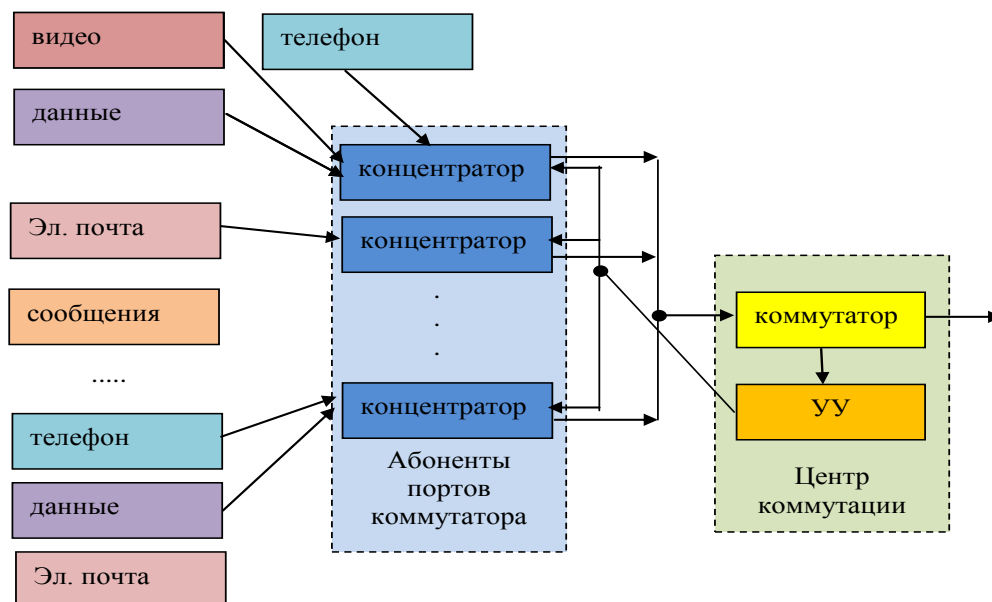


Рис. 3 – Структура управляемого центра коммутации

Со стороны теории автоматического управления модель обслуживания абонентов в таких системах будет выглядеть следующим образом (рисунок 4).

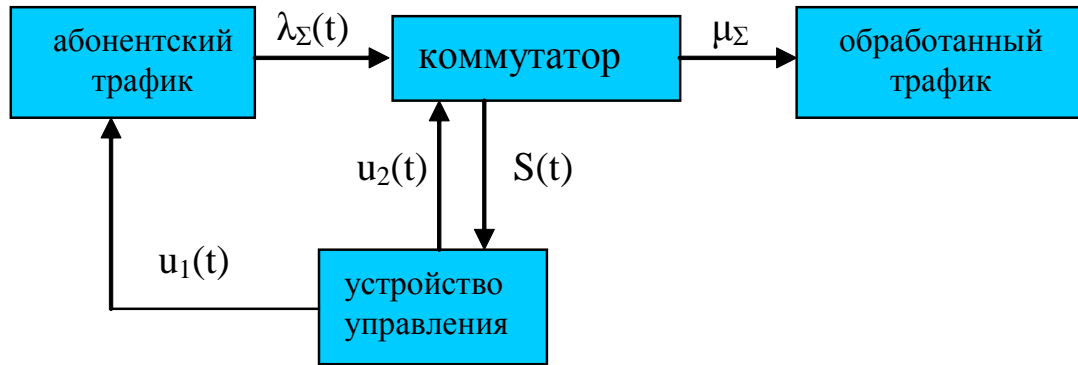


Рис. 4 – Модель управления центром коммутации

Под абонентским трафиком понимается совокупность абонентских станций и абонентского оборудования формирующих суммарный поток пакетов $\lambda_{\Sigma}(t)$. Устройство управления интенсивностью трафика и коммутатором в качестве входных данных использует информацию о состоянии коммутатора $S(t)$, а в качестве выходных формирует управляющие воздействия на абонентов портов коммутатора $u(t)$, и приоритетность обслуживания пакетов в очереди. Коммутатор обслуживает поток заявок с интенсивностью μ_{Σ} и информирует устройство управления о своём состоянии ($S(t)$).

Цель управления потоком, состоит в поддержке максимально возможной скорости обработки пакетов при гарантии отсутствия потерь из-за переполнения входного буфера коммутатора.

Модель функционирования коммутатора описывается конечной Марковской цепью исходя из заданного количества рабочих каналов и объёма буфера. Она позволяет, с помощью системы дифференциальных уравнений Колмогорова, оценить вероятность отказа при заданных значениях $\lambda_{\Sigma}(t)$ и μ_{Σ} [3]. Таким образом, задаваясь пороговым значением вероятности отказа достигнуть цели управления возможно оптимальным управлением потоком заявок, которое обеспечивается за счёт оперативного увеличения или уменьшения величины $\lambda_{\Sigma}(t)$. Для этого необходимо выполнение следующего условия: время формирования и передачи управляющего воздействия $u_1(t_0)$, запрещающего передачу заявок абонентскому устройству не должно превышать периода T_0 поступления заявок на момент времени t_0 .

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}(t_0)} \quad (1)$$

Вследствие неоднородности парциальных интенсивностей поступления заявок от различных абонентских станций (используются различные виды связи, такие как телефон, ПД, видеoinформация и др.) суммарная интенсивность поступления заявок от абонентов коммутатора является нестационарной, но при длительном времени функционирования ЦК будет подчиняться закону распределения близкому к экспоненциальному. Пусть известно матожидание $\overline{\lambda_{\Sigma}(t)}$ случайной величины $\lambda_{\Sigma}(t)$. Тогда, зная производительность рабочих каналов, выраженную в μ_{Σ} , можно спроектировать оптимальный по критерию цена – качество коммутатор. Математическая интерпретация такой задачи будет иметь вид:

$$C = f(m, n) \rightarrow \min \quad (2)$$

при ограничении на вероятность отказа $P_{отк} = P_{отк}^{mp}$, среднее число заявок в очереди $\bar{k}_{очер} = \bar{k}_{очер}^{mp}$ и среднее время пребывания заявки в очереди $\tau_{очер} = \tau_{очер}^{mp}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{отк}^{mp} \leq \frac{\rho^{m+n}}{n^m \cdot n!} \cdot p_0 \\ \tau_{очер}^{mp} \leq \frac{\bar{k}_{очер}}{\lambda_{\Sigma}(t)} \\ \bar{k}_{очер}^{mp} \leq \frac{\rho^{n+1} \left(1 - \left(\frac{\rho}{n} \right)^m \left(m + 1 - \frac{m \cdot \rho}{n} \right) \right)}{n \cdot n! \left(1 - \frac{\rho}{n} \right)^2} \cdot p_0 \end{array} \right\}, \quad (3)$$

$$\text{Где } P_0 = \left(\sum_{i=0}^n \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^{n+1} \left(1 - \left(\frac{\rho}{n} \right)^m \right)}{n!(n-\rho)} \right)^{-1} \quad (4)$$

ρ - информационная нагрузка, определяемая по формуле:

$$\rho = \frac{\lambda_{\Sigma}(t)}{\mu} \quad (5)$$

Решив данную задачу нелинейного программирования, получим оптимальные значения количества рабочих каналов – n и объема буфера – m . При достаточно большом времени функционирования ЦК вырастет вероятность пребывания коммутатора в одном из устойчивых состояний. При этом будет обеспечиваться требование по вероятности отказа.

С помощью программной конфигурации сетей передачи данных возможно решение и других задач повышения эффективности функционирования сетевого оборудования, например отыскания оптимальных параметров взаимодействия сетевых устройств на канальном уровне [5].

Таким образом, промышленным предприятиям и научно-исследовательским организациям совместно с другими производителями сетевой инфраструктуры необходимо в приоритетном порядке разработать стратегию внедрения технологий SDN в коммуникационную составляющую функционирования систем по отраслям.

Литература

1. Апрышкина Галина. Мониторинг в корпоративных сетях. – Ежемесячный компьютерный журнал «КомпьютерПресс». №7, 2001г.
2. Сергей Орлов. SDN и другие. Журнал сетевых решений/LAN. № 06, 2014.
3. OpenFlow Specification 1.3. Open Networking Foundation. 2011.
4. Потапов С.Е., Исаева Т.А. Оптимизация параметров узла коммутации сети передачи данных с интеграцией служб. Труды LXIII научной сессии РНТОРЭС им. Попова – Москва: РНТОРЭС им. Попова, 2012. – с. 243.
5. Цимбал В.А., Косарева Л.Н., Исаева Т.А., Потапов С.Е., Ваганов И.Н. Математическая модель доставки многопакетных сообщений в соединении «точка-точка» на сети передачи данных с процедурой «скользящее окно»//Известия Института инженерной физики, 2009. №3(13). С. 13-19.

References

1. Apryshkina Galina. Monitoring of corporate networks. - The monthly computer magazine "ComputerPress." №7, 2001.
2. Sergey Orlov. SDN and others. Network Solutions Magazine / LAN. Number 06, in 2014.
3. OpenFlow Specification 1.3. Open Networking Foundation. 2011.
4. Potapov SE, TA Isayeva Optimization parameters switching node data network integration services. Proceedings of the scientific session LXIII REDS them. Popov - Moscow: RSTSRT them. Popov, 2012. - p. 243.
5. VA Tsymbal, Kosarev LN, Isayev TA, Potapov SE, IN Vaganov Mathematical model of delivery multipacket messages in connection "point to point" on a data network to the procedure of "sliding window" // Proceedings of the Institute of Engineering Physics, 2009. №3 (13). S. 13-19.

В контакте

Получить актуальную информацию, задать вопросы и узнать свежие новости о Международном научно-исследовательском журнале Вы сможете на официальной странице ВКонтакте

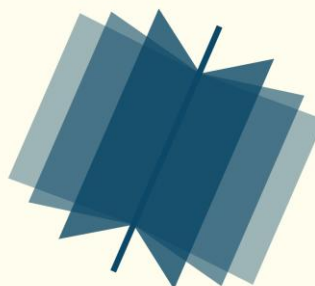
<http://vk.com/public43173774>

Опубликовать статью ВАК / Научный журнал

О компании:

Почта: editors@research-journal.org

МНИЖ предоставляет возможность опубликовать свои научные достижения аспирантам, преподавателям вузов, студентам, лицам, имеющим ученую степень, общественным деятелям, деятелям культуры и образования, политикам, экономистам России, стран СНГ и дальнего зарубежья.



DOI 10.18454/IRJ.2015.41.073

Савин А.А.

Кандидат технических наук, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-3107.2015.8

МЕТОД ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ КАЛИБРОВКИ И КОРРЕКЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗАТОРА ЦЕПЕЙ**Аннотация**

В статье рассмотрено – применение специального метода калибровки для увеличения точности векторного анализатора цепей, частотно-временная модель калиброванного анализатора, которая является основой дополнительной калибровки и коррекции измерений, и порядок обработки верификационных измерений при помощи алгоритма фильтра Калмана.

Ключевые слова: векторный анализатор цепей, калибровка, коррекция верификация.

Savin A.A.

PhD in Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

A METHOD OF SECOND-ORDER CALIBRATION AND ERROR CORRECTION FOR VECTOR NETWORK ANALYZER MEASUREMENTS**Abstract**

The article considers applying of special calibration method to increase the accuracy of the vector network analyzer, frequency-time domain model of the calibrated analyzer that is the basis of the second-order calibration and correction, processing order of measurements using unscented Kalman filter.

Keywords: vector network analyzer, calibration, correction, verification.

Векторные анализаторы цепей (ВАЦ) предназначены для измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения (S-параметров) различных СВЧ устройств. Порядок работы с прибором предполагает его калибровку, необходимую для исключения (математической коррекции) систематической погрешности измерений. В зависимости от качества калибровки, даже калиброванный прибор может содержать неисключенные составляющие систематической погрешности (эффективные параметры). Метод дополнительной калибровки и коррекции измерений ВАЦ предназначен для раздельного оценивания каждого эффективного параметра согласно признанной модели погрешностей прибора в любой среде распространения сигнала (коаксиальной, волноводной или копланарной).

Метод основан на обработке измеренных S-параметров прецизионной линии передачи в следующих режимах: на проход, то есть при подключении линии одновременно к двум измерительным портам прибора; на отражение для каждого измерительного порта отдельно, то есть при подключении короткозамкнутой линии или линии в режиме холостого хода к измерительному порту.

Обработка измерений предполагает совместное оценивание эффективных параметров калиброванного ВАЦ во всей или ограниченной полосе частот прибора. Алгоритм совместного оценивания основан на частотно-временной модели измерений. Каждый эффективный параметр локализован во временной области и его частотные свойства задаются ограниченным набором комплексных отсчетов. Комплекснозначные отсчеты для каждого эффективного параметра располагаются в полосе частот работы прибора (от начальной частоты f_{Start} до конечной частоты f_{End}) в сетке с интервалом Δf по частоте. Для расчета Δf используется соотношение:

$$\Delta f = v / (2L),$$

где v – скорость распространения зондирующего сигнала прибора в среде измерений; L – длина верификационной линии.

Измерения линии передачи в описанных выше режимах должны быть выполнены с шагом по частоте, который меньше Δf более чем в два раза. При расчете частотной характеристики каждого эффективного параметра на произвольной частоте измерений используется интерполяция кубическими сплайнами. На Рис. 1 показана частотно-временная модель калиброванного ВАЦ при тестировании линии с короткозамкнутым или открытым портом.

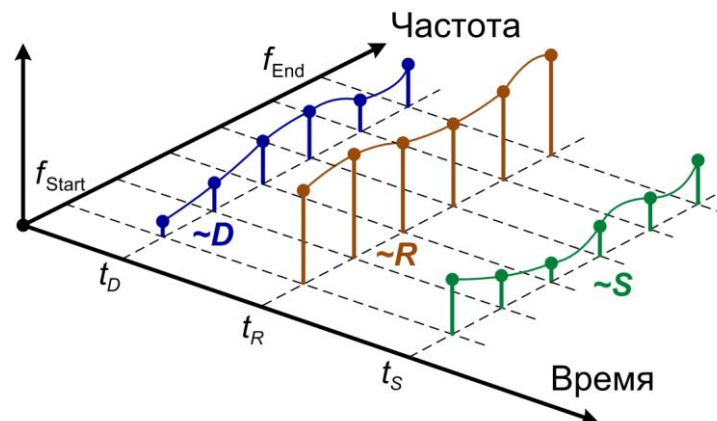


Рис. 1 – Частотно-временная модель калиброванного ВАЦ при тестировании линии с короткозамкнутым или открытым портом

Для примера, на Рис. 1 каждый эффективный параметр описан набором из 6 отсчетов. При использовании интерполяции кубическими сплайнами требуется минимум 3 отсчета.

На Рис. 2 показана частотно-временная модель калиброванного ВАЦ при тестировании линии, которая подключена к двум портам прибора одновременно. Слева на Рис. 2 показана модель для измерений коэффициента отражения, справа – коэффициента передачи.

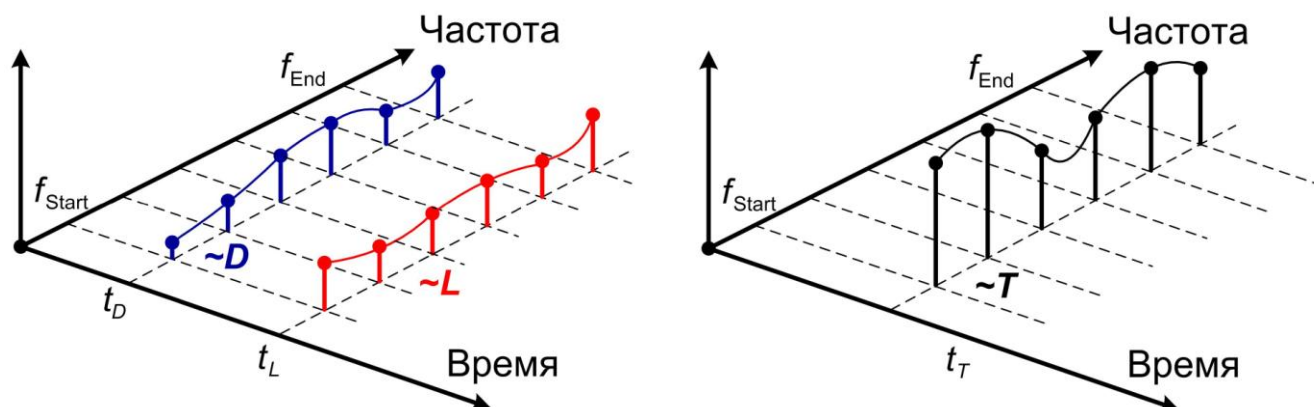


Рис. 2 – Частотно-временная модель калиброванного ВАЦ при тестировании линии на проход

Количество эффективных параметров ВАЦ, который содержит два измерительных порта, равно 10 [1]. Это следующие параметры: направленность (обозначена D на Рис. 1 и 2) для каждого порта; трекинг тракта отраженных сигналов (обозначен R на Рис. 1) для каждого порта; рассогласование порта в режиме источника (обозначено S на Рис. 1) для каждого порта; рассогласование порта в режиме приемника (обозначено L на Рис. 2) для каждого порта; трекинг передачи из первого порта во второй и из второго порта в первый (обозначен T на Рис. 2). Переменной t с нижним индексом обозначено положение на оси времени соответствующего эффективного параметра, которое зависит от длины верификационной линии: $t_D = 0$; $t_R = 2L / v$; $t_S = 4L / v$; $t_L = 2L / v$; $t_T = L / v$.

Измеренный коэффициент отражения при тестировании линии в коротком замыкании или холостом ходом (KO_1) можно записать в виде:

$$KO_1 = D + R \cdot \delta^2 \cdot \Gamma + S \cdot R \cdot (\delta^2 \cdot \Gamma)^2,$$

где δ – известный коэффициент передачи линии, определяющий положение эффективного параметра на оси времени; Γ – известный коэффициент отражения короткозамкнутой нагрузки или нагрузки холостого хода. Переменные, входящие в выражение для KO_1 , определены для всех точек по частоте, в которых выполнены измерения.

Измеренный коэффициент отражения при тестировании линии на проход (KO_2) можно записать в виде:

$$KO_2 = D + L \cdot R \cdot \delta^2,$$

Измеренный коэффициент передачи при тестировании линии на проход (КП) можно записать в виде:

$$КП = T \cdot \delta,$$

Переменные, входящие в выражение для KO_2 и КП, определены для всех точек по частоте, в которых выполнены измерения.

В качестве алгоритма одновременной обработки всех измерений (KO_1 для всех измерительных портов, KO_2 и КП для каждой пары измерительных портов) и оценивания эффективных параметров использован известный алгоритм UKF (unscented Kalman Filter) [2]. Применение алгоритма UKF, который использует численную процедуру расчета среднего и ковариационной матрицы, позволяет эффективно решить задачу оценивания при наличии громоздких выражений, определяющих связь наблюдаемых сигналов и вектора состояния. Вектор состояния содержит действительные и мнимые части отсчетов всех эффективных параметров прибора. Инициализация алгоритма заключается в задании начальных значений вектора состояния (начального приближения или начальной оценки) и ковариационной матрицы погрешности начальной оценки. Начальное приближение для вектора состояния определено следующими свойствами: действительные значения составляющих высокого уровня (трекинги передачи и отражения) равны 1; мнимые значения составляющих высокого уровня равны 0; действительные и мнимые значения параметров низкого уровня (направленности и рассогласования) равны 0. Ковариационная матрица имеет диагональный вид, дисперсии начальных оценок принимаются равными 0.1². После инициализации на вход алгоритма рекурсивно при увеличении частоты начинают поступать измерения, а на выходе фильтра формируются оценки вектора состояния модели измерительной системы в соответствии с математическим аппаратом алгоритма UKF [2]. По мере поступления и обработки измерений точность оценок возрастает. После обработки всех отсчетов измерений достигается максимальная точность оценки вектора состояния. Итоговая оценка используется для расчета эффективных параметров ВАЦ путем применения интерполяции кубическими сплайнами.

Для увеличения точности измерений S-параметров исследуемых устройств реализована векторная коррекция второго уровня, использующая результаты оценки комплексных параметров и известные [3] формулы исключения систематической погрешности. Полная структурная схема реализации метода дополнительной калибровки и коррекции измерений ВАЦ показана на Рис. 3.



Рис. 3 – Структурная схема метода

Рассмотренный подход позволяет снизить амплитуду эффективных параметров низкого уровня (D , S , L) примерно на 10 дБ (с минус 35-40 дБ до минус 45-50 дБ) и высокого уровня (R , T) примерно в 5 раз (с 0.05 до 0.01 дБ) в среднем для различных измерительных установок.

Литература

1. Savin A. A. Estimation of Complex Residual Errors of Calibrated Two-Port Vector Network Analyzer / A. A. Savin, V. G. Guba, A. Rumiantsev, B. D. Maxson // Proceedings of the 83rd ARFTG Microwave Measurement Conference. – Tampa, USA, 2014. – P. 1-4.
2. Julier S. J. Unscented filtering and nonlinear estimation / S. J. Julier, J. K. Uhlmann // Proceedings of the IEEE. – 2014. – Vol. 92, No. 3. – P. 401-422.
3. Губа В. Г. Классификация и анализ методов калибровки векторных анализаторов цепей / В. Г. Губа, А. А. Ладур, А. А. Савин // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2(24), ч. 1. – С. 149-155.

References

1. Savin A. A. Estimation of Complex Residual Errors of Calibrated Two-Port Vector Network Analyzer / A. A. Savin, V. G. Guba, A. Rumiantsev, B. D. Maxson // Proceedings of the 83rd ARFTG Microwave Measurement Conference. – Tampa, USA, 2014. – P. 1-4.
2. Julier S. J. Unscented filtering and nonlinear estimation / S. J. Julier, J. K. Uhlmann // Proceedings of the IEEE. – 2014. – Vol. 92, No. 3. – P. 401-422.
3. Guba V. G. Classification and analysis of vector network analyzer calibration methods / V. G. Guba, A. A. Ladur, A. A. Savin // Reports of TUSUR – 2011. – № 2(24), part 1. – P. 149-155.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.133

Сазонникова Н.А.¹, Нонин А.С.², Ткаченко А.С.³, Вобликов Д.Н.⁴¹Кандидат технических наук, доцент, ²аспирант, ³аспирант, ⁴аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)**КОНТРОЛЬ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ
С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ****Аннотация**

С целью совершенствования контроля положений деталей при сборке и эксплуатации разработана лазерная измерительная система контроля углового положения элементов конструкции. Реализована малогабаритная углоизмерительная система с высокой точностью измерения (погрешность $\leq 2''$) при дистанции между объектом контроля и автоколлиматором до 20 м и диапазоне измерения (10...12'). Задача решена методом "прямой угловой засечки". В результате анализа выявлена погрешность измерения координат центра изображения на ПЗС-матрице измерительного прибора.

Ключевые слова: лазерные измерительные системы, угловое положение, элементы конструкции.

Sazonnikova N.A.¹, Nonin A.S.², Tkachenko A.S.³, Voblikov D.N.⁴¹PhD in Engineering, associate professor, ²postgraduate student, ³postgraduate student, ⁴postgraduate student, Samara State Aerospace University**CONTROL ANGULAR POSITIONS OF STRUCTURAL ELEMENTS
WITH A LASER MEASURING SYSTEMS****Abstract**

To improve the monitoring of provisions of parts during assembly and subsequent operation the laser measuring system is designed to control the angular position of the structure. The small-sized measuring rotary system providing high accuracy (error $\leq 2''$) when significant working distance between the test object and the autocollimator up to 20 m and a relatively wide measurement range (10...12') is realized. The method of "straight angled serifs" was constructed to solve this problem. As a result of the analysis the measuring error of co-ordinates of center of the image on an instrument CCD matrix is revealed.

Keywords: laser measuring systems, the angular position, structural elements.

Метрологическое обеспечение многих измерительных задач производственной и научной деятельности при создании элементов конструкций летательных аппаратов и двигателей предусматривает измерение пространственного положения объектов контроля относительно единой жёсткой базы в процессе их перемещения. Совершенствование технологий изготовления и современных средств производства летательных аппаратов и двигателей требует точного контроля положений деталей при сборке, заключительных операциях и последующей эксплуатации [1-5].

Методику измерения пространственного положения элементов конструкции рассмотрим на примере системы измерения деформаций элементов посадочных мест под чувствительные элементы системы управления движением летального аппарата (ЧЭ СУД) (рис. 1).

Вес и температура, действующие на элементы конструкции, вызывают деформацию зеркал, изменение позиции и линейный сдвиг каждой из плоскостей зеркал относительно заданного положения. Для компенсации этих воздействий необходимо реализовать систему для измерения отклонения посадочных поверхностей от установленного номинала [5].

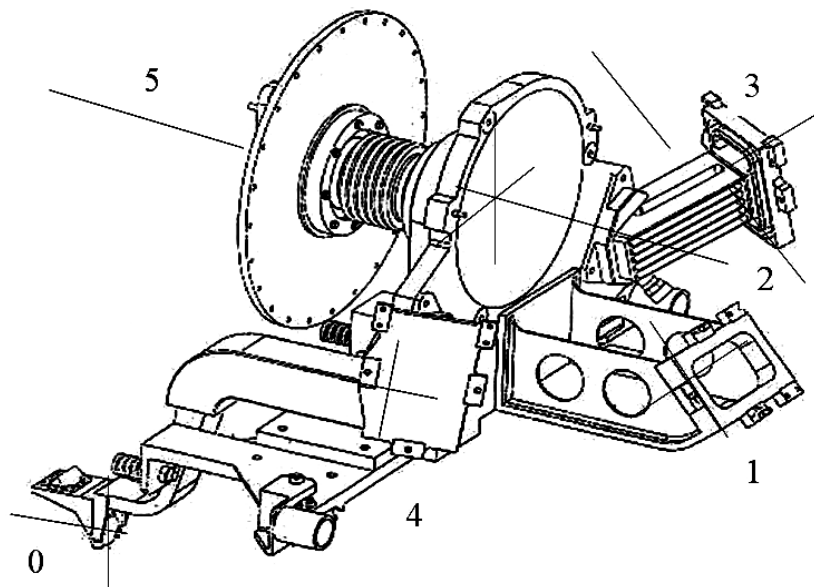


Рис. 1 – Общий вид конструкции платформы с посадочными местами под ЧЭ СУД: 0 – узел подвески; 1,3,4– места установки зеркал; 2, 5 –вращающиеся плоские зеркала.

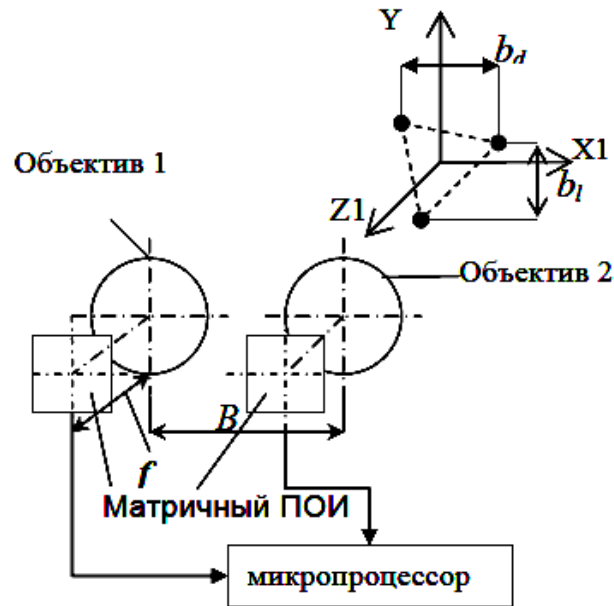


Рис. 2 – Обобщённая структурная схема оптико-электронной системы, работающей по методу триангуляции

Для контроля углового положения крупногабаритных конструкций эффективны оптико-электронные измерительные системы. Применительно к поставленной задаче необходима реализация малогабаритной углоизмерительной системы, обеспечивающей высокую точность измерения (погрешность не более $1,5 \dots 2''$) при значительной рабочей дистанции между объектом контроля и автоколлиматором (до 20 м) и относительно широком диапазоне измерения ($10 \dots 12'$).

Чувствительность измерения в ОЭС контроля углового положения элементов конструкции обоих видов по дальности и угловым координатам прямо пропорциональна произведению базового расстояния между контрольными точками объекта (для ОЭС, работающей по методу «угловой засечки» – между центрами апертур объективов двух приемных каналов) на фокусное расстояние объектива [4,5].

Измерительный канал реализует триангуляционный метод. В соответствии с методом каждая видекамера измеряет углы визирования лазерного диода, расположенного в контрольной точке. Измеряются углы визирования в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Для этого ПЗС-матрицы, расположенные в фокальных плоскостях объективов видекамер, измеряют по две координаты изображений в горизонтальной и вертикальных плоскостях изображений светодиода соответственно (рис. 3).

При решении задачи автоматизированного контроля положения с объектом связываются визирные цели, фиксирующие три и более его контрольных точки. Изображения визирных целей регистрируются оптико-электронным измерительным преобразователем, включающем в общем случае несколько измерительных каналов, с отдельными анализаторами на основе матричных фотоприемников, и с последующей компьютерной (микропроцессорной) обработкой видеокadra. При этом предварительная обработка измерительной информации может осуществляться в непосредственной близости от анализатора, что увеличивает помехозащищённость системы в целом и исключает избыточность информации.

В ОЭС, работающей по методу «угловой засечкой» углы визирования трёх (или более) визирных целей объекта измеряются двумя видеосистемами, каждая из которых включает матричный приёмник оптического излучения (ПОИ) (рис. 2). Обработка видеокadров выполняется микропроцессором.

Угловые поля видеосистем перекрываются, обеспечивая визирование контролируемого объекта, центры объективов видеосистем расположены на известном базовом расстоянии B .

Выполнен теоретический анализ чувствительности ОЭС двух видов к измерению линейных и угловых координат.

В частности, при условии измерительной задачи, когда система работает на дальнем участке дистанции, $L \gg B$, $L \gg b_l, b_d$ и одной измеряемой координате, чувствительность измерения ОЭС «угловой засечки» смещений x, y и дистанции L до объекта определяются выражениями: [3]

$$S_x = S_y = \frac{f}{L}, \quad (1)$$

$$S_L = \frac{B - f}{L^2}. \quad (2)$$

Выражения (1),(2) справедливы и для ОЭС метода триангуляции (МТ) «обратной угловой засечки» при замене B на b_d . Чувствительность к углам поворота для ОЭС МТ «обратной угловой засечки» определяется выражением

$$S_{\Theta} = \frac{bf}{L}. \quad (3)$$

Выражение (3) определяет чувствительность измерения поворота Θ_3 при $b = b_d$ и измерения поворотов Θ_1, Θ_2 при $b = b_l$.

В ОЭС МТ «угловой засечки» величина b базы между визирными целями не известна заранее, а определяется в процессе измерения линейных координат, что определяет потенциально большую погрешность измерения углов поворота по сравнению с ОЭС МТ «обратной угловой засечки».

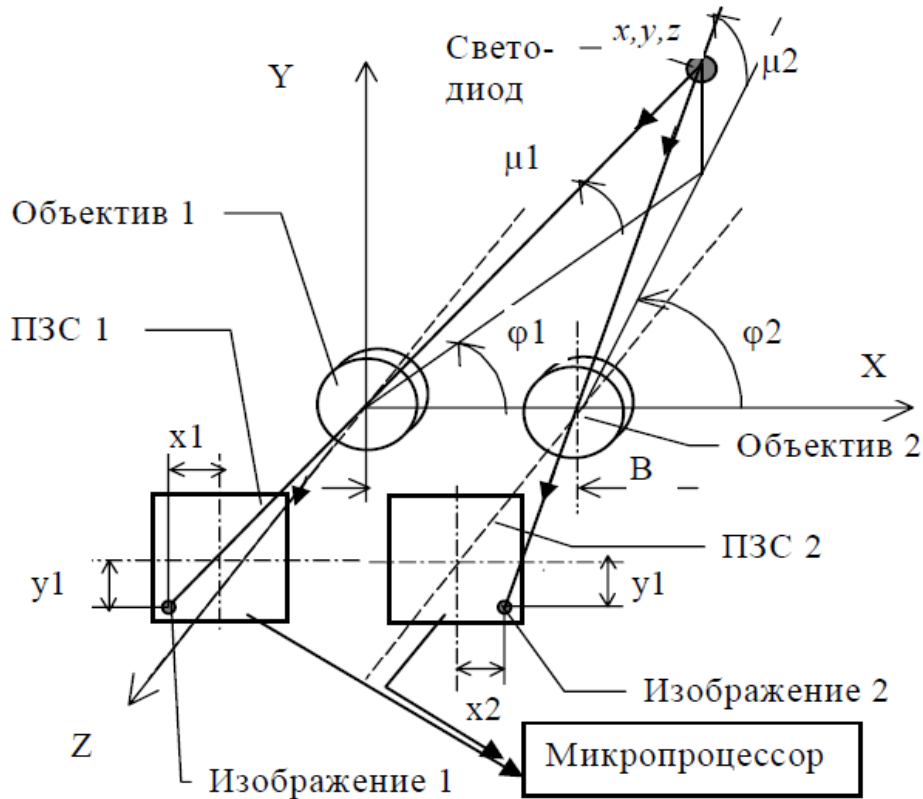


Рис. 3 – Принцип работы прибора по методу «угловой засечки»

Углы визирования и координаты контрольной точки определяются следующими соотношениями:

$$\phi_1 = \frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{x_1}{f}\right) \quad \phi_2 = \frac{\pi}{2} + \arctg\left(\frac{x_2}{f}\right), \quad (4)$$

$$\mu_1 = \arctg\left(\frac{y_1}{f}\right) \quad \mu_2 = \arctg\left(\frac{y_2}{f}\right), \quad (5)$$

$$z = \frac{B \cdot \operatorname{tg}(-\phi_1) \cdot \operatorname{tg}(\pi - \phi_2)}{\operatorname{tg}(-\phi_1) + \operatorname{tg}(\pi - \phi_2)} \quad x = \frac{B \cdot (\pi - \phi_2)}{\operatorname{tg}(-\phi_1) + \operatorname{tg}(\pi - \phi_2)}, \quad (6)$$

где $y = 0,5\sqrt{x^2 + z^2} \operatorname{tg}(\mu_1) + 0,5\sqrt{z^2 + (B - x)^2} \operatorname{tg}(\mu_2)$, f - фокусное расстояние объектива, B - базовое расстояние между осями видеокамер.

Контроль поверхности площадок проходит в два этапа. На первом – контроль положения посадочных мест проводится без технологических нагрузок. На втором этапе контроль посадочных мест проводится после проведения испытаний. Отражающие зеркала от смещений вдоль оптической оси и от поперечных смещений предохраняют металлические пластины, установленные на площадках.

Описанный ниже способ позволяет выявить оптическим способом стабильность положения посадочных площадок под чувствительные элементы и оценить воздействие внешней среды. На рис. 4 и 5 показаны оптические схемы измерений стабильности положения посадочных мест под чувствительные элементы. На рис. 5 представлен общий вид конструкции с посадочными местами под ЧЭ СУД.

В первом случае на рис. 4 приводится оптическая схема для определения отклонений площадки чувствительных элементов. Углы β и γ задаются из условия, что зеркала на базовой и измеряемой поверхности должны устанавливаться строго перпендикулярно оптической оси измерительного прибора 2 (например, телекамера). Угол α находится как $\alpha = \beta - \gamma$. В данной схеме лазерный излучатель устанавливается на теодолите и необходим для определения точки пересечения опорной и измеряемой оси.

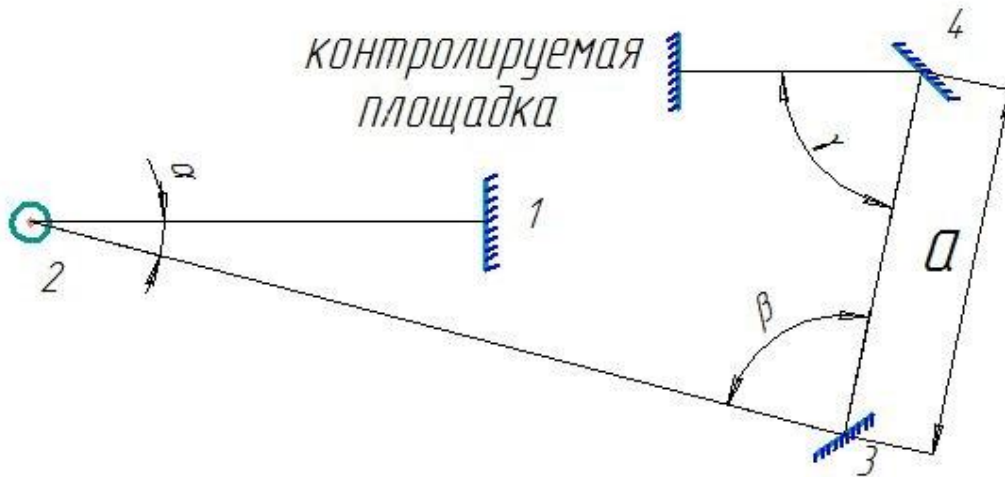


Рис. 4 – Оптическая система для определения отклонений площадок конструкции подвески чувствительных элементов: 1-базовая площадка, 2-измерительный прибор, 3, 4-зеркала для определения места пересечения оптических осей, 5-исследуемая площадка

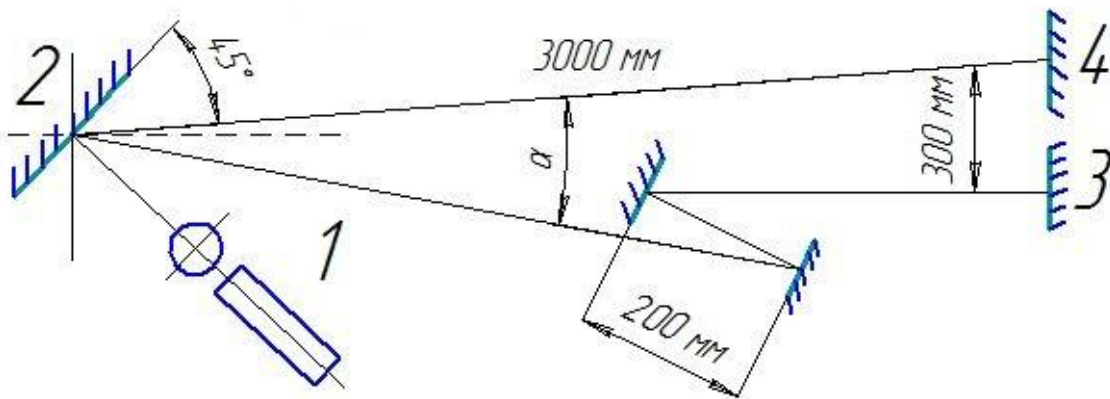


Рис. 5 – Измерение положения посадочных мест под чувствительные элементы: 1 - лазер и теодолит; 2 – большое зеркало; 3 – контролируемая площадка; 4 – «базовая» площадка ($\alpha = 10^{\circ}02'34''$)

Оптические оси базовой и исследуемой площадок лежат в одной плоскости. Если они параллельны друг другу, то задается условие перекрестия. Расстояние и углы между зеркалами 3 и 4 в процессе проведения измерений не изменяют свою величину. На рис. 5 приводится опытная схема измерений угла между зеркалами 3 и 4 с использованием оптического усилителя (зеркало 2). После каждого вида испытаний узел посадочной площадки индивидуально устанавливается в схему вертикального контроля. При проведении испытаний требуется минимизировать деформацию поверхности зеркал от торцевых нагрузок в пределах $10''$. В соответствии с комплексной программой экспериментальной отработки собранный узел посадочного места зеркала подвергается испытаниям с целью подтверждения сохранности его характеристик: транспортные технологические испытания; испытания на прочность к воздействию линейных ускорений по осям X и Y (вдоль оптической оси зеркала и в поперечном направлении); испытания на кратковременные динамические ускорения по осям X и Y ; испытания на прочность к воздействию пониженной (-50°C) и повышенной ($+50^{\circ}\text{C}$) температуры; термовакуумные испытания, при которых температура зеркала изменялась в пределах $\pm 5^{\circ}\text{C}$; при этом во всем диапазоне изменения температуры от $+12^{\circ}\text{C}$ до $+28^{\circ}\text{C}$ контролируется качество зеркала.

При выборе параметров лазерного излучения, расчёт которых следует провести, необходимо исходить из того, что их число должно быть минимальным, так как большой объём полученных результатов может затруднять их использование. Как правило, наибольшие изменения аберраций имеют место для лучей, идущих на край входного зрачка и край поля изображения. Поэтому для подавляющего большинства оптических систем достаточно ограничиться расчётом следующих лучей: для точки на оси – луча, идущего на край входного зрачка и для края поля изображения – главного луча; двух меридиональных лучей, идущих на верхний и нижний края входного зрачка (с учётом виньетирования) и одного внемеридионального луча, идущего в точку зрачка с координатами $m=0$, $M=m_{\max}$, где m_{\max} – радиус зрачка.

Для оптических систем, работающих с большой числовой апертурой (с большим относительным отверстием), целесообразно рассчитать осевой и внеосевой лучи для зоны входного зрачка с координатой $m = \sqrt{0,5m_{\max}}$. Для систем со средними и большими полями изображений следует дополнительно рассчитать лучи пучка, идущего из точки предмета с ординатой $y = \sqrt{0,5y_{\max}}$ (или при $s_1 = -\infty$ для $\mu = \sqrt{0,5\mu_{\max}}$), где y_{\max} – размер предмета, μ_{\max} – синус угла поля.

Основными требованиями на первом этапе контроля посадочных мест под чувствительные элементы являются: диапазон измерений - от 0' до 10', погрешность измерения - 10", измерения проводятся при нормальных условиях. Параметры окружающей среды не оказывают влияния на точность измерений при обеспечении их стабильности в следующих диапазонах: по температуре - $\pm 5^\circ\text{C}$; по влажности - $\pm 5\%$; по давлению - ± 10 мм рт. ст., - допустимая амплитуд виброперемещений – не более 5 мм на дистанции 20 м. Система измерений должна позволять производить измерения перемещений по трем координатам, при этом взаимное расположение измеряемых элементов может быть произвольным без ограничения на степень свободы.

Экспериментальные исследования проводились согласно схеме на рис. 4. При отработке методики использовался теодолит 2Т2А, излучатель – полупроводниковый лазер IDL5S-640. Точность измерений составляла 3". При длине базовой оси 3 м влияние внешних воздействий не наблюдается.

В результате проведённого анализа выявлены следующие первичные погрешности, определяющие точность измерения линейных и угловых координат контролируемого объекта: погрешность измерения координат центра изображения измерительной марки на ПЗС-матрице измерительного оптико-электронного преобразователя, обусловленная шумами и дискретностью приёмной площадки и погрешность измерения, определяемая отклонением величины фокусного расстояния объективов от номинального значения.

Таким образом, разработанная методика контроля положений посадочных мест с использованием полупроводникового лазера позволяет сократить трудоёмкость испытаний, в том числе процесса наладки системы, в 3–4 раза. При этом точность измерений системы составляла 0,1", а при длине базовой оси 3 м влияние внешних воздействий не наблюдается.

Литература

1. Ворона А.М., Коняхин И.А. Исследование регулярного виньетирования в оптико-электронных системах измерения угловых деформаций крупногабаритных конструкций // Изв. ВУЗов. «Приборостроение». Т. 51, 2008. № 9. С. 14-18.
2. Аникст Д.А., Константинович К.М., Мескин И.В. Высокоточные угловые измерения. М.: Машиностроение, 1987. 480 с.
3. Михеев С.В., Коняхин И.А. Моделирование оптической системы измерения координат объекта методом обратной линейной засечки // Сборник трудов VI Международной конференции "Прикладная оптика" 18-21 октября 2004 г, СПб, Т.1 "Оптическое приборостроение". СПб.: 2004. С. 335-338.
4. Коняхин И.А. Панков Э.Д. Трёхкоординатные оптические и оптико-электронные угломеры. М.: Недра 1991. 224 с.
5. Михеев С.В. Моделирование оптической системы измерения координат объекта методом обратной угловой засечки // Сборник трудов II межвузовской конференции молодых учёных 28–31 марта 2005 г./ Под редакцией В.Л. Ткалич. Том 3. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. С. 180-183.

References

1. Vorona A.M., Konjahin I.A. Issledovanie reguljarnogo vin'etirovanija v optiko-jelektronnyh sistemah izmerenija uglovyh deformacij krupnogabaritnyh konstrukcij // Izv. VUZov. «Priborostroenie». T. 51, 2008. № 9. S. 14-18.
2. Anikst D.A., Konstantinovich K.M., Mes'kin I.V. Vysokotochnye uglovyje izmerenija. M.: Mashinostroenie, 1987. 480 s.
3. Miheev S.V., Konjahin I.A. Modelirovanie opticheskoy sistemy izmerenija koordinat ob#ekta metodom obratnoj lineinoj zasechki // Sbornik trudov VI Mezhdunarodnoj konferencii "Prikladnaja optika" 18-21 oktjabrja 2004 g, SPb, T.1 "Opticheskoe priborostroenie". SPb.: 2004. S. 335-338.
4. Konjahin I.A. Pankov Je.D. Trjohkoordinatnye opticheskie i optiko-jelektronnye uglomery. M.: Nedra 1991. 224 s.
5. Miheev S.V. Modelirovanie opticheskoy sistemy izmerenija koordinat ob#ekta metodom obratnoj uglovoj zasechki // Sbornik trudov II mezhvuzovskoj konferencii molodyh uchjonyh 28–31 marta 2005 g./ Pod redakciej V.L. Tkalic. Tom 3. SPb: SPbGU ITMO, 2005. S. 180-183.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.185

Салаватова Ю.Ш.¹, Ибрагимов Р.М.², Габдрахманова К.Ф.³¹Студент, ²студент, ³кандидат педагогических наук,

Уфимский государственный нефтяной технический университет

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОРИЗОНТА АС-12-3 ПРИОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

В работе рассматриваются статистические методы анализа геолого-физической характеристики фильтрационно-емкостных свойств горизонта БВ8-1, которые способствуют формированию в нем трудноизвлекаемых запасов. На основе проведенного анализа дается обоснование выбора метода интенсификации добычи ТРИЗ на основе применения технологии одностадийного ГРП. На основе математических методов обработки статистических данных его промысловой эффективности установлены количественные критерии выбора параметров трещины по её длине, высоте и количеству закачиваемого в неё проппанта. Анализированы промысловые эффективности, определены приросты ежегодной накопленной добычи не менее чем на 10 – 15 %. Согласно исследованиям, по истечении некоторого времени (4 лет) промысловая эффективность одностадийного ГРП начала также снижаться, что потребовало поиска путей его совершенствования на основе внедрения его многостадийной модификации. Анализ результатов его промыслового опробования позволил получить количественные критерии оптимизации многостадийного ГРП на основе обоснованного выбора как длины и объема трещин, так и их количества, что позволило обеспечить достижение планового КИН при разработке горизонта АС-12-3 в установленные и согласованные с ГКЗ РФ сроки.

Ключевые слова: статистические методы, трудноизвлекаемые запасы, промысловая эффективность, одностадийного ГРП, количественные критерии, многостадийное ГРП.

Salavatova Yu. Sh.¹, Ibragimov R.M.², Gabdrahmanova K. F.³¹Student, ²student, ³ PhD in Pedagogy,

Ufa State Oil Technical University

STATISTICAL METHODS POSSIBILITY OF INCREASING THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF THE MULTI-STAGE FRACTURING IN THE DEVELOPMENT OF HORIZON AC-12-3 “PRIOBKOE” FIELD

Abstract

The paper deals with statistical methods for analysis of geological and physical characteristics of the reservoir properties of the horizon AC-12-3, which help to shape it hard to recover reserves. On the basis of the analysis given rationale for the choice of the method TRIZ stimulation through the use of a single-stage hydraulic fracturing technology. On the basis of mathematical methods of statistical data processing of its commercial efficiency to quantitative selection criteria fracture parameters of its length, height and amount of proppant pumped into it. Analyze the efficiency of fishing, on the growth of the annual cumulative production by at least 10 - 15%. According to studies, after some time craft efficiency single-stage hydraulic fracturing has also begun to decline, which required finding ways to improve it by introducing its multi-stage modification. Analysis of the results of its commercial testing yielded quantitative criteria optimization of multi-stage hydraulic fracturing based on informed choice as the length and scope of the cracks and their number that would achieve the planned recovery factor in the development of AC-12-3 horizon within the SRC and agreed to the terms of the Russian Federation.

Keywords: statistical methods, hard-to-recover reserves, field efficiency, single-stage hydraulic fracturing, quantitative criteria for multistage fracturing.

Unique “Priobskoe” part of a large-“Khulymskoye Priobskaya” zone of oil and gas, which is a broad band stretches from North to South in the central part of the West Siberian Plain.

According to geological studies -commercial, oil saturation thickness of the deposit has stratified character and represents the main productive horizon formation AC-12-3 “Cherkashinskoye” suite, whose power is increased (up to 16 - 18 m) to the crest of the field and decreases (up to 4 - 5 m) in its zone of the wing.

Fig. 1 shows the histograms of the effective oil-saturated reservoir capacity AC-12-3, which show that it is not more than 50% of the actual capacity of the reservoir and its prevailing value of from 3 to 7 meters is 60%, and the remaining capacity from 1 to 3 and 8 m to 10 m have less than 40%.

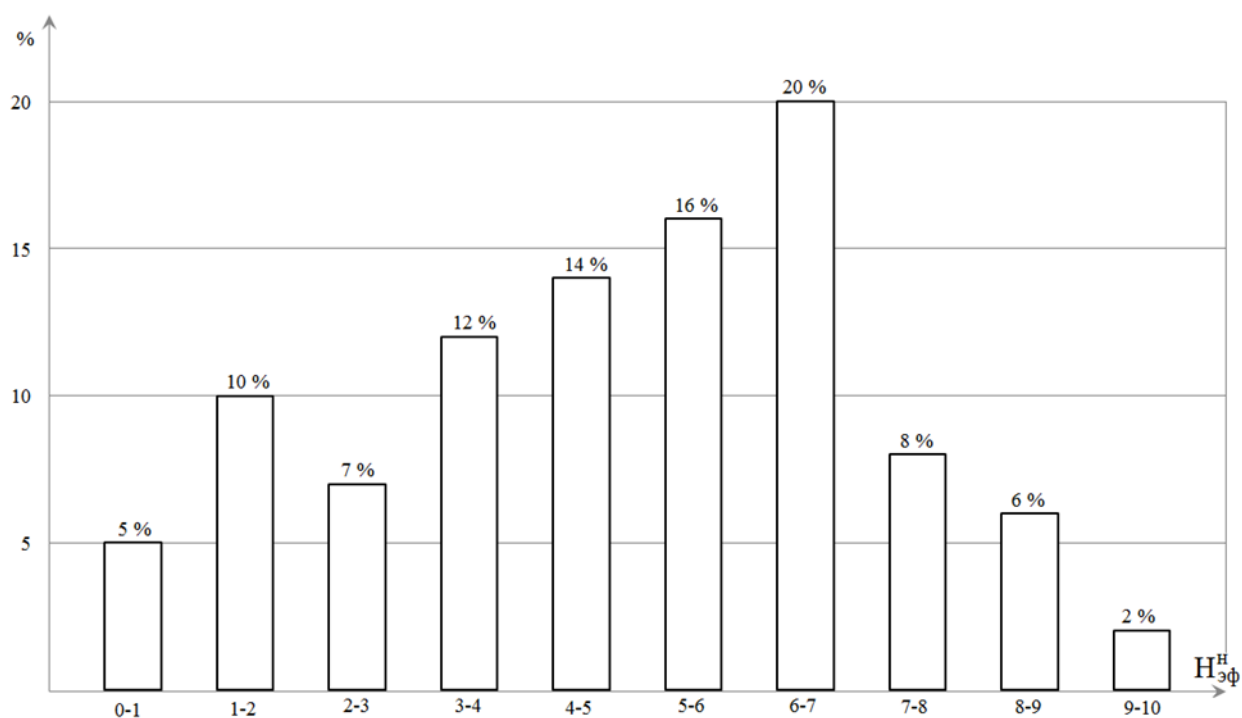


Fig. 1 – Histogram of distribution of effective oil-saturated reservoir AS12-3 power [2]

Besides the formation of AC-12-3 it is characterized by relatively high ruggedness, which in the case of the presence of from 2 to 6 seams up to 80% or more (see. Fig. 2).

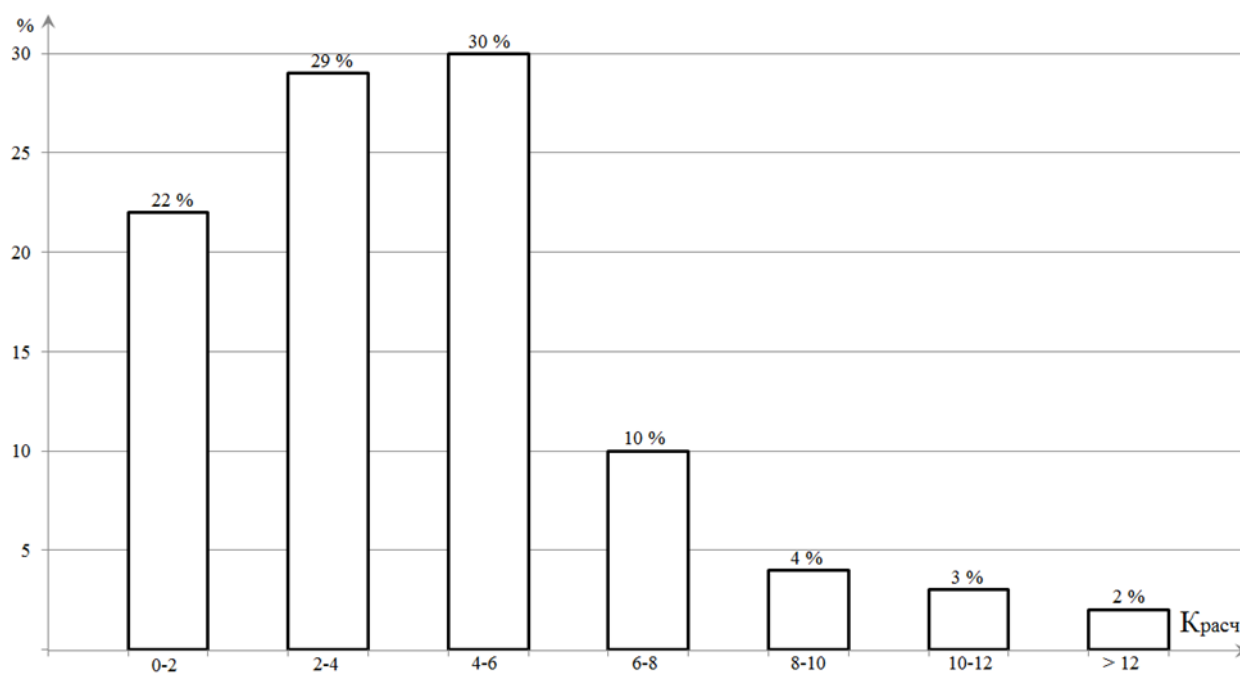


Fig. 2 – Histogram distribution of dissection AS12-3 producing formation [2]

Productive layer has a sufficiently low-to-gross ratio, the share of which is about 0.4 to 90% (see. Fig. 3), due to the relatively high coefficient of clay ($CHF = 5.8\%$), despite the rather high average intergranular porosity of the reservoir (see. Fig. 4) equal to 19%, is the cause of its low permittivity (45 - 90 mpc) with an average oil content of 62 to 76%.

Ultimately, given reservoir properties of the formation AC-12-3 allows it to carry therein oil to the category of hardness, leading to their irregular development area of occurrence.

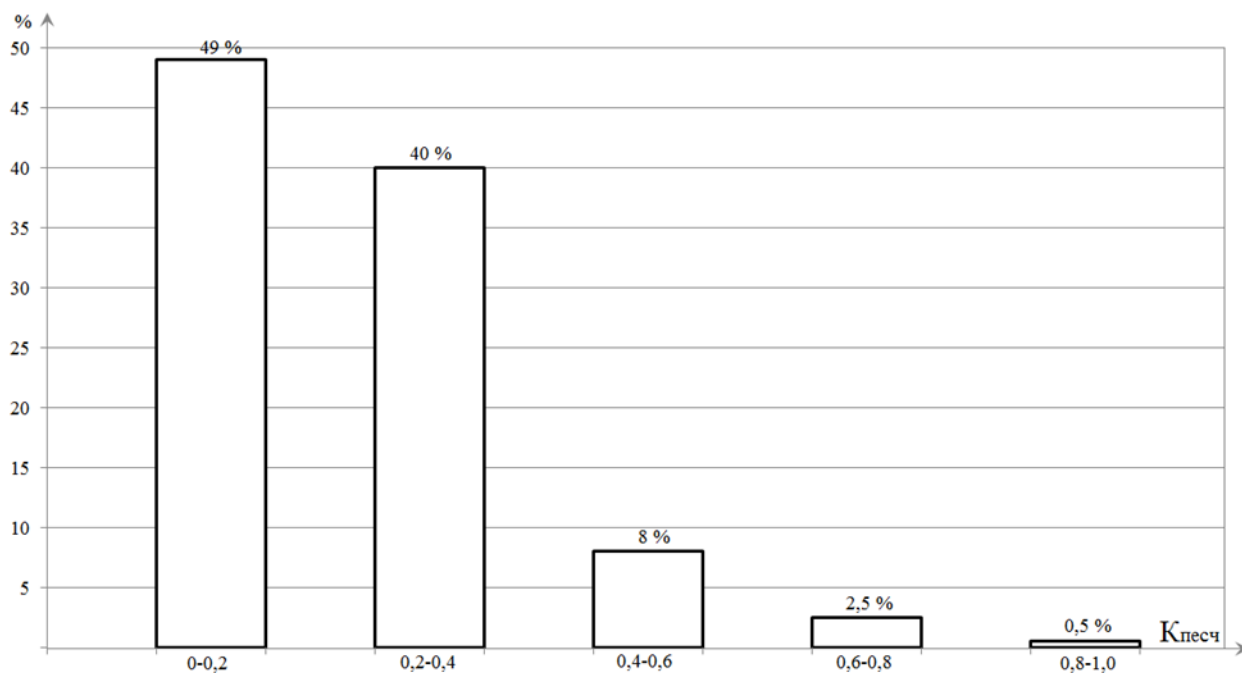


Fig. 3 – Histogram-gross distribution of productive formation AS12-3 [2]

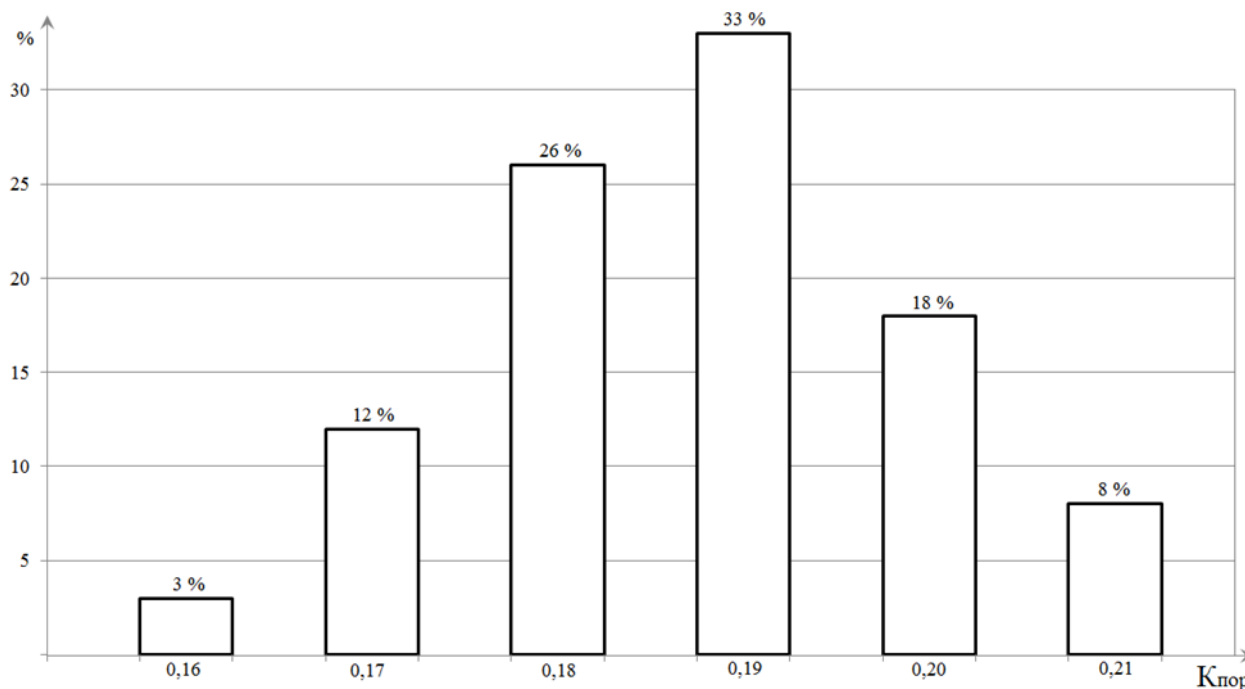


Fig. 4 – Histogram distribution of the porosity producing formation AS12-3 [2].

In accordance with the project specification mode is selected with the SRC calculation produce a single crack in the productive strata height (STR) to 0.8 - 0.9 NPL long Length of tube to 70 - 80 meters and disclosure (B) 3 - 5 mm.

Evaluation of the effectiveness of fishing EMG showed that it was about 50%. Analysis of the results failed EMG showed that they are usually accompanied by low growth in debit and watering, compared to the original, although the selected wells were located in the zone of relatively high residual reserves [5, 6].

The study of the structural features of the field and their comparison with the direction of the faults underlying the foundation found that in the wing areas of sedimentary strata formed sections of stress.

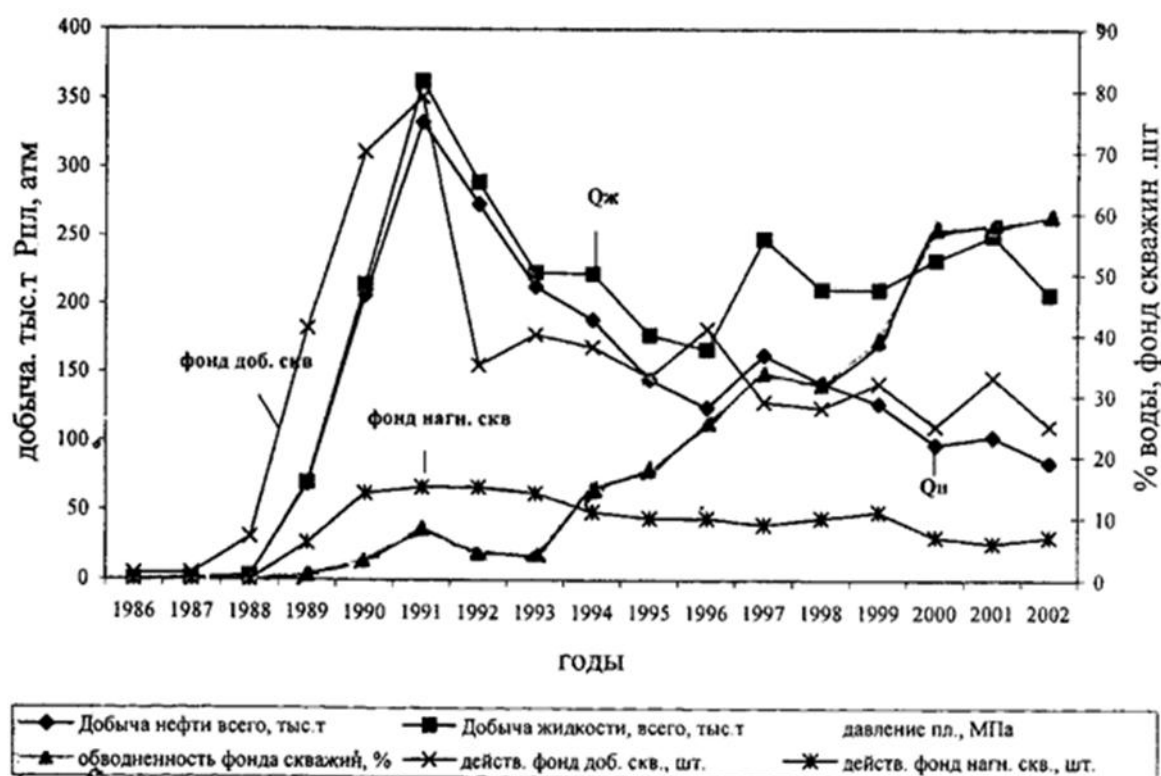


Fig. 5 – Dynamics of the formation operation AS12-3 “Priobskoe” field [1]

The state of rock, accompanied by the formation of a natural fracture having a predominantly axial (along Valo-shaped structure field) direction.

Comparison of the data from the failed hydraulic fracturing of wells located in areas of concentration of remaining reserves and the direction in which the natural fractures found that they are due to hit the second wing cracks in the area of depleted stocks with high water content, which may explain their low efficiency [7].

At this stage, experimental and industrial testing of the multi-stage fracturing technology selection of wells was carried out on the following criteria [4]:

- oil saturated reservoir thickness not less than 3 m;
- potential production rate (maximum flow rate in the history of exploitation) is not less than 10 tons / day;
- initial oil saturation $K_n > 0,4 + 0,15 \cdot (1 - \sqrt{\alpha_{nc}})$;
- power overlying and underlying screens at least 3 m.
- the ratio of current to the initial reservoir pressure of at least 0.9.
- the condition of the cement stone in the range of ± 20 m had good perforation;
- well should not have casing flows;
- water cut of not more than 50%;
- the angle deviation of the wellbore from the vertical interval of the formation is not more than 10° ;
- watering of the surrounding wells no more than 70%.

In order to study the efficiency of the process, technology of hydraulic fracturing was carried out on, the basis of proven techniques previously studied on the effects on her cracked parameters: length, height, width, and the number of proppant. [8]

As a result, it was found that with increasing crack length increases the initial oil production rate and reduced water cut, which follows from the graphs shown in Fig. 6, 7.

It was found that with increasing height of the crack on the effective capacity of the reservoir decreases oil production rate, and the water content; but on the contrary, it increases, as can be seen from the graphs shown in Fig. 8, 9. Such behavior is clearly associated with a decrease in the effective oil-saturated reservoir capacity as the development of reserves in the course of continuous operation.

By using the selection criteria derived from optimum parameters of a multi-stage hydraulic fracturing technology, we managed not only to stop the incipient decline in current production accumulated during the operation of the formation of AC-12-3, but also provide it to an increase in 2006 (see. Fig.11). However, after 2006, as can be seen from the graphs, there has been a decline in the next accumulated current production due to the inevitable decline in the efficiency of a single-stage hydraulic fracturing technology [9].

Alternatively, single-stage hydraulic fracturing technology has been developed a multistage fracturing when the formation is being drilled and the horizontal shaft therein using special equipment technology to create multiple fractures in a certain spaced interval from each other [10].

From the dependency, it implies that the range of estimated production rates and selling are almost the same, indicating that quite perfect method of forecasting the effect of fishing on multi-stage hydraulic fracturing. [6]

References

1. Bolsman T. A. Phase behavior of Alkyl Xylene sulfonate (oil) brine Systems.// 2-nd European Symposium EOR.- Paris.-1982.-P.215-227.
2. Fracturing / Educational-methodical unit № 1. Tomsk, 2002. - 35 p.
3. Gabdrakhmanov NH, Galiullin MF Galiullin TS Malets ON, MY Aschepkov The methods of enhanced oil recovery - the basis of rational development of oil field. // STJ Oilfield delo.A-2002.- № 5.-S.8-10.
4. Galiev RG Increased production of hard-to-hydrocarbon reserves. // Moscow- Cup - AG-1997-S.22-34.
5. Gutorov YA, Gabdrakhmanova KF, Larin PA Probability theory and mathematical statistics, examples and problems of development of oil fields. (Tutorial allowed UMO PAE on classical university and technical education), Ufa :, UGNTU, 2013, 134 p.
6. Gutorov YA, Shakurov AF The basic technology of hydraulic fracturing in oil and gas wells // Ufa, UGTNU, 2009. - 199 p.
7. Joe M. Mack. Larger flow rates after fracturing effectively in Russia / Methodology and procedure of calculation of the simulation characteristics of the inflow wells after fracturing / University of Houston, 2002 - 28.
8. JuntgenH., Teichmuller M., Zirndorf D. Eigenschaften Tektonischer Steinkohlen. // Brennstoffchemie.-1969.-Bd.50.-N 2.-P.54-62.
9. Maneel Braman. Hydraulic fracturing and its quality control / courses for the company "Sibneft". 2004 - 600 .
10. Michael Economides Zhd. Advances in the development of deposits of Houston University, 2002. - 476 p.
11. Nur A. Dilatancy, pore fluids, and premonitory variations of V_p/V_s .// Bull. Seismol.Sos.Amer.- 1972, № 5.-P.1217-1222.
12. Proskurin VA Improving technology multi-stage hydraulic fracturing in horizontal wells / thesis for the account. Art. Ph.D. Spec. 25.00.17, Ufa, IPTER 2013.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.012

Сидоров М.В.

Инженер,

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»

**УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ
В СОСТАВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

Аннотация

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований транспортно-технологического модуля в составе машинно-тракторного агрегата. Анализ экспериментальных данных методами статистической динамики подтвердил, что транспортно-технологический модуль служит упругодемпфирующим элементом, воспринимающим на себя наиболее существенную часть колебаний, возникающих в результате взаимодействия рабочего орудия сельскохозяйственной машины с почвой.

Ключевые слова: лабораторно-полевые исследования, транспортно-технологический модуль, демпфирование, спектральная плотность, корреляционная функция.

Sidorov M.V.

Engineer

Bauman Moscow State Technical University Kaluga Branch

**UPRUGODAMPING PROPERTIES OF TRANSPORT-TECHNOLOGICAL MODULE AS A PART
OF THE AGRICULTURAL MACHINE AND TRACTOR UNIT**

Abstract

The article considers introduction of Laboratory and field experiments on prototype of the transport- technological module as a part of the machine and tractor unit. The analysis of the experiment results based on methods of statistical dynamics confirms that the transport- technological module serves as a damping element and undertakes the most significant part of the fluctuations resulting from interaction of the implement with the soil.

Keywords: laboratory and field testing, transport-technological module, damping, spectral density, correlation function.

Для повышения универсальности энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов прибегают к их балластированию или применению третьего подкатного моста с приводом активных колес от ВОМ трактора (транспортно-технологического модуля) [1]. Основное назначение транспортно-технологического модуля (ТТМ) состоит в создании дополнительной силы тяги за счет использования «излишка» мощности двигателя энергонасыщенного трактора. Побочным его свойством являются демпфирование горизонтальных колебаний, создаваемых силой сопротивления сельскохозяйственного орудия. Гашение колебаний осуществляется эластичностью пневматических шин колес и инерционностью массы ТТМ. Исследование упругодемпфирующих свойств ТТМ представляет определенный интерес, потому что могут существенно снижать динамическую нагрузку на трансмиссию и двигатель, а также повышать виброзащищенность тракториста [2]. Настоящая статья посвящена этому вопросу.

Для проведения физических опытов был изготовлен образец МЭС. Транспортно-технологический модуль, изготовленный на базе ведущего моста трактора Т-150К, соединен с трактором МТЗ-82 (энергетическим модулем), образуя модульное энерготехнологическое средство МЭС-100. В передней части транспортно-технологический модуль оснащен стандартным навесным устройством трактора класса 1,4 для соединения с механизмом навески энергетического модуля. В задней части транспортно-технологический модуль имеет механизм навески, унифицированный с механизмом навески трактора Т-150К.

Привод ходовой части транспортно-технологического модуля осуществляется от синхронного ВОМ энергетического модуля через карданную передачу и согласующий редуктор ТТМ, обеспечивающий равенство окружных скоростей ведущих колес энергетического и транспортно-технологического модулей. В процессе движения рычаг управления гидроцилиндром навесного устройства устанавливается в «плавающее» положение, что обеспечивает удовлетворительное копирование неровностей почвы трехосной ходовой системой в продольно-вертикальной плоскости.

Исследование демпфирующих свойств транспортно-технологического модуля проводилось при выполнении технологической операции рыхления почвы тяжёлой дисковой бороней БДТ-10. Для регистрации данных, поступающих от датчиков использовался аналогово-цифровой преобразователь фирмы National Instruments, представляющий собой блочно-модульную систему с несущим шасси с DAQ-9172, восемью слотами для модулей и USB-разъёмом для подключения к ноутбуку.

Данная измерительная система позволяла вести запись в цифровой форме на ноутбук в режиме реального времени без необходимости предварительной аналоговой фильтрации с высокими частотами дискретизации, достигающими 2000 Гц. Обоснование применения разработанного измерительного комплекса заключается в необходимости фильтрации данных на этапе обработки, а не на этапе записи. Это позволяет более детально исследовать все частотные составляющие сигнала и проводить статистический анализ, исходя из условий постановки задачи.

В течение опытов непрерывно и синхронно записывались на ноутбук следующие параметры МТА на основе МЭС:

- тяговые усилия, действующие на нижние оси механизмов навесок энергетического и транспортно-технологического модулей в горизонтальной плоскости, кН;
- моменты на правом и левом задних колесах энергетического и на правом и левом колесах транспортно-технологического модуля.

Измерение тяговых сопротивлений энергетического и транспортно-технологического модулей производилось путем замера продольных сил, параллельных направлению движения, действующих на нижнюю ось навесных устройств. При этом оценка усилий, действующих на нижнюю ось навески, осуществлялась замером деформаций от изгибающих моментов на оси в горизонтальной плоскости. Для этой цели на оси делались проточки, на которых выполнялись площадки в вертикальной плоскости для наклейки проволочных тензорезисторов. Наклейка последних позволила измерить составляющую усилия, которым нагружены нижние тяги навески, в горизонтальной плоскости, независимо от угла наклона тяг к плоскости пути. Для исключения ошибки от изменения точки приложения силы, через тяги нагружающую нижнюю ось, применялась дифференциальная схема соединения тензорезисторов.

Измерение крутящих моментов на задних ведущих колесах энергетического и транспортно-технологического модулей производилось тензорезисторами наклеенными на их полуосях, под углом 45^0 к оси вала и соединялись в мостовую схему. Такая схема наклейки автоматически компенсирует влияние изгибаемых моментов и осевых сил на результат измерения. Для осуществления непрерывного токосъема применялись ртутно-амальгамированные концевые токосъемники ТРАК-12, обеспечивающий надежную работу при высоких угловых скоростях.

Длины полученной реализаций по времени составляли 120 с, что соответствовало длине гона в 200 м с участками разгона и торможения. Шаг квантования составлял $h=0,0005\text{с}$, частота дискретизации равнялась $\Delta f=2000\text{ Гц}$. Для анализа динамики процесса был применен аппарат теории стационарных случайных функций (корреляционный и спектральный анализ) [3]. В анализируемых процессах наблюдаются четыре диапазона определяющих частот: 0...3 Гц, 5...7 Гц, 7...9 Гц, 9...11 Гц и 14...16 Гц.

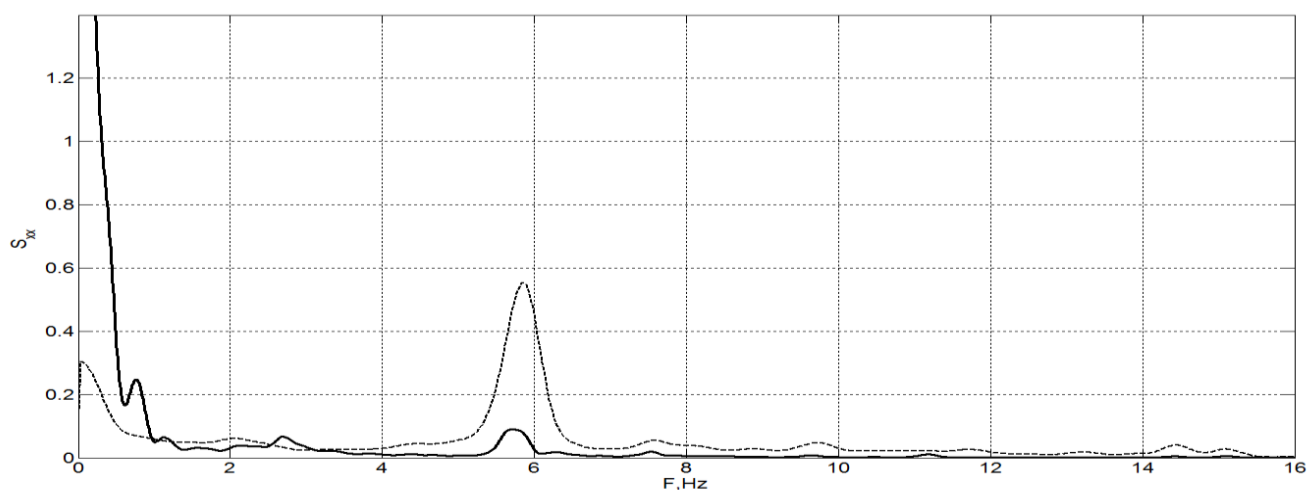


Рис. 1 – Нормированные оценки спектральной плотности:

_____ - тяговые усилия, действующие на нижние оси механизма навески трактора в горизонтальной плоскости;

— — — — — - тяговые усилия, действующие на нижние оси механизма навески ТТМ в горизонтальной плоскости

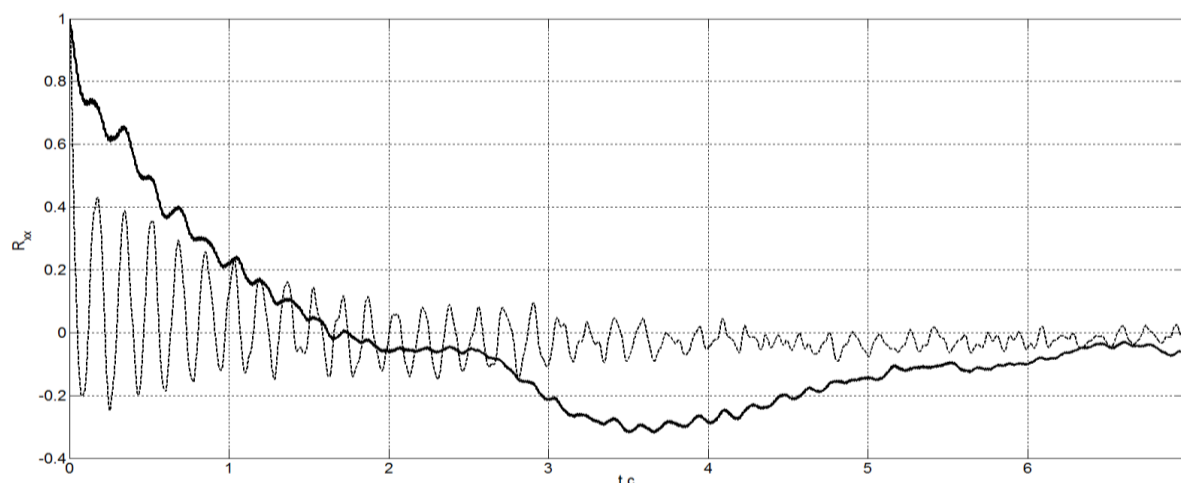


Рис. 2 – Нормированные оценки корреляционной функции:

_____ - тяговые усилия, действующие на нижние оси механизма навески трактора в горизонтальной плоскости;

- - - - - тяговые усилия, действующие на нижние оси механизма навески ТТМ в горизонтальной плоскости

Максимальная спектральная плотность дисперсии процесса нагружения навески транспортно-технологического модуля наблюдается при частотах 5...7 Гц (рис. 1), а максимальная спектральная плотность дисперсии процесса нагружения навески трактора наблюдается при частотах 0...1 Гц, что говорит о стабилизации горизонтальной составляющей усилия на крюке.

Этот вывод подтверждают нормированные корреляционные функции (рис.2). Время спада корреляционной функции горизонтальной составляющей усилия на навески трактора увеличилось до 1,5 с, в то время как на навески транспортно-технологического модуля составляет 0,17 с.

Проведенный анализ экспериментальных данных методами статистической динамики подтверждает, что транспортно-технологический модуль служит упругодемпфирующим элементом, воспринимающим на себя наиболее существенную часть колебаний, возникающих в результате взаимодействия рабочего орудия с почвой.

Литература

1. Кутков Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. — М.: КолосС, 2004. - 505 с.
2. Надькто В.Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств. - Мелитополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
3. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Методика и практика технических экспериментов. — М.: Издательский центр «Академия», 2005.

References

1. Kutkov G. M. Tractors and cars. Theory and technological properties. — M.: Colossus, 2004. - 505 pages.
2. Nadykto V. T. Bases of an agregatirovaniye of modular power means. - Melitopol: KP "MMD", 2003. – 240 pages.
3. Rogov V.A., Poznyak of G.G. Metodik and practice of technical experiments. — M.: Publishing center "Akademiya", 2005.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.179

Смехун Я.А.

Аспирант, Дальневосточный федеральный университет
СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДОБИЯ ТЕКСТОВ

Аннотация

В статье рассмотрены методы семантического анализа подобия текстов. Данные методы основаны на использовании процедур семантико-синтаксического и концептуального анализа, которые позволяют выявить понятийный состав текста и назначения его основных терминов, их семантической роли и значимости в тексте.

Ключевые слова: семантическое подобие текстов, семантическая обработка, обработка естественных языков.

Smekhun Y.A.

Postgraduate student, Far Eastern Federal University
SEMANTIC TEXT SIMILARITY ANALYSIS

Abstract

In the article we considered the methods of the semantic analysis of text similarity. These methods are based on using procedures of the semantic, syntactical and conceptual analysis which allow us to reveal the conceptual structure of the text and the assignment of its main terms for their semantic role and the importance in the text.

Keywords: semantic text similarity, natural language processing, semantic processing.

За последние пятьдесят лет исследования в области обработки естественного языка получили существенное развитие. Основными ранними областями исследования были синтаксис, морфология и семантика языков. При тщательном исследовании каждого из языковых разделов, встречаются неизученные области, требующие иного подхода к проблеме.

Для статистических данных, таких как частота употребления слов, схожесть слов или предложений, используются методы, в большей мере независимые от языка. К таким методам относят: логарифмическое отношение правдоподобия, тегирование частей речи, алгоритм быстрого поиска подобия. Остановимся подробнее на последнем алгоритме.

При работе с большими корпусами, содержащими миллионы различных словоформ, необходим высокоэффективный алгоритм для вычисления общих черт, так как слова необходимо сравнивать по-парным способом. Для данной задачи был выбран алгоритм быстрого поиска подобия (Fast Similarity Search algorithm (FastSS)).

Измерение семантического подобия текстов является той темой обработки естественных языков, где используется большое разнообразие вариантов. Нахождение семантически похожего содержания текстов приведёт к расширению случаев использования базового элемента поиска для извлечения информации. Мы можем просто повторно сформулировать характерный вариант использования извлечения информации, используя произвольные документы в качестве запроса, например, в модели векторного пространства.[3] Однако помимо извлечения информации, многие другие приложения, которые имеют дело с текстовыми данными, могут извлечь выгоду из алгоритмов текстового подобия и ассоциированных индексных структур. К примеру, в почтовой программе, это может использоваться, чтобы показать электронные письма, относящиеся к одному пользователю, которые он читает или пишет в настоящее время. Данный метод также может быть использован в качестве основы для текстовой кластеризации, автоматической фильтрации, автоматической классификации сообщений электронной почты в папки, и даже предсказания получателя или верификации.

Одним из возможных методов, для сокращения количества сравнений, является сокращенный обратный индекс, который связывает термин с ограниченным набором источников. Но у любого вида сокращения есть риск потери важной информации, из-за обычных пропусков. Это может привести к сокращению числа уже найденных схожих элементов. При соответствующих хороших условиях, с точки зрения семантического подобия, качество сокращений найденных пунктов может даже увеличиться. Но стоит проблема в компьютеризации представления соответствий. Часто, это сделано с помощью мер статистического значения. Дифференциальная аналитическая формула, представленная в работе Ганса Фридриха Витшела (которая, в свою очередь, основана на проверке значимости логарифмическая функция правдоподобия.[1]), используется в исследованиях, чтобы построить основанную на индексах базу документов, основанных на частоте слова в документе по сравнению с его частотой в предварительно обработанном корпусе.

Другой аспект измерения семантической схожести заключается в том, что, даже без любого сокращения, есть риск потери документов той же темы, в которых используются другие похожие по смыслу слова. Например, возьмём два предложения: «That tank fired around» (Танк пустил очередь) и «Armor fire detected» (Броневики открыли огонь), они будут упущены индексом, который основан только на словах. Поэтому, необходимы дополнительные знания (как это предусмотрено использованием тезаурусов), чтобы позволить системе определения схожести текстов сопоставить слова с относящимися к ним значениями. Такие знания могут быть обеспечены лексической базой данных Word Net.[2,4]. Доступность и объём таких скомпилированных лексических баз данных для некоторых языков ограничена.

Системы анализа текстового подобия состоят из множества компонентов. Рисунок 1 описывает основные модули нашего решения для обработки естественных языков (NLP). Главная идея, лежащая в основе данной модели состоит в том, чтобы традиционные модули обработки естественного языка (такие как распознавание временных и именных сущностей) прибегали к ней только после тщательной предварительной обработки. С помощью данной модели возможно обнаружить типы текстов и блоков, и применять аналитические алгоритмы только тогда, когда они имеют смысл. Данный подход снижает количество ошибок до уровня сравнимого с теми, что описаны в литературе [1, 2, 3], а также сохраняет уровень ошибок относительно постоянными.

Предварительная обработка текста начинается с парсинга необработанных документов и затем продолжает обнаружение языка и текстовую очистку. Очистка текста напрямую зависит от источника и типа текстовых данных. Для универсальных веб-страниц, например, используется самообучающийся модуль, который учится пропускать рекламные объявления и такие структурные элементы как меню.

Как правило, сложная информационно-поисковая система также включает ограничивающий модуль, который может отнести слова, «fired» и «fire» в одну и ту же тему. Он может также содержать вышеупомянутую модуль тезауруса, которая допускала бы соответствие таких синонимов, как «tank» и «armor».

Оценка семантического подобия текстов (Semantic Text Similarity—STS) состоит из набора попарных предложений, которые связывают оценками от 0 до 5, для определения их наблюдаемой семантической связанности, где 0 означает, что предложения не связаны, а 5 указывает на идентичность предложений на семантическом уровне.



Рис. 1 – Обзор архитектуры NLP решения для обработки корпусов текстов.

Литература

1. Dunning T (1993) Accurate methods for the statistics of surprise and coincidence. *Comput Linguist* 19(1):61–74
2. Richardson R, Smeaton AF, Murphy J (1994) Using WordNet as a knowledge base for measuring semantic similarity between words. In: *Technical Report, Proceedings of AICS conference, 1994*
3. Salton G (1989) *Automatic text processing: The transformation, analysis, and retrieval of information by computer*. Addison Wesley, Reading
4. Varelas G, Voutsakis E, Euripides, Petrakis EG, Milios EE, Raftopoulou P (2005) Semantic similarity methods in WordNet and their application to information retrieval on the web. In: *7th ACM international workshop on web information and data management (WIDM 2005)*, pp 10–16, ACM Press, 2005

CYBERLENINKA

Международный научно-исследовательский журнал теперь размещается на платформе **Cyberleninka**, которая в свою очередь отправляет метаданные в крупнейшие репозитории научной информации, такие как Google Scholar, OCLC WorldCat, Соционет, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Registry of Open Access Repositories (ROAR), Open Access Infrastructure for Research in Europe (OpenAIRE), что в десятки раз увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.172

Сысоев С.Н.¹, Литвинов И.С.², Овчинников В.А.³, Мольков А.А.⁴¹Доктор технических наук, профессор; ²аспирант; ³магистрант; ⁴магистрант,
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых**РЫЧАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ ТИПА
«ВТУЛКА-ВАЛ»****Аннотация**

В статье описывается сборка изделий типа втулка-вал. Предлагаются новые рычажные корректирующие устройства, работающие с комбинированным методом коррекции положения изделий, с использованием рефлекторной системы управления. Приводятся результаты натурных исследований данных устройств.

Ключевые слова: сборка, коррекция положений изделий, рычажные устройства, комбинированный метод, рефлекторная система управления, сопряжение «втулка-вал».

Sysoev S.N.¹, Litvinov I.S.², Ovchinnikov V.A.³, Mol'kov A.A.⁴¹PhD in Engineering, professor; ²postgraduate student; ³master student; ⁴master student,
Vladimir State University**LEVER-TYPE DEVICES OF “SLEEVE-SHAFT” PARTS AUTOMATIZED ASSEMBLY****Abstract**

The article describes the assembly of “sleeve-shaft” parts. It is spoken of new lever-type corrective devices which run by means of combined method with reflex control system. The new devices for this method implementation are proposed. Data are given about results of empirical research for these devices.

Keywords: assembly, parts location correction, lever-type devices, combined method, reflex control system, “sleeve-shaft” conjugation.

В условиях современного производства необходимым элементом его развития и существования является комплексная механизация и автоматизация.

От эффективности сборки зависит, в первую, очередь, качество изделия, которое определяется соответствием готового изделия требуемым выходным характеристикам, работоспособностью, надежностью, функциональную устойчивостью и т.п.

Разработка корректирующих устройств с целью компенсации погрешности позиционирования сопрягаемых изделий, в которых используется комбинированная адаптация на основе рефлекторной системы управления, использующей причинные взаимосвязи между физическими явлениями, происходящими в технологическом процессе, является наиболее перспективным направлением развития корректирующих устройств в области машиностроения и роботостроения [1].

В ходе анализа существующих решений корректирующих устройств не было выявлено эффективных конструкций таких устройств, которые могли бы применяться в сборочных операциях, устраняя погрешности взаимного расположения сопрягаемых изделий типа «втулка-вал». Во Владимирском государственном университете было разработано захватное корректирующее устройство, позволяющее решить данную проблему [2]. Однако более детальные исследования такого устройства выявили его конструктивную сложность и незначительный шаг коррекции взаимной ориентации сопрягаемых изделий, который зависит от величины разницы длин рычагов. Была поставлена задача упрощения конструкции корректирующего модуля.

С учетом анализа причинной взаимосвязи между направлением перекоса втулки и требуемым направлением ее корректирующего перемещения (рис. 1), во Владимирском государственном университете был разработан захватный корректирующий модуль (рис.2), позволяющий решить данную задачу.

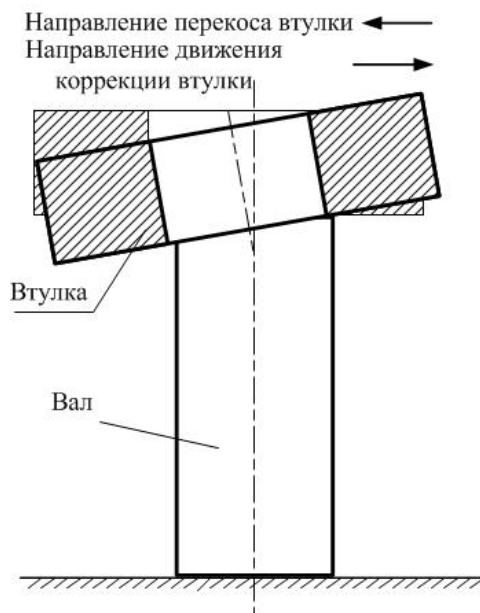


Рис. 1 – Схема расположения сопрягаемых деталей

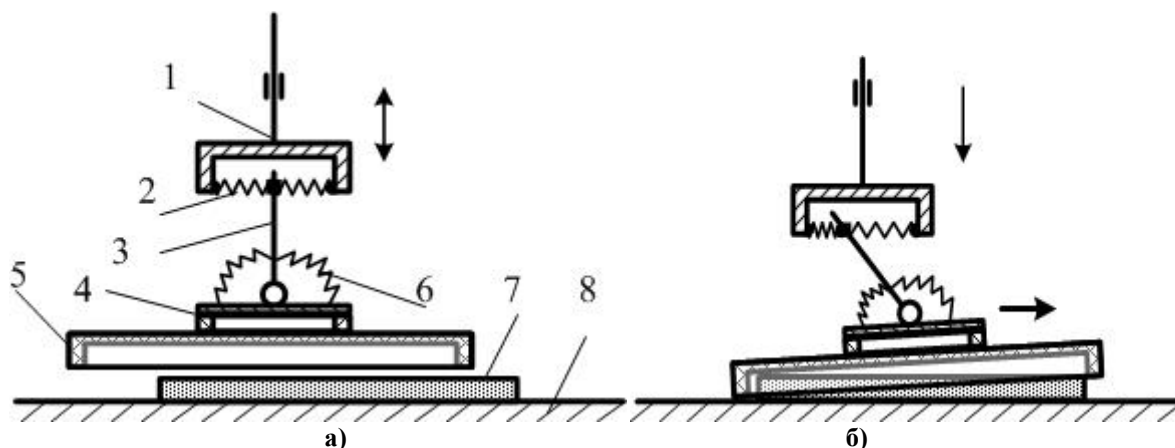


Рис. 2 – Схема коррекции положения изделий при сборке изделий типа «втулка-вал»: а) в исходном положении; б) в процессе коррекции

В данном устройстве используется привод линейного перемещения рабочего органа 1, связанного с обоими концами рычага 3, с одной стороны пружинами 2, с другой с шарнирно закрепленным захватом 4, который подпружинен пружинами 6 в среднем положении, осуществляет захват изделия (втулки) 5. Втулка сопрягается с валом 7, установленным на рабочей поверхности 8.

Привод перемещается в направлении рабочей поверхности, происходит касание изделия (втулки) торцевой поверхности вала. Если при этом происходит рассогласование их взаимной ориентации, то дальнейшее силовое взаимодействие втулки с валом приводит к перекосу захвата и, вместе с ним, верхнего конца рычага в противоположном, относительно требуемого, направлении смещения изделия. Увеличивающаяся величина угла наклона рычага увеличивает силовое воздействие на изделие в направлении, которое требуется для коррекции положения. Захват сдвигает изделие вправо. Данное перемещение изделия приводит к выполнению требуемой коррекции его положения.

Корректирующий модуль такого типа отличается простотой, достигнутой за счет сокращения количества используемых рычагов, и расширенной рабочей зоной. Использование всей длины рычага увеличивает величину шага коррекции, повышая быстродействие.

Натурные исследования данного устройства (макет показан на рис. 3), которые проводились в лаборатории кафедры Автоматизации технологических процессов Владимирского государственного университета, показали его работоспособность и эффективность.

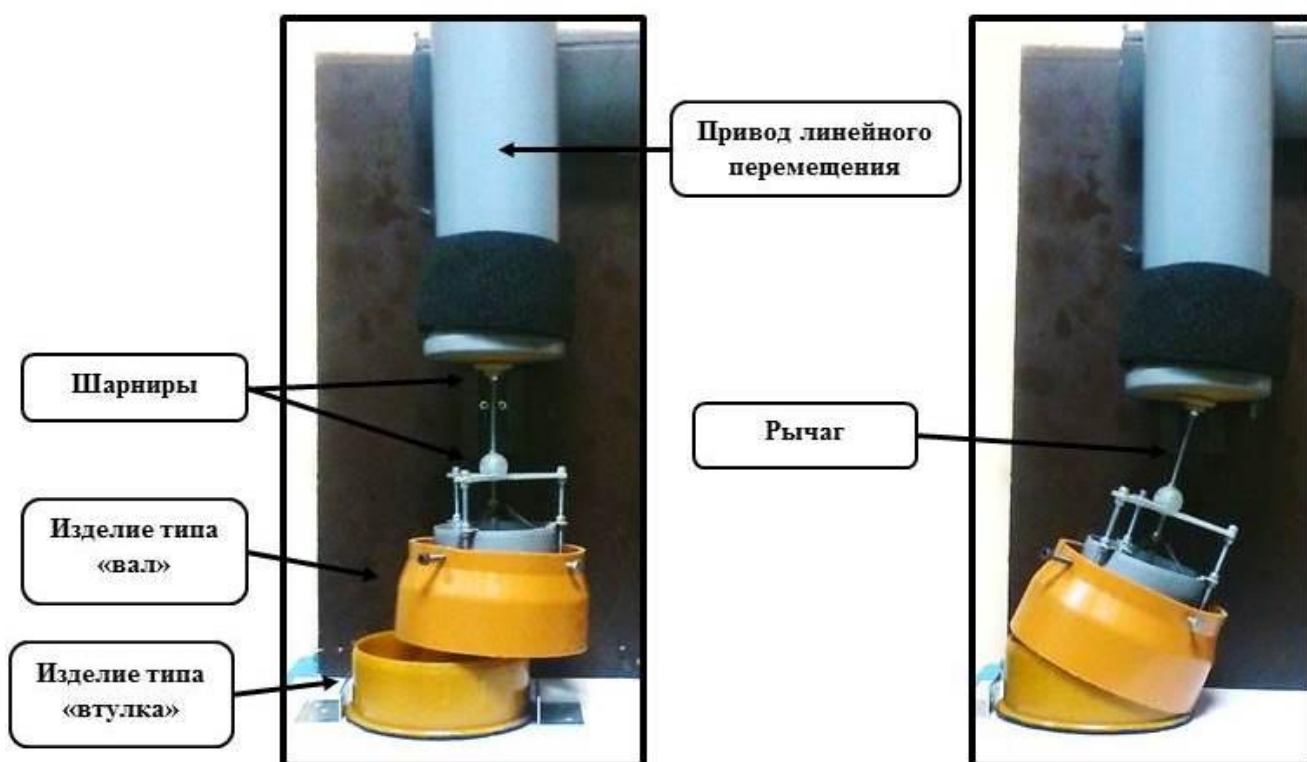


Рис. 3 – Макет однорычажного корректирующего модуля

Эксперимент осуществлялся при следующих входных параметрах: втулка жестко закреплена в захвате корректирующего модуля, диаметр втулки $d_{\text{втулки}} = 185 \text{ мм}$, вал жестко закреплен на рабочей поверхности, диаметр вала $d_{\text{вала}} = 157 \text{ мм}$, фаска $8\text{мм} \times 30^\circ$, длина рычага $\ell = 100 \text{ мм}$. Исследования проводились при величине смещения втулки относительно вала по двум условно выбранным осям «X+» и «X-» от 15 до 120 мм, на рис. 4,5 (цифрами справа от графиков показана первоначальная величина смещения втулки) показаны графики зависимости силы, с которой перемещается захватный модуль от величины его перемещения.

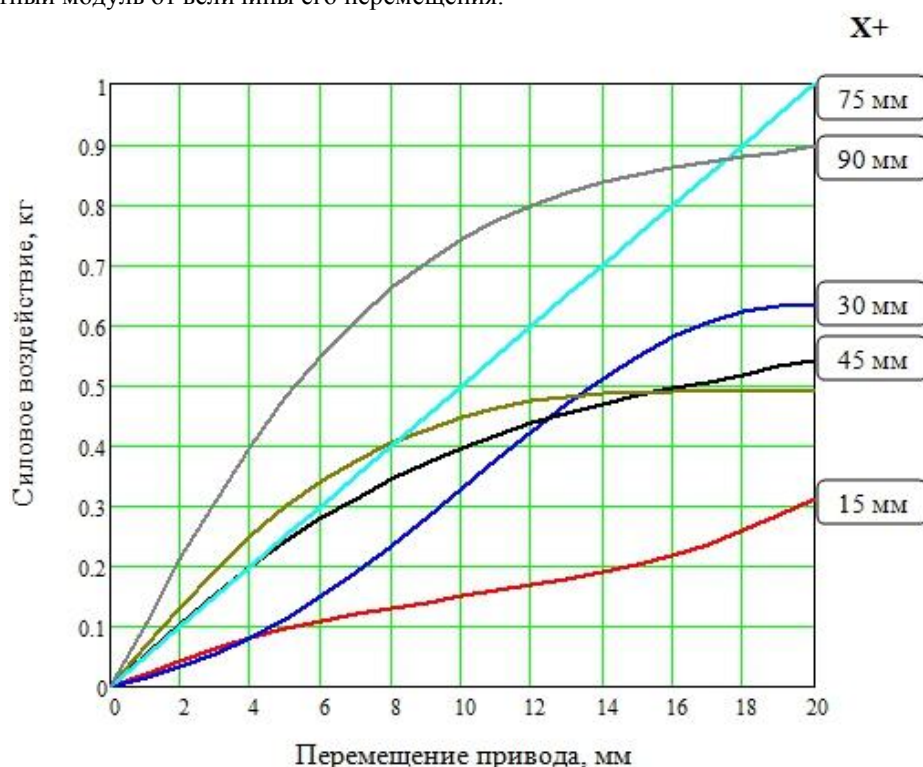


Рис. 4 – Зависимость силового воздействия привода от величины перемещения корректирующего модуля

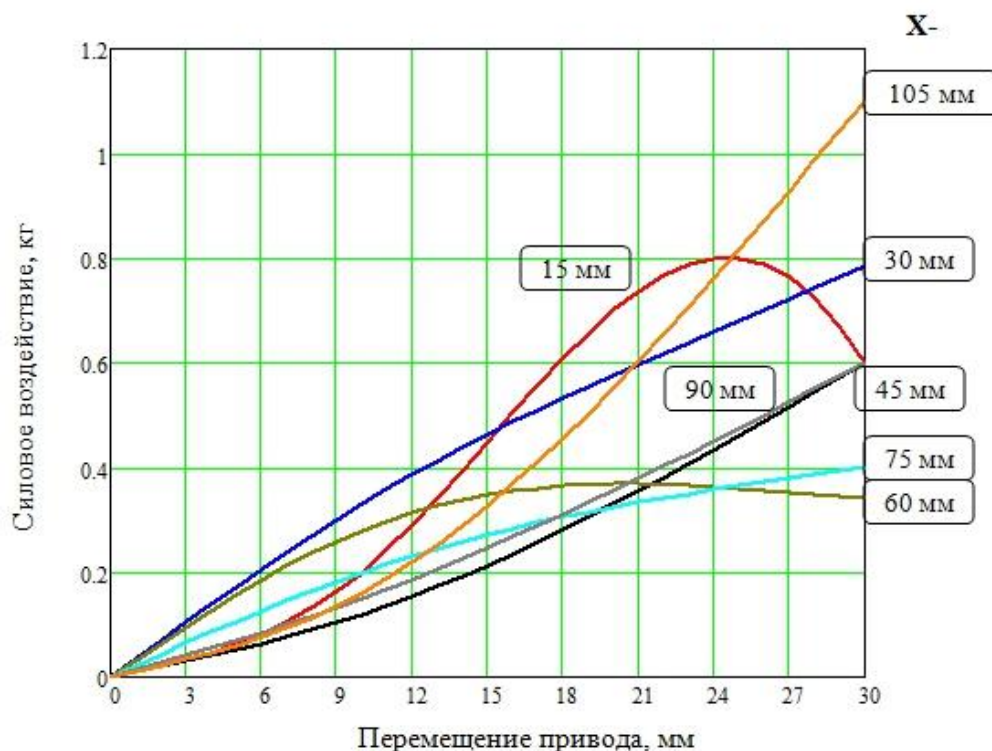


Рис. 4 – Зависимость силового воздействия привода от величины перемещения корректирующего модуля

Предельная величина коррекции ограничена 120 мм. Сборка не происходит из-за возникновения силового взаимодействия втулки при ее перекосе с рабочей поверхностью, на которую установлен вал. Для обеспечения работоспособности конкретного корректирующего модуля необходимо учитывать соотношение высот втулки и вала, предусматривать крепление вала таким образом, чтобы устранить возможность касания втулки рабочей поверхности.

Литература

1. С.Н. Сысоев, И.С. Литвинов, В.А. Овчинников Рычажные устройства автоматизированного процесса сборки изделий типа «вал-втулка» / Международный научно-практический журнал International Research Journal, №9 (40), часть 2, октябрь, 2015. с. 96-99.

2. Пат. №147155 Российская Федерация, МПК B25J/1506. Захватный корректирующий модуль / Сысоев С.Н., Литвинов И.С., Юнцзе Цао - №2014111416/02; заявл. 25.03.14; опубл. 27.10.2014. – 3с.

References

1. S.N. Sysoev, I.S. Litvinov, V.A. Ovchinnikov Rychazhnye ustrojstva avtomatizirovannogo processa sborki izdelij tipa «val-vtulka» / Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskij zhurnal International Research Journal, №9 (40), chast' 2, oktjabr', 2015. s. 96-99.

2. Pat. №147155 Rossijskaja Federacija, MPK B25J/1506. Zahvatnyj korrekirujushij modul' / Sysoev S.N., Litvinov I.S., Juncze Cao - №2014111416/02; zajavl. 25.03.14; opubl. 27.10.2014. – 3s.

DOI 10.18454/IRJ.2015.41.017

Чьюнг Ван Хуан

Аспирант, Тульский государственный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ СВОБОДНЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОГО КРЫЛА В ПОТОКЕ ГАЗА

Аннотация

Рассматривается обтекание потоком газа прямоугольного крыла большого удлинения. Крыло рассматривается как тонкий стержень в рамках теории В.З. Власова. Сформулированы уравнения изгибных свободных колебаний. Анализ собственных частот позволяет определить состояния изгиба крыла.

Ключевые слова: тонкий стержень, линейная аэродинамика, состояние изгиба.

Truong Van Huan

Postgraduate student of department mathematical modelling, Tula State University.

DEFINITION OF FLEXURAL FLUCTUATIONS OF THE THIN WING IN THE AIR STREAM

Abstract

Rectangular wing of the big lengthening is placed in the air stream. The wing is considered as a thin rod within Vlasov's theory. The equations of flexural and shifting free oscillation are formulated. The analysis of own frequencies allows to define conditions of a bend of a wing.

Keywords: thin rod, linear aerodynamics, condition of a bend.

В этой статье исследуем изгибные колебания тонкого крыла для профиля с двумя осями симметрии, учитывая влияние на них крутильных колебаний, по модели В.З. Власова [2]. Рассмотрим уравнение изгибных колебаний [2]:

$$E \cdot J_x \cdot \frac{\partial^4}{\partial z^4} v(z, t) + \rho \cdot A \cdot \frac{\partial^2}{\partial t^2} v(z, t) - \rho \cdot J_x \cdot \frac{\partial^2}{\partial z^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} v(z, t) = q_y \quad (1)$$

Нагрузки на крыло определим по модели линейной аэродинамики [1]:

$$q_y = C_{ya} \cdot (\alpha + \theta) \cdot \frac{S_{kp}}{L} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

C_y - безразмерная коэффициент подъёмной силы [4]; v - перемещение (перпендикулярное плоскости крыла), J_x - моменты инерции профиля при изгибе поперек плоскости и в плоскости крыла, α - угол атаки; θ - угол закручивания, S_{kp} - площадь изолированного крыла, b - средняя аэродинамическая хорда.

Уравнение состояния (1) представляет собой дифференциальные уравнения математической физики с постоянными коэффициентами. Для удобства решения приведем их к безразмерному виду. С этой целью введем безразмерную осевую координату ζ и безразмерное поперечное перемещение η :

Безразмерный вид уравнения изгиба:

$$\frac{\partial^4}{\partial \zeta^4} \varpi(\zeta, \tau) + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} \varpi(\zeta, \tau) - \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} \varpi(\zeta, \tau) = C_{ya}(M) \cdot (\alpha + \theta(\zeta, \tau)) \cdot K_b(H) \cdot M^2 \quad (2)$$

Обозначим: $\zeta = \frac{z}{L}$; $\beta = \frac{v}{L}$

$$T_0^2 = \frac{A \cdot L^4 \cdot \rho}{E \cdot J_x}; \quad \frac{L^2 \cdot \rho}{E} = T_1^2; \quad T_0^2 = \frac{A \cdot L^2}{J_x} \cdot T_1^2 = \frac{1}{r^2} \cdot T_1^2; \quad \frac{1}{r^2} = \frac{A \cdot L^2}{J_x}; \quad \frac{L^2 \cdot V^2 \cdot S_{kp} \cdot \rho_{aero}}{2 \cdot E \cdot J_x} = K_b$$

Здесь ϖ - безразмерное перемещение (перпендикулярное плоскости крыла). Отметим, что это уравнение – линейное неоднородное, причем неоднородность порождается не только наличием балансирующего угла атаки α , но и крутильными колебаниями – углом закручивания θ . Для решения этого уравнения применим метод модального разложения [3].

Рассмотрим однородное уравнение изгибных колебаний:

$$\frac{\partial^4}{\partial \zeta^4} \varpi(\zeta, \tau) + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} \varpi(\zeta, \tau) - \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} \varpi(\zeta, \tau) = 0 \quad (3)$$

в котором положим существование гармонических колебаний:

$$\varpi(\zeta, \tau) = w(\zeta) \cdot e^{i\Omega_1 \tau}$$

Уравнение относительно амплитудных функций $w(\zeta)$:

$$\frac{\partial^4}{\partial \zeta^4} w(\zeta) + \Omega_1^2 \cdot \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} w(\zeta) - \frac{1}{r^2} \cdot \Omega_1^2 \cdot w(\zeta) = 0 \quad (4)$$

Переходим от (4) к системе уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial \zeta} w(\zeta) = \phi(\zeta); \quad \frac{\partial}{\partial \zeta} \phi(\zeta) = \mu(\zeta) \\ \frac{\partial}{\partial \zeta} \mu(\zeta) = \Theta(\zeta); \quad \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta(\zeta) = \frac{\Omega_1^2}{r^2} \cdot w(\zeta) - \Omega_1^2 \cdot \mu(\zeta) \end{cases} \quad (5)$$

где $w(\zeta)$ – безразмерный прогиб (перемещение, перпендикулярное плоскости крыла), $\phi(\zeta)$ – угол поворота профиля вокруг его главной центральной оси инерции, $\mu(\zeta)$ – безразмерный изгибающий момент, $\Theta(\zeta)$ – безразмерная поперечная сила.

Перейдем к матричной записи, вводя вектор состояния:

$$\Psi(\zeta) = (w \quad \phi \quad \mu \quad \Theta)^T \quad (6)$$

Та же система в матричной форме:

$$\frac{\partial}{\partial \zeta} \Psi(\zeta) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{\Omega_1^2}{r^2} & 0 & -\Omega_1^2 & 0 \end{pmatrix} \cdot \Psi(\zeta) \quad (7)$$

Решение через преобразование Лапласа и аналитически методом начальных параметров [7]:

$$\Psi(\zeta) = V_1(\zeta, \Omega_1) \cdot \Psi_0(\Omega_1) \quad (8)$$

где $\Psi_0(\Omega)$ – значение вектора состояния при $\zeta=0$ (вектор начальных параметров), нормированная матрица фундаментальных решений $V_1(\xi, \Omega)$ определяется как оригинал матрицы, определяющей преобразование Лапласа уравнения по координате ζ [3]:

$$V_{1L}(p) = \left[p \cdot I - \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{\Omega_1^2}{r^2} & 0 & -\Omega_1^2 & 0 \end{pmatrix} \right]^{-1} ; \quad I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Обозначим: $\frac{\Omega_1^2}{r^2} = a$; $\Omega_1^2 = b$; здесь $\frac{1}{r^2} = \frac{A \cdot L^2}{J_x}$:

$$V_{1L}(p) = \begin{pmatrix} \frac{p^3 + b \cdot p}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p^2 + b}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{1}{p^4 + b \cdot p^2 - a} \\ \frac{a}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p^3 + b \cdot p}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p^2}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p}{p^4 + b \cdot p^2 - a} \\ \frac{a \cdot p}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{a}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p^3}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p^2}{p^4 + b \cdot p^2 - a} \\ \frac{a \cdot p^2}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{a \cdot p}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{-b \cdot p^2 + a}{p^4 + b \cdot p^2 - a} & \frac{p^3}{p^4 + b \cdot p^2 - a} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Корни знаменателя:

$$p^4 + b \cdot p^2 - a = 0 \Leftrightarrow p_{1...4} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{\sqrt{b^2 + 4 \cdot a} - b}}{\sqrt{2}} \\ -\frac{\sqrt{\sqrt{b^2 + 4 \cdot a} - b}}{\sqrt{2}} \\ i \cdot \frac{\sqrt{\sqrt{b^2 + 4 \cdot a} + b}}{\sqrt{2}} \\ -i \cdot \frac{\sqrt{\sqrt{b^2 + 4 \cdot a} + b}}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} \quad (11)$$

обозначим: $P_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sqrt{b^2 + 4 \cdot a} - b}$; $P_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sqrt{b^2 + 4 \cdot a} + b}$

Оригинал (10) найдем путем обратного преобразования Лапласа по p :
Получим нормированную матрицу фундаментальных решений

$$V_1(\zeta, \Omega) = \begin{pmatrix} V_1(\zeta)_{0,0} & V_1(\zeta)_{0,1} & V_1(\zeta)_{0,2} & V_1(\zeta)_{0,3} \\ V_1(\zeta)_{1,0} & V_1(\zeta)_{1,1} & V_1(\zeta)_{1,2} & V_1(\zeta)_{1,3} \\ V_1(\zeta)_{2,0} & V_1(\zeta)_{2,1} & V_1(\zeta)_{2,2} & V_1(\zeta)_{2,3} \\ V_1(\zeta)_{3,0} & V_1(\zeta)_{3,1} & V_1(\zeta)_{3,2} & V_1(\zeta)_{3,3} \end{pmatrix} \quad (12)$$

где:

$$\begin{aligned} V_1(\zeta, \Omega)_{0,0} &= \frac{1}{Z} \cdot (P_2^2 \cdot \cosh(P_1 \cdot \zeta) + P_1^2 \cdot \cos(P_2 \cdot \zeta)); V_1(\zeta, \Omega)_{0,1} = \frac{1}{Z \cdot \sqrt{a}} \cdot (P_2^3 \cdot \sinh(P_1 \cdot \zeta) + P_1^3 \cdot \sin(P_2 \cdot \zeta)); \\ V_1(\zeta, \Omega)_{0,2} &= \frac{1}{Z} \cdot (\cosh(P_1 \cdot \zeta) - \cos(P_2 \cdot \zeta)); V_1(\zeta, \Omega)_{0,3} = \frac{1}{Z \cdot \sqrt{a}} \cdot (P_2 \cdot \sinh(P_1 \cdot \zeta) - P_1 \cdot \sin(P_2 \cdot \zeta)) \\ V_1(\zeta, \Omega)_{1,0} &= a \cdot V_1(\zeta, \Omega)_{0,3}; V_1(\zeta, \Omega)_{1,1} = V_1(\zeta, \Omega)_{0,0}; V_1(\zeta, \Omega)_{1,2} = \frac{1}{Z} \cdot (P_1 \cdot \sinh(P_1 \cdot \zeta) + P_2 \cdot \sin(P_2 \cdot \zeta)) \\ V_1(\zeta, \Omega)_{1,3} &= V_1(\zeta, \Omega)_{0,2}; V_1(\zeta, \Omega)_{2,0} = a \cdot V_1(\zeta, \Omega)_{0,2}; V_1(\zeta, \Omega)_{2,1} = V_1(\zeta, \Omega)_{1,0} \\ V_1(\zeta, \Omega)_{2,2} &= \frac{1}{Z} \cdot (P_1^2 \cdot \cosh(P_1 \cdot \zeta) + P_2^2 \cdot \cos(P_2 \cdot \zeta)); V_1(\zeta, \Omega)_{2,3} = V_1(\zeta, \Omega)_{1,2}; V_1(\zeta, \Omega)_{3,0} = a \cdot V_1(\zeta, \Omega)_{2,3} \\ V_1(\zeta, \Omega)_{3,1} &= V_1(\zeta, \Omega)_{2,0}; V_1(\zeta, \Omega)_{3,2} = \frac{1}{Z} \cdot ((\sqrt{a} \cdot P_2 - P_1 \cdot b) \cdot \sinh(P_1 \cdot \zeta) - (b \cdot P_2 + \sqrt{a} \cdot P_1) \cdot \sin(P_2 \cdot \zeta)) \\ V_1(\zeta, \Omega)_{3,3} &= V_1(\zeta, \Omega)_{2,2}; Z = \sqrt{b^2 + 4 \cdot a} \end{aligned} \quad (13)$$

Аналогично, нетривиальные решения системы существует, когда равен нулю определитель матрицы, выражающий граничные условия. Для консольного крыла с началом координат в центре тяжести бортового профиля, равны нулю кинематические параметры в начале координат (угол закручивания и крутка), и на конце консоли – силовые параметры (крутящий момент и бимомент). Тогда для определения частот свободных колебаний имеем уравнение:

В положении $z=0$ ($\zeta=0$): $w_0 = 0$; $\varphi_0 = 0$; тогда вектор начальных параметров имеет две нулевые компоненты и вектор состояния определяется двумя неизвестными начальными параметрами μ_0 и Θ_0 :

$$\begin{aligned} \Psi(\zeta) = V(\zeta, \Omega) \cdot \Psi_0(\Omega) &= \begin{pmatrix} V_1(\zeta)_{0,0} & V_1(\zeta)_{0,1} & V_1(\zeta)_{0,2} & V_1(\zeta)_{0,3} \\ V_1(\zeta)_{1,0} & V_1(\zeta)_{1,1} & V_1(\zeta)_{1,2} & V_1(\zeta)_{1,3} \\ V_1(\zeta)_{2,0} & V_1(\zeta)_{2,1} & V_1(\zeta)_{2,2} & V_1(\zeta)_{2,3} \\ V_1(\zeta)_{3,0} & V_1(\zeta)_{3,1} & V_1(\zeta)_{3,2} & V_1(\zeta)_{3,3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \mu_0 \\ \Theta_0 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} V(\zeta)_{0,2} \cdot \mu_0 + V(\zeta)_{0,3} \cdot \Theta_0 \\ V(\zeta)_{1,2} \cdot \mu_0 + V(\zeta)_{1,3} \cdot \Theta_0 \\ V(\zeta)_{2,2} \cdot \mu_0 + V(\zeta)_{2,3} \cdot \Theta_0 \\ V(\zeta)_{3,2} \cdot \mu_0 + V(\zeta)_{3,3} \cdot \Theta_0 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (14)$$

Неизвестные начальные параметры найдем из условий на конце: при $\zeta=1$ $\mu(1) = 0$; $\Theta(1) = 0$:

$$\begin{pmatrix} V_1(1)_{2,2} \cdot \mu_0 + V_1(1)_{2,3} \cdot \Theta_0 \\ V_1(1)_{3,2} \cdot \mu_0 + V_1(1)_{3,3} \cdot \Theta_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (15)$$

Нетривиальные решения системы (3.13) (3.13) существует, когда:

$$y(\Omega) = \begin{vmatrix} V(1)_{2,2} & V(1)_{2,3} \\ V(1)_{3,2} & V(1)_{3,3} \end{vmatrix} = 0 \quad (16)$$

$$y(\Omega_1) = 2 \cdot \cos(P_2) + \frac{\Omega_1^2 \cdot r^2 + 2}{\cosh(P_1)} + r \cdot \Omega_1 \cdot \sin(P_2) \cdot \tanh(P_1) = 0$$

$$P_2 = \sqrt{\frac{\sqrt{\Omega_1^4 + \frac{4 \cdot \Omega_1^2}{r^2} + \Omega_1^2}}{2}}; P_1 = \sqrt{\frac{\sqrt{\Omega_1^4 + \frac{4 \cdot \Omega_1^2}{r^2} - \Omega_1^2}}{2}} \quad (17)$$

Уравнение (17) определяет спектр свободных изгибных колебаний крыла.

Расчеты проводились для крыла длиной $L=1$ м, бортовой хордой $b=0.1$ м, и относительными толщинами $\bar{c} = 0.01; 0.025; 0.05$. Материал крыла - сталь 3: $E=200$ ГПа, $\rho=7850$ кг/м³, $\nu=0.3$. Рис 1), 2). Геометрические характеристики двух профилей – ромбовидного (Рис 1) и "трапецевидного" (Рис 2), параметры: $a = 0,8$ – отношение малого основания трапеции к большому (бортовой хорде).

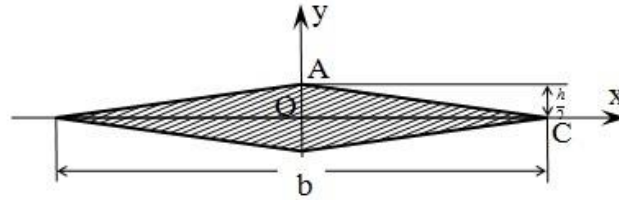


Рис. 1

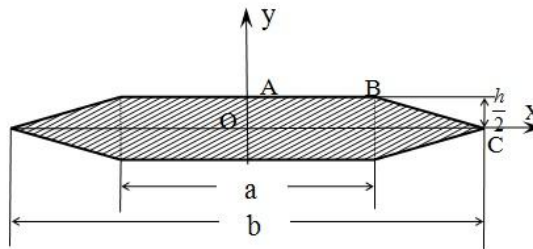


Рис. 2

Таблица 1

проф	Ромбовидный			Трапецевидный		
\bar{c}_t	0,01	0,025	0,05	0,01	0,025	0,05
r	$2,041 \cdot 10^{-4}$	$5,103 \cdot 10^{-4}$	$1,012 \cdot 10^{-3}$	$2,805 \cdot 10^{-4}$	$7,014 \cdot 10^{-4}$	$1,403 \cdot 10^{-3}$

Зависимости определителя (17) от безразмерной частоты Ω приведены на рис. 1 – рис. 6.

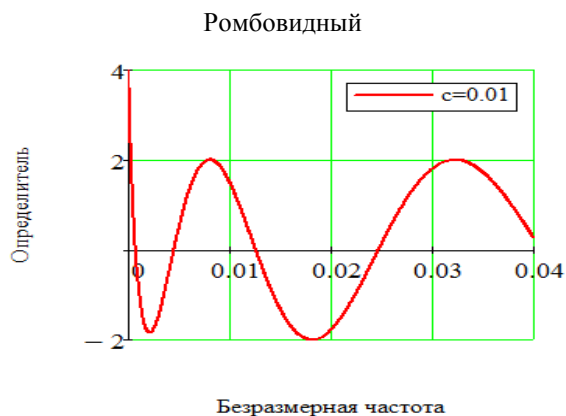


Рис. 3

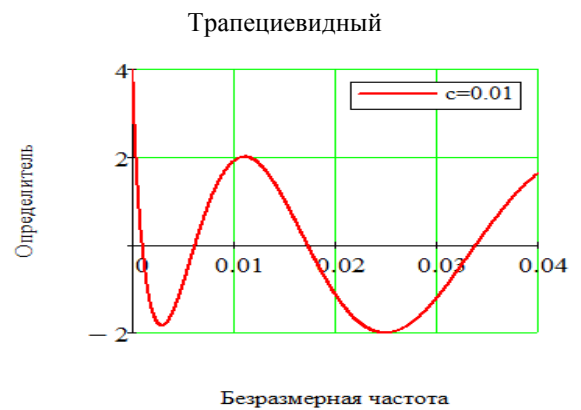


Рис. 4



Рис. 5

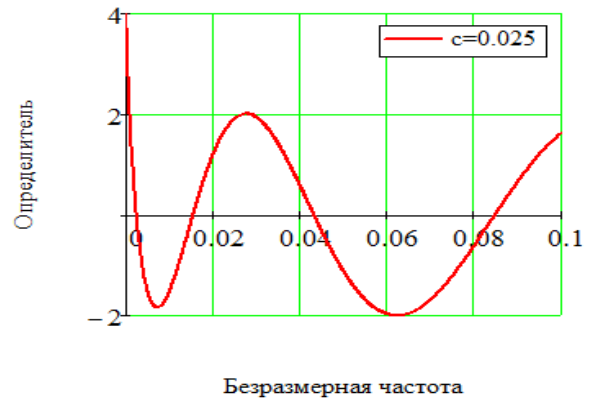


Рис. 6

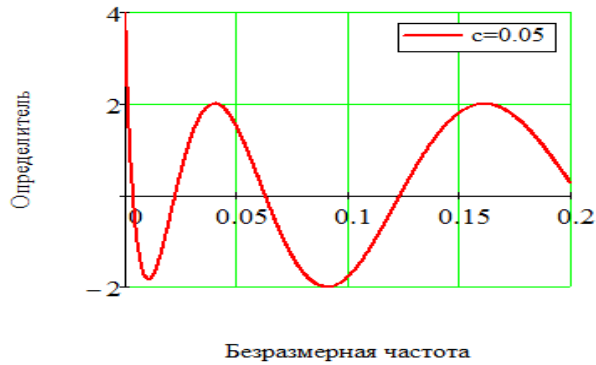


Рис. 7

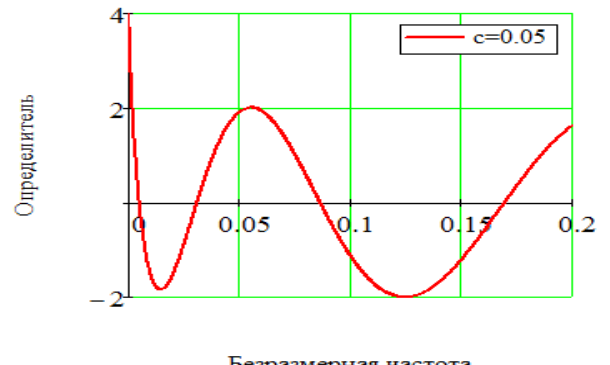


Рис. 8

Эти рисунки позволяют определить интервалы изоляции корней частотного уравнения (17). Результаты уточнения первых четырех корней приведены в табл. 2.

Таблица 2

Профиль	Ромбовидный			Трапецевидный		
	0,01	0,025	0,05	0,01	0,025	0,05
\bar{C}_t						
Ω_1	$7,175 \cdot 10^{-4}$	$1,794 \cdot 10^{-3}$	$3,589 \cdot 10^{-3}$	$9,864 \cdot 10^{-4}$	$2,466 \cdot 10^{-3}$	$4,932 \cdot 10^{-3}$
Ω_2	$4,498 \cdot 10^{-3}$	0,011	0,022	$6,182 \cdot 10^{-3}$	0,015	0,031
Ω_3	0,013	0,031	0,063	0,017	0,043	0,087
Ω_4	0,025	0,062	0,123	0,034	0,085	0,17

На следующих рисунках показаны компоненты собственных состояний крыла при изгибе - поперечное перемещение, угол поворота сечения, безразмерный изгибающий момент и безразмерная поперечная сила – для первых четырех собственных частот для двух профилей – ромбовидного и трапецевидного.

Собственные формы нормированы в смысле:

$$\int_0^1 v(\zeta, \Omega_k) \cdot v(\zeta, \Omega_m) d\zeta = \begin{cases} 1, \forall k = m \\ 0, \forall k \neq m \end{cases}, k, m = 1, 2, 3 \dots \quad (18)$$

❖ Результаты состояния стержня, имеющего ромбовидный поперечного сечения при изгибе

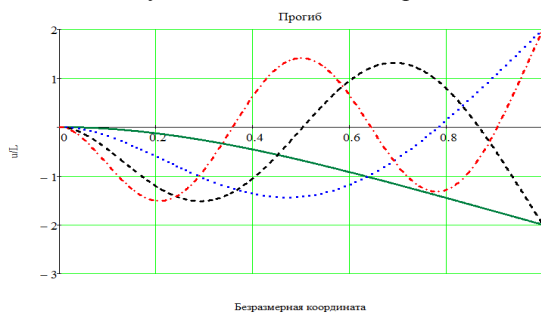


Рис. 9 – Состояние прогиб

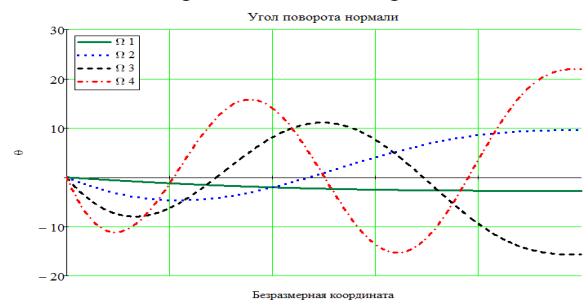


Рис. 10 – Угол поворота нормали

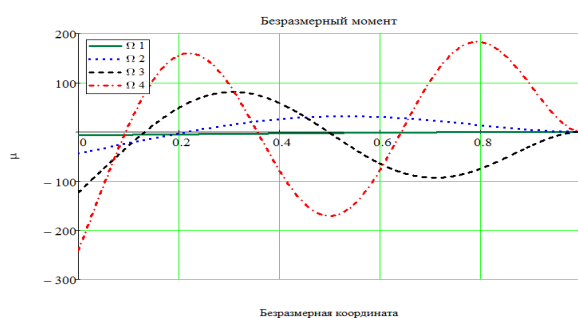


Рис. 11 – Безразмерный момент

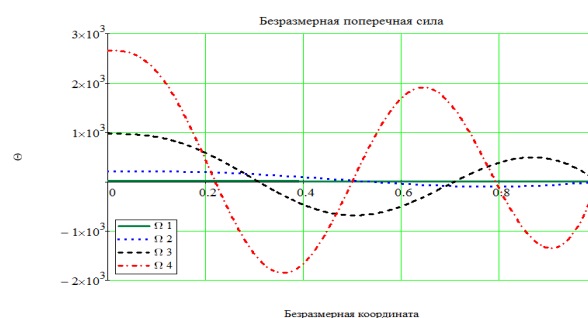


Рис. 12 – Безразмерная поперечная сила

❖ Результаты состояния стержня, имеющего трапецевидный поперечного сечения при изгибе.

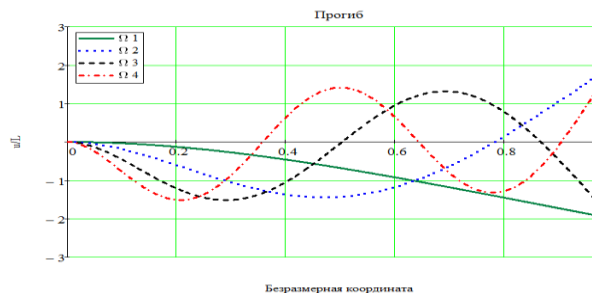


Рис. 13 – Состояние прогиб

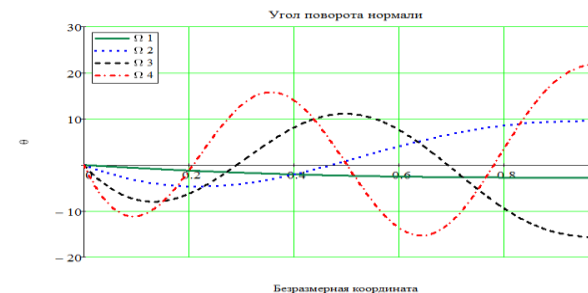


Рис. 14 – Угол поворота нормали

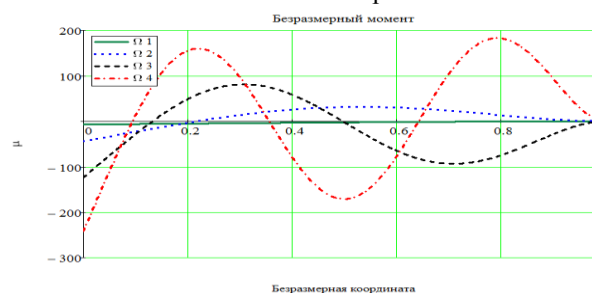


Рис. 15 – Безразмерный момент

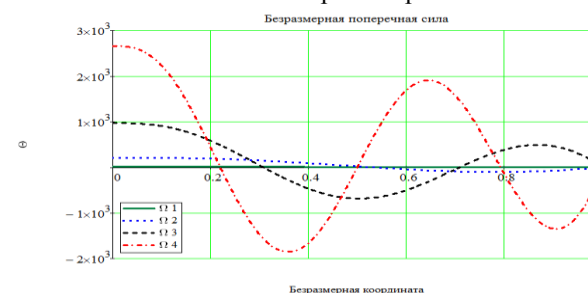


Рис. 16 – Безразмерный момент

ВЫВОД

Так как изгибные колебания для профиля с двумя осями симметрии при известных частотах и формах крутильных колебаний являются вынужденными, то опасными являются значения частот, совпадающие с собственными частотами крутильных колебаний, то есть резонанс изгибных и крутильных колебаний. При идеально-упругом материале крыла резонансные амплитуды бесконечны; для их уточнения следует учесть вязкость материала (хотя бы по модели Фойгта), что выходит за рамки данной работы.

Видно, что граничные условия консольного стержня выполняются. Нормированные собственные состояния *не зависят* от формы профиля и его геометрических и физических параметров.

Литература

1. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973. 616с.
2. Власов В.З и др. Тонкостенные упругие стержни. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. 565с.
3. Грязев М.В., Желтков В.И., Васин А.А., Васина М.В.. Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела. Ч.1. Статика стержней. – Тула, Изд. ТулГУ, 2011. – 112 с.

References

1. Lebedev A.A., Chernobrovkin L.S. Dinamika of flight of pilotless flying appaat. M.: Mechanical engineering, 1973. 616s.
2. Vlasov V.Z, etc. Thin-walled elastic cores. M.: State publishing house of physical and mathematical literature, 1959. 565s.
3. Gryazev M. V., Joltkov V. I., Vasin A.A., Vasina M. B. Applied problems of mechanics of a deformable solid body. P.1. Statics of cores. – Tula, Prod. ТулГУ, 2011. – 112 pages.