

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Мішкольцький університет (Угорщина)
Магдебурзький університет (Німеччина)
Петрошанський університет (Румунія)
Познанська політехніка (Польща)
Софійський університет (Болгарія)

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я**

Наукове видання

**Тези доповідей
XXIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**У чотирьох частинах
Ч. II**

Харків 2015

ББК 73
I 57
УДК 002

Голова конференції: Сокол Є.І. (Україна).

Співголови конференції: Торма А. (Угорщина), Поанта А. (Румунія), Стракеляна Й. (Німеччина), Хамрола А. (Польща), Ілчев І. (Болгарія).

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей ХХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції, Ч.ІІ (20-22 травня 2015р., Харків) / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків, НТУ «ХПІ». – 315 с.

Подано тези доповідей науково-практичної конференції за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, науковими співробітниками, аспірантами, студентами, фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів, фахівців.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів

ББК 73

© Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
2015

ЗМІСТ

<i>Секція 7.</i> Комп'ютерні технології у фізико-технічних дослідженнях	4
<i>Секція 8.</i> Мікропроцесорна техніка в автоматичі та приладобудуванні	38
<i>Секція 9.</i> Електромеханічне та електричне перетворення енергії Електромеханічне та електричне перетворення енергії	80
<i>Секція 10.</i> Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології в енергетиці	129
<i>Секція 11.</i> Рішення поліваріантних задач у хімічній технології	201
<i>Секція 12.</i> Удосконалення технології органічних речовин	232
<i>Секція 13.</i> Інтегровані хімічні технології у хімічній техніці та екології	274

**СЕКЦИЯ 7. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ
ДОСЛІДЖЕННЯХ**
**ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА МАТЛАВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛЕВОЙ
ЗАВИСИМОСТИ МАГНЕТСОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛЕНОК ВИСМУТА**

Асеев А.С., Равлик А.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Магнеторезистивный эффект, который наблюдается в висмуте, называют обычным. Он заключается в том, что при приложении внешнего магнитного поля возникает сила Лоренца, которая искривляет траектории носителей заряда между двумя столкновениями. Это приводит к увеличению эффективного сопротивления в направлении тока через образец. Магнетосопротивление MR рассчитывается как относительное изменение удельного сопротивления в магнитном поле B : $MR = \Delta\rho/\rho = (\rho_B - \rho_0)/\rho_0$.

В наших исследованиях сигнал с образца и величину магнитного поля записывали на цифровой самописец. Для последующего анализа были сформированы текстовые файлы с зависимостями $MR(B)$. Кроме вычисления магнеторезистивного коэффициента MR/B^2 , который в пределе «слабого» поля является константой, представлялось интересным извлечь дополнительную информацию о свойствах носителей заряда. Традиционно концентрацию и подвижность носителей рассчитывают из коэффициента Холла и величины удельного сопротивления. В висмуте, однако, присутствуют два типа носителей с различными подвижностями и неодинаковыми концентрациями. Следовательно, необходимо делать допущения или искать дополнительные уравнения, чтобы их вычислить.

Авторы в работе [1] применили формулу для $MR(B)$ из модели Пиппарда-Фасетта, которая описывает рассеяние в магнитном поле невзаимодействующих электронов и дырок в изотропной среде. В формуле используются величины подвижности электронов μ_n и дырок μ_p , отношение концентрации дырок и электронов $d = p/n$. В нашей работе было обнаружено, что образцы имели сильную аксиальную текстуру. Поэтому, несмотря на анизотропный характер кинетических свойств висмута, в базисной плоскости их можно считать изотропными и применить указанную модель.

Нахождение подгоночных параметров (μ_n , μ_p , d) теоретической полевой зависимости магнетосопротивления, рассчитанной по уравнению Пиппарда-Фасетта, проводили в среде Matlab. При поиске оптимальных значений параметров использовалась встроенная функция `lsqcurvefit` пакета Matlab, в которой реализован нелинейный метод наименьших квадратов с оптимизацией по Левенбергу-Марквардту.

Разработанная методика позволит определять величины подвижности и концентрации электронов и дырок пленок висмута из экспериментальной полевой зависимости магнетосопротивления.

Литература :

[1] Kyongha Kang, Y. F. Hu, L. H. Lewis, et al. Large magnetoresistance in rapidly solidified bismuth // J. Applied physics – 2005. – № 98. – P. 073704-1 – 073704-4.

ВПЛИВ СТАРІННЯ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$

Водоріз О.С., Рогачова О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У вік нанотехнологій, напрям в галузі термоелектричного (ТЕ) матеріалознавства, пов'язаний із використанням гетерофазних наноструктур, належить до одного з найбільш перспективних. Раніше на прикладі твердих розчинів $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$ було вперше запропоновано метод підвищення ТЕ ефективності сплавів шляхом створення природних гетерофазних композицій [1]. Збільшення експлуатаційного строку ТЕ пристроїв в значній мірі пов'язане з впливом часового фактору на властивості матеріалу.

Мета роботи – дослідження термоелектричних властивостей зразків $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$, що старіли за кімнатної температури.

Сплави $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$ були виготовлені методом прямого сплавлення початкових високочистих компонентів з подальшим гомогенізуючим відпалом за температури 820 К упродовж 250 годин після чого охолоджені на повітрі. Потім одержані сплави піддавали довготривалому (протягом 30 років) старінню за кімнатної температури.

Досліджено коефіцієнт Зеєбека S та електропровідність σ сплавів $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$ в інтервалі концентрацій 0 – 8 мол.% In_2Te_3 за кімнатної температури. Встановлено, що, не дивлячись на таке довготривале старіння, S і σ практично не змінились, що вказує на стабільність структури і ТЕ властивостей гетерофазних сплавів (композитних структур), в яких раніше спостерігались найвищі значення ТЕ ефективності.

Виявлено дві ділянки зростання S і σ на ізотермах властивостей твердих розчинів $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$ поблизу 1.0 та 3.0 мол.% In_2Te_3 . Концентраційні аномалії інтерпретуються як проявлення критичних явищ, що супроводжують перехід перколяційного типу від розчинених до концентрованих й асоційованих твердих розчинів. В межах перколяційної теорії проведена оцінка перколяційного радіусу.

Результати даної роботи дають ще один доказ універсального характеру критичних явищ, що супроводжують перехід перколяційного типу від слабкого легування до утворення домішкового континууму і визначають концентраційні аномалії властивостей.

Отримані результати слід приймати до уваги при подальшому дослідженні та оптимізації властивостей сплавів $3\text{SnTe-In}_2\text{Te}_3$ для використання в термоелектриці.

Література:

1. Rogacheva E., Dzyubenko N. The Improvement of Thermoelectric Properties of Heterophase Alloys Based on Tin Telluride // Proc. ICT-99, Baltimore. – 1999. – P. 226-229.

АЛГОРИТМ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ФУНКЦИЙ РАДИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АМОРФНЫХ БИНАРНЫХ СПЛАВОВ

Волощук В.В., Шипкова И.Г.

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

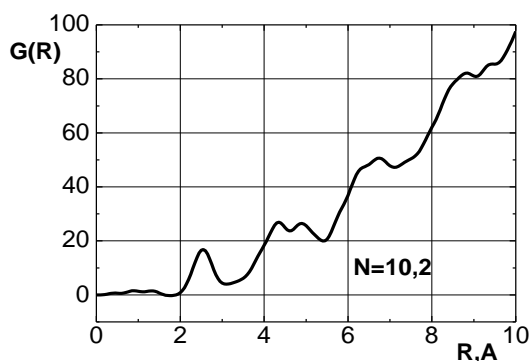
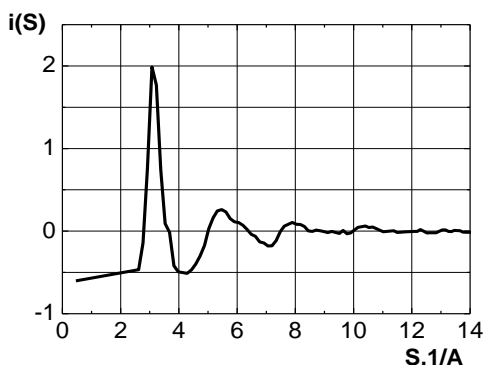
Исследование структуры аморфных металлических сплавов экспериментальными методами является важной задачей, решение которой может помочь объяснить особенности физических свойств этих уникальных материалов. Сравнение интерференционных функций и функций радиального распределения (ФРР) [1], полученных из дифракционных экспериментов, с аналогичными функциями, полученными расчетным путем для модельных систем, может дать правильное представление о внутреннем строении аморфного сплава. Расчет ФРР является сложной и трудоемкой математической задачей, требующей привлечения компьютерных программ. В данной работе разработана программа в системе MatLab с алгоритмом нахождения указанных функций для бинарных сплавов, а также предложен ее графический интерфейс для пользователей, незнакомых с тонкостями расчетов на каждом этапе.

Для построения ФРР использован математический аппарат Фурье-преобразования. Для двухкомпонентного сплава ФРР ($G(r)$) связана с интерференционной функцией $i(s)$ следующим уравнением:

$$G(r) = 4\pi r^2 (c_1 K_1 + c_2 K_2)^2 \cdot \rho_{\text{снл}} + \frac{2r}{\pi} \int_0^{\infty} i(s) \cdot s \cdot \sin(sr) ds,$$

где c_1, c_2 – атомные доли компонентов; $\rho_{\text{снл}}$ – средняя атомная плотность сплава; K_1, K_2 – усредненные по углам значения рассеивающих способностей атомов первого и второго компонентов; $s = 4\pi \cdot \sin\theta/\lambda$ – вектор рассеяния. Интерференционная функция $i(s)$ определяется из экспериментальной угловой зависимости интенсивности рентгеновского излучения с длиной волны λ путем введения поправок на поляризацию, поглощение, некогерентное рассеяние, аномальную дисперсию, и приведения к электронным единицам.

Действие программы апробировано при обработке дифрактограмм аморфного сплава Со-Р (см. рис). Определены положения максимумов, соответствующих радиусам первых трех координационных сфер, и найдено число ближайших соседей в первой координационной сфере.



[1] Скрышевский А.Ф. Структурный анализ жидкостей и аморфных тел. М.: Высшая школа, 1980.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ

Галушак И.В., Дульфан А.Я., Меньшов Ю.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Решение задач дифракции электромагнитных волн является неотъемлемой частью фундаментального физического инженерного образования. Объясняется это тем, что дифракция плотнейшим образом вошла во все сферы человеческой жизни. Это и исследовательские спектральные приборы и всевозможные средства отображения информации. Дифракционные решетки используются в качестве спектральных приборов, анализирующие природу неизвестного излучения. Чтобы понять идею спектрального анализа, достаточно обратить внимание на то, что можно выразить длину волны через период решетки и измеряемые в опыте величины. Обычно период решетки известен. Это позволяет определить длину волны излучения. И, наоборот, зная длину волны по данным, полученным при исследовании дифракций картины, можно определить период решетки и другие ее характеристики. Отражающие дифракционные решетки намного точнее таких диспергирующих приспособлений, как призмы и пропускающих дифракционных решеток. Современные делительные автоматизированные машины с интерференционными совмещаемыми системами дают возможность изготавливать отражающие дифракционные решетки, со строго эквидистантным размещением штрихов (до 3600 штрихов на 1 мм).

В существующем лабораторном практикуме по оптике используется пропускающая решетка, размещенная вместе с источником света и светофильтром на громоздкой и тяжелой оптической скамье. В предлагаемой новой лабораторной работе исследуется отражающая дифракционная решетка. В качестве источника когерентного излучения применяется полупроводниковый лазер. Все элементы размещаются на доске, одновременно служащей и основанием лабораторного макета и проекционным экраном. Важным моментом предлагаемой лабораторной работы является и то, что студенты должны подходить к выполнению с большим пониманием сущности задачи. От студента требуется одновременно добиться правильного положения максимумов дифракционной картины, точно померять расстояние между источником лазерного излучения и дифракционной решеткой, точно померять расстояния, определяющие максимумы дифракции первого и второго порядка. Результаты измерений обрабатываются с помощью различных программных продуктов, таких например как MathCad, Excel.

ЕСТЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛІ ВСЕСВІТУ І.КЕПЛЕРА

Гапochenко С.Д., Мамалуй А.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перед вищими технічними навчальними закладами України (і не тільки України) наразі постали дві проблеми. Перша більш глобальна і пов'язана з необхідністю трансформації технократичного мислення (в сенсі технічного відношення до всього) широкого загалу в напрямку більш холистичного і гуманістично орієнтованого мислення. Друга проблема зумовлена розширенням змісту і експоненціальним зростанням об'єму наукового знання, що зумовлює включення все більшої кількості предметів до навчальної програми.

У цьому контексті особливого значення набуває історія науки, предметне поле якої надає широкі можливості для ефективної інтеграції світоглядного змісту фундаментальних природознавчих наук (фізики, хімії), математики і гуманітарних дисциплін.

Уявлення, зокрема, про історію фізики складається (навіть у вчених), в більшій мірі, на основі відомих наукових досягнень, які наводяться в класичних працях, а пізніше у підручниках, за якими кожне нове покоління наукових співробітників і інженерів, навчається основам своєї практичної діяльності. Із цієї літератури часто витікає, що зміст науки складають тільки спостереження, закони і теорії, які описуються на їхніх сторінках. Прогрес фізики виступає як кумулятивний процес, яким в дійсності він не є.

Різні реконструкції історії науки (К. Поппер, І. Лакатос) здебільшого мають раціональний характер. Проте в історії науки все далі утверджується думка, що не тільки факти і спостереження визначають хід розвитку науки (наприклад, Л.Флек, Т.Кун, А.Койре). Діяльність вчених визначається насамперед деякою сукупністю загальноприйнятих уявлень, що входять до складу методології конкретної галузі науки. Серед таких уявлень особливе місце посідає уявлення про красу як зовнішнього світу, так і фізичної теорії, яка є його відображенням. Це положення розкривається на прикладі моделі Всесвіту, яка була Кеплером.

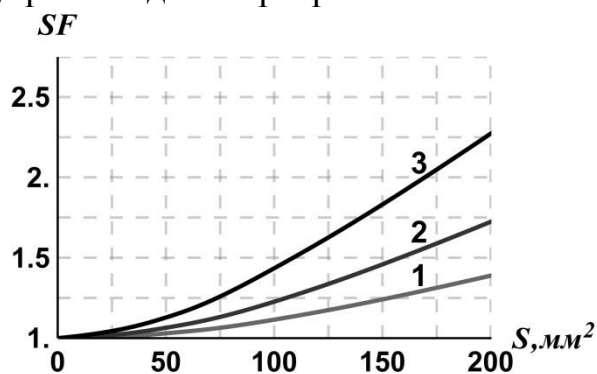
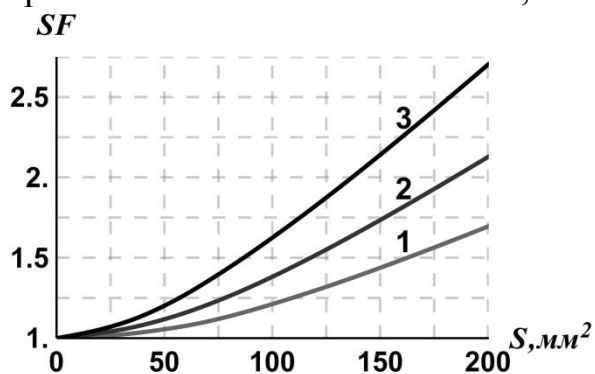
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКРАНИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ДВУСТОРОННЕМ ЗАЗЕМЛЕНИИ ЭКРАНОВ КАБЕЛЕЙ

Гринченко В.С.

ГУ «Институт технических проблем магнетизма
Национальной академии наук Украины», г. Харьков

Наиболее перспективным средством передачи электрической энергии в городах являются подземные кабельные линии (КЛ), которые в отличие от воздушных ЛЭП создают на порядок меньшее магнитное поле (МП) и поэтому не требуют отчуждения значительных земельных участков. Подземные КЛ состоят из трех силовых однофазных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, расположенных горизонтально или в вершинах треугольника. Основными конструктивными элементами таких кабелей являются жила, изоляция из сшитого полиэтилена и медный экран, обеспечивающий равномерность электрического поля в слое изоляции. Величина тока в жилах составляет несколько килоампер, поэтому магнитная индукция над КЛ может превышать предельно допустимый санитарный уровень. Для снижения уровня МП КЛ обычно применяют электромагнитные и магнитостатические экраны.

В представленной работе рассмотрен подход к снижению МП КЛ, который основан на использовании собственных экранов кабелей. При двустороннем заземлении экранов кабелей на концах КЛ в них индуцируются токи, МП которых ослабляет МП токоведущих жил. Эффективность экранирования SF определена как отношение действующего значения магнитной индукции при разомкнутых экранах кабелей к действующему значению магнитной индукции при заземлении экранов кабелей на концах КЛ. Для расчета SF разработана модель в программной среде *COMSOL Multiphysics*. Использован интерфейс «*Magnetic Fields (mf)*», который входит в «*AC/DC Module*». В области экранов кабелей использована сетка типа «*Mapped*», в остальных областях – сетка типа «*Free Triangular*». Путем численного моделирования получена зависимость эффективности экранирования SF от площади S поперечного сечения собственных экранов кабелей. Рисунок слева соответствует плоской укладке кабелей, справа – укладке треугольником. Кривые 1, 2 и 3 соответствуют расстоянию d между соседними кабелями 0.1 м, 0.2 м и 0.5 м. Полагается, что электрическая проводимость собственных экранов кабелей $\sigma=5.41 \cdot 10^7$ См/м, а их внутренние диаметры равны 50 мм.



ЩОДО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗАДАЧІ БАГАТОЦІЛЬОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНДУКТОРУ ДЛЯ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ДО ОДНОЦІЛЬОВОЇ

Грицай Д.О., Картава А.С., Коновалов О.Я.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для утворення сильного імпульсного магнітного поля заданого просторового розподілу, що має велике значення в магнітно-імпульсній обробці металів, використовують масивні соленоїди складних форм. При обчисленні їх форми контур профілю умовно поділяють на головну частину, що визначає розподіл поля на заготовці і має відповідну конфігурацію, та частину, яка неістотно впливає на зазначений розподіл і добудовується з емпіричних й конструктивних міркувань.

Центральну ділянку головної частини визначають за формою однієї з силових ліній магнітного поля, яке відтворено з поверхні заготовки. Периферійні ділянки головної частини виконують у вигляді кривих або відрізків, які визначають за допомогою мінімізації функції мети $\chi^{(s)}$ (s – номер ітерації), що характеризує відхилення між заданим й утворюваним розподілами магнітного поля у сукупності контрольних точок на поверхні заготовки. Запропоновано замість мінімізації відхилень в окремих точках утворити функціонал, у якому кожному розподілові відповідає одне значення – середньоквадратичне відхилення граничних розподілів.

Для підвищення якості магнітно-імпульсної обробки соленоїд має забезпечувати більшу точність відтворення заданого розподілу в контрольних точках, у яких напруженість поля більша. Для цього за допомогою вагових коефіцієнтів q_i доданкам функції мети, котрим відповідають контрольні точки під периферійними ділянками з більшою індукцією поля, запропоновано надати більшу вагу:

$$\chi^{(s)} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} q_i \left[B_z(R, z_i) - B_z(R, z_i)_{\Pi}^{(s)} \right]^2},$$

де n – кількість i -тих контрольних точок на поверхні заготовки під периферійними ділянками; q_i – вагові коефіцієнти,

$$q_i = B_z^2(R, z_i) / \left(\sum_{i=1}^{i=n} B_z^2(R, z_i) \right).$$

Вагові коефіцієнти вибрано в такий спосіб тому, що поверхнева густина електродинамічних зусиль пропорційна квадрату осьової складової індукції магнітного поля на поверхні заготовки $B_z(R, z)$.

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КОМПОЗИТНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ

Девизенко А.Ю., Чекрыгина Ю.И., Шипкова И.Г.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе поставлена задача выяснить роль материала немагнитной полупроводниковой прослойки в формировании магнитных свойств многослойных гранулированных пленок $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}\text{-SiO}_2$, перспективных для высокочастотных применений. Известно, что для композитов доперколяционного состава с изолированными гранулами характерно суперпарамагнитное состояние. Вместе с тем, в многослойных системах с прослойками Si в некоторых случаях отмечали возникновение ферромагнитного состояния [1]. Мы обнаружили, что вставка в композит прослоек из разных материалов приводит к различным изменениям магнитных параметров системы. Структуры с прослойками SiC имеют кривые намагничивания типа функции Ланжевена, свидетельствующие о суперпарамагнитном состоянии (СП). Петли гистерезиса структур с прослойками Si содержат крутой участок, подтверждающий образование крупных областей, превышающих критический размер для СП состояния и обеспечивающих ферромагнитное поведение образца.

Для исследования внутреннего строения структур мы провели малоугловые рентгенодифракционные измерения (МРД). Множественные четкие дифракционные пики для систем с Si (рис. 1) свидетельствуют о наличии периодичности в структуре и протяженной поверхности раздела композит-кремний. Компьютерное моделирование спектров МРД показало, что в системе $\text{CoFeB-SiO}_2/\text{Si}$ происходит формирование частиц металлического сплава в виде плоских образований. Таким образом, можно предполагать, что ферромагнитное состояние в исследованных структурах с прослойкой Si толщиной ~ 2 нм обеспечивается структурой индивидуального магнитного слоя, вопреки обсуждаемому в литературе механизму межслоевого обменного взаимодействия.

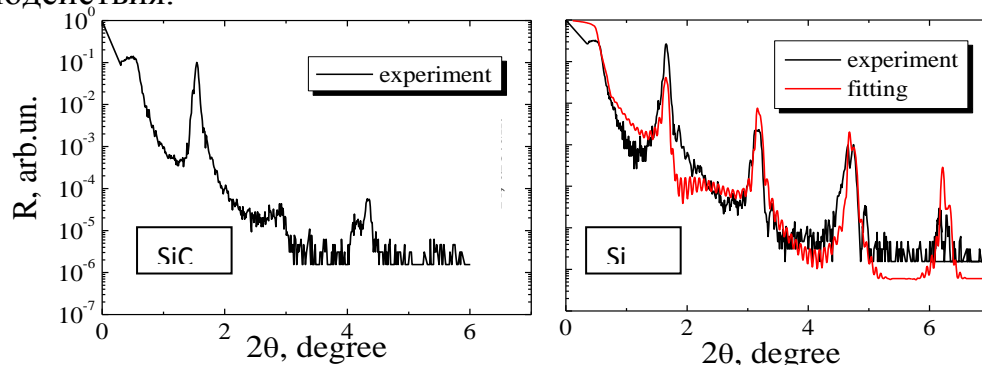


Рис. 1. Спектры МРД систем $[(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}\text{-SiO}_2)/\text{прослойка}]_n$ с прослойками разных типов

Литература:

[1]. Komogortsev S. V. et al.(2013) J. Appl. Phys.**113**.17C105.

ИМПУЛЬСНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

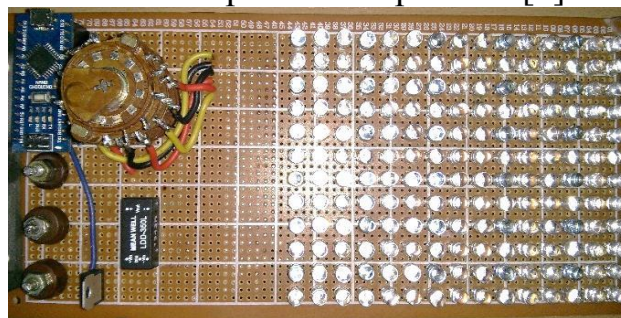
Зайцев Р.В., Кириченко М.В., Иванов А., Лоботенко Д.С.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одним из ключевых параметров базовых кремниевых кристаллов, влияющих на эффективность работы фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) на их основе, является время жизни неосновных носителей заряда (ННЗ). Распространенной методикой исследования времени жизни ННЗ является измерение времени спада напряжения холостого хода при освещении ФЭП прямоугольными импульсами света. Ранее нами для реализации указанной методики исследования параметров ННЗ был создан светодиодный осветитель [1], главным недостатком которого стала его форма в виде сегмента сферы, ограничивающая площадь освещаемого ФЭП размерами 3 см x 3 см. Однако последние тенденции развития фотоэнергетики направлены именно на увеличение площади ФЭП, которая в случае ФЭП на основе монокристаллического кремния достигает 156 мм x 156 мм. В связи с указанным возникла необходимость усовершенствования существующего импульсного светодиодного осветителя (ИСО) с целью увеличения освещаемой им площади до размеров современных ФЭП. Как и ранее, усовершенствованный ИСО основан на излучающем элементе, состоящем из полупроводниковых светодиодов разного цвета, которые позволяют облучать поверхность образца излучением с различной длиной волны для определения времени жизни ННЗ на различных глубинах базового кристалла кремния [2].

Использование более мощных светодиодов позволило положить в основу усовершенствованного ИСО плоскую конструкцию, у которой отсутствуют ограничения при масштабировании, и которая позволила получить излучающий элемент требуемой площади.



Для исследования современных ФЭП был создан исследовательский образец такого ИСО с длинами волн излучения 380нм, 470нм, 525нм, 630нм, 880нм и 940нм, внешний вид которого приведен на рисунке.

Дополнительно ИСО оснащен управляющим блоком, ключевыми элементами которого являются микроконтроллер ATmega328 с соответствующим программным обеспечением для создания прямоугольных импульсов света с частотой порядка 500 Гц и драйвером светодиодов LDD-350L, обеспечивающем необходимые режимы работы светодиодов в импульсе.

Литература:

1. Патент на полезную модель №33676 «Светодиодный осветитель». Номер заявки: u 2008 01452, от 04.02.2008. Зарегистрировано в Государственном реестре Украины на изобретения 10 июля 2008 года.
2. Kirichenko M.V. Advanced methods of increasing and monitoring the lifetime of nonequilibrium minority charge carriers in master dies for high-performance silicon solar cells / M.V. Kirichenko, R.V. Zaitsev, V.R. Kopach // Telecommunications and radio engineering – 2010. - Vol.69. - No.5. – P. 441 – 450.

СУПЕРПОЗИЦИЯ ПОЛЕЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМЫ ИНДУКТОРА В МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

Иващенко А.В.¹, Коновалов О.Я.², Мороз Р.С.²

¹*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

²*Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Пространственная конфигурация электромагнитного поля, используемого при реализации электротехнологий, определяет энергетические затраты и качество изготовленного продукта, таким образом влияя на рентабельность и целесообразность применения технологии в целом. Существующие методы синтеза соленоидальных систем в основном базируются на том, что сами системы состоят из набора витков малого сечения. Варьирование геометрическими параметрами и токами отдельных витков позволяет в результате итерационного процесса добиться соответствия получаемого и заданного распределений с требуемой точностью или минимальным расхождением.

Такой метод не может быть непосредственно использован при определении формы массивных индукторов или концентраторов магнитного поля, служащих для создания сильных импульсных магнитных полей в магнитно-импульсной обработке металлов. Условное разбиение контура профиля на элементарные участки оказалось не эффективным, поскольку приводило к образованию негладкой образующей контура профиля индуктора. Построение контура посредством интерполяции кривой Безье или сплайн-аппроксимацией приводит к трудно алгоритмизируемой процедуре выбора количества базовых точек.

Рассмотрим вспомогательную задачу в оптимизационной формулировке. На каждом шаге итерационного процесса рассчитывается импульсное магнитное поле элементарных токов, расположенных в расчетной области, снаружи цилиндрической обрабатываемой заготовки. Цель вспомогательной задачи - поиск квазирешения. Под квазирешением будем понимать такую картину поля в расчетной области, которая соответствует минимуму функционала невязки заданного и обеспечиваемого на поверхности обрабатываемой заготовки распределений. Минимизация функционала достигается варьированием положения и амплитуды элементарных токов. В результате квазирешения вспомогательной задачи получено распределение потока магнитного поля в расчетной области. Металлизация какой-либо из изоповерхностей равного потока представляет собой искомую форму индуктора.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ КЕРМЕТНИХ ПОКРИТТІВ ZnO-Ni

Клепікова К.С.¹, Ключко Н.П.¹, Любов В.М.¹, Старіков В.В.¹,

Волкова Н.Д.², Копач В.Р.¹, Жадан Д.О.¹

¹ *Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут»

² *Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського*

«Харківський авіаційний інститут», м. Харків

У галузі розробки відновлюваних джерел енергії сучасні зміни на світовому ринку сонячної енергетики характеризуються значним підйомом інтересу до розвитку технологій, що забезпечують ефективне перетворення сонячної енергії в тепло. При розробці сонячних колекторів особливе значення надається проблемі створення ефективних селективних поглинаючих покриттів, які дозволяють, з одного боку, забезпечити максимальне поглинання колектором енергії сонячного випромінювання, а з іншого – зменшити втрати тепла через його випромінювання поверхнею колектора в навколишній простір. Для формування чорного селективного покриття теплових сонячних колекторів, що має мале відбиття R на видимій ділянці спектру та велике R при довжинах хвиль більше 2-2.5 мкм, перспективним підходом є створення керметів – нанокомпозитів із широкозонних оксидів в якості матриць з наповнювачами із металічних наночастинок. Перевагою електрохімічної технології виготовлення чорних селективних покриттів порівняно з багатьма відомими технологіями є безпека для навколишнього середовища, придатність для широкомасштабного виробництва, використання не складного обладнання, простота у керуванні технологічними процесами та їх висока продуктивність. В даній роботі досліджено кристалічну структуру, оптичні властивості, морфологію та селективність нанокомпозитів, виготовлених методом послідовного катодного електрохімічного осадження наноструктурованих одновимірних масивів цинк оксиду з подальшим заповненням простору між нанострижнями ZnO електрохімічно нанесеними наночастинками нікелю. Дослідження оптичного пропускання, дзеркального і дифузного відбиття нанокомпозитів проводилося з використанням спектрофотометра СФ-2000. Коефіцієнт поглинання сонячної радіації визначався із застосуванням фотометра ФМ-59 в діапазоні довжин хвиль 0.3-2.4 мкм. Випромінювальна здатність вимірювалася за допомогою терморадіометра ТРМ «І» при довжинах хвиль 4-40 мкм. З метою дослідження кристалічної структури реєструвалися рентгенівські спектри керметних покриттів ZnO-Ni з використанням дифрактометра. Дослідження морфології поверхні нанокомпозитів здійснювали методом атомної силової мікроскопії. В роботі показано, що виготовленні методом послідовного катодного електрохімічного осадження керметні покриття ZnO-Ni склалися з одновимірних масивів гексагонального ZnO із вбудованими в них нанокристаллами Ni кубічної модифікації. Відбиття поверхнею керметів видимого опромінення становило близько 6 %, інтегральний коефіцієнт поглинання сонячного світла складав 83-92 %, а випромінювання в інфрачервоному діапазоні не перебільшувало 14-28 %.

КВАЗИРЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОДОЛЖЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ГРАНИЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Коновалов О.Я., Котляров Е.С., Петренко Н.П.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В электронной оптике, ускорителях элементарных частиц, магнитно-импульсной обработке металлов возникает необходимость определения формы соленоидов или электродов, генерирующих электромагнитное поле заданной пространственной геометрии. В тех случаях, когда элементы полеобразующей системы являются поверхностями уровня обеспечиваемого ими же электромагнитного поля, один из возможных подходов к нахождению конфигурации состоит в постановке и решении задачи продолжения функции, описывающей распределение поля, с граничной поверхности в окружающее пространство. Последующем нахождении и “металлизации” одной из изоповерхностей продолженного поля.

С точки зрения математической физики такая задача формулируется в виде задачи Коши для дифференциального уравнения эллиптического типа. Она является некорректно поставленной по Адамару, ее решение существует лишь для ограниченного класса функций граничного распределения поля и только в некоторой области вблизи границы. Рассматривая картину магнитного поля, генерируемого проводящей полеобразующей системой в некоторой изотропной, однородной, диэлектрической среде с постоянными электрофизическими характеристиками, следует учитывать диффузию магнитного поля в проводники. В результате форма изоповерхностей магнитного поля, строго говоря, не совпадает с конфигурацией проводящих элементов.

Однако, диффузия определяется глубиной проникновения электромагнитного поля в проводящие элементы и зависит от частоты электромагнитных колебаний и электрофизических свойств проводников. В случае импульсного характера электромагнитного поля, предельные силовые линии практически совпадают с контурами хорошо проводящих тел.

Предлагаемый подход к решению задачи состоит в следующем. Вместо исходной задачи поставим задачу в оптимизационной формулировке. На каждом шаге итерационного процесса рассматривается импульсное магнитное поле элементарных токов, расположенных в расчетной области над границей. Под квазирешением будем понимать такую картину поля в расчетной области, которая соответствует минимуму функционала невязки заданного и обеспечиваемого на границе распределений. Минимизация функционала достигается варьированием положения и амплитуды элементарных токов.

ВЫРАЩИВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛА KDP:L-АРГИНИН
Костенюкова Е.И., Безкровная О.Н.
«Институт монокристаллов»
НАН Украины, г. Харьков

Создание для современной электроники новых эффективных нелинейно-оптических материалов с высокой нелинейной восприимчивостью базируется на основе кристаллов дигидрофосфата калия (KDP) с внедрением органических составляющих для повышения эффективности их нелинейного отклика. Одним из актуальных направлений является допирование аминокислотой L-аргинин [1].

Целью нашей работы было получение допированного кристалла KDP:L-аргинин и изучение его спектральных, оптических, рентгено-структурных и прочностных свойств. Кристаллы KDP:L-аргинин (1,4 мас.%) были выращены методом снижения температуры на "точечной" затравке в кристаллизаторе.

Пропускание чистого и допированного кристаллов KDP составляет ~ 83-87% в видимой области спектра. В то же время, наблюдается уменьшение пропускания допированного кристалла в области 270 нм до 62% в секторе {101} по отношению к 85% чистого кристалла; для сектора {100} – пропускание 50% и 5% соответственно для чистого и легированного кристаллов [2]. Полосы поглощения в легированном кристалле совпадают с положением полос, характерных для L-аргинин фосфата. Кроме того, в ИК-спектрах легированных кристаллов наблюдаются дополнительные полосы поглощения при 872, 1047, 1287, 1455 см⁻¹, характерные для спектра L-аргинин фосфата, которые отсутствуют в ИК-спектре чистого L- аргинин [3]. Вероятно, молекула L-аргинин входит в кристалл посредством координации с фосфатными группами кристалла KDP. Также было установлено изменение объема элементарной ячейки кристалла KDP:L-аргинин по сравнению с чистой кристаллом KDP.

Значения микротвердости плоскости (001) чистого KDP кристалла превышают таковые для (100), что связано с различиями их кристаллического строения. Микротвердость допированного KDP превышает аналогичные значения для чистого кристалла в среднем на 15%. Введение L-аргинина в кристалл способствует упрочнению кристалла, что обусловлено увеличением силы связей в кристаллической решетке, в результате вхождения в нее молекул аминокислоты [4].

Литература:

- [1] K. D. Parikh, D. J. Dave, B. B.Parekh, et al.. Mater. Sci. 30 105 (2007)
- [2] S. Kumar, S. B. Rai, Indian J. of Pure and Appl. Phys. 48 251 (2010)
- [3] S. Singh, B. Lal. J. Of Crystal Growth. 312 443-446 (2010)
- [4] M. I. Kolybaeva, O. N. Bezkravnaya, et al. Cryst. Res. Technol. 1–10.(2014)

**ПРОЦЕСИ СТРУКТУРНОЇ РЕЛАКСАЦІЇ В АМОРФНОМУ
СПЛАВІ $\text{Co}_{69}\text{Fe}_{3,7}\text{Cr}_{3,8}\text{Si}_{12,5}\text{B}_{11}$ З БЛИЗЬКОЮ ДО НУЛЯ
МАГНІОСТРИКЦІЄЮ**

Луб'яний Л.З.¹, Кекало І.Б.², Чичибаба І.О.¹

¹Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

*²Національний дослідницький технологічний університет «МИСиС»,
м. Москва*

Аморфні сплави на основі кобальту з близькою до нуля магніострикцією, володіючи надзвичайно високими магнітними властивостями в малих полях, міцно зайняли свою нішу в сучасній техніці. У них, як і в інших класах аморфних сплавів, при відігріванні протікають процеси структурної релаксації, що відрізняються за своєю природою і термодинамічним стимулам [1]. Розвиток цих процесів позначається на рухливості границь доменів, а отже, і на рівні гістерезисних магнітних властивостей.

В роботі вивчена еволюція гістерезисних магнітних властивостей і характеристик магнітних шумів, викликаних скачками Баркгаузена, залежно від розвитку в різних температурних районах відпалу процесів структурної релаксації, що відрізняються за своєю природою. Показано, що досліджений аморфний сплав на основі кобальту володіє високою в порівнянні зі сплавами на основі заліза просторовою однорідністю магнітних шумів. Стабілізація границь доменів внаслідок спрямованого впорядкування (при температурах відпалу $T_a < T_c$, де T_c – температура Кюрі) і процеси кластерінга (при $T_a > T_c$), що фіксуються методом малокутового розсіяння рентгенівських променів, не тільки впливають на рівень гістерезисних магнітних властивостей, але й визначають магнітошумові характеристики сплаву. Зіставлення динаміки магнітошумових закономірностей зі зміною магніострикції насичення λ_s дозволило прийти до висновку, що не тільки спрямоване, а й ізотропне ближнє впорядкування впливає на особливості характеристик магнітних шумів. Виявлено інтервали температур відпалу, що забезпечують прийнятні значення гістерезисних магнітних властивостей при одночасному низькому рівні магнітних шумів. Така ситуація складається при деякій оптимальній концентрації кластерів у вивченому сплаві.

Література:

1 Кекало И.Б. Влияние состава и условий получения аморфных сплавов на эволюцию их магнитных свойств при отжиге (обзор) // Аморфные (стеклообразные) металлические материалы: Сб. тр. М.: Наука, 1992. С. 107 – 112.

ПРОЦЕСИ РОЗПИЛЕННЯ І ОСАДЖЕННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ВУГЛЕЦЕВИХ ПЛІВОК З ПРИСКОРЕНИХ ІОНІВ ФУЛЕРЕНУ C₆₀

Малєєв М.В., Зубарєв Є. М., Пуха В.Є.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розпилення вже давно не є лише небажаним ефектом, яке призводить до руйнування поверхні. Цей процес широко застосовується для очищення і травлення поверхонь, для отримання тонких плівок, для аналізу поверхні тощо. У даній роботі представлені результати впливу прискорених іонів C₆₀ на поверхню мішеней з скловуглецю, кремнію, оксиду індій-олова (ІТО), оксиду кремнію (SiO₂) залежно від енергії впливу при температурі поверхні 100°C.

Встановлено, що при опроміненні поверхні цих мішеней залежно від енергії впливу відбувається як зростання вуглецевої плівки, так і розпилення самої мішені. Коефіцієнт розпилення має стрибкоподібну залежність від енергії впливу незалежно від матеріалу мішені. Під коефіцієнтом розпилення в даному випадку розуміється кількість атомів вибитим одним іоном C₆₀ з урахуванням атомів, які входять в молекулу.

Для мішені з скловуглецю зростання вуглецевої плівки спостерігається в інтервалі енергій 2,5-19 кеВ, при 20 кеВ відбувається травлення поверхні. Коефіцієнти розпилення: 19 кеВ — 45, 20 кеВ — 62, 24,4 кеВ — 70 атомів / іон.

На кремнієвій мішені плівка росте в інтервалі енергій 2,5-7 кеВ, при енергії 8 кеВ починається травлення поверхні Si. Коефіцієнти розпилення: 7 кеВ — 13, 8 кеВ — 84, 20 кеВ — 160 атомів / іон.

Для оксидних мішеней, таких як ІТО і SiO₂ зростання плівки лежить в інтервалах енергій 2,5 -3,75 кеВ. Вже з енергії 4,4 кеВ спостерігається активне розпилення мішеней. Коефіцієнти розпилення з урахуванням всіх атомів покидають мішень для ІТО: 3,75 кеВ - 38, 4,4 кеВ - 336, 20 кеВ - 874 атомів / іон (розпилені атоми - In, Sn, O, C); для SiO₂: 3,75 кеВ - 18, 4,4 кеВ - 117, 10 кеВ - 204 атомів / іон (розпилені атоми Si, O, C).

Отримані результати розширюють уявлення про процеси, які протікають при взаємодії прискореного іона C₆₀ з поверхнею, а так само можуть бути використані при створенні наноструктур, сухий фотолітографії і модифікації поверхні.

АКСИОМА ПАРАЛЛЕЛЬНОСТИ ЭВЕРЕТТА
Мамалуй А.А., Дульфана.Я., Фатьянова Н.Б.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Среди многих десятков интерпретаций квантовой механики, серьёзно обсуждаемых физиками и философами в последние годы, наиболее значимыми и привлекающими внимание стали две – копенгагенская и многомировая. В философии многомировая интерпретация воплотилась в форму эвереттики, аксиоматической мировоззренческой конструкции, включившей в свою аксиоматику важнейший пункт многомировой интерпретации о ветвлении волновой функции в процессе взаимодействия

Понятия эвереттических ветвлений и склеек относятся к основным аксиоматическим понятиям эвереттики. Между тем, основополагающая статья Х.Эверетта не детализирует механизма ветвлений, что, безусловно, позволило укрепиться концепции и термину «параллельные миры», особенно при популярном изложении многомировой интерпретации квантовой механики. Основным смыслом «геометрического» понимания концепции «параллельных миров» является утверждение о «непересекаемости» ветвей альтерверса. Концепция имеет основанием утверждение самого Х.Эверетта о том, что «полное отсутствие влияния одной ветви на другую также подразумевает, что никакой наблюдатель никогда не будет знать ни о каком процессе "расщепления"» В результате осмысления концепции ветвления с точки зрения гносеологического оптимизма в эвереттике была выдвинута идея эвереттических склеек и постулат о «непересекаемости» был заменен на другой – «аксиому об эвереттических склейках», утверждающую неизбежность взаимодействия ветвей альтерверса

В дополнение к ним, эвереттика вводит еще одну аксиому – о метасистеме Мирозданий. Эта аксиома отражает самый общий на сегодняшний день уровень понимания структуры Бытия. Она утверждает: «Бытие в целом – это гёделевская фрактальная метасистема Мирозданий и их обитателей. Для целей данной работы важно рассмотреть событие, имеющее всеобщий характер и четкий физический смысл. С этой точки зрения событие должно порождаться средой, присутствующей в любой точке пространства-времени Минковского. В качестве такой среды логично выбрать физический вакуум. С философской точки зрения можно рассмотреть и любую другую модель «мирового эфира» в эйнштейновском его понимании как материального заполнителя пустот, однако модель физического вакуума предпочтительна тем, что неизбежные квантовые флуктуации физических полей в этой среде играют важную роль в объяснении ряда фундаментальных явлений, причем не только «узко-специальных» (хаотической инфляции по Линде, излучения Хокинга, Лэмбовского сдвига, сил Ван-Дер-Ваальса и пр.), но и «конкретно-бытовых» (спонтанное излучение возбужденных атомов).

Настоящая работа является попыткой конкретизации проявлений эвереттических аксиом на основе фрактальной модели механизма эвереттических ветвлений.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА 2H-NbSe₂ С ВАКАНСИЯМИ Se

Мамалуй А.А., Синельник А.В., Андреева О.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В результате недавних исследований [1] было обнаружено, что при высокотемпературной выдержке кристалла 2H-NbSe₂ происходит структурный фазовый переход, приводящий к образованию решетки 4H-NbSe₂. Этот переход стимулируется образованием вакансий Se в исходном кристалле. Образование вакансий Se приводит к двум следствиям. Во-первых, при образовании вакансий в решетке возникают смещения атомов, распространяющиеся вплоть до поверхности кристалла. Во-вторых, поскольку связь Nb-Se является ковалентной, образование вакансий Se приводит к освобождению ~1 электрона/1 вакансию, то есть увеличению числа носителей в зоне проводимости 2H-NbSe₂. Оба эти следствия приводят к изменению электронного спектра. Представляет интерес, изучение изменений электронного спектра 2H-NbSe₂ при образовании вакансий Se. Целью данного исследования является расчет электронной структуры 2H-NbSe₂ с вакансиями.

Нами были проведены численные расчеты электронной зонной структуры, плотности состояний и построена поверхность Ферми 2H-NbSe₂. Были рассмотрены три случая: бездефектный кристалл, кристалл с измененным объемом элементарной ячейки и кристалл с увеличенной концентрацией носителей. Расчеты производились в модели линеаризованных присоединенных плоских волн (ППВ) с полным потенциалом. ППВ представляют набор базисных функций используемых для решения уравнения Кона-Шэма в теории функционала плотности [2].

Было выяснено, что при концентрациях вакансий, реально наблюдающихся в экспериментах, объем дырочной зоны Г поверхности Ферми имеет тенденцию уменьшаться с увеличением концентрации вакансий. Это уменьшение при постепенном увеличении концентрации вакансий происходит как при увеличении объема элементарной ячейки, так и при увеличении концентрации носителей. Суммарный эффект может приводить к полному исчезновению этой группы носителей, то есть к электронному топологическому переходу 2,5 рода [3]. Выявленное уменьшение или даже исчезновение зоны на поверхности Ферми коррелирует с экспериментально наблюдающимся фазовым переходом 2H→4H-NbSe₂ [1]: оба перехода, электронный и структурный, происходят примерно при одних и тех же концентрациях вакансий Se.

Литература:

1. O.N. Andreeva, I.S. Braude, A.A. Mamalui, The Physics of Metals and Metallography 113, 9 (2012)
2. A. Gulans, S. Kontur, C. Meisenbichler, D. Nabok, P. Pavone, S. Rigamonti, S. Sagmeister, U. Werner, and C. Draxl, J. Phys.: Condens. Matter 26, 363202 (2014)
3. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов, Электронная теория металлов, М: Наука, 1971

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $Sb_2Te_3 - Bi_2Te_3$ В ІНТЕРВАЛІ КОНЦЕНТРАЦІЙ 0 – 7 мол.% Bi_2Te_3

Мартинова К.В., Рогачова О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Тверді розчини $Sb_2Te_3 - Bi_2Te_3$ знайшли широке застосування як низькотемпературні термоелектричні матеріали, що застосовуються за $T_{кімн.}$. Детально досліджені їх теплові, кінетичні та термоелектричні властивості [1], але дослідження залежності механічних властивостей (а саме мікротвердості H) від складу твердого розчину ще не проводилося.

З точки зору сучасних уявлень, утворення твердого розчину супроводжується монотонним зростанням мікротвердості, оскільки атоми, що вводяться, виступають як стопори для руху дислокацій. Втім, концентраційні залежності мікротвердості у ряді твердих розчинів мають аномальні ділянки при малому вмісті одного із компонентів (~ 1 мол. %). Такі аномалії припустимо пов'язані із взаємодією статичних деформаційних полів атомів домішки при зміні складу твердого розчину. [2]. Тому цікавим є дослідження тверді розчини $Sb_2Te_3 - Bi_2Te_3$ в області малого вмісту Bi_2Te_3 .

Мета роботи – дослідження мікротвердості ТР $(Sb_2Te_3)_{100-x} - (Bi_2Te_3)_x$ ($x = 0 - 7$). Об'єкти дослідження – литі полікристалічні зразки отриманих шляхом сплавлення В, Sb і Te у вакуумованих кварцових ампулах та відпалу протягом 300 годин за температури $370^\circ C$. Проведено вимірювання мікротвердості H на мікротвердомері ПМТ-3 із алмазним індентором пірамідальної форми.

Хід залежності мікротвердості від складу твердого розчину є немонотонним: H різко зростає до $x = 1$, далі наявне слабке зниження до $x = 2$, після чого H продовжує поступово зростати. Екстремальний хід залежності $H(x)$ припустимо пов'язується з реалізацією ФП перколяційного типу від розбавлених до концентрованих ТР, коли взаємодія деформаційних полів домішкових атомів стимулює процеси дальнього впорядкування у твердому розчині.

Література:

1. Hyung-Wook J., Neon-Phil H., Electrical and thermoelectrical properties of undoped $Bi_2Te_3-Sb_2Te_3$ and $Bi_2Te_3-Sb_2Te_3-Sb_2Se_3$ single crystals // Jour. Phys Chem. Sol. – 1991. – V.52. – №4. – P. 579 – 585.
2. Рогачева Е. И. О концентрационной зависимости микротвердости в полупроводниковых твердых растворах // Неорганические материалы. – 1989. - Т. 25. - № 5. – С. 754 – 757.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ КИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК PbTe, ЛЕГИРОВАННЫХ InTe

Меньшикова С.И., Рогачева Е.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Теллурид свинца (PbTe) давно известен как материал, используемый в термоэлектричестве, а именно в термогенераторах, работающих в интервале средних температур (от комнатной до $870 \div 920$ К). Эффективное использование PbTe возможно при концентрациях носителей заряда $n \sim 2-3 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, получить которые удастся путем легирования различными примесями (Na, Bi, In и др.). При введении In в решетку PbTe удастся получить однородные по концентрации носителей заряда кристаллы со стабильными свойствами, слабо чувствительными к влиянию неконтролируемых дефектов. В период интенсивного развития нанотехнологий и нанофизики большое внимание уделяется методам получения и исследованию кинетических свойств материалов в тонкопленочном состоянии.

Цель работы – исследовать возможность получения тонких пленок, выращенных методом термического испарения в вакууме кристаллов PbTe, легированных примесью InTe, и их гальваномагнитные свойства в интервале температур 80-300 К.

Тонкие пленки с толщинами $d = 40$ нм и 190 нм были получены термическим испарением в вакууме ($\sim 10^{-5} - 10^{-6}$ Па) кристаллов PbTe, легированных InTe (1 мол.%), с последующей конденсацией на свежие сколы (001)KCl, поддерживаемые при температуре (520 ± 10) К. Сверху на пленки электронно-лучевым методом был нанесен защитный слой BaF_2 . Толщину d определяли при помощи откалиброванного кварцевого резонатора. Коэффициент Холла R_H и электропроводность σ в интервале температур 80-300 К были измерены стандартным dc методом с погрешностью ± 5 %. Холловскую подвижность носителей заряда рассчитывали по формуле $\mu_H = \sigma \cdot R_H$.

Результаты измерений R_H показали, что пленки, как и кристалл, обладают n -типом проводимости во всем интервале исследуемых температур и имеют концентрацию электронов n , в 1.5-2 раза превышающую n в кристалле. В пленках R_H практически не изменяется, а σ и μ_H уменьшаются с ростом температуры, как и в шихте, что свойственно вырожденным полупроводникам, однако скорость уменьшения σ и μ_H с температурой для более тонкой пленки ($d = 40$ нм) оказалась ниже, чем для пленки с $d = 190$ нм. Величина степенного коэффициента ν , определенная из температурной зависимости подвижности ($\mu \sim T^{-\nu}$) для кристалла и пленок с $d = 40$ нм и 190 нм составила $\nu = 2.5, 0.7$ и 1.7, соответственно. Для кристалла это указывает на преобладание рассеяния электронов на акустических фононах и наличие температурной зависимости эффективной массы электронов. Снижение ν при уменьшении толщины пленки связывается с увеличением вклада рассеяния на интерфейсах.

ФОНОННЫЙ СПЕКТР И КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБОНОВЫХ НАНОТРУБОК

Минакова К.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В предлагаемой работе методом якобиевых матриц [1] произведен расчет спектральных плотностей, соответствующих смещениям атомов карбоновой нанотрубки вдоль различных кристаллографических направлений. Силовые постоянные приняты равными силовым постоянным атомов графенового монослоя в графите, определенным в [2].

На Рис. 1 приведены результаты расчета для однослойной нанотрубки *zig-zag*, содержащей 32 атома на поперечном срезе. Спектральные плотности $\rho_l(\omega)$ соответствуют атомным смещениям вдоль оси трубки, спектральные плотности $\rho_\tau(\omega)$ - атомным смещениям в «тангенциальном» направлении, а $\rho_n(\omega)$ - смещениям, нормальным к поверхности трубки. На всех фрагментах Рис. 1 кривые 1 соответствуют спектральным плотностям графита, кривые 2 – биграфена, кривые 3 – карбоновой нанотрубки.

Спектральные плотности карбоновых нанопленок можно рассматривать, как огибающие спектральных плотностей карбоновых нанотрубок. Для фононных спектральных плотностей нанотрубок характерны обусловленные размерным квантованием всплески, аналогичные наблюдаемым в электронных спектрах нанотрубок [3]. Увеличение числа низкочастотных состояний на спектральной плотности $\rho_\tau(\omega)$ обусловлено вкладом крутильных колебаний (одномерные крутильные волны распространяются вдоль оси нанотрубки). В работе также рассчитаны среднеквадратичные амплитуды атомных смещений и определены температурные интервалы динамической устойчивости нанотрубок, а также рассчитана и проанализирована температурная зависимость фононной теплоемкости данных систем.

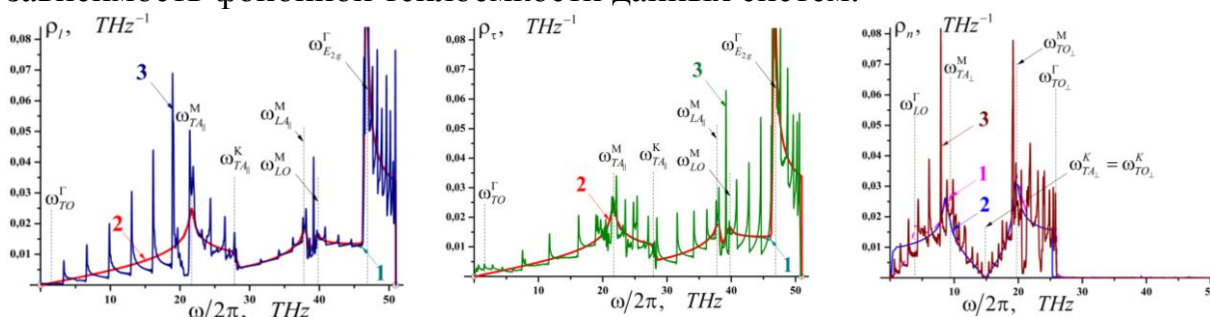


Рис. 1: Фононные спектральные плотности, соответствующие различным смещениям атомов углеродной нанотрубки.

Литература:

- [1] V.I. Peresada, in: *Condensed Matter Physics* [in Russian], FTINT AN Ukr. SSR, Kharkov, **2**, 172 (1968).
- [2] I.A. Gospodarev, K.V. Kravchenko, E.S. Syrkin and S.B. Feodosyev, *Low Temp. Phys.* **35**, 589 (2009) [*Fiz. Nizk. Temp.* **35**, 751 (2009)].
- [3] M.S. Dresselhaus and P.C. Eklund, *Adv. Phys.* **49**, 705, (2000).

БУДОВА І ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОСТРУКТУР СУЛЬФІДУ ОЛОВА

Момотенко О.В., Клочко Н.П., Копач В.Р., Любов В.М., Ткач П.П.
*Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків*

Синтез наноструктурованих матеріалів є складним і водночас необхідним технологічним завданням для багатьох галузей сучасного матеріалознавства. Наночастинки напівпровідникових металл-халькогенідів, особливо сульфідів металів, ретельно вивчаються, в першу чергу завдяки їх можливому використанню в таких областях, як нелінійна оптика, електроніка, люмінесценція, фотovoltaїка і т.п. Для кожного із цих застосувань важливі певні структурні параметри та оптичні властивості, які зумовлені розмірними ефектами в наноб'єктах. Сульфід олова SnS є дуже перспективним для використання у фотоелектрохімічних сонячних приладах на контактах Шоттки, а також в сонячних елементах на квантових точках. На базі цього напівпровідника, з шириною забороненої зони близько 1,3 eV для прямих та 1,1 eV для непрямих переходів, можливо виготовляти нульмірні, одномірні та двомірні наноструктури.

Для виготовлення тонких плівок сульфідів олова був обраний придатний для широкомасштабного виробництва двохстадійний метод: на першому етапі з водних розчинів електрохімічно осаджують прекурсори – шари олова, а на другому проводять сульфурізацію (вакуумний відпал в парах сірки) прекурсорів для утворення сполуки сульфідів олова. Перевагою використання такого методу полягає в поєднанні простоти та багатолітнього досвіду технологій гальванічних покриттів та вакуумної термообробки. Дана робота присвячена дослідженню зміни структури та оптичних властивостей плівок SnS при зміні параметрів катодного електроосадження прекурсорів Sn із стандартного пірофосфатного розчину та параметрів сульфурізації.

Електроосажені шари олова та синтезовані після сульфурізації тонкі плівки сульфідів олова досліджували методами рентген-дифрактометричного аналізу і спектрофотометричного оптичного аналізу. Морфологію поверхні шарів визначали за допомогою оптичного мікроскопа.

За даними рентген-дифрактометрії, монофазні полікристалічні шари SnS зі структурою герценбергита були утворені шляхом сульфурізації електроосаджених плівок олова товщиною 0.45 – 1.32 мкм в парах сірки при температурі 330 °C. Аналіз оптичних властивостей сульфурізованих при 330 °C полікристалічних шарів SnS виявив, що вони мають типову для даного матеріалу ширину забороненої зони ≤ 1.3 eV і коефіцієнт поглинання видимого світла $\alpha = (1-2) \cdot 10^4$ см⁻¹. Отримані плівки SnS мали орторомбічну модифікацію герценбергиту, а найтонші із зразків були рентгеноаморфними. Встановлено, що нанорозмірний ефект, який було зафіксовано оптичними і структурними дослідженнями, пов'язаний саме з наноструктурною будовою шарів сульфідів олова.

ВПЛИВ ПРИРОДНОГО СТАРІННЯ НА МІКРОТВЕРДІСТЬ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $Pb_{1-x}Ge_xTe$

Ніколаєнко Г.О., Рогачова О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Напівпровідникові тверді розчини $Pb_{1-x}Ge_xTe$ відомі як матеріали, що застосовуються при виробництві р-гілок термоелектричних перетворювачів, працюючих у діапазоні температур 50-600 °С. Природне старіння матеріалів та приладів викликає деградацію їх властивостей і вивчення цього явища має як практичне, так і наукове значення, бо природа мікромеханічних механізмів процесу старіння на цей час остаточно не встановлена [1].

У роботі [2] були досліджені полікристалічні тверді розчини $Pb_{1-x}Ge_xTe$ ($0 \leq x \leq 0.07$), отримані методом прямого сплавлення вихідних компонентів у вакуумованих кварцових ампулах за температури 1350 ± 10 К з подальшим відпалом за 820 К впродовж 200 год. та охолодженням зі швидкістю вимкненої печі. Автори [2] виявили в інтервалі $x \approx 0.008 - 0.015$ аномальний характер концентраційних залежностей низки властивостей, зокрема мікротвердості (H), наявність яких пов'язали з проявом перколяційних ефектів у домішковій підсистемі кристалу. Представляло інтерес з'ясувати, чи зберігається цей ефект при тривалій витримці зразків за кімнатної температури.

Об'єкти дослідження - полікристалічні зразки твердих розчинів $Pb_{1-x}Ge_xTe$ ($0 \leq x \leq 0.07$), які піддавалися старінню протягом 20 років за кімнатної температури.

Мета роботи - дослідження впливу процесів природного старіння на мікротвердість полікристалів $Pb_{1-x}Ge_xTe$ ($0 \leq x \leq 0.07$).

Методика вимірювання H була ідентичною до методики вимірювань в роботі [2]. Похибка вимірювання H не перевищувала $\pm 3\%$.

У процесі старіння протягом 20 років за кімнатної температури аномальна ділянка на залежності $H(x)$ продовжувала існувати, хоча звузилась до інтервалу $x = 0.008 \div 0.012$, що свідчило про сталість у часі фазового переходу перколяційного типу від розбавленого до концентрованого твердого розчину. На залежності $H(x)$ старіючих зразків в інтервалі $x = 0.02 \div 0.03$ була виявлена додаткова аномальна ділянка (плато), існування якої, імовірно, пов'язане із процесами утворення перколяційних каналів через нейтральні комплекси $PbTe$ та/або $GeTe$ подібно до процесів, які спостерігались у [3].

Література:

1. Вавилов В.С., Кив А.Е., Ниязова О.Р. Механизмы образования и миграции дефектов в полупроводниках. – М. Наука, 1981. – 368 с.
2. Rogacheva E.I. Percolation effects in $Pb_{1-x}Ge_xTe$ solid solutions / E.I. Rogacheva, V.I. Pinegin, T.V. Tavrina // Proc. SPIE. – 1997. - V. 3182. – P. 364-368.
3. Rogacheva E. Evidence for self-organization processes in $PbTe-Bi_2Te_3$ semiconductor solid solutions / E. Rogacheva, O. Vodoretz, V. Pinegin, O. Nashchekina // J. Mater. Res. – 2011. – V. 26. – No. 13. – P. 1627-1633.

СИГНАЛІЗАТОР ВИТОКУ ГАЗУ
Оверко М.Є., Петрунін С.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сигналізатори газу призначені для автоматичного та безперервного контролю до вибухонебезпечних концентрацій горючих газів або безпечних для людини концентрацій токсичних газів, видачі світлової та звукової сигналізації, а також подачі електричних сигналів на зовнішні пристрої і комутації зовнішніх електричних ланцюгів при перевищенні концентрації вище максимально допустимого рівня.

Було розроблено пристрій, що дозволяє сигналізувати про витік газу. Головним є датчик MQ-2, який має високу чутливість до метану, пропану, бутану і водню. MQ-2 дозволяє визначити наявність цих газів у повітрі. Напряга на виході модуля підвищується зі збільшенням концентрації газу. Модуль має швидкий відгук і малий час відновлення.

Датчик працює таким чином. До контактів 1 і 4 подається напруга для підігріву вбудованого нагрівача, щоб забезпечити оптимальну для виявлення газів температуру чутливого елемента. У присутності виявленого газу провідність чутливого елемента збільшується залежно від концентрації газу в повітрі. Тобто, напруга на виході 2 датчика прямо пропорційна концентрації газу. На вхід 2 операційного підсилювача подається стабільна напруга, сформована елементами R3, R5. У черговому режимі (газу немає) напруги на входах 2 і 3 операційного підсилювача приблизно рівні, а на його виході 6 присутній логічний "0".

У разі виявлення в повітрі газу, напруга на вході 3 стає вище напруги на вході 2, на виході 6 з'являється логічна "1", відкривається транзистор VT1. П'єзовипромінювач в його колекторному ланцюгу видає звук, а світлодіод червоного кольору LED2 спалахує.

Трансформатор, діоди D1-D4 і стабілізатор VR1 забезпечують елементи схеми стабільною напругою 5В. Конденсатори C1-C3 згладжують пульсації напруги. При зникненні основного живлення передбачено аварійне через діод D5.

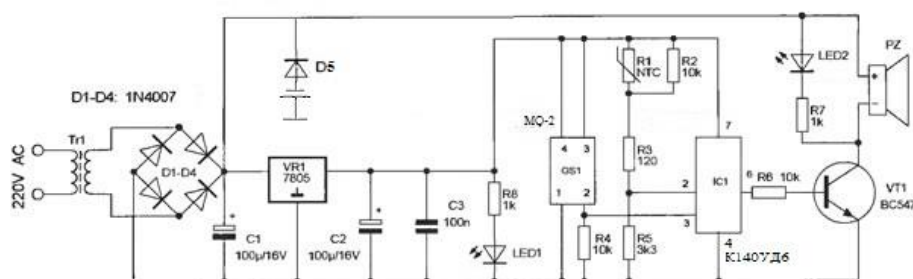


Схема сигналізатора витоку газу

Сигналізатор може застосовуватися для виявлення витоку газу в побуті, в газових магістралях, в автомобілях з газобалонним обладнанням і т.п.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗА ДОПОМОГОЮ LABVIEW

Оверко О.М.¹, Чичибаба І.О.², Оверко М.Є.²

¹Інститут проблем кріобіології та кріомедицини НАН України

²Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На основі мостової схеми виконаний простий автоматизований вимірювач температури на терморезисторі (рис.1). Сигнал, пропорційний вимірюваній температурі, заводиться у комп'ютер через звукову плату.

Для живлення вимірювального моста використовується сигнал з частотою 100Гц [1]. Тому на входах звукової карти сигнали мають форму прямокутних імпульсів. Між мостом та входами звукової плати змонтовані обмежувачі.

В середовищі графічного програмування LabVIEW була створена програма, що реєструє та виводить на екран монітора інформацію про температуру об'єкта (рис.2). Програма розраховує різницю між опорним сигналом та сигналом, що пов'язаний з вимірюваною температурою.

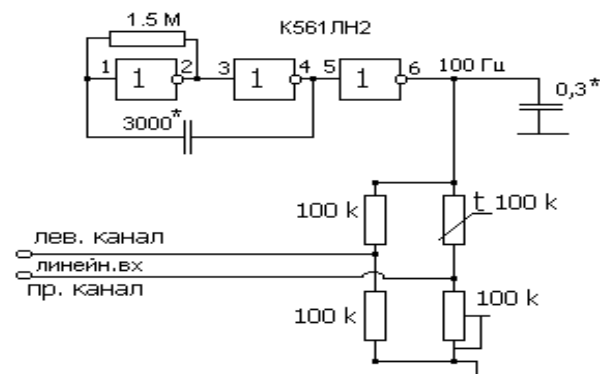


Рис.1 Схема вимірювального моста

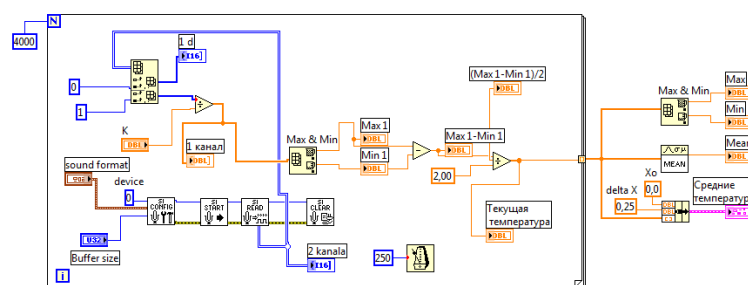


Рис.2 Блок-схема програми

В програмі є можливість зміни кількості циклів та тривалості вимірювання, а також проведення калібровки. В ході вимірювання виводиться графік зміни температури, її середнє та максимальні значення.

Література:

1 [Мамедов А.](#) Нестандартное решение. Измерение температуры с помощью звуковой платы //

http://www.delphiplus.org/articles/app/temperatura_sound/index.html

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ПРОСВЕТЛЯЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ ПРИ НАКЛОННОМ ПАДЕНИИ СВЕТА

Овчаренко А.П.¹, Дурдыева Л.¹, Белозерцева В.И.²,
Гаман Д.А.², Колубаева С.М.²

¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина*

²*Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Известно, что для уменьшения потерь света вследствие его отражения в фотоэлектрических преобразователях солнечного излучения и других оптоэлектронных приборах используются различные типы просветляющих покрытий. Из материалов, используемых для широкополосных покрытий, следует отметить неоднородные диэлектрические слои со специальным профилем диэлектрической проницаемости. В последнее время интерес к таким покрытиям возрос в связи с развитием разнообразных технологий создания наноструктурированных слоев [1], которые могут рассматриваться как пленки с неоднородным по толщине распределением показателя преломления. Существенно, что при этом эффективный показатель преломления может принимать весьма малые значения.

Моделирование неоднородного слоя производится путем замены гладкого распределения показателя преломления ступенчатым профилем и описания каждого подслоя с помощью матриц интерференции. Такой формализм позволяет найти оптические характеристики (коэффициенты отражения, пропускания и т.д.) для любых многослойных покрытий.

Основное внимание в работе уделяется исследованию спектральных зависимостей коэффициента отражения покрытий при значениях минимального показателя преломления как обычных, так и близких к единице и изменении угла падения света на систему в широком диапазоне [2].

Рассматривается возможность одновременного просветления для альтернативных состояний поляризации света, а также связь общей толщины пленки с ее оптическими характеристиками.

Литература:

1. Ashok K. Sood, Adam W. Sood, Roger E. Welser, Gopal G. Pethuraja, Yash R. Puri, Xing Yan, David J. Poxson, Jaehee Cho, E. Fred Schubert, Nibir K. Dhar, Dennis L. Polla, Pradeep Haldar, Jennifer L. Harvey Development of Nanostructured Antireflection Coatings for EO/IR Sensor and Solar Cell Applications // Materials Sciences and Applications, 2012, 3, 633-639.
2. A.P. Ovcharenko, V.I. Bilozertseva, D.A. Gaman. Specificity of Antireflective Coatings at Oblique Incidence of Light // Proceedings of the International Conference Nanomaterials: Applications And Properties. Vol. 2 No 2, 02FNC23(4pp) (2013).

РОЛЬ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Петренко Л.Г., Дьяконенко Н.Л., Белозерцева В.И., Корж И.А.

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт", г. Харьков*

Отличительными особенностями современного этапа развития общества являются стремительный темп роста объёма знаний, информационная революция и интеллектуализация экономики. В отличие от экономики производства 20-го века, современная экономика развитых стран базируется на информационных и наукоёмких технологиях. Осваивать эти технологии может только *творческая личность, способная быстро усваивать и практически использовать новую информацию, способная генерировать новые идеи.*

В системе технического образования, ориентированного на экономику производства, в настоящее время возник и углубляется кризис. Общество потребления пытается навязывать свои принципы профильного обучения – достаточно знать и уметь только то, что непосредственно необходимо конкретному производству. В то же время технические специальности не популярны в молодёжной среде - учиться трудно, а работа инженеров низко оплачиваемая. Поэтому технические вузы не могут обеспечить набор в вуз студентов, имеющих достаточный уровень школьной физико-математической подготовки.

Восполнять пробелы довузовской подготовки студентов необходимо с первых дней их обучения в вузе – на занятиях по физике и математике.

В курсе общей физики, являющейся фундаментом технического образования, студентам передаётся не только сумма знаний, но и умение работать – изучать проблему (прорабатывать литературу, лекционный материал), решать практические задачи, анализировать их, выполнять несложные лабораторные работы. Каждая такая работа - это маленькое исследование: постановка задачи, анализ метода её решения, обработка результатов, построение графиков, оценка погрешности полученного результата, выводы. Это большой труд, большие затраты времени. Не все студенты готовы трудиться. Но в такой работе закладываются основы творчества, которое, в конце концов, увлекает креативную молодёжь, и она становится способной в дальнейшем делать открытия.

В техническом вузе студентов нужно поставить в условия, когда они, работая, посещая все занятия, получая все необходимые консультации со стороны преподавателей, действительно поймут смысл своего труда и справедливо получают отличные и хорошие оценки. Модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов должна быть организована таким образом, чтобы активная работа на занятиях повышала их рейтинг, чтобы без выполнения обязательных заданий студент не мог закрыть соответствующий модуль. А студентов, не посещающих занятия и не сдавших все задания за семестр (по всем модулям) нужно, к сожалению, отчислять из вуза. Отчисление за такие нарушения одного-двух студентов радикально повлияет в лучшую сторону на других студентов и поможет вузу сохранить полноценный контингент.

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕСЯМИ

Рожков А.А., Минакова К.А., Сыркин Е.С.

Национальный технический университет

Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Эта работа продолжает теоретические исследования по динамике низкоразмерных систем и имеет непосредственное отношение к одной из бурно развивающихся областей современной физики. Исследование одномерных многоатомных цепочек, допускающее точное решение задачи, позволяет распространить полученные результаты на трехмерные кристаллические системы.

В настоящей работе рассмотрена динамика одномерных цепочек и полупечочек, содержащих изотопическую примесь. Получено распределение по квадратам частот для таких цепочек. Распределение по частотам для одноатомной цепочки имеет две особенности на границах зоны. В то время как распределение для двухатомной цепочки состоит из двух ветвей с особенностями на краях зон акустических и оптических колебаний.

В одноатомной полупечочке без примеси локальное состояние не отщепляется. Ситуация меняется и локальное состояние реализуется как только становится $m' < \frac{1}{2}m$ если в одноатомной полупечочке присутствует примесь.

Для возникновения локального состояния в одноатомной цепочке с примесью достаточно малейшего отличия массы примеси от масс остальных атомов. Таким образом можно сказать к отщеплению локального состояния в одноатомных цепочках и полупечочках приводит только легкая примесь.

В двухатомной же полупечочке локальное состояние возникает посередине щели между акустической и оптической ветвями даже в отсутствие примесей если оборвать цепочку на легком атоме. Если оборвать цепочку на тяжелом атоме то локальное состояние не возникает вовсе. В этом состоит главное отличие динамики двухатомных цепочек от одноатомных. Это локальное состояние является аналогом поверхностных волн в трехмерных кристаллах. Такие колебания затухают вглубь кристалла, а в случае цепочки в ее глубь. Возникающее локальное состояние в двухатомной полупечочке затухает вглубь цепочки от одного атома у другому того же сорта с

$$q^2 = -\frac{m_1}{m_2} < 0 \text{ (т.е. осциллирующее).}$$

Наличие примесей в двухатомной цепочке приводит к большему разнообразию вариантов появления локальных состояний как для легкой так и для тяжелой примесей.

КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ РВТЕ НА ОСНОВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Сипатов А.Ю.¹, Оверко Н.Е.¹, Юшко С.В.¹, Дзява П.², Резка А.²,
Шот М.², Ковальчик Л.², Стори Т.²

¹*Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

²*Институт физики ПАН, г. Варшава*

Полупроводниковые наноструктуры представляют огромный интерес как для фундаментальных исследований в области физики конденсированного состояния, так и для их практического применения в современной микро- и опто-электронике. Особый интерес вызывают 0D-наноструктуры или квантовые точки, в которых движение носителей заряда ограничено во всех трех направлениях. Благодаря этому квантовые точки позволяют не только значительно увеличить квантовый выход люминесценции, но и контролировать длину волны излучения простым изменением их размера.

Одним из наиболее простых методов получения квантовых точек является отжиг гетероструктур, состоящих из материалов, нерастворимых друг в друге или имеющих ограниченную растворимость в твердой фазе. Например, на основе гетероструктур PbTe-CdTe были получены квантовые точки, размер которых определялся исходной толщиной слоев PbTe [1-3]. В данной работе изучались возможности получения квантовых точек на основе гетероструктур PbS-PbTe и EuS-PbTe, в которых согласно фазовым диаграммам отсутствует перемешивание материалов слоев в твердой фазе. Гетероструктуры синтезировались термическим испарением в вакууме ($\sim 10^{-5}$ Па) путем попеременной конденсации компонентов на подложки (001)KCl при 473 К. Отжиги гетероструктур проводились в вакууме при 630 К в течение 30 мин. Структура и фазовый состав полученных образцов исследовались методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, а также рентгеновской дифрактометрии. Были получены два набора квантовых точек PbTe со средним размером 10 нм и 30 нм, для которых наблюдались сдвиги пиков фотолюминесценции в сторону больших энергий на 80 и 30 мэВ относительно массивного PbTe, что хорошо согласуется с предсказаниями для размерного квантования в 0D-наноструктурах.

Литература:

1. W. Heiss, H. Groiss, E. Kaufmann et al., J. Appl. Phys., 2007, v.101, p. 081723.
2. K. Koike, H. Haradaa, T.Itakura et al., J.Crystal Growth, 2007, v.301–302, p.722–725.
3. M. Szot, K. Dybko, P.Dziawa et al., Cryst. Growth Des. 2011, v.11, p.4794–4801.

MICROSCOPIC MECHANISM OF STRUCTURAL PHASE TRANSITION, ELASTIC AND LATTICE ANOMALIES IN $\text{La}_{2/3}\text{Ba}_{1/3}\text{MnO}_3$ PEROVSKITE

Fertman E.L.¹, Syrkin E.S.^{1,2}, Lykah V.A.², Galuschak I.V.²

¹*B. I. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine,*

²*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv*

Temperature dependences of elastic and magnetic properties of polycrystalline perovskite manganite $\text{La}_{2/3}\text{Ba}_{1/3}\text{MnO}_3$ have been studied by ultrasonic and SQUID magnetometer techniques previously. Minimum of the temperature dependent sound velocity $v(T)$ and corresponding maximum of the decrement $\delta(T)$ have been found in the vicinity of the structural phase transition $R\bar{3}c \leftrightarrow Imma$ at $T_s \sim 200$ K temperature. Giant alteration of v and δ indicates a structural phase transition of the soft mode type. Hysteretic temperature behavior of ultrasound properties is evident of the 1st order phase transformation. A negative value of the linear thermal expansion coefficient along one of the crystallographic axis has been found in the *Imma* phase near T_s .

Microscopic mechanism explaining of the previously found anomalies are proposed. The unit cell construction of $\text{La}_{2/3}\text{Ba}_{1/3}\text{MnO}_3$ is typical for perovskites and is similar to the classical perovskite compound BaTiO_3 , which exhibits a set of the 1st order structural phase transitions and have a cubic paraphase. The displacement of the central atom reduces symmetry of the crystal lattice and elongates corresponding crystal axis, becomes tetragonal, orthorhombic, or rhombohedral. Almost free movement of the central ion should lead to a highly symmetric (cubic) perovskite structure near the temperature T_s of the structural phase transition. Therefore, the crystal lattice parameters should be close to each other near T_s . A negative value of the linear thermal expansion coefficient along one of the crystallographic axis can be explained by this mechanism. Expansion of the free-energy density in powers of the order parameter components for the first order phase transition was analyzed. The system is described by two interacting order parameters (namely, displacement and elastic deformation), a polarization is possible. In the phase transition, the interaction term makes a significant contribution to the free energy and can change the relative height of the potential minima. It may change the relative depth of the potential wells for and cause displacement of the atoms with an ultrasound frequency. This mechanism gives a microscopic picture of the absorption and the appearance of the soft mode in the spectrum of the lattice vibrations. Therefore the attenuation and the velocity behavior are connected with the dynamics of the order parameter. Therefore, the crystal lattice parameters should be close to each other near T_s . Temperature So, we can expect the anomalous temperature dependent behavior of dielectric constant.

**ПРОФЕССОР Б.Т.БОЙКО И ЕГО НАУЧНАЯ ШКОЛА
В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
Хрипунов Г.С., Копач Г.И., Хрипунова А.Л.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из перспективных видов возобновляемых источников энергии для Украины является солнечная энергия.

В этом году исполнилось бы 85 лет со дня рождения доктора физ.-мат. наук, профессора Бойко Бориса Тимофеевича, воспитанника школы Л.С. Палатника в области физики тонких пленок. С 1973 года проф. Бойко Б.Т. в течение 6 лет работал в Париже в отделе науки ЮНЕСКО. В период энергетического кризиса в Европе (1974-1975 г.) он возглавлял программу по использованию солнечной энергии в мире. После возвращения в 1979 году на Украину он продолжает работать профессором кафедры «Физика металлов» в НТУ «ХПИ». Весь научный потенциал, накопленный за годы работы в ЮНЕСКО, международные связи и многочисленные приобретенные там контакты он использует для освоения новой тематики – преобразование солнечной энергии в электрическую на Украине.. По решению украинского правительства для лаборатории Бойко Б.Т. в Харькове выделено целое здание по улице Гамарника 2, где в 1988 году он организовал кафедру «Физического материаловедения для электроники и гелиоэнергетики» (ФМЭГ). Это была первая в СССР выпускающая кафедра, готовящая специалистов в области гелиоэнергетики. В 90-е годы Бойко Б.Т. прикладывает много усилий для работы с зарубежными партнерами, подписывает новые контракты, проекты, благодаря которым сотрудники кафедры могли выезжать на стажировку в Германию и Швейцарию. Кафедра ФМЭГ становится единственным представителем Украины – участником Европейских программ по использованию солнечной энергии (INTAS), а также ассоциированным членом центра солнечной энергии в Германии (г. Штутгарт). В списке печатных работ Бойко Б.Т. -214 публикации, в том числе 52 изданы в иностранных журналах, 18 авторских свидетельств , 4 учебника и учебных пособий. В 1997 года проф. Бойко Б.Т. было присвоено звание « Заслуженный деятель науки и техники». В НТУ «ХПИ» он создал научную школу по разработке физических основ и технологии создания экономичных пленочных солнечных элементов для наземного применения.

После 2009 года кафедра ФМЭГ участвовала в 10 международных проектах. Сотрудниками опубликовано более 100 научных статей, в том числе 30 в журналах, входящих в базу данных SCOPUS, 5 учебных пособий, защищено 8 кандидатских и 2 докторских диссертации, получено 10 патентов в том числе 1 международный. В этом году трое молодых научных сотрудников кафедры стали лауреатами государственной премии Президента Украины для молодых ученых.

ПІДСИЛЮВАЧ-КОМПЕНСАТОР ПОСТІЙНОГО РІВНЯ

Чичибаба І.О., Оверко М.Є., Луб'яний Л.З.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

При вивченні магнітошумових та магніторезистивних властивостей шаруватих плівкових зразків виникла потреба вимірювати напругу, пропорційну зміні опору зразка при його перемагнічуванні. Ця напруга подається на комп'ютер для подальшої обробки і потребує підсилення.

Виявилося, що корисний сигнал складає величину порядку десятків і сотен мікрвольт на фоні постійної напруги в сотні мілівольт. Тому при безпосередньому посиленні виникає проблема виходу підсилювача за межі лінійності його амплітудної характеристики. Так як зміна опору становить одиниці відсотків від загального опору зразка, для якісного посилення вихідного сигналу було розроблено підсилювач-компенсатор на базі мікросхеми К140УД6 [1]. На один вхід мікросхеми подається сигнал ($U_{вх}$), а на інший - постійна напруга, величину якої можна змінювати. На виході підсилювача ми добиваємося нульового сигналу у відсутності зміни поля. Коефіцієнт посилення визначається співвідношенням величин резисторів зворотного зв'язку і дорівнює 20. Живлення здійснюється від стабілізованого джерела $+15\text{В}$. Для зменшення шумів і наведень підсилювач змонтовано в металевому корпусі.

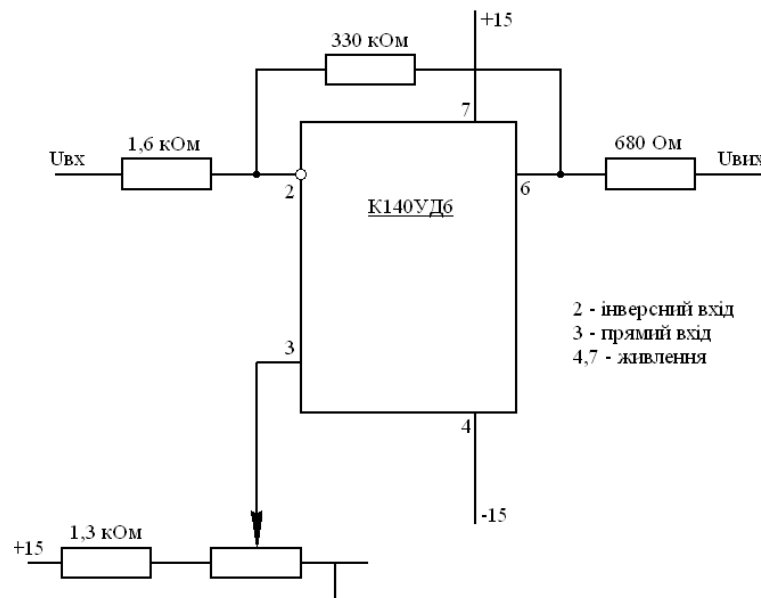


Схема підсилювача-компенсатора постійного рівня

Література:

1. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. С.В Якубовський. – Москва:, 1990.-496 с.

РОЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ИЗУЧЕНИИ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Шелест Т.Н., Кривонос С.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Физика является приоритетной базовой дисциплиной в образовательном процессе при подготовке инженерных кадров. Понимание физических явлений, фундаментальных законов, объясняющих эти явления, составляет не только основу для освоения в дальнейшем специальных дисциплин, но и формирует у будущих специалистов умение мыслить.

За многие десятилетия сложилась традиционная, хорошо отлаженная система обучения физике. Учебный комплекс включает лекционные занятия, лабораторный практикум, решение задач.

При выполнении лабораторных работ студент воспроизводит некоторые физические явления, учится обращению с основными физическими приборами и методами измерений, приобретает навыки ведения лабораторного журнала, построения графиков, оценки достоверности полученных результатов и оформления отчета. К сожалению, при проведении лабораторных работ существуют ряд трудностей.

Уменьшающееся количество часов на изучение курса физики автоматически приводит к уменьшению количества лабораторных работ, которые выполняют студенты, что не позволяет охватить весь изучаемый материал. Не всегда имеется возможность продемонстрировать сложный эксперимент в условиях учебной лаборатории.

Оборудование для лабораторных работ обновляется крайне редко. Зачастую это связано с недостаточным финансированием высших учебных заведений. Многие ведущие исследователи утверждают, что решением данной проблемы является внедрение компьютерного лабораторного практикума. Но, естественно, нужно осознавать, что использование виртуальных лабораторных работ никогда не сможет полноценно заменить живого эксперимента.

Анализ методических проблем, связанных с использованием информационных технологий, приводит к выводу о том, что наиболее правильным является подход, разумно сочетающий традиционные и информационные технологии обучения. Очевидно, что компьютерный эксперимент не может полностью заменить реальный эксперимент и привлекать его следует только в тех случаях, когда это действительно необходимо.

Таким образом, разумное сочетание традиционной репродуктивной методики проведения практикума с новыми подходами позволит не только приобрести элементарные навыки экспериментирования, практически освоить наиболее важные методы измерений, но и сформировать исследовательские умения студентов физиков младших курсов, подготовить их к дальнейшей научно – исследовательской работе.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ МАСЛА

Юшко С.В., Григоров С.А.

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт", г. Харьков*

Общим требованием, которое предъявляется всем нефтяным маслам независимо от целей, для которых они предназначены, является необходимость сохранения их подвижности при температурах применения. Для выполнения этого условия нефтяные масла не должны содержать значительных количеств твердых парафиновых углеводородов, которые, выкристаллизовываясь из масла, лишают его подвижности и обуславливают застывание.

Для получения из парафинистых нефтей масел с достаточно низкими температурами застывания технология производства масел должна включать процессы депарафинизации, а, значит, содержать аппараты для проведения этого процесса. С другой стороны, парафины, выделенные в процессе депарафинизации, являются ценным сырьем.

Одним из наиболее перспективных способов депарафинизации есть депарафинизация кристаллизацией с использованием селективных растворителей. Проектируемая холодильная система является неотъемлемой составной частью установки депарафинизации. Холодопроизводительность холодильной машины используется как непосредственно для процессов кристаллизации парафинов, так и для рекуперации селективного растворителя.

Установка депарафинизации содержит ряд теплообменных аппаратов, предназначенных для кристаллизации парафинов из раствора, рекуперации холода, регенерации селективного растворителя.

Теплофизические свойства потоков для каждого из аппаратов определялись на основании процентного содержания веществ в потоках.

Для выбранной технологической схемы установки депарафинизации с помощью спроектированной программы определялись расходы прямого и обратного потоков, температурные режимы и холодильные мощности каждого из теплообменных аппаратов системы. Полученные данные необходимы для проектировочного расчета или подбора этих аппаратов.

При проведении расчетов было получено, что выбранная схема не позволяет полностью осуществить рекуперацию холода. Для устранения этого недостатка предложена другая схема движения обратного потока (замена последовательного на параллельное для ряда теплообменников).

Проектные расчеты холодильной машины выполнялись с использованием пакета прикладных моделирующих программ CoolPack, позволяющего определить и провести оптимизацию технологических параметров цикла и рабочего тела холодильной машины.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ И ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Юшко С.В., Храмченко Т.О.

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт", г. Харьков*

Растительное масло является важным пищевым продуктом. Получают масло из масличного сырья двумя способами: прессованием и экстракцией.

По степени очистки пищевые масла разделяют на сырые, нерафинированные и рафинированные. Сырые растительные масла подвергают только фильтрации. Такие масла сохраняют максимальное количество полезных веществ, витаминов и все биологически ценные компоненты, но имеют короткий срок годности и не очень приятный внешний вид. Нерафинированные растительные масла подвергают частичной очистке: отстаиванию, фильтрации, гидратации и нейтрализации. При этом теряется часть полезных свойств, так как в процессе удаляется часть фосфатидов. Рафинированные растительные масла подвергают полной очистке с прохождением всех ее стадий:

В технологическом процессе, как производства, так и очистки масла, применяются холодильные системы и теплообменное оборудование:

1) для осуществления регенерации экстрагента в экстракционном способе получения масла;

2) для низкотемпературной очистки (вымораживанием) полученного масла от восков, придающих ему мутность, особенно при понижении температуры.

В работе рассматриваются вопросы проектирования и оптимизации с учетом требований энергосбережения как низкотемпературной системы для осуществления этих процессов в целом, так и ее отдельных элементов.

Рассматривались следующие вопросы:

- определение температурных режимов системы и оборудования;
- расчет зависимостей теплофизических свойств масла, экстрагента и их смесей от температуры;
- определение тепловых/холодильных мощностей системы и ее элементов;
- выбор хладагентов и хладоносителей холодильной машины;
- расчет конструктивных параметров теплообменных аппаратов (или методика их подбора для работы в системе);
- расчет и подбор компрессора, ТРВ, трубопроводов и других элементов системы.

Проектные расчеты выполнялись с использованием пакета прикладных моделирующих программ CoolPack, а так же созданных программных модулей для расчета свойств смесей, конструктивных параметров теплообменных аппаратов и компрессора, позволяющие определять и проводить оптимизацию технологических и конструктивных параметров системы и ее элементов.

СЕКЦІЯ 8. МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА В АВТОМАТИЦІ ТА ПРИБАДОБУДУВАННІ

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ В АРХИТЕКТУРАХ SoC

Александров Д.А., Либберг И.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к вопросам диагностирования оперативной памяти (ОЗУ). Этот интерес связан с тем, что ОЗУ является доминирующим компонентом как в составе современных компьютерных систем – внешняя оперативная память, так и в составе встроенных систем System on Chip (SoC) – встроенная оперативная память. По некоторым оценкам, встроенная память занимает более 90 % площади кристалла SoC, а ее тестирование является сложной технической задачей.

Для встроенного тестирования ОЗУ в системах SoC применяется особый класс алгоритмов тестирования линейной длины типа «Марш».

Общепринятой моделью неисправностей оперативной памяти является множество моделей Ван дер Гура .

Для моделирования неисправностей ОЗУ, которое является сложным электронным устройством с квазирегулярной структурой, представляется целесообразным перейти на макро уровень описания устройства. Таким макро уровнем является автоматная модель памяти впервые предложенная Хэйесом.

Нами показано, что любая неисправность в рамках модели Ван дер Гура отображается на автоматной модели в виде искажения переходов между состояниями автомата под действием операций записи или считывания. Таким образом, задача моделирования неисправностей ОЗУ сводится к исследованию поведения автоматной модели. Очевидно, что задача моделирования автомата с числом ячеек памяти даже в несколько К-бит является нерешаемой в силу громадного числа внутренних состояний.

Предлагается ограничить модель неисправностей взаимного влияния между, максимум, 5-ю ячейками памяти, которые располагаются либо топологически близко на кристалле, либо являются соседними в адресном пространстве. Обработка такой модели на компьютере не требует значительных временных затрат.

Программная реализация такой модели произведена в рамках программного пакета RAMST, разработанного на кафедре АУТС НТУ «ХПИ». Проведенные исследования позволили промоделировать процесс обнаружения неисправностей на ряде известных тестовых последовательностей, применяемых для реализации схем встроенного самотестирования в архитектурах SoC , и провести оценку их диагностических свойств.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Безус О.А., Давиденко А.П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

По мере увеличения масштабов строительства объектов с уникальной конструкцией (высотные и большепролетные здания, спортивные сооружения, мосты, дамбы и т. п.) все более актуальной становится задача обеспечения безопасности строительных сооружений. Основным элементом в решении этой задачи является мониторинг структурной целостности и напряженно-деформированного состояния строительных конструкций с целью своевременного обнаружения дефектов и принятия мер по их устранению.

В работе рассмотрены вопросы построения беспроводной системы мониторинга зданий и сооружений. В состав системы входит персональный компьютер с установленным программным обеспечением, координатор сети, датчики, сенсорные узлы. Для контроля напряженно-деформированного состояния конструкций используются: струнный тензометр, инклинометр, датчик перемещения и раскрытия трещин, датчик давления, датчик влажности и температуры. Тензометрический датчик позволяет контролировать развитие напряжений в конструкции с момента постройки и на протяжении всего времени эксплуатации объекта. Инклинометр предназначен для контроля перемещений свай при горизонтальных нагрузках, деформации шпунтового ограждения стен в грунте. Датчик перемещения и раскрытия трещин подходит для наблюдения за динамикой раскрытия трещин, перемещениями в деформационных швах, стыках конструкций. Датчик давления используется для контроля за давлением в грунтах основания здания, что имеет особенно важное значение на стадии строительства, и на стадии эксплуатации при увеличении этажности объекта.

Датчики подключаются к сенсорным узлам кабелями длиной до нескольких метров. Сенсорные узлы считывают информацию для передачи в цифровом виде. Далее полученные результаты поступают на координатор по радиоканалу. Координатор предназначен для предварительной обработки, хранения и передачи показаний датчиков, подключенных к сенсорным узлам, на персональный компьютер. Информация передается через беспроводной интерфейс ZigBee. Данные записываются в базу данных.

Предлагаемая система позволит практически непрерывно получать данные и давать точную оценку состояния зданий и сооружений, а также значительно сократить трудозатраты на установку и обслуживание системы. Система мониторинга деформации найдет широкое применение как при строительстве объектов, так и в процессе эксплуатации уже существующих зданий и сооружений.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПО ТОЧНОСТИ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ ФАЗОМЕТРА ДЛЯ ДАГНОСТИКИ ТЕПЛОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

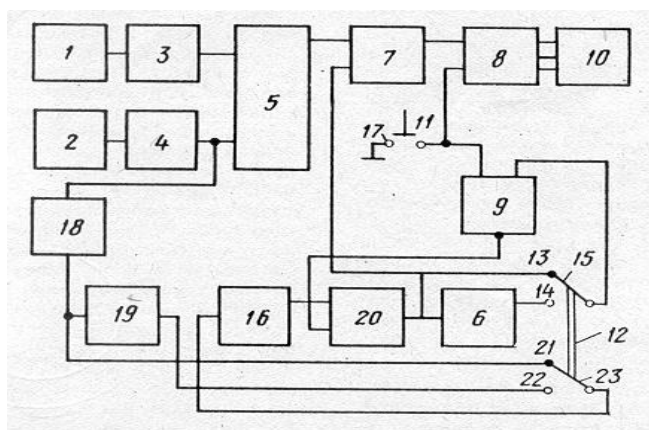
Борисенко А.Н., Кубрик Б.И., Литвиненко С.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе исследуется среднеквадратичная погрешность цифрового интегрирующего фазометра и предлагается способ ее уменьшения за счет реализации определенного соотношения между тактовой частотой входных импульсов, между которыми измеряется фазовый сдвиг.

На рисунке 1 представлена блок-схема устройства измерения угла сдвига фаз между двумя последовательностями.



- 1, 2 – генераторы;
- 3, 4 – формирователи;
- 5, 6 – первый и второй триггеры;
- 7 – схема совпадения;
- 8, 9 – первый и второй регистры;
- 10 – блок индикации;
- 11 – кнопка сброса;
- 12 – переключатель;
- 16 – управляемый генератор;
- 18 – фильтра низкой частоты;
- 20 – схема совпадения.

Рисунок 1 – Блок-схема фазометра с оптимальной по точности частотой квантования

Существенным резервом повышения точности фазометра является повышение объема регистра, однако в большинстве практических случаев это неприемлемо в связи с усложнением устройства. Более целесообразна минимизация σ за счет рационального выбора f_k , от которой высоко- и низкочастотная составляющие зависят по-разному. Задавая $N = 360 \cdot 10^k$ и выбирая любые величины K , угол сдвига фаз получают из показаний блока 10 индикации путем переноса запятой на K знаков влево.

Минимальная величина среднеквадратичной погрешности измерения угла сдвига фаз:

$$\sigma_{\min} = \frac{360}{\sqrt{6}} \sqrt{\frac{F}{NF^3\sqrt{15N}} + \frac{F^{23}\sqrt{(15N^2)}}{30F^2N^2}} = \frac{180}{\sqrt{N^3\sqrt{15N}}}, \quad (1)$$

где F – частота импульсов генератора,

N – количество импульсов.

Минимальное значение погрешности измерения угла сдвига фаз не зависит от частоты следования импульсов, между которыми этот сдвиг определяется.

ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ РІВНЕМІРІВ

Борисенко Є.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У доповіді розглянуто побудову експериментальної установки, що дозволяє дослідити кількісні характеристики похибок ультразвукових вимірювачів рівня.

При аналізі функціонування УЗ рівнемірив у складних умовах було виявлено такі джерела систематичних похибок: зміна швидкості розповсюдження УЗ сигналу; поглинання УЗ сигналу середовищем розповсюдження, в результаті чого змінюється амплітуда ехо-сигналу на вході компаратора і відбувається зміщення моменту його спрацьовування.

Джерелами випадкових похибок є: зміни швидкості поширення УЗ сигналу на неоднорідностях середовища розповсюдження при наявності турбулентності; зміна поглинання УЗ сигналу на неоднорідностях середовища розповсюдження; переломлення УЗ променя на неоднорідностях, в результаті чого відбувається викривлення траєкторії проходження УЗ хвилі; знесення УЗ хвилі турбулентними потоками, в результаті чого викривляється траєкторія її проходження.

Для передачі даних за UART-протоколом на персональний комп'ютер (ПК) був потрібний перетворювач інтерфейсу (ПІ). Оскільки COM порт виходить з ужитку через застарілість то було прийнято рішення в якості такого перетворювача використовувати мікросхему серії FT232, що дозволяє передавати дані через USB порт яким, оснащуються не тільки стаціонарні ПК, а й портативні пристрої.

В експериментальній установці використовуваний мікроконтролер тактувався зовнішнім кварцовим резонатором (КР) 8 МГц. Це дозволило здійснювати передачу на швидкості 128000 бод, чого було цілком достатньо для передачі вимірювальної інформації без затримок і з мінімальною кількістю помилок передачі (близько 0,1%).

Проведення багаторазових вимірювань (більш ніж 30000 відліків) дозволило з достатньою довірчою ймовірністю визначити кількісні характеристики випадкових та систематичних складових похибок за різних інтенсивностей збурюючих факторів. За допомогою цієї ж установки було визначено ефективність деяких методів підвищення точності УЗ рівнемірив.

КАЛІБРУВАННЯ ЦИФРОВИХ ВОЛЬТМЕТРІВ
Буличова К.В., Лисенко В.В., Чуніхіна Т.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Напруга є однією з найпоширеніших фізичних величин, а цифрові вольтметри становлять вельми чисельну та найсучаснішу групу ЦВП як у нас у країні, так і за кордоном.

Вольтметр(вольт + гр.μετρεω - вимірюю) – вимірювальний прилад безпосереднього відліку для визначення напруги або ЕРС в електричних ланцюгах. Підключається паралельно навантаженню або джерелу електричної енергії. Розрізняють час-імпульсного перетворення(відрізняються високою швидкістю при невисокій точності),двотактного інтегрування, з частотним перетворенням, врівноваженого перетворення(найбільш швидкодіючими і досить точними) та паралельного типу(мають найбільшу швидкістю). Ідеальний вольтметр повинен володіти нескінченним внутрішнім опором. У реальному вольтметрі, чим вище внутрішній опір, тим менше впливу прилад буде чинити на вимірюваний об'єкт і, отже, тим вище точність і різноманітніші області застосування.

Але точність будь-якого приладу по різних причинах із часом погіршується, тому варто проводити калібрування ЗВТ під час їхньої експлуатації. Калібрування вимірювальних приладів являє собою сукупність операцій, що проводяться з метою визначення дійсних значень метрологічних характеристик цих засобів вимірювання. Калібрування включає в себе зовнішній огляд, опробування приладу, визначення метрологічних характеристик, розрахунок похибки та висновок.

Полягає калібрування у встановленні залежності між показами приладу і розміром вимірюваної величини. Калібрування може проводитися 2 методами – звіренням за допомогою еталону або вимірюванням величини (прямі або непрямі вимірювання).

Отримані результати вимірів обробляються згідно ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Метрологія. Застосування «Посібника з вираження невизначеності вимірів».

Повіркою засобів вимірювань називають визначення похибки приладів, а також цілий комплекс операцій, спрямовані на визначення стану засобу вимірювання. Метою повірки є визначення можливості подальшої експлуатації засоби вимірювання. У більшості випадків визначення похибки проводиться методом звірення показань повіреного приладу з показаннями зразкового. У всіх випадках перетворювачі і прилади, що мають більш високий клас точності, є зразковими, для пристроїв з більш низьким класом точності. Різноманіття засобів вимірювань не дозволяє виробити єдину методику повірки, так як умови експлуатації, призначення, рід струму для різних приладів відрізняються. Однак є ряд заходів, який виконується при повірці для засобів вимірювань будь-якого виконання.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ДІЕЛЬКОМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ

Гайдаш А.М., Гунбин М.В., Кордюмов О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Диелектричний метод вимірювання вологості матеріалів та речовин заснований на тому факті, що діелектрична проникність води є значно більша (майже на порядок) у порівнянні з діелектричною проникністю твердих матеріалів та речовин. Але переконливого, ясного механізму описання цього феномену до сього часу не опубліковано. З довідкової літератури відомо, що значення діелектричних проникностей майже всіх твердих матеріалів розташовані у чисельному діапазоні від 1 до 10. Значення діелектричних проникностей відомих рідин, як природних, так і штучних, знаходяться в діапазоні від 10 до 32. Широкому загалу невідомі інші рідини, діелектрична проникність яких має значення вище згаданого порогу. Далі у напрямку більших значень діелектричних проникностей існує не заповнений інтервал значень до величини 81. Саме таке велике значення діелектричної проникності зі значним відривом належить воді. На сьогодні не існує ясного описання механізму поглинання водою електромагнітного випромінювання. Вважати серйозною відповіддю на це питання, що це “**властивість**” води, не можна. Молекула води складається лише з трьох атомів, що відомі всьому загалу. Але механізм поглинання енергії електромагнітних коливань цією трійкою нікому не відомий. Розгадування механізму неабиякого активного поглинання енергії електромагнітних хвиль водою дозволить зрозуміти багато процесів у галузях технічних та біологічних наук.

При вимірюванні вологості сипучих речовин не вирішеною проблемою на сьогодні є задача корекції результату вимірювання по щільності вимірювальної речовини. В залежності від того, чи то сипуча речовина свіжонасипана, чи то злежалася на протязі тривалого часу, результати вимірювання диелектричним методом можуть відрізнятися на величину до 1,5%. Існуючі теоретичні напрацювання у напрямку корекції результатів вимірювання по щільності вимірювальної речовини на сьогодні практичного експериментального підтвердження не мають. Вирішення описаної проблеми дозволить підвищити якість переносних компактних вимірювачів вологості до рівня стаціонарних приладів.

РЕФОРМА SI І ПЕРЕБУДОВА СИСТЕМИ ЕТАЛОНІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ОДИНИЦЬ

Голікова К.В., Павленко Ю.Ф.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В 2011 р. на 24 Генеральній конференції з мір та ваг (ГКМВ) було проголошено, а на 25 ГКМВ (2014 р) підтверджено рішення про введення нових визначень основних одиниць SI, і за суттю, створення нової SI (New SI). Ось її ключові моменти:

– всі сім основних одиниць SI залишаються одиницями New SI, але одержують нові визначення;

– розміри одиниць в принципі не змінюються, але встановлюються шляхом „прив’язки” до фіксованого числового значення певної фізичної сталої.

Основна одиниця від електрики одержує таке визначення: ампер є одиницею електричного струму, її розмір встановлюватиметься шляхом фіксації значення елементарного заряду $e = 1,602\ 178 \times 10^{-19}$ Кл точно

Як відомо, в СІ дотепер діє визначення ампера через механічні явища і магнітну сталу. В той же час відкриття квантових ефектів (у порядку хронології): ядерного магнітного резонансу(1946 р), Джозефсона (1962 р.), Холла (1980 р.) зробило, без перебільшення, революцію в метрології в галузі електрики. З’явилася реальна можливість кардинально підвищити точність відтворення ряду електричних одиниць [1].

З 1990 р. Міжнародне Бюро з мір та ваг дозволило використовувати ці ефекти для відтворення відповідних одиниць

На базі цих ефектів створені національні еталони в багатьох країнах, в тому числі в Україні [2]. Але використання квантових ефектів для відтворення електричних одиниць фактично означає паралельне існування двох систем: SI, в якій діють визначення електричних одиниць через механічні вимірювання, і практичної – через ФС і квантові ефекти. Цей дуалізм, безумовно повинен бути усунений, що є одним із завдань реформи SI.

В доповіді показано, що одиниця сили струму може бути відтворена за допомогою квантових ефектів Джозефсона і Холла або, в перспективі, за допомогою ефекту одноелектронного тунелювання.

Новий підхід в метрології відкриває надзвичайно широкі можливості, зокрема - підвищення точності і спрощення системи передачі розміру одиниць.

Література:

1. Миллс Я. М. Переопределение килограмма, ампера, кельвина и моля : предлагаемый поход к применению Рекомендации 1 МКМВ (С1-2005) / Я. М. Миллс, П. Дж. Мор, Т. Дж. Квинн и др. // Метрология. – 2007. – №2. – С. 5-57.

2. Павленко Ю. Ф. Вступ до квантової метрології : навч. посіб. // [Ю. Ф. Павленко, С. І. Кондрашов, П. І. Неєжмаков, Н. М. Маслова] за ред. Ю. Ф. Павленка. – Х. : Вид-во «Підручник НТУ "ХПІ"», 2013. – 148 с.

АНАЛІЗ ПОХИБКИ РОЗСІЮВАННЯ ПРОМІННЯ ЛАЗЕРУ ПРИ ТЕСТОВОМУ КОНТРОЛІ

Григоренко І.В., Белєвцова А.С., Харченко О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання можливості підвищення точності лазерного діагностичного приладу шляхом оцінки похибки тесту від розсіювання лазерного світла у системах лазерного контролю.

Оцінку динамічної похибки при тестуванні східчастим входним впливом можна виконати за допомогою інтегрального критерію помилки (рис.1).

$$e_{ik} = \int_t^{t+T} \mu \cdot [Y_T(t) - Y_p(t)] dt,$$

де e_{ik} – значення інтегрального критерію при відпрацюванні тесту; $\mu [Y_T(t) - Y_p(t)]$ – міра динамічної похибки, у якій $Y_T(t)$ вихідний сигнал ідеального (без інерційного) вимірювального пристрою при східчастому входному сигналі; $Y_p(t)$ – вихідний сигнал реального вимірювального пристрою; μ – масштабний коефіцієнт.

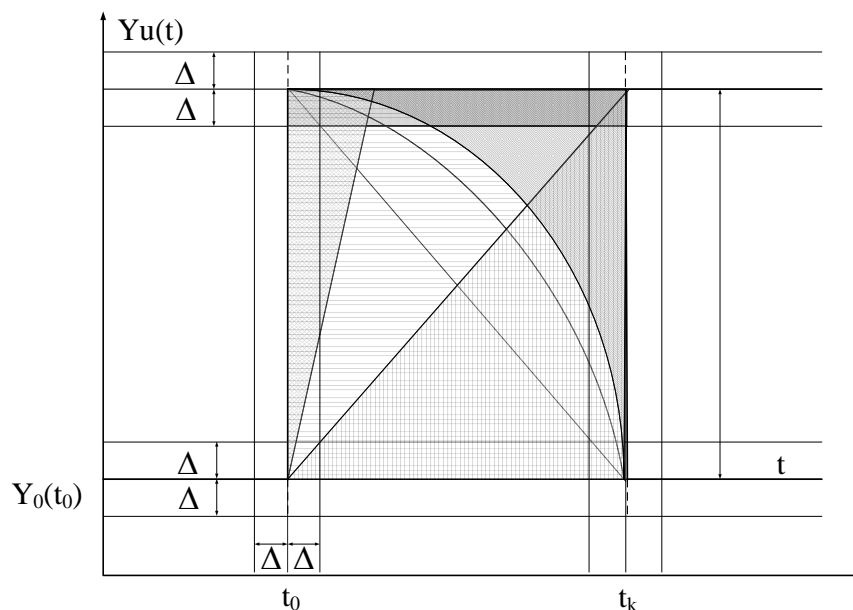


Рисунок 1 – Інтегральний критерій оцінювання похибки тесту

Таким чином, якщо система, що контролюється, реагує на зразкові ділянки, то на виході блоку обробки даних маємо різницевий сигнал заданого рівня, що говорить про чутливість та точність роботи системи.

Доведено, що при внесенні теплових перешкод на шляху лазерного проміння, наприклад, за допомогою газової запальнички, когерентний промінь відхилявся на деякий кут, як по горизонталі, так і по вертикалі, приблизно на 2 - 3 мм. Таким чином виникає необхідність введення температурної корекції, оскільки, наприклад, при обробці металів різанням, має місце висока температура у зоні різання.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕПЛООВОГО ХОЗЯЙСТВА

Гусельников В.К., Груздь Г.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы построения измерительной установки для теплового хозяйства, которая способна передавать данные на расстояние до 200 м по радиоканалу, работающему на частоте 2,4ГГц.

Рассмотрим структурную схему измерительной установки для теплового хозяйства. Она состоит из системы сбора информации с передатчиком и из системы принятия и обработки информации (рис. 1).

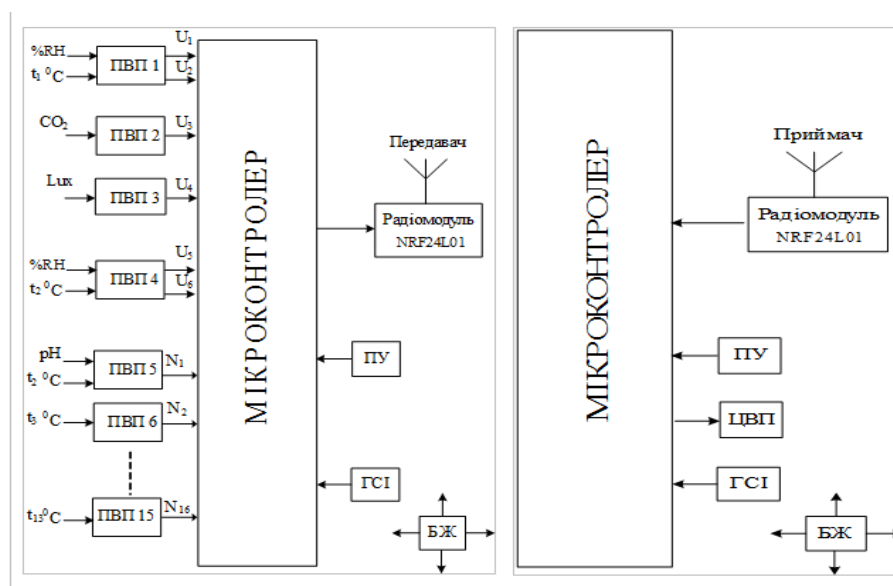


Рисунок 1 – Структурная схема измерительной установки для теплового хозяйства

В состав системы сбора информации входят: ПВП1 - предназначен для измерения влажности почвы и субстратов и температуры; ПВП2 - предназначен для контроля CO₂ в теплице; ПВП3 - предназначен для измерения освещенности; ПВП4 - предназначен для контроля относительной влажности и температуры воздуха. ПВП5-для контроля уровня рН. ПВП6 — ПВП15: датчики температуры DS18B20.

Микроконтроллер осуществляет обработку измерительной информации, ГСИ производит синхроимпульсы, необходимые для работы микроконтроллера. ПУ позволяет программировать контроллер на исполнения конкретных алгоритмических функций. Радиомодуль NRF24L01 (передатчик), предназначенный для передачи данных в параметрах, которые контролируются на расстояние (до 200 м).

Структурная схема системы принятия и обработки информации также состоит из микроконтроллера, который осуществляет обработку измерительной информации, представленной в цифровом виде, Цифровое отсчетное устройство (ЦИП) необходимо для цифрового отображения информации о параметрах, которые контролируются на экране.

РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЧА ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

Гусельніков В.К., Чорна Г.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У роботі розглянуті питання, яке виникає при проектуванні систем вимірювання параметрів повітряного середовища, тому що велика увага приділяється підвищенню вимог до передачі отриманих даних від первинних вимірювальних перетворювачів до системи обробки інформації. Передача даних відбувається по лініям зв'язку, тип якої вибирається виходячи з вимог заводозахисності інформаційних потоків.

Лінія зв'язку, лінія передачі - сукупність технічних пристроїв і фізичного середовища, що забезпечують передавання електричних сигналів одного, двох або багатьох каналів зв'язку на віддаль.

Найпоширеніші електричні лінії передачі поділяють на провідні (кабельні лінії зв'язку, повітряні лінії зв'язку) та бездротові - радіотехнічні (наприклад, лінії радіорелейного зв'язку). Крім того, є лінії зв'язку звукові (гідроакустичний зв'язок) та оптичні.

Повітряна лінія зв'язку проходить по проводах, підвішених у повітрі до опор за допомогою ізоляторів і спеціальної арматури.

У широкомовному зв'язку зазвичай використовується односпрямована передача сигналу від радіостанції до споживача, в телекомунікаціях зазвичай застосовується двосторонній зв'язок, тобто на кожному кінці системи зв'язку є і передавач і приймач. При магістральному зв'язку на далекій відстані через простір і в лініях передачі використовуються так звані ретранслятори, які ставляться вздовж траси.

Середовищем передачі інформації називаються ті лінії зв'язку (або канали зв'язку), по яких виробляється обмін інформацією між комп'ютерами. У переважній більшості комп'ютерних мереж (особливо локальних) використовуються провідні або кабельні канали зв'язку, хоча існують і бездротові мережі, які зараз знаходять усе більше широке застосування, особливо в портативних комп'ютерах.

Бездротові лінії зв'язку (радіоканали наземного і супутникового зв'язку) утворюються за допомогою передавача і приймача радіохвиль. Існує велика кількість різних типів радіоканалів, що відрізняються як використовуваним частотним діапазоном, так і дальністю каналу.

Засоби, що використовуються для вимірювання фізичних параметрів навколишнього середовища, які виробляють у Німеччині, Швейцарії, Росії та інших країнах поділяють на дві категорії: побутові і професійні. Також їх можна розділити на цифрові і аналогові. Аналогові роблять в основному як предмети інтер'єра, а цифрові для різних специфічних завдань.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Давиденко А.П., Безуглая Л.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрен диэлектрический метод исследования кожного покрова биологических объектов.

В качестве датчика может быть использован емкостной датчик, представляющий собой две пластины, расположенные на диэлектрическом основании и покрытые диэлектрической пленкой

Кожа – это один из важнейших органов человека. Она защищает, помогает контактировать с внешним миром, передает информацию и дает возможность дышать человеку. Кожа – это проводник, который помогает контролировать биологические параметры человека под воздействием внешних и внутренних факторов.

Электрокожное сопротивление может выступать как диагностический показатель состояния человека. Нервные, сердечные и легочные заболевания, нарушения в механизмах обмена оказывают влияние на электрическую сопротивляемость тела человека. Контролируя сопротивления кожного покрова можно заранее узнать изменения в человеческом организме.

Имеется большое количество факторов, которые влияют на сопротивление кожи человека. Сопротивление зависит от возраста, пола, физической подготовки, от сухости и чистоты кожного покрова, от места расположения на теле. Влияние оказывают также и внутренние факторы, такие как эмоциональное состояние, наполнение кровеносных сосудов, пульсовая волна и насыщение крови кислородом. В зависимости от частоты, на которой проводят измерения импеданса кожи можно исследовать различные слои кожи.

Электросопротивление можно смоделировать электрической цепью, состоящей из резисторов и конденсаторов, отображающих омические (R) и ёмкостные (C) свойства биологических тканей. Емкостной датчик покрыт пленкой, которая вносит дополнительную последовательную емкость, из-за наличия которой снижается чувствительность датчика. Это приводит к необходимости использования высокочувствительной аппаратуры, которая обеспечит возможность измерения емкости конденсатора с низкой добротностью в широком диапазоне частот.

В качестве такого преобразователя может быть использован – прецизионный конвертор импеданса AD5933. Компактность, надежность и низкая стоимость измерителя импеданса на базе микросхемы AD5933 позволит достаточно легко внедрить методы мультислотной электроимпедансной спектроскопии в системы сбора и обработки информации, расширяя тем самым возможности интерпретации информации, получаемой с датчиков, специально сконструированных для таких измерений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С КОНВЕРТОРАМИ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Давиденко А.П., Завада И.Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт, г. Харьков»*

При разработке генераторных и мостовых измерительных схем нередко возникает необходимость использования элементов, которые обеспечивают отрицательное сопротивление, индуктивность, отрицательную индуктивность и т.п. В таких случаях применяются активные RC-цепи. Электронные аналоги индуктивности (гираторы), отрицательного сопротивления применяются в устройствах, к которым предъявляются требования по упрощению, миниатюризации электронных изделий и компонентов, уменьшения их габаритов и весов с возможностью изменения значений параметров схемы в широких пределах и одновременного обеспечения соответствия требований к высокой надежности и точности измерений.

Активные RC-цепи делятся на следующие типы: управляемый источник, конвертор сопротивления, инвертор сопротивления. Все известные типы активных элементов реализуются в элементном базисе: сопротивление, емкость, операционный усилитель.

Под идеальным управляемым источником понимают необратимый активный четырехполюсник, напряжение или ток на выходных зажимах которого пропорциональны напряжению или току на входных зажимах. Под идеальным конвертором сопротивления понимают активный четырехполюсник, который, будучи нагружен на некоторое сопротивление $Z_H(p)$, обеспечивает входное сопротивление, пропорциональное $Z_H(p)$.

Под идеальным инвертором сопротивления понимают активный четырехполюсник, который, будучи нагружен на некоторое сопротивление $Z_H(p)$, обеспечивает входное сопротивление, обратно пропорциональное $Z_H(p)$. Наибольшее распространение в классе инверторов получил идеальный гиратор, обычно это преобразователь емкости в индуктивность.

В работе были проведены опыты с использованием последовательного колебательного контура с гиратором на различных операционных усилителях, произведены измерения добротности и индуктивности.

Например, гиратор с ОУ AD829 наиболее приемлемо использовать при: $L=10\text{мкГн}$ на частотах (0,5 – 100) кГц, $L=100\text{мкГн}$ на (0,05 – 100) кГц, $L=1\text{мГн}$ на (0,01 – 100) кГц, $L=10\text{мГн}$ на (0,01 – 20) кГц, $L=100\text{мГн}$ на (0,01 – 1) кГц; максимальная добротность – 126.

Множество методов реализации приводит к трудностям при выборе схем, эта проблема решается поиском более приемлемого варианта в том или ином случае. Проблемой гираторов является выбор подходящего ОУ для обеспечения оптимальных значений добротности, широкого диапазона рабочих частот гиратора, стабильных значений индуктивности на различных частотах. Возможность задания различных значений индуктивности создает проблему поиска оптимальных значений параметров элементов, входящих в схему.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНОГО МЕТОДУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Давиденко О.П., Панченко О.О.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглядається структурна схема пристрою, що реалізує електроімпедансний метод неруйнівного контролю плоских електропровідних об'єктів (рис. 1).

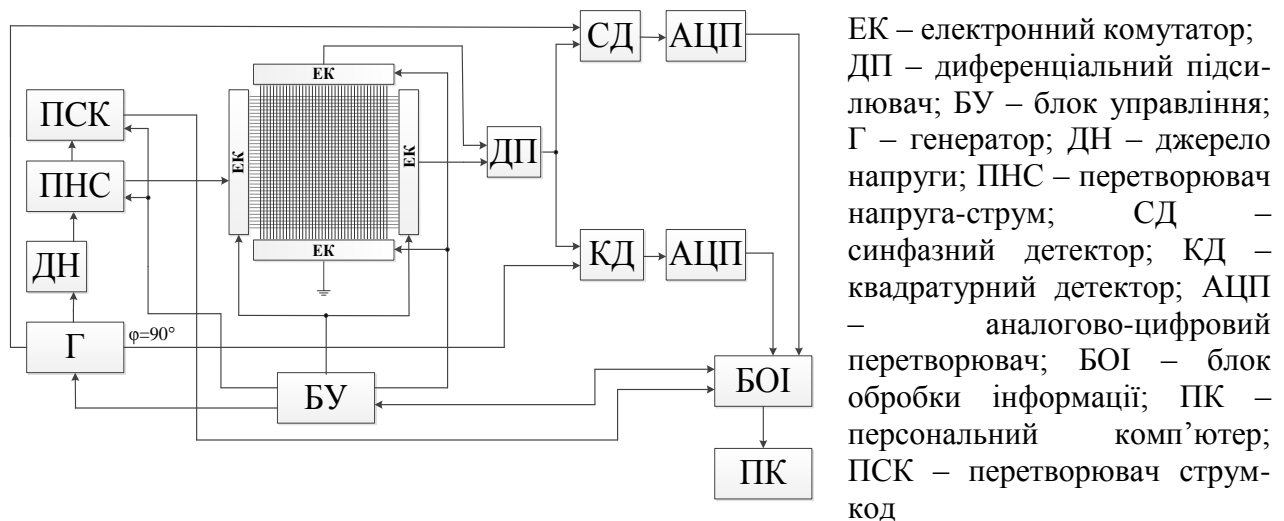


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою

Верхня і нижня групи електродів є ортогональними між собою і умовно ділять всю площину досліджуваного ОК на рівні частини утворюючи матрицю із стовпцями і рядками розмірністю $n \times m$. Кожна пара електродів обирається електронними комутаторами. Між обраною парою електродів вимірюється падіння напруги.

Керований генератор забезпечує можливість аналізу в заданому діапазоні частот з вибором максимальної і мінімальної частоти, кроку дискретизації по частоті. Це дозволяє виявити аномальні області поведінки матеріалу на різних частотах та ідентифікувати порушення в об'єкті. Рішення про зміну величини напруги, струму і меж вимірювання приймається на основі даних про опір об'єкта та сигналів АЦП, що були проаналізовані на блоці обробки інформації. У тому випадку, коли ці сигнали замалі, то струм, який протікає крізь об'єкт, збільшується, а якщо вони наближаються до максимальних значень, то струм зменшується. Синфазний і квадратурний детектори виділяють складові активної та реактивної напруги, що пропорційні активному і реактивному опорі досліджуваного об'єкта. Блок обробки інформації, отримуючи інформацію про величину струму від перетворювача струм-код і АЦП, обчислює значення імпедансу і пов'язані з ним параметри електричного кола.

Про наявність і місце розташування неоднорідності можна судити по істотній зміні (сплеску) значення електричного імпедансу при скануванні ОК з екстремумом, що відповідає знаходженню неоднорідності в області перехрещення електродів.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ С ПОМОЩЬЮ MATLAB

Денисенко Н.А., Гунбин В.Е.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассматривается технологический процесс пропарки при сушке капиллярно-пористых материалов в сушильной камере периодического действия [1,2]. Показано, что математическая модель такого процесса может быть представлена в виде системы линейных дифференциальных уравнений пятого порядка с одним входом и одним выходом (рис.1):

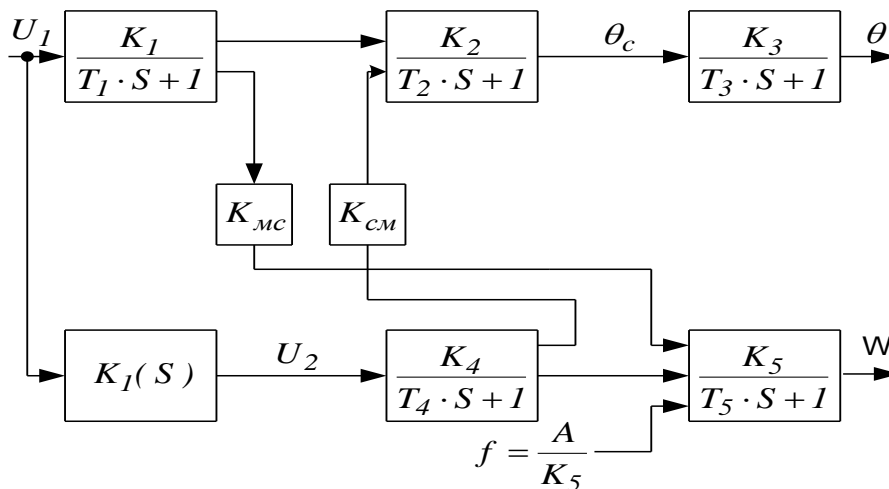


Рисунок 1 – Структурная схема объекта управления

На основании указанной структурной схемы (рис. 1) проведено моделирование при помощи MATLAB/Simulink с учётом изменения температуры от 20°C до 100°C, в результате чего получены графики θ и её производной.

Сделаны выводы о реализации задачи минимизации расхода теплоносителя с использованием системы MATLAB.

Литература:

1. Рогачёв А.И. Моделирование процессов сушки капиллярно-пористых материалов в пакете MATLAB/Simulink / Рогачёв А.И., Денисенко Н.А. // Вісник НТУ «ХПІ», збірник наукових праць. Тематич. випуск Автоматика та приладобудування. – Харків: НТУ «ХПІ». 2010. – №23. – С.85-91.
2. Рогачёв А.И. Минимизация расхода теплоносителя в объекте с вырожденной передаточной функцией / Рогачёв А.И // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – №1. – С.11-14.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РАЗЛИЧИМОСТИ НЕЧЕТКИХ СИТУАЦИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРАХ

Дроздова Т.В., Кондрашов С.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Использование нечеткой логики для оценивания качества и управления им сложных объектов с иерархической структурой предполагает построение функций принадлежности, которые описывают качество объекта исследования как лингвистическую переменную с тремя термами. Для определения состояния объекта управления необходимо сравнить входную нечеткую ситуацию s_0 с каждой нечеткой ситуацией из некоторого набора типовых эталонных нечетких ситуаций $S=(s_1, s_2, \dots, s_N)$. В результате этого определяется эталонная ситуация, наиболее близкая к текущей. Для каждой нечеткой эталонной ситуации предусмотрен нечеткий вывод. Таким образом определяется управляющее воздействие, которое окажется наиболее эффективным при текущей нечеткой ситуации.

В качестве меры близости текущей и эталонной ситуаций возможно использование степени нечеткого равенства, нечеткого включения и нечеткой общности ситуаций. Выбор меры близости определяется особенностями объекта управления и организацией блока принятия решений. Для оценки качества образовательных услуг целесообразно применять степень нечеткого включения. Критерием, с помощью которого определяется степень включения, является уровень инциденции t_{inc} . Для задач оценки качества примем порог $t_{inc}=0,5$.

В работе исследована различимость нечетких ситуаций в таких условиях:

- 1) в зависимости от числа эталонных ситуаций (2, 3, 4, 5 эталонных ситуаций);
- 2) в зависимости от уровня инциденции;
- 3) в зависимости от вида функций принадлежности, описывающих нечеткие ситуации (треугольной, трапецеидальной, колоколообразной и экспоненциальной);
- 4) при влиянии различных параметров.

В результате были сделаны следующие выводы. Наибольшая различимость текущей и эталонных нечетких ситуаций наблюдается при пороге $t_{inc}=0,5$ колоколообразных функциях принадлежности и четырех опорных ситуациях.

В дальнейших исследованиях нуждается вопрос обеспечения перекрытия диапазона возможных оценок максимально различимым числом состояний.

ПРОСТРАНСТВО АЛГОРИТМОВ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Дудник А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Технологический процесс прокатки блюмов и слябов на обжимных станах выполняется в несколько пропусков. Так распространенная схема из 13 пропусков выглядит следующим образом: 6 пропусков – кантовка – 4 пропуска – кантовка – 2 пропуска – кантовка – 1 пропуск. Таким образом, это процесс частных пусков, остановок и реверсов, который сопровождается переходными процессами. Каждый пропуск может рассматриваться как задача позиционирования, т.е. поворота вала на заданный угол. Оптимизация упомянутых переходных процессов позволяет повысить эффективность использования прокатного стана. При этом следует соблюдать баланс между сохранением производительности (задача быстродействия) и снижением потерь энергии (задача энергосбережения). Таким образом, рассматривается функционал:

$$\begin{cases} I_1 = \int 1 dt \rightarrow \min; \\ I_2 = \int i^2 dt \rightarrow \min, \end{cases}$$

где i – ток цепи якоря. Функционал I_2 приводит к появлению участка энергосбережения в алгоритме управления. В то же время ограничения, накладываемые на величину тока якоря и скорости вращения вала, приводят к появлению соответствующих участков поддержания тока и скорости на допустимом уровне. Это приводит к рассмотрению 6-ти алгоритмов управления с различными комбинациями интервалов энергосбережения и ограничения по току и скорости. Все алгоритмы располагаются в определённой последовательности друг за другом, образуя область решений от минимального времени до минимальных затрат энергии.

В данной работе рассматривается такая область решений и определяются границы между алгоритмами управления. Кроме того, поскольку после каждого технологического пропуска параметры заготовки изменяются, то угол поворота вала для каждого пропуска также изменяется, это приводит к необходимости повторного расчёта алгоритма оптимального управления, что в реальном времени может вызвать затруднения. В работе строится пространство используемых алгоритмов для различных углов поворота, которое может использоваться на этапе разработки технологической схемы прокатки.

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ТРАНСПОРТНОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ НА ВЫБОР ТИПА РЕГУЛЯТОРА

Евсеенко О.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Снижение воздействия факторов, оказывающих влияние на нерациональное использование тепловых ресурсов в современных системах управления теплоснабжением, возможно за счет применения автоматики, использующей оптимальные законы управления.

В технологических процессах часто встречается вид запаздывания, который называется транспортным. Такое запаздывание образуется при передаче с определенной скоростью тепла от нагревателя к объекту управления без изменения его свойств и характеристик.

Величина транспортного запаздывания оказывает влияние на качество управления и может привести к неустойчивости замкнутой системы.

Выбор закона управления определяется величиной отношения времени транспортного запаздывания t_0 ко времени переходных процессов $t_{\text{пн}}$. Значения данных величин определяются по переходной характеристике объекта управления.

Время транспортного запаздывания также рассчитывается по формуле (1):

$$t_0 = \frac{L_u}{v}, \quad (1)$$

где: t_0 — время транспортного запаздывания, с

L_u — расстояние от датчика до исполнительного механизма, м

v — скорость перемещения вещества или энергии, м/с

Исходя из соотношения $t_0/t_{\text{пн}}$ объекты делятся на:

1. Объекты без запаздывания: $t_0/t_{\text{пн}} < 0.05$.

Для данных объектов рекомендуется выбирать двух- или трехпозиционный закон регулирования.

2. Объекты с большой инерционностью и с малым запаздыванием: $0.05 < t_0/t_{\text{пн}} < 0.2$.

Для управления процессами в таких объектах применяется классический ПИД-регулятор.

3. Объекты с существенным транспортным запаздыванием: $t_0/t_{\text{пн}} > 0.2$

Для данных объектов используются регуляторы с предсказывающим фильтром: ПИ-регулятор с предсказанием, предиктор Смита, регулятор Ресквики, ППИ-регулятор, регулятор с внутренней моделью объекта управления.

Особый интерес представляет класс регуляторов, основанных на принципах фаззи-логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов. Данные регуляторы применяются при недостаточной информации о характере протекающих процессов в объекте управления.

СРАВНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ И КЛАССИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ

Евсина Н.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В качестве преимущества нечеткого регулирования можно отметить наличие современных систем программирования ПЛК со встроенными библиотеками нечеткого управления, имеющих хороший графический интерфейс, в которых очень легко и наглядно представляется и корректируется вид функций принадлежности и нечеткого вывода. Следовательно, упрощается и настройка системы автоматического регулирования.

Расчет динамики процессов сушки и парообразования сложен, что затрудняет их автоматизацию. Поэтому представляется актуальным анализ методов обеспечения требуемого качества регулирования процесса сушки.

В работе рассматриваются особенности нечетких алгоритмов регулирования и отличия динамики автоматических систем регулирования с классическими и нечеткими алгоритмами. Нечеткий регулятор представляет собой объединение на некоторой элементной базе трех блоков фаззи-управления: фаззификации, логического заключения и дефаззификации.

Сравнительный анализ качества регулирования проводился при возмущениях, идущих по каналам задания, регулирования и параметрического возмущения. Качество регулирования определялось по следующим характеристикам: динамической ошибке, степени затухания, времени регулирования.

В результате были сделаны следующие выводы:

1. Система с фаззи-алгоритмом нелинейна и вид переходных процессов в автоматической системе регулирования зависит от формы и размера возмущающего воздействия.

2. При малых, ограниченных по модулю и скорости изменения значениях сигнала рассогласования, нечеткий и классический ПИ-алгоритмы в динамическом отношении эквивалентны.

3. При превышении сигналом рассогласования или его приращения пределов нормированного диапазона проявляется эффект насыщения – фаззи-алгоритм становится существенно нелинейным.

4. Система с нечетким регулятором превосходит систему с ПИ-регулятором по быстродействию. Динамическая ошибка системы с нечетким регулятором незначительно отличается от динамической ошибки системы с ПИ-регулятором.

Таким образом, нечеткое регулирование превосходит традиционное по ряду характеристик.

Нечеткие регуляторы могут использоваться как самостоятельно для регулирования параметров процесса, так и в составе традиционных ПИ- и ПИД-регуляторов для улучшения их характеристик.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Єна Н.М., Кондрашов С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для вимірювання температури широко застосовуються термоелектричні перетворювачі (ТЕП) і параметричні термоперетворювачі опору. Точнісні характеристики (ТХ) ПВП температури у значній мірі визначають точність вимірювальних каналів (ВК) систем контролю та безпеку контрольованих об'єктів.

У той же час, найбільших змін у часі серед структурних елементів ВК зазнають точнісні характеристики ПВП. Так, у процесі тривалої експлуатації на об'єкті термоелектричні перетворювачі (ТЕП) змінюють свої точнісні характеристики внаслідок фізико-хімічних процесів деградації, що відбуваються в їх термоелектродах. Дрейф функції перетворення (ФП) ТЕП (зміна параметрів номінальної функції перетворення) і спричинена ним прогресувальна похибка ПВП знижують точність вимірювання температури. З іншого боку, безперервно підвищуються вимоги до точності цих електричних ПВП.

Серед методів підвищення точності засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) можна виділити декілька груп.

При неможливості використання традиційних методів, використовують методи бездемонтажного тестового контролю ТХ ТЕП і створюють електричні ВП зі здатністю до автоматичної корекції похибок результатів вимірювання.

На цей час існують два основні бездемонтажні методи підвищення точності вимірювання температури термоелектричними перетворювачами. Перший – метод калібраторів. Його суть полягає у використанні температури фазового переходу реперного матеріалу, що міститься в калібраторі термопари. Недоліком методу калібраторів є те, що він дозволяє провести корекцію похибок ФП в одній, або у двох робочих точках шкали ВП (якщо калібратор містить 2 реперні матеріали).

До другої групи методів бездемонтажного контролю ТХ ТЕП відносяться структурно-алгоритмічні тестові методи підвищення точності ВП, які базуються на створенні тестових впливів.

Література:

1. Кондрашов С.І. Підвищення точності вимірювальних перетворювачів з формуванням у реальних умовах тестових впливів: дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: 05.11.05 / Кондрашов Сергій Іванович. – К., 2004. – 412 с.
2. Государственная система обеспечения единства измерений. Рекомендация. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценка их погрешностей: МИ 2083-90. — Москва : Комитет стандартизации метрологии СССР, 1991. — 11 с.

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ПОВЕРКИ ШТАТНОГО СПИДОМЕТРА С ПРИВОДОМ ОТ ГИБКОГО ВАЛА

Иванова Е.В., Тополов И.И., Харченко А.Л., Самхиева О.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Спидометр – это важная деталь автомобиля, а скорость является важнейшим параметром его движения. Поэтому наличие погрешности спидометра, которая выходит за установленные границы, приведенные в ДСТУ ГОСТ 1578:2009, может привести к нежелательным проблемам. Одной из самых важных проблем является возникновение опасных и аварийных ситуаций на дороге из-за несоблюдения установленных скоростей. Кроме того в прикладных научных исследованиях, связанных с дорожными испытаниями, измерение скорости является первостепенной задачей. По изменениям скорости оценивают ускорения и замедления автомобиля, по ним рассчитывают действующие силы, и чем большей будет погрешность спидометра, тем менее точной будет оценка данных параметров.

Следует также отметить, что согласно Европейскому соглашению, касающемуся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР), которое подписали 56 государств, в том числе и Украина, более жесткие требования определены документами этого соглашения бортовым указателям скорости транспортных средств.

На сегодняшний день существует множество методов поверки спидометров, но данные методы являются дорогостоящими и требуют специального габаритного оборудования.

Цель данной работы - разработка модели системы определения погрешности штатного механического спидометра транспортного средства, с приводом от гибкого вала. На базе анализа параметров составляющих штатного канала измерения скорости, разработана таблица штатных и других возможных комплектаций элементов ходовой части, которые могут быть сгруппированы на существующем транспортном средстве. Разработанный прибор учитывает все коэффициенты, влияющие на показания спидометра, например коэффициент редуктора и размер установленных шин.

Метод поверки основан на действующим ГОСТ 8.262-77. Также была построена структурная схема прибора для поверки штатных механических и электрических спидометров.

Разработанный прибор позволит выявить источник погрешности штатных механических и электрических спидометров. Позволит оценить суммарную погрешность канала измерения скорости транспортного средства при любом варианте разуконплектации, для автомобильного ряда модели ВАЗ. Упростить процедуру поверки спидометров транспортных средств путем отказа от использования специализированных стендов СТО с обкатными валками.

СУММИРУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ БЛОКОВ В УСТРОЙСТВАХ С ТЕОРЕТИКО- ЧИСЛОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ

Ивашко А.В., Лунин Д.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Сумматоры по модулю используются в различных приложениях, например для систем счисления остаточных классов (СОК), отказоустойчивых компьютерных систем и криптографии.

Теоретико-числовое преобразование (ТЧП), выполненное в СОК, у которых промежуточные результаты вычислений принимают только квантованные (целые) значения, обладают свойством свертки и могут найти применение для фильтрации и сжатия сигналов и изображений.

Применение на практике СОК ограничено, в связи с большим требуемым объемом вычислений. В то же время существует ряд так называемых быстрых суммирующих структур, позволяющих вычислять конечный результат существенно проще.

Есть много способов реализации процесса двоичного сложения. Каждый способ предлагает разные представления и таким образом, предлагает различные реализации. Примерами являются сумматор с ускоренным переносом Вайнбергер и Смитт, пирамидальный сумматор Нэдлера, сумматор условной суммы Склански, сумматор с выбором переноса Бедрий и префиксный сумматор Ландер-Фишера. Префиксное представление особенно является удобным, поскольку оно легко выражается и предлагает более эффективные реализации, то есть, сумматоры, основанные на этом представлении, при реализации на ПЛИС, могут иметь высокую скорость вычисления операций и минимальную логическую емкость.

Основные структуры префиксного сумматора среди известных, это параллельно-префиксные сумматоры со структурами переноса префикса Ладнер-Фишера и Когге-Стоуна. Это конечные случаи большого семейства суммирующих структур, каждая из которых уникальна своим свойством минимальной логической емкости.

Моделирование на ПЛИС показало, что промежуточные структуры позволяют добиться компромиссов между количеством внутренних соединений и разветвления промежуточных узлов, и таким образом достигается более эффективное соотношение, между скоростью вычисления и вентиляционной емкостью ПЛИС, по сравнению с любым из известных конечных случаев.

АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Ивашко А.В., Рудаков И.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В последние годы для решения задач сжатия и распознавания сигналов и изображений применяются так называемые вейвлет-преобразования, позволяющие адекватно описывать как общее поведение сигнала, так и отдельные его составляющие.

- При этом значительное сокращение объема вычислений достигается при использовании целочисленных вейвлетов, позволяющих использовать аппаратные средства с короткой длиной машинного слова и уменьшающих ошибки округления.
- Целью работы является выбор параметров целочисленного вейвлет-преобразования (ЦВП) с целью упрощения алгоритма расчёта дискретных коэффициентов разложения сигнала и при этом незначительного искажения сигнала после сжатия. При этом рассматривались зависимости ошибки сжатия электрокардиографического сигнала от типа вейвлета (Добеши, Симлета, Койфлета, биортогонального, а так же двух целочисленных), степени сжатия, числа уровней декомпозиции и размера блоков.

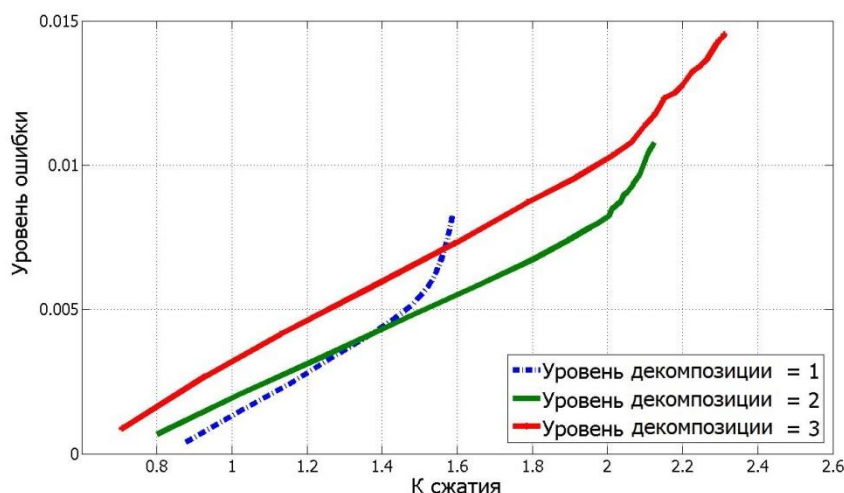


Рисунок 1 – Зависимость ошибки сжатия ЭКГ от коэффициента сжатия для целочисленного вейвлета.

Анализ показал, что целочисленное вейвлет-преобразование обеспечивает приемлемое качество сжатия ЭКГ, а увеличение числа уровней декомпозиции не позволяет повысить коэффициент сжатия.

О ВЛИЯНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПОКАЗАНИЯ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Качанов П.О., Зуев А.А., Яценко К.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В тренажерных комплексах важную роль играет выработка ощущения присутствия и реалистичности у оператора. Одним из наиболее доступных способов объективного определения выполнения динных условий системой визуализации является электроэнцефалограмма.

Электроэнцефалограмма отображает электрическую активность мозга и в частности постсинаптические потенциалы церебрального кортекса. Полагают, что снятые с поверхности черепа сигналы ЭЭГ генерируются благодаря увеличению возбуждения или торможения постсинаптических потенциалов в кортикальных пирамидальных нейронах (Спекман Э. и др., 1993). ЭЭГ сигналы всегда отображают разницу потенциалов между двумя электродами – активным и опорным. Этот метод обладает высокой разрешающей способностью, которая дает возможность анализировать изменения ЭЭГ в зависимости от текущего задания и разницу между возбуждением и торможением при выполнении функционального задания.

Было предложено использовать ЭЭГ как возможный инструмент для получения объективных подтверждений присутствия, для определения состояний и переходов мозговой активности у пользователей которые испытывают ощущения присутствия в виртуальной реальности, а затем их изменения при ощущении присутствия в реальном мире (Шлегл А. и др., 2002)

Баумгартнер Т. и др. (2006) был первым, кто использовал ЭЭГ для анализа нервной активности пространственного присутствия под воздействием виртуальных пространств без взаимодействия. В результате исследования было обнаружено увеличение электродермальных реакций и активаций в теменной области мозга, которые вовлечены в пространственное ориентирование. В свою очередь теменные центры стимулируют островок Рейля, который вовлечен в эмоциональную реакцию человека.

Кобером С. (2010) были представлены предварительные результаты изучения активности теменной зоны мозга в интерактивной виртуальной реальности. Задачей исследования был анализ предположения, что активность теменной зоны, которая была обнаружена в исследовании Баумгартнера, будет так же присутствовать на протяжении свободного определения в виртуальном пространстве. Это пространство представляло собой виртуальный лабиринт, в котором участник выполнял поиск заданного пути. На основании записанных данных ЭЭГ было показано, что присутствовала активация теменной области в этом интерактивном виртуальном пространстве.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНИИ СВЯЗИ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ

Коржов И.М., Григоренко И.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы определения времени переходного процесса (ПП) в линии связи (ЛС) в зависимости от их параметров.

В процессе эксплуатации параметры линии связи меняются вследствие воздействия внешних факторов. Зная длительность ПП в ЛС можно ввести коррекцию в результат измерения, повышая тем самым его точность.

Для исследования была выбрана эквивалентная электрическая схема ЛС с распределёнными параметрами, представленная на рисунке 1.

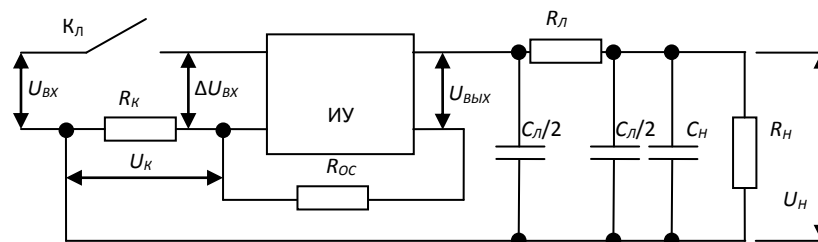


Рисунок 1 – Эквивалентная электрическая схема ЛС

Для данной схемы справедлива формула расчёта времени переходного процесса:

$$\tau = \frac{(R_H C_H + \frac{R_E C_E}{2} + \frac{R_H C_E}{2}) R_{OC} (K + 1) + R_H C_H R_E}{R_H + R_E + R_{OC} (K + 1)}, \quad (1)$$

где R_H, R_L, R_{OC} – сопротивления нагрузки, ЛС, обратной связи усилителя соответственно, Ом;

C_H, C_L – ёмкости нагрузки и ЛС соответственно, Ф.

Полученные результаты математического моделирования по формуле (1) и физического с использованием среды Electronics Workbench 5.12 для вариаций номинального значения $\pm 5\%$ с шагом 1% приведены на рисунке 2.

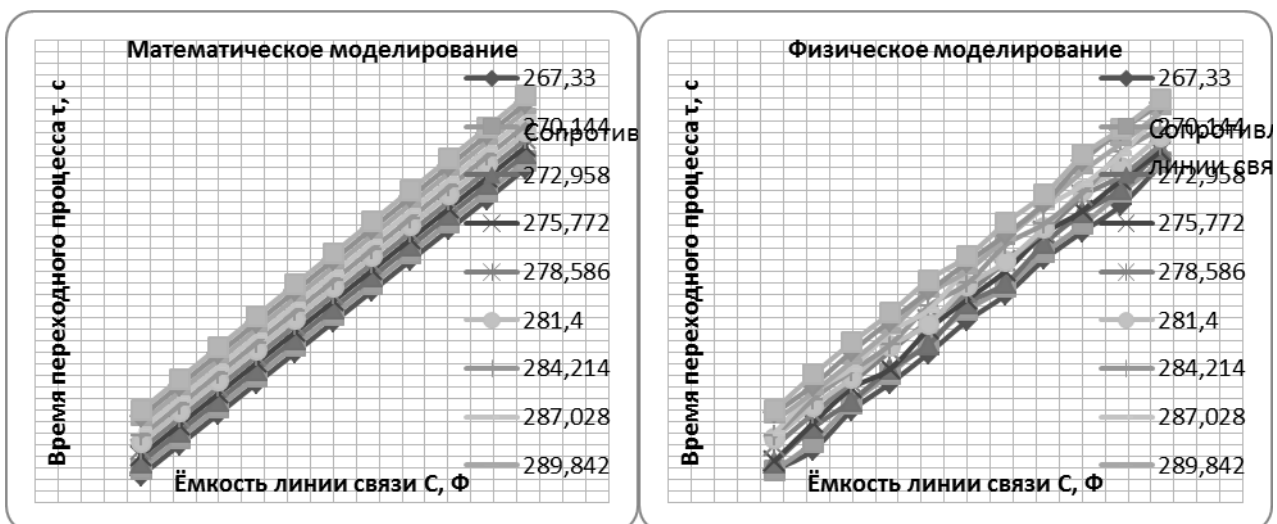


Рисунок 2 – Результаты математического и компьютерного моделирования

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАКОНІВ УКРАЇНИ ПРО МЕТРОЛОГІЮ ТА МЕТРОЛОГІЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ № 1314-VII ТА № 113/98-ВР

Коржов І.М.¹⁾, Лисенко В.В.²⁾

¹⁾ *Державне підприємство "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації"*

²⁾ *Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У праці проведено порівняння нового головного документа країни, який регулює відносини, що виникають в процесі провадження метрологічної діяльності, а саме Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314-VII, що вступає у силу з 01.01.2016, з його попередньою версією (Закон України від 11.02.1998 № 113/98-ВР).

Закон № 1314-VII орієнтований на європейську метрологічну систему, в наслідок чого при його створенні була поставлена мета гармонізації з документами Міжнародної організації законодавчої метрології (*OIML*), актами законодавства Європейського Союзу з питань метрології та документами Європейської співпраці із законодавчої метрології (*WELMEC*). Зокрема це обумовило приведення у відповідність до третього (останнього) видання «Міжнародний словник з метрології – Основні та загальні поняття та відповідні терміни» (*VIM-3*) визначень деяких метрологічних термінів та введення нових (калібрування, метрологічна простежуваність, національний еталон, тощо), в порівнянні з поки що чинним Законом № 113/98-ВР.

Серед основних відмінностей Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 1314-VII від № 113/98-ВР слід зазначити:

- 1) розмежування регуляторних, наглядових (контрольних) та господарських функцій у сфері метрології;
- 2) розмежування адміністративних та господарських послуг;
- 3) звуження сфери нормативного регулювання метрологічної діяльності;
- 4) розширення застосування механізмів акредитації для підтвердження компетенції суб'єктів, що здійснюють метрологічну діяльність;
- 5) створення державної метрологічної інспекції.

Також змін зазнав перелік видів діяльності, які належать до сфери законодавчо регульованої метрології, а саме, добавлено «контроль безпеки дорожнього руху та технічного стану транспортних засобів» та «роботи з використанням апаратури глобальних супутникових навігаційних систем». Значних змін у новій редакції Закону зазнали склад метрологічної системи України та структура національної метрологічної служби України.

У новому Законі також є ще багато різних нововведень та змін, таких як оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки, перелік категорій засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці, тощо.

Прийняття нової редакції Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314 є одним із кроків євроінтеграції, подолання технічних бар'єрів у торгівлі та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції.

ДОСВІД РЕГУЛЮВАННЯ СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ВИТОКІВ НА ТРУБОПРОВОДАХ СПОЛУЧЕНИХ ШТАТІВ АМЕРИКИ

Коржов І.М., Тверитникова О.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Позитивним прикладом цілеспрямованої роботи по реалізації проектів зі державного регулювання і контролю сфери використання систем виявлення витоків на трубопроводах слугує нормативне та правове регулювання на нафто- та газопроводах Сполучених Штатів Америки (США).

Зокрема, в США функціонує державний орган – *PHMSA*, «*Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration*» (адміністрація безпеки трубопроводів і небезпечних речовин), що контролює дотримання існуючих стандартів та норм на всіх трубопроводах країни крім морських, що знаходяться у юрисдикції служби *MMS* – «*Minerals Management Service*» (Служба управління корисних копалин). Розробкою стандартів в даній сфері займається Американський інститут нафти («*The American Petroleum Institute*» – *API*), який виконує функції головного органу зі створення стандартів та сертифікації в галузі нафти та газу США. Організація *API* створила такі стандарти, як *API RP 1130*, *API PUBL 1149* та *API PUBL 1155*, які безпосередньо відносяться до сфери використання систем виявлення витоків на трубопроводах.

Стандарт *API RP 1130 Computational Pipeline Monitoring* (Обчислювальний моніторинг трубопроводів) містить у собі рекомендації з розробки, впровадження, тестування й експлуатації СВВ, а також їх загальна класифікація. Документ призначений для того, щоб допомогти організаціям, що експлуатують трубопроводи, обрати оптимальну СВВ та провести її налаштування й тестування, виходячи з заданих параметрів.

Стандарт *API PUBL 1149 Pipeline Variable Uncertainties and Their Effects on Leak Detectability* (Невизначеності змінних трубопроводів та їх вплив на виявлення витоків) містить у собі дослідження кількісного впливу змінних на виявлення витоків з використанням програмних методів виявлення останніх. Використання *API PUBL 1149* дає змогу визначити досяжний рівень чутливості СВВ по відношенню до змінних, що впливають.

Стандарт *API PUBL 1155 Evaluation Methodology for Software Based Leak Detection Systems* (Методологія оцінки систем виявлення витоків на основі програмного забезпечення) визначає єдину методологію для допомоги у оцінюванні СВВ. Метод оцінки СВВ, розроблено за умовою, що використовується єдиний набір інформації, що містить опис фізичних параметрів трубопроводу та історію його роботи або змодельованих даних.

Аналіз нормативних документів, що регулюють сферу експлуатації трубопроводів у США дозволяє стверджувати доцільність використання закордонного досвіду, що якісно кращий за вітчизняний. Зокрема залучення стандартів *API RP 1130*, *API PUBL 1149* та *API PUBL 1155* може відчутно підвищити ефективність та безпечність експлуатації трубопроводів.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Крылова В.А., Мирошник А.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время стремительный рост информационных технологий, а также распространение компьютеризированных систем и сетей обусловило необходимость создания высокоэффективных аппаратно-программных средств, обеспечивающих достоверную и быструю доставку информации. Известно, что параметры кодера выбирают исходя из некоторого «среднего» состояния канала связи, что приводит либо к уменьшению скорости передачи информации, из-за большей избыточности кода либо к потере связи при ухудшении качества канала. Одним из путей решения данной проблемы является переход к унифицированным средствам защиты информации, в которых коды способны изменять свои параметры на стадии эксплуатации системы связи, обеспечив при этом высокую достоверность за счет перераспределения избыточности кода.

Для построения адаптивных систем кодирования в работе были исследованы двоичные свёрточные коды со скоростью $1/n$. Множество свёрточных кодов, синтезированных из базового со скоростью $R=1/n$ с помощью изменения длины кодового ограничения и порождающих полиномов, получило название гнездовые свёрточные коды. Множество гнездовых свёрточных кодов с длиной кодового ограничения $m-l$ синтезируются путем изменения порождающих полиномов базового кода. При этом было доказано, что если состояния базового и гнездового свёрточных кодов совпадают, то кодовые последовательности тоже равны. Для построения адаптивной системы защиты информации необходимо учитывать, что параметры декодера должны меняться в соответствии с параметрами кодера. Поэтому для декодирования адаптивных свёрточных кодов скорости $R=1/n$ может быть использован алгоритм Витерби. Известно, что базовым элементом решетчатой диаграммы алгоритма Витерби является бабочка, которая реализует главную операцию сложить-сравнить-выбрать (ССВ). Было установлено, что состояния 0, 4, 2 и 6 для кодера с $m=3$ повторяют значения ребер состояний 0, 2, 1 и 3 для кодера с $m=2$. Поэтому доказано, что программируемый процессор Витерби, рассчитанный для декодирования свёрточного кода с длиной кодового ограничения $m=3$, с помощью двух блоков Сложить-Сравнить-Выбрать, может также декодировать и код с длиной кодового ограничения $m+l$ т.д. Для того чтобы адаптации осуществлялась по двум критериям: ЭВК и скорость передачи были исследованы перфорированные свёрточные коды, которые строятся из низкоскоростных кодов с помощью периодической перфорации кодовых символов. Получены оптимальные перфорированные коды, построенные из гнездовых свёрточных кодов со скоростью $1/2$ и длиной кодового ограничения m , которые по своим вероятностным характеристикам превосходят известные оптимальные коды.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВС

Лавриненко О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Обеспечение приемлемых технико-экономических и экологических показателей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) тесно связано с поддержанием на должном уровне технического состояния его основных систем и механизмов. Один из основных механизмов – газораспределительный механизм (ГРМ), параметры которого в процессе эксплуатации изменяются. В связи с этим возникает необходимость непрерывного контроля технического состояния в процессе эксплуатации по соответствующим информативным параметрам (диагностическим признакам), которые следует выбрать с учетом экспериментальных данных.

По своей физической природе ДВС является объектом циклического действия и выпрямленный вибросигнал, возникающий при работе впускных и выпускных клапанов ГРМ, содержит три составляющие: постоянную (среднее значение), переменную (отклонение выпрямленного вибросигнала от среднего значения, что может быть охарактеризовано дисперсией) и импульсную составляющую, имеющую место при ударах клапана о седло. Указанный вибросигнал подвержен влиянию множества случайных факторов (подача топлива, воздухообеспечение, изменение нагрузки, частота вращения и т.д.), поэтому его можно рассматривать как случайный процесс $\{\xi(t) | t \in (-\infty, \infty)\}$, к которому в качестве математической модели подходит линейный периодический случайный процесс (ЛПСР).

Цель работы – на базе математической модели ЛПСР, описывающей процесс газораспределения в двигателе, теоретически обосновать новые информативные параметры, характеризующие техническое состояние ДВС, на основании предложенных параметров построить обучающие совокупности (образы) и разработать решающие правила, которые с большей точностью позволяют выявить дефекты в двигателе.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали:

1. В качестве диагностических признаков технического состояния ГРМ ДВС можно использовать коэффициенты асимметрии и эксцесса и в зависимости от их значений сформировать диагностическое пространство для получения обучающих совокупностей.

2. В выбранном диагностическом пространстве предложен способ построения образов, соответствующих различным техническим состояниям узлов ГРМ.

**МЕТРОЛОГІЧНА СЛУЖБА УКРАЇНИ
НАПРИКІНЦІ XIX ст. ПОЧАТКУ XX ст.**

Ляшуга І.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Кінець XIX століття характеризувався високими темпами розвитку науки, техніки, промисловості і торгівлі. Наряду з цим тривав і розвиток метрології. Було покращене еталонне та зразкове господарство, організовано центральний метрологічний заклад, утворені державні метрологічні установи.

У 1842 р. академіком А.Я. Купфером було засновано Депо для збереження зразкових мір та ваги. Повірку мір та ваги, які використовувалися у торгівлі та промисловості довірили проводити Казенним палатам. Для збереження в державі однаковості, вірності, взаємної відповідності мір та ваг у 1893 р. Депо перетворено у Головну палату мір і ваги. Першим її управляючим призначено Д.І. Менделєєва. Вчений розробив проект нового закону про міри і ваги, який забезпечував інший рівень державної метрологічної служби. Наказ «Положення про міри та ваги» сенат затверджено 4 червня 1899 р.

У 1900 р. було відкрито п'ять перших повірочних палаток – у Санкт-Петербурзі (дві), Москві, Варшаві, Павлові. 8 жовтня 1901 р. у Харкові була заснована перша в Україні палатка торгових мір та ваги № 8 (з 1922 р. – Українська Головна палата мір і ваги, центральна науково-технічна метрологічна установа). До 1905 р. палатка доповнювалася зразковими і контрольними вагами. Об'єм роботи зростав, територією діяльності палатки були Харківська, Полтавська та Воронежська губернії. Налагоджена діяльність Харківської повірочної палатки з повірки мір і ваги, що мала значний вплив на розвиток та поліпшення вимірювального господарства країни. З 1902 р. повірочні палатки працювали у Києві, Дніпропетровську, Одесі, Чернігові.

У 1910 р. розпочала роботу електровимірювальна лабораторія Харківського політехнічного інституту, під керівництвом професора П.П. Копняєва. Протягом кількох років лабораторія виконувала повірку електровимірювальних приладів для всього півдня Росії (Донбаський, Криворізький, Придніпровський, Донецький райони). П.П. Копняєв багато років працював над теоретичними питаннями метрології. Вчений запропонував абсолютно нову і оригінальну систему одиниць, яка поєднувала наукові основи з практичними зручностями технічної системи мір.

ВИБІР МЕТОДУ ВИМІРУ РІВНЯ РІДКОГО МЕТАЛУ
Марченко Ю.О., Тополов І.І., Харченко О.Л., Самхієва О.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Найважливішим напрямом розвитку металургії є автоматизація контролю і управління технологічними процесами. Це визначає можливість досягнення значного економічного ефекту за рахунок скорочення витрати сировини, палива, енергії і підвищення якості продукції в умовах високої матеріало- та енергоємності металургійних процесів.

Контроль рівня рідкого металу в плавильному тиглю є важливим завданням в процесі безперервного розливання сталі.

Для вимірювання рівня рідкого металу зазвичай використовують ваговий, кондуктометричний, індукційний, радіоізотопний, лазерний та радарний методи.

Вимірювання рівня рідкого металу у плавильному тиглі утруднено високою температурою технологічного процесу, і з усіх перерахованих вище методів, за допомогою яких можливе вимірювання рівня рідкого металу, найбільш реальним є радіохвильовий метод. Рівнеміри радарного типу є несприйнятливими до високого тиску і високої температури технологічного процесу, випаровуванням і нерівномірності поверхні вимірюваного середовища.

Тому для контролю рівня рідкого металу у плавильному тиглі доцільно вибрати рівнемір радарного типу, наприклад радарний датчик Ассі-Wave моделі 1440, вироблений американською компанією ТМТ (Thermo Measure Tech).

Згідно з алгоритмом роботи вимірник потребує використання трьох радарних датчиків рівня, які встановлюють на заздалегідь визначеному початковому рівні зверху плавильного тиглю таким чином, щоб плями контакту скануючих променів радарних датчиків на поверхні контрольованого середовища були розташовані на однаковій відстані від центру тигля, а кутовий зсув між ними був 120 градусів. Тоді при отриманні однакових показників від усіх трьох радарних датчиків та підтвердження від термоперетворювача, встановленого на плавильному тиглю, показників, які свідчать про необхідну температуру розплаву, можна бути певним, що весь брухт металу розплавлений і показники радарних датчиків можна перерахувати в рівень розплаву.

Для отримання вузького скануючого променя, сумісно з радарним датчиком використовується рупорна антена. Для датчиків з рупорними антенами мається високотемпературне виконання. Перехідна ділянка таких датчиків допускає вбудову теплового екрану і теплоізолятора між корпусом датчика, в якому встановлена електроніка і монтажним фланцем. Це дозволяє використовувати датчики Ассі-Wave для роботи з процесами, що вимагають високих температур.

АНАЛІЗ ФОНОКАРДІОГРАФІЧНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕНЬ

Мішина С.В., Давиденко О.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Фонокардіографічний сигнал містить не тільки корисну інформацію, а й шумові складові, джерелами якої є електроміографічні потенціали скелетних м'язів, артефакти взаємодії мікрофона з прилеглою тканиною, електронний шум підсилювачів і фоновий (мережевий) шум. Обробка фонокардіограм передбачає, зокрема, завдання фільтрації зовнішніх шумів та шумів організму людини. Серцеві тони є складними і дуже нестаціонарними сигналами за своєю природою. Вони володіють основними низькочастотними характеристиками – тонами і високочастотними характеристиками – шумами, що з'являються при різних захворюваннях. Перетворення Фур'є (ПФ) не дає інформацію про динаміку зміни частотних характеристик в часі. Локальне ПФ має постійне розрізнення за частотою (за часом) незалежно від області частот (часу), в яких проводиться дослідження. Тому, якщо, наприклад, в сигналі істотна тільки високочастотна складова, то збільшити розрізнення можна тільки змінивши параметри методу. Для аналізу нестаціонарних сигналів з широким спектром частот добре підходить апарат безперервного вейвлет-перетворення (ВП), яке не має подібних недоліків. На відміну від традиційного ПФ, ВП забезпечує двовимірне уявлення досліджуваного сигналу в частотній області в площині частота-положення. Аналогом частоти при цьому є масштаб аргументу базисної функції (найчастіше часу), а становище характеризується її зсувом. Це дозволяє розділити великі і дрібні елементи сигналів, одночасно локалізуючи їх на часовій шкалі.

У роботі був розглянутий спосіб обробки фонокардіографічних даних за допомогою ВП у пакеті MATLAB R2014a. Досліджувалися ФКГ здорового серця, та з патологіями – при регургітації мітрального клапану та при шумі тертя перикарда. Видалення шуму виконувалося в чотири етапи:

- Розкладання сигналу по базису вейвлетів;
- Вибір порогового значення шуму для кожного рівня розкладання;
- Порогова фільтрація коефіцієнтів деталізації;
- Реконструкція сигналу.

Найбільш доцільними (з міркувань подібності з основними тонами ФКГ-сигналу) материнськими вейвлетами для правильного і об'єктивного аналізу ФКГ-сигналів виявилися: вейвлет Мейера, Добеши db8, сімплет sum7, вейвлет Морле, біртогональний 3.7, біртогональний 3.9. Було з'ясовано, що для аналізу тонів необхідно використовувати апроксимацію сигналу, а для шумів - його деталізацію при реконструкції ФКГ. Таке уявлення сигналу ФКГ дає можливість на основі співвідношення амплітуд тонів і шумів, а також тимчасових взаємних зрушень виявляти найменші відхилення від норми, розпізнавати види і форми серцевих шумів, а також аналізувати тони серця.

ОДНОФАЗНЫЙ СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНЕЙ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЯ ХИЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Нестеренко О.Е., Харченко А.Л.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Вопрос необходимости повышения эффективности управления энергопотреблением достаточно актуален для нашего времени. В повседневной жизни каждый так или иначе сталкивается с ним. Потребность в использовании качественной электроэнергии и бесперебойного ее предоставления потребителям непрерывно возрастает. Одним из самых важных компонентов рынка электроэнергии является его инструментальное обеспечение для контроля и управления параметрами энергопотребления. Базой формирования и развития инструментального обеспечения являются автоматизированные системы контроля и учета потребления электроэнергии. Современные счетчики электроэнергии оснащены системами контроля несанкционированного доступа и защиты от хищения драгоценных киловатт.

Рассмотрено использование микроконтроллера AVR в устройстве, которое представляет собой измеритель параметров однофазной электрической сети с логикой обнаружения изменения внешней схемы подключения.

Реализована возможность измерять активную мощность, напряжение и ток в однофазной среде распространения.

Устройство отличается от обычных однофазных счетчиков тем, что использует два датчика тока для измерения активной мощности в реальном времени. Устройство позволяет обнаружить сигнал и оценить его, учитывая внешние попытки несанкционированного доступа. Например, несанкционированного изменения в схеме подключения потребителей электроэнергии с целью ее хищения.

Прототип, построенный для сети 230 В и 10 А, показал погрешность менее 1% в динамическом диапазоне 500:1. При аккуратной разработке печатной платы и в соответствии с рекомендациями, точность может быть увеличена. Прибор легко настраивается, чтобы соответствовать любым другим напряжениям и текущим настройкам.

Главными достоинствами устройства являются: возможность питания от любого источника, доступная элементная база, широкий диапазон настроек, возможность предоставления результатов измерений как текстовых значений через USART-интерфейс, возможность передачи результатов измерений в другие вычислительные системы (например, в персональный компьютер).

ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ТЕМПЕРАТУРИ
Опришкіна М.І., Трохін М.В., Кісішвілі Т.П., Куштим К.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У даній роботі розглянуто цифровий безконтактний метод вимірювання температури.

Сучасна елементна база електроніки дає можливість проектувати засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), які прості у реалізації але мають досить широкий набір функцій. У цій статті ми розглянемо можливість використання піроелектричного датчика ІЧ-випромінювання, як ЗВТ для контролю температури. У якості датчика ми використовуємо піроелектричний датчик руху фірми JUNG (Австрія).

Фізична величина, що підлягає вимірюванню – температура. Температура, як фізична величина є одним з визначних параметрів стану об'єкта, що дозволяють контролювати перебіг самих різних виробничих процесів. За мету поставлено розробка термометра, що буде задовольняти нас по багатьом вимогам і бути прогресивним та актуальною у наш час.

Специфічні труднощі, притаманні процесу вимірювання температури за допомогою термометрів, що приводяться в тепловий контакт з об'єктом, стрімко зростають із підвищенням температури. Це пов'язано з вибором матеріалу для чутливого елемента, що забезпечить стабільність показань і мінімальний вплив на об'єкт вимірювань а також із вибором ізоляційних матеріалів для електричних термометрів. Похибки, що виникають при контактних вимірюваннях обумовлені нестабільністю теплової рівноваги між термометром та об'єктом вимірювання. Також вони можуть бути спричинені поганим тепловим контактом та значними сторонніми тепловими впливами.

Вимірювання температури за тепловим випромінюванням надає можливість обійти труднощі, які виникають при контактному методі.

Датчик, який ми використовуємо раніше не досліджувався та не використовувався в розглянутій сфері.

Піроелектричний датчик по принципу роботи є пасивним елементом. Він не генерує сигнали, а просто виконує функцію приймача ІЧ-хвиль. Температуру буде контролювати безконтактний цифровий вимірювач температури на базі піроелектричного датчика.

Робота цього ЗВТ полягає у зборі інформації від об'єктів вимірювання та у подальшій передачі даних оператору. Це дозволить безконтактним методом контролювати температуру не тільки не рухомих але й рухомих об'єктів.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО КОФЕ

Опрышкина М.И., Бакоян М.Д.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Обжарка кофе – самый важный этап в его производстве, поскольку именно на этом этапе получают тот самый кофе, который мы все знаем и так любим. Под воздействием температуры в кофейных зернах происходят грандиозные изменения химического состава зерна, они теряют около 20% своего веса и увеличиваются в размере примерно на 25%.

В зависимости от сочетания температуры и времени обжаривания можно выделить слабую, среднюю, сильную и высшую степень обжарки.

Контроль температуры и влажности важен для достижения определённых результатов, например при контроле температуры мы можем получить разную степень прожарки кофе. А контроль влажности обеспечивает отличные вкусовые качества и не даёт кофейным зернам сгореть.

Измерение температуры мы будем проводить при обжарке и при охлаждении.

Также поступим и с измерением влажности.

Для измерения температуры можно использовать такие датчики:

1) Кремниевые датчики температуры – используют зависимость сопротивления полупроводникового кремния от температуры.

2) Инфракрасные датчики температуры (пирометры) – измеряют температуру поверхности на расстоянии.

3) Термометры сопротивления – это резисторы, изготовленные из платины, меди или никеля.

4) Термопары – пара проводников из различных материалов, соединённых на одном конце и формирующих часть устройства, использующего термоэлектрический эффект для измерения температуры.

Лучше всего использовать термопару т.к. термопара является наиболее простой в использовании, обладает достаточно высокой точностью и надёжностью.

Влажность является одним из наиболее важных параметров, которые контролируются при производстве натурального кофе. Допустимая влажность сырого кофе должна составлять 10-12%. Влажность обжаренного кофе не более 4%. Для измерения влажности используется влагомер. Измерения проводят путем помещения двухэлектродного щупа в зерна. Для получения более точного результата щуп помещается в зерна в разных точках.

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ МОЩНОСТИ

Опрышкина М.И., Вежичанин Р.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Вопросы экономного использования всех видов энергии, в том числе электрической, и повышения экономичности работы электроустановок являются важной государственной проблемой. Электроэнергия, как особый вид продукции, обладает определенными характеристиками, позволяющими судить о ее пригодности в различных производственных процессах. Совокупность таких характеристик, при которых приемники электроэнергии способны выполнять заложенные в них функции, объединены под общим понятием качества электроэнергии.

Для любого предприятия важна компенсация реактивной мощности, то есть принятие комплекса мер, которые должны быть направлены на эффективное снижение показателей реактивной мощности из питающей сети, и соответственно улучшению качества потребляемой электроэнергии.

Одним из направлений по энергосбережению является снижение реактивной мощности (увеличение $\cos\phi$), т.к. реактивная мощность приводит к росту потерь электроэнергии. Реактивная мощность приводит к снижению качества электроэнергии, перекосам фаз, высокочастотным гармоникам, тепловым потерям, перегрузкам генераторов, броскам по частоте и амплитуде.

Традиционно для компенсации реактивной мощности используются фиксированные или механически переключаемые конденсаторы, катушки индуктивности, синхронные компенсаторы. Статические конденсаторы получили на промышленных предприятиях наиболее широкое распространение как средство компенсации реактивной мощности. Основными достоинствами статических конденсаторов для компенсации реактивной мощности являются:

- незначительные потери активной мощности, лежащие в пределах 0,3-0,45 кВт на 100 кВАр;

- отсутствие вращающихся частей и сравнительно малая масса установки с конденсаторами, а в связи с этим отсутствие необходимости в фундаменте;

- более простая и дешевая эксплуатация, по сравнению с другими компенсирующими устройствами;

- возможность увеличения или уменьшения установленной мощности в зависимости от потребности;

- возможность установки статических конденсаторов в любой точке сети: у отдельных электроприемников, группами в цехах или крупными батареями.

ДО ПИТАННЯ КОРЕКТНОЇ ПОБУДОВИ СХЕМ КЛАСИФІКАЦІЇ ЦИФРОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Полулях К.С., Тополов І.І., Медведєва Л.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Потреба в побудові класифікації з'явилася з появою ЦВП та їх швидкого розвитку. Один з варіантів був описаний в роботі [1], де в якості основної класифікаційної ознаки був обраний тип кодуючого пристрою, на підставі чого ЦВП були розділені на групи числоімпульсного (послідовного підрахунку), просторового і порозрядного кодування.

Пізніше в роботі [2] було запропоновано класифікацію за алгоритмом цифрового перетворення, а група просторового перетворення отримала назву методу зчитування. Такий вид класифікації отримав схвалення у багатьох роботах [3,4,5] та ін. Також з'явилася велика кількість різних підходів до вибору класифікаційної ознаки, в тому числі немало синонімів, які часто відносяться до одного і того ж процесу, що взагалі ускладнило осмислення самої суті перетворення, як показано у роботах [6-9].

У роботі пропонуються основи побудови класифікації ЦВП. В якості ознаки для поділу перетворювачів на групи прийнятий алгоритм роботи блоку цифрового перетворення. Показано, що алгоритм перетворення заснований на ступінчастому порівнянні перетвореної величини з зразковою мірою, код якої визначається при кожному кроці порівняння. Результуючий код, визначений при останньому кроці, є первинним кодом цифрового перетворення.

Групи перетворювачів розділені на підгрупи, для чого в якості ознаки прийнятий рід перетвореної безперервної величини. Групи і підгрупи перетворювачів надані у вигляді таблиці узагальненої класифікації. Визначено види безперервних величин, придатних для цифрового вимірювального перетворення.

Література:

1. Полулях К.С. Электронные измерительные приборы / Полулях К.С. – М. : "Высшая школа", 1966. – 399 с.
2. Гитис Э.И. Аналого-цифровые преобразователи / Гитис Э.И. – М. : Энергоиздат, 1981. – 365 с.
3. Электрические измерения/под.ред. Малиновского В.Н.–М.:Энергоиздат,1985.–327с.
4. Душин (ред.). Основы метрологии и электрические измерения / под. ред. Душина Е.М. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1987. – 219 с.
5. Чинков В.М. Цифрові вимірювальні прилади / Чинков В.М. – Харків : Видавництво НТУ "ХП", 2008. – 42 с.
6. Шляндин В.М. Цифровые измерительные устройства / Шляндин В.М. – М. : "Высшая школа", 1981. – 335 с.
7. Кончаловский В.Ю. Цифровые измерительные устройства / Кончаловский В.Ю. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 34 с.
8. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы / Орнатский П.П. – Киев : "Вища школа", 1986. – 196 с.
9. Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы / Швецкий Б.И. – Киев : "Тэхника", 1991. – 328 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ С ПРОГНОЗИРУЮЩИМИ МОДЕЛЯМИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЕНИ

Сальников Д.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В XXI веке человечество столкнулось с нехваткой энергетических ресурсов, которая вызвала существенный рост цен на энергоносители и породила мировые экономические кризисы. Это в свою очередь обострило научный интерес к методам сохранения энергии и уменьшения потребляемых ресурсов без сокращения производственных мощностей.

Одной из самых расточительных сфер потребления энергетических ресурсов является жилищная. Отапливаемые в зимний период и охлаждаемые в летний помещения представляют собой сложные тепловые объекты с распределенными параметрами. Воздействия на такие объекты и их реакция изменяется с течением времени суток и лет эксплуатации зданий.

Классические методы теории автоматического регулирования, широко используемые на данный момент, не могут быть использованы для контроля таких объектов ввиду сложности построения моделей и высокой скорости изменения параметров контролируемой системы.

В описанных условиях научный интерес представляют методы идентификации «черного» или «серого ящика», а также управление с прогнозирующими моделями (англ. Model predictive control). Управление с прогнозирующими моделями является улучшенным вариантом управления с обратной связью, которое использует предсказание реакции объекта на заданное воздействие.

Данные методы полагаются на полученные эмпирическим путем модели объектов управления, т.е. система управления не нуждается в сложных и дорогостоящих расчетах и настройках, а может самостоятельно, путем выполнения группы тестовых (настроечных) воздействий выполнить расчет коэффициентов модели на основе заранее заданной структуры.

На кафедре АУТС НТУ «ХПИ» под руководством проф. д.т.н. лауреата гос. премии П.А. Качанова проводились работы по моделированию тепловых объектов. Данные этих исследований планируются использовать для построения прогнозирующих моделей.

К ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ПРИВОДАМИ

Серяков А.И., Давиденко А.П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы пуска и управления трёхфазными асинхронными приводами в однофазной сети 220 В. Проанализированы схемы включения и представлен пример частотного преобразователя скалярного типа мощностью 3 кВт.

В его основе лежит интеллектуальный трёхфазный контроллер МСЗРНАС компании Freescale Semiconductor и силовой модуль FSBB30CH60С компании Fairchild Semiconductor. Принцип его функционирования заключается в следующем: контроллер анализирует состояние питающего напряжения и вход сигнала ошибки. Если напряжение в норме и короткого замыкания в силовой части схемы нет, то при нажатии на кнопку START контроллер формирует шесть ШИМ сигналов, которые поступают на развязанные через оптроны входы силового модуля. Сигналы внутри контроллера смещены на треть периода, что позволяет сформировать на выходе силового модуля три синусоидальных сигнала смещённых друг относительно друга на 120 градусов. Наличие «мёртвого времени» между импульсами исключает возможность сквозных токов через каждое из плеч силового модуля. Несущая частота ШИМ сигнала может быть выбрана одной из четырёх предложенных контроллером. Основная частота на выходе преобразователя может быть выбрана в любой момент и изменена когда это необходимо в пределах (0,5 – 127) Гц. При регулировании основной частоты внутри контроллера соблюдается условие: $U/f = \text{const}$, что, обеспечивает нормальное функционирование двигателя как на малых так и на высоких оборотах т.к. напряжение (а следовательно ток) в обмотках всегда строго пропорционально основной частоте преобразователя.

Данный частотный преобразователь был разработан для работы в однофазной сети 220 В. по этой причине двигатели, которые к нему подключаются по схеме «треугольник» так как у схемы «звезда» напряжение для обеспечения номинальной мощности двигателя в $\sqrt{3}$ раз выше.

В случае если в схеме возникает короткое замыкание, или подключенный двигатель большей мощности, сработает схема защиты от «КЗ», силовой модуль сформирует сигнал для контроллера длительностью 1,82 мс, вследствие чего последний мгновенно сформирует на всех шести выводах сигнал лог «0» тем самым прервав работу. Через промежуток времени, задаваемый при настройке системы, если неполадка будет устранена, контроллер автоматически вновь начнёт работу.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТІ ЗАЛІЗА ПРИ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Славков В.М., Давиденко О.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі запропоновано спосіб визначення теплоємності металів який полягає у вимірюванні їх температури за допомогою цифрового фотоапарату, протягом деякого інтервалу часу. Втрати тепла зразком враховуються по кривій охолодження, яка відображає швидкість його охолодження та містить у собі інформацію про теплоємність металу у певному інтервалі температур.

В основу способу визначення теплоємності зразка заліза було покладено спосіб визначення теплоємності металів при охолодженні. Згідно з даним способом необхідно мати зразок металу, теплоємність якого у певному інтервалі температур відома. Таким металом було обрано мідь та прийняті значення її теплоємності в інтервалі температур 600...700 °С, рекомендовані КОДАТА-МСНС. Розрахунок невідомої теплоємності заліза c_{Fe} в інтервалі температур 600...672 °С за методом охолодження проводився у програмному середовищі MathCAD за допомогою наступного виразу:

$$c_{Fe_i} = c_{Cu_i} \frac{m_{Cu} \left(\frac{\Delta T_{Cu}}{\Delta t_s} \right)_i}{m_{Fe} \left(\frac{\Delta T_{Fe}}{\Delta t_s} \right)_i},$$

де c_{Cu} – відоме значення питомої масової теплоємності міді при певній температурі, Дж / кг·К; ΔT_{Cu} , ΔT_{Fe} – різниці температур поверхонь зразків міді та заліза відповідно, °С; $\Delta t_s = 1500$ мс – інтервал зйомки; $i = 3...15$ – номер кадру.

Значення питомої теплоємності міді c_{Cu} та істинні значення теплоємності заліза c_{Fe} для необхідних температур розраховувались за допомогою поліномів, якими апроксимовані значення питомої теплоємності міді та заліза з КОДАТА-МСНС. Окрім цього, алгоритм MathCAD передбачав розрахунок абсолютної Δc_{Fe} та відносної δc_{Fe} похибок визначення питомої масової теплоємності заліза.

В результаті розрахунку теплоємності заліза запропонованим способом, максимальне значення відносної похибки її визначення δc_{Fe} складає 2,54 % , що цілком задовольняє вимогам ГОСТ 23483-79.

Таким чином, розроблено методи і алгоритми обробки цифрових зображень поверхні металів у програмному середовищі MathCAD для встановлення значень питомої масової теплоємності заліза у певному інтервалі температур. Запропонований спосіб визначення теплоємності металів дає можливість вирішити проблеми, пов'язані зі встановленням взаємозв'язку між зареєстрованими аномаліями теплового випромінювання на поверхні об'єкту і параметрами його внутрішньої структури.

**ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ХАРКІВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ
(ДРУГА ПОЛОВИНА ХХ СТ.)**

Тверитникова О.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На початку 1950 рр. у вищих технічних навчальних закладах України розпочався процес зміни організаційних форм науки, що відбилося на формування мережі електротехнічної освіти. Особливе місце в підвищенні якісної підготовки інженерів-електротехніків відводилося науково-дослідній студентській роботі. З'явилися такі форма організації наукової роботи як студентські науково-технічні товариства (СНТ). СНТ Харківського політехнічного інституту (ХПІ), науковий керівник професор І.І. Стрелков, охоплювало 10 факультетів і понад 1050 студентів. Дослідна робота проводилася також в наукових студентських гуртках, організованих при кафедрах. 15–17 квітня 1950 р. відбулася перша в ХПІ студентська науково-технічна конференція, в роботі якої взяли участь 600 студентів.

У 1960 рр., з метою посилення практичної підготовки студентів та розвитку їхніх самостійних навичок, в ХПІ організовані студентські проектно-конструкторські бюро (СПКБ). Бюро охоплювали студентів старших курсів, які вже мали певну теоретичну підготовку і сприяло розвитку науково-технічного і творчого потенціалу студентів. Учасники СПКБ займалися науковими дослідженнями, апробацією результатів, впровадженням розробок спільно із промисловими підприємствами у межах проведення держбюджетної та госпдоговірної тематики кафедр. Наприклад, у 1964 р. до навчального процесу інституту впроваджено наукові розробки кафедри автоматики та телемеханіки. Створено кабінет програмного навчання, який було обладнано обчислювальними машинами типу «Контроль», що виготовлялися в СПКБ ХПІ під керівництвом Ф.А. Ступеля

В 1970 рр. розвиток науково-дослідної роботи вищої електротехнічної школи дозволив значно розширити лабораторний практикум, забезпечити його проведення сучасним обладнання і обчислювальною технікою. Навчання включало аспекти науково-дослідної роботи, зокрема організація тематичних студентських семінарів та наукових товариств, проведення щорічних науково-практичних конференцій молодих вчених. Студенти активно залучалися до виконання наукової тематики кафедр інституту.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Хныченко Е.А., Соломаха А.О., Живенко М.В., Мигущенко Р.П.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В процессе проведения контроля и диагностики, исследователь получает различные сигналы, несущие информацию об объекте контроля. Главной задачей, является извлечение информации из сигнала, т.е. анализ сигнала и его преобразование в наиболее информационный вид.

Вейвлет-преобразования являются особым типом линейного преобразования сигналов и отражает этими сигналами физические данные о процессах и физические свойства природных сред и объектов. В случае вейвлет-анализа (декомпозиции) процесса (сигнала) в связи с изменением масштаба вейвлеты способны выявить различие в характеристиках процесса на различных шкалах, а с помощью сдвига можно проанализировать свойства процесса в различных точках на всем исследуемом интервале. Именно благодаря свойству полноты этой системы, можно осуществить восстановление (реконструкцию или синтез) процесса с помощью обратного вейвлет-преобразования.

Основная область применения вейвлет-преобразований – анализ и обработка сигналов и функций, нестационарных во времени или неоднородных в пространстве, когда результаты анализа должны содержать не только частотную характеристику сигнала (распределение энергии сигнала по частотным составляющим), но и сведения о локальных координатах, на которых проявляют себя те или иные группы частотных составляющих или на которых происходят быстрые изменения частотных составляющих сигнала.

Предложена модель обработки дискретизированного случайного измерительного сигнала с учетом ограниченности времени его наблюдения.

Основой модели является дискретное вейвлет-преобразование, позволяющее выявлять локально нестационарности измерительного сигнала по амплитуде и спектру. Дискретное вейвлет-преобразование обеспечивает достаточно информации как для анализа сигнала, так и для его синтеза, являясь вместе с тем значительно более экономным, чем непрерывное вейвлет-преобразование по числу операций и по требуемой памяти.

Результаты вейвлет-анализа могут быть использованы в задачах контроля и технической диагностики объектов, которые обладают случайными свойствами.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ ТОЧОК ДОСТУПУ У WI-FI МЕРЕЖІ

А.В. Шостак ¹⁾, Ю.І. Дорошенко ²⁾

¹⁾ *Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

²⁾ *Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У доповіді розглядається задача вибору координат розміщення двох точок доступу, яка полягає в максимізації швидкості передачі даних для двох груп абонентів мережі Wi-Fi за допомогою вибору координат точок доступу:

$$(x_0^l, y_0^l) = \arg \min_{(x^l, y^l) \in D^l} \sum_{i=1}^{\|n^l\|} \sqrt{(x_i^l - x^l)^2 + (y_i^l - y^l)^2}, \quad (1)$$

де (x_0^l, y_0^l) – координати першої точки доступу, що шукаються, (x_i^l, y_i^l) – координати розташування i -го абонента l -ї групи абонентів, D^l – множина точок площині, що задаються координатами розташування абонентів l -ї групи абонентів, $\|n^l\|$ – кількість абонентів в l -ой групі, $l=1,2$.

Перший спосіб розбиття абонентів на групи за допомогою прямокутника дозволив отримати сумарну швидкість абонентів двох груп 12,202 Мбіт/сек, а другий спосіб з використанням гамільтонового ланцюга мінімальної довжини (більш трудомісткий) – 13,007 Мбіт/сек. (див. рис.1).

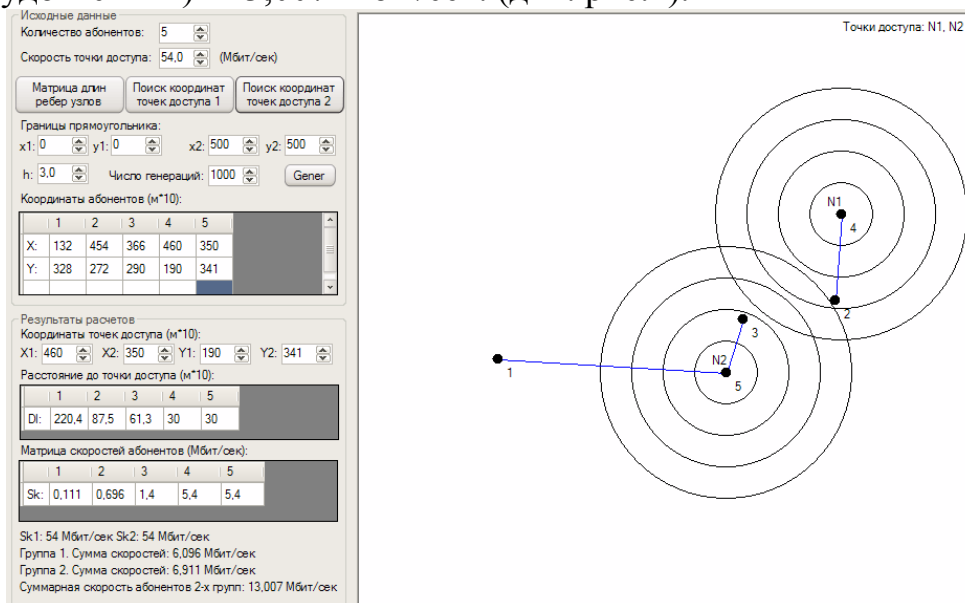


Рисунок 1 – Результати моделювання роботи двох точок доступу у мережі Wi-Fi для вибору координат їх розташування при розбитті абонентів на групи з використанням гамільтонового ланцюга мінімальної довжини

Перспективним напрямком подальших досліджень є побудова і використання для вибору координат точок доступу більш адекватної моделі залежності швидкості прийому/передачі абонента від відстані і від умов розповсюдження сигналу від нього до точки доступу.

Література:

1. Шостак А.В. О размещении точки доступа в Wi-Fi сети / А.В.Шостак // Системи управління, навігації та зв'язку. Київ ЦНДІ НіУ. Випуск 2 (14), 2010. – С. 241 – 243.

СЕКЦІЯ 9. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

АВТОСЕЙСМИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ГРАВИМЕТРА

Болюх В.Ф., Омельченко А.В., Винниченко А.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

ННЦ «Институт метрологии», г. Харьков

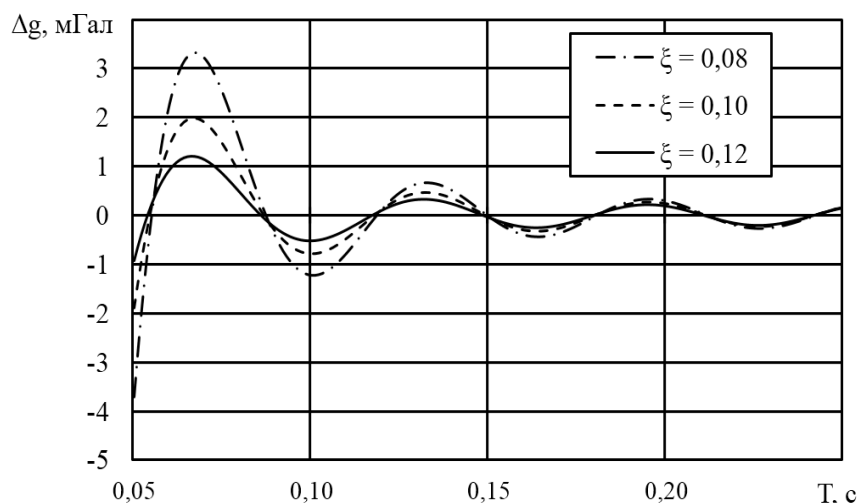
Для высокоточных измерений абсолютного значения ускорения свободного падения (УСП) g применяются баллистические лазерные гравиметры, в которых осуществляется подбрасывания пробного тела, представляющего собой оптический уголковый отражатель в специальном корпусе и являющегося составной частью измерительной системы лазерного интерферометра Майкельсона. Сравнительно короткий толчок индукционно-динамической катапульты порождает автосейсмические колебания фундамента и элементов гравиметра, что обуславливает соответствующую составляющую погрешности измерения УСП.

На основании разработанной математической модели получена зависимость автосейсмической составляющей погрешности измерения УСП от длительности T интервала обработки результатов измерений для различных значений безразмерного коэффициента демпфирования ξ (рис.). Таким образом, с увеличением ξ влияние перемещений фундамента на погрешность измерения УСП падает. А с увеличением времени разгона пробного тела уменьшается автосейсмическая составляющая погрешности измерения УСП Δg . Однако при

длительности разгона пробного тела меньшей 10 мс ее дальнейшее сокращение слабо сказывается на результатах измерения. То же самое можно утверждать и о форме электродинамической силы при указанных временах разгона.

Экспериментальные зависимости с использованием

портативного гравиметра ННЦ «Институт метрологии» на измерительном пункте (пос. Липцы) подтверждают теоретические результаты.



Рисунок

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЯКОРЯ НА СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

Болюх В.Ф., Олексенко С.В., Шукин И.С.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В индукционно-динамическом устройстве на плоский электропроводящий якорь воздействует импульсное магнитное поле, созданное коаксиально установленным круглым индуктором, возбуждаемым от емкостного накопителя энергии.

Прямоугольный якорь имеет ряд преимуществ по сравнению с круглым якорем. При этом возникает вопрос о влиянии такой формы на характер распределения индуцированного тока в якоря и действующего на него импульса электродинамических усилий (ЭДУ).

Рассмотрим прямоугольный медный якорь, который выполнен с центральным отверстием и с четырьмя крепежными отверстиями в углах (рис.). Ширина якоря $B=100$ мм, его высота $H_2=3$ мм.

При изменении длины якоря A меняется распределение индуцированного тока якоря. В коротком якоря максимальная плотность тока концентрируется на его краях а в длинном якоря максимальная плотность имеет место в средней части, в то время как на краях ток минимален.

Изменение длины прямоугольного якоря A и связанное этим перераспределение

индуцированного тока влияет на величину импульса ЭДУ F_z . Однако зависимость эта нелинейная. Так при увеличении длины A в два раза от $0,4B$ до $0,8B$ импульс ЭДУ увеличивается более, чем в 2,5 раз. А при увеличении длины A от $0,8B$ до $1,2B$ импульс ЭДУ увеличивается лишь в 1,1 раз, а при дальнейшем увеличении длины якоря величина импульса ЭДУ F_z практически не меняется. Таким образом, наиболее целесообразно изготавливать якоря, длина которого примерно равна его ширине.

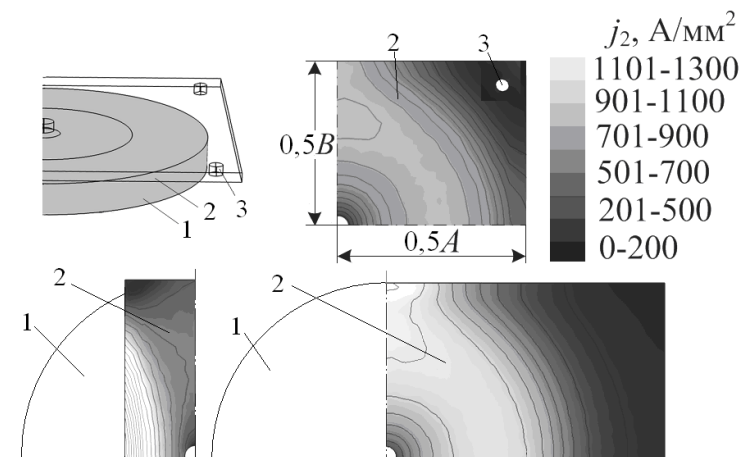


Рисунок - Распределение индуцированного тока в момент максимума ЭДУ: 1 – индуктор; 2 – якоря; 3 - отверстие

АНАЛИЗ РАБОТЫ УДАРНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНДУКЦИОННО-ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТИПА

Болюх В.Ф., Олексенко С.В., Щукин И.С.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Предлагается концепция ударного электромеханического преобразователя (УЭП) комбинированного типа, которая объединяет в себе элементы преобразователей индукционного и электромагнитного типов. В предлагаемом УЭП индукционно-электромагнитного типа содержится единый индуктор и два взаимосвязанных между собой якоря. Один якорь выполняется электропроводящим (ЭЯ) и исходно устанавливается на минимальном расстоянии от индуктора, а второй якорь выполняется ферромагнитным (ФЯ) и исходно устанавливается на расстоянии рабочего хода от индуктора в аксиальном направлении. Расположение якорей относительно индуктора таково, что направления действия электродинамической силы отталкивания f_i и электромагнитной силы притяжения f_e относительно индуктора совпадали в аксиальном направлении.

В качестве источника питания используем емкостной накопитель энергии с электронной схемой, формирующей апериодический импульс тока в индукторе. Конструктивная схема УЭП включает индуктор 1, ЭЯ 2, ФЯ 3 и ферромагнитный сердечник 4 (рис.).

Характер изменения электромагнитной силы f_e , которая действует на ФЯ, отличается от характера изменения электродинамической силы f_i . Если бы ток в индукторе был постоянным, то при перемещении ФЯ к индуктору магнитное поле в активной зоне должно было бы усиливаться, а сила притяжения ФЯ к индуктору – возрастать. Но поскольку в процессе перемещения ФЯ ток в индукторе через 0,8 мс уменьшается, то увеличение силы притяжения f_e после этого момента времени практически не происходит.

В характере изменения электромагнитной силы f_e можно отметить возрастание до максимальной величины 4,15 кН при $t=1,0$ мс, после чего наблюдается незначительное уменьшение силы и последующее повторное увеличение до момента соударения ФЯ с индуктором.

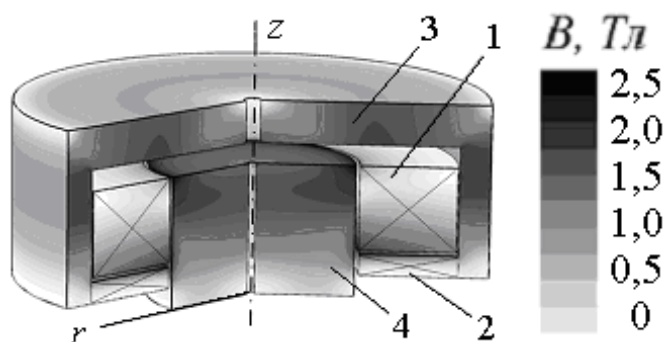


Рисунок – Распределение магнитных полей в момент максимума тока в индукторе УЭП

ВЛИЯНИЕ РАДИАЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ФЕРРОМАГНИТНОГО ЭКРАНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Болюх В.Ф., Олексенко С.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из направлений совершенствования ИДП является применение специальных экранов. Электромагнитный экран уменьшает поля рассеяния, но ухудшает электромеханические показатели ИДП. Рассмотрим применение ферромагнитного экрана (ФЭ), который способен уменьшить магнитное поле рассеивания при одновременном повышении силовых показателей и КПД ИДП. Такой экран должен быть выполнен в виде диска с наружной цилиндрической обечайкой, охватывая индуктор ИДП с торцевой и наружной боковой стороны.

На рис.1 показано распределение индуцированной плотности тока в дисковом основании ФЭ, выполненном с четырьмя радиальными разрезами, в момент максимума тока индуктора.

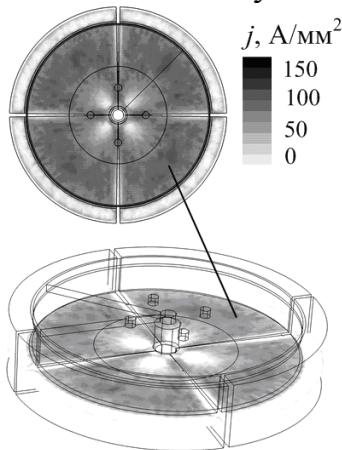


Рисунок –
Распределение
плотности тока в ФЭ

Рассмотрено влияние количества N радиальных разрезов ФЭ на величину и характер электродинамической силы f_z , действующей на якорь ИДП. При отсутствии разрезов ($N=0$) амплитуда электродинамической силы наименьшая. С увеличением количества радиальных разрезов амплитуда и длительность силы f_z возрастают. Однако при увеличении количества N разрезов ФЭ увеличение амплитуды электродинамической силы f_{zm} , замедляется. По сравнению с массивным ФЭ ($N=0$) при 2-х разрезах ФЭ сила f_{zm} возрастает на 12,7 %, при 4-х разрезах – на 17,1 %, при 8-и разрезах – на 19,2 %. При отсутствии разрезов и изготовлении ФЭ из магнетодиэлектрика сила f_{zm} возрастает на 35,9 %.

Установлено, что оптимальным с точки зрения технологичности и конструктивной сложности при учете КПД является ФЭ с числом разрезов $N = 4$. По сравнению с ИДП с массивным экраном КПД такого преобразователя повышается на 45 %.

Проведенные экспериментальные исследования ИДП, у которого ФЭ содержал 4 радиальные разреза, подтвердили основные теоретические положения и результаты математического моделирования.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ «УМНОГО ДОМА»

Бу Суан Вионг, Фетюхина Л.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Автоматизированные системы жизнедеятельности относят к системам, которые в процессе своего функционирования оперируют с большим количеством информации, изменяющейся со временем. Исторически такие системы управления были созданы, как централизованные. При этом центральный процессор «видит» практически все процессы в системе, может влиять на них и отображать на монитор управления или в систему мониторинга более высокого уровня. Недостатками системы являются высокая загрузка процессора, низкая надежность, сложность монтажа и обслуживания, отсутствие гибкости программного обеспечения. В настоящее время широко применяются интеллектуальные устройства: датчики, преобразователи частоты, пульты, исполнительные механизмы и узлы. Это привело к развитию распределенных систем, в которых общая задача автоматизации разбивается на множество подзадач. Все узлы локализуются. Количество обратных связей в подзадаче минимально. Исполнительное устройство управляется своим процессором и решает все задачи управления. Распределенная система управления «умным домом» представлена несколько иначе. Общая концепция системы «Умный дом» сохранена и состоит в интеграции узлов обеспечивающих: 1) управление силовым оборудованием и освещением; 2) климатический контроль и вентиляцию; 3) контроль за расходом воды и электроэнергии; 4) защиту от проникновения; 5) внешнее и внутреннее видеонаблюдение; 6) противопожарную сигнализацию; 7) доступ к внешним и внутренним сетевым ресурсам. Концепция управления состоит в разделении информационных потоков на зоны, которые объединяют ряд устройств в зависимости от решаемой задачи. В зоне ставится контроллер, обеспечивающий функционирование всех необходимых подсистем. Система работает в двух режимах – непрерывный контроль с выделением аномалий в момент наблюдения и контроль по запросу. Звенья низкого уровня объединяются через интерфейс. Группа процессоров, IP-телефонов, необходимого серверного оборудования и контроллер зоны объединяются через Ethernet в общий концентратор. Все зоны объединены в общую сеть. При изменении стратегии управления производится модификация модулей с добавлением дополнительных датчиков, изменением логики управления.

Литература:

1. Фетюхина Л. В. Некоторые аспекты разработки систем «smarthouse» на основе микроконтроллерных модулей // Технічна електро-динаміка. Спец.випуск. СЭЭ-2010. -К.-2010.-Т.1. - С. 44.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ПОСТОЯНСТВА МОЩНОСТИ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛА ВИТКОВ

Галайко Л.П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Режим постоянства мощности является одним из основных режимов двигателей для транспортных установок. Разработке и исследованию этого режима работы вентильно-индукторного двигателя (ВИД) для рудничного электровоза посвящены работы [1,2]. В работе [2] проведен анализ переходных процессов в режиме постоянства мощности с использованием фазового регулирования для двигателя мощностью 27 кВт, номинальной частотой вращения 1146 об/мин и максимальной частотой вращения 3438 об/мин с помощью разработанной имитационной модели для программы SIMULINK пакета программ MATLAB. Исследования показали, что при увеличении частоты вращения для обеспечения режима постоянства мощности необходимо увеличивать угол включения Θ_{on} (угол между полюсами статора и ротора, при котором включаются транзисторы, подающие напряжение на катушки). При этом растет коэффициент пульсаций момента. Для уменьшения пульсаций момента на больших скоростях было принято решение уменьшить число витков фазы вдвое путем переключения катушек фазы с последовательного соединения на параллельное. Однако при этом одновременно с уменьшением пульсаций момента увеличивается максимальное значение тока. Поэтому переключение желательно выполнить примерно в середине диапазона изменения скорости. Ниже приведены графики, иллюстрирующие зависимости угловой скорости (от 120 рад/с до 340 рад/с) от мгновенного значения момента в переходном процессе при отсутствии (Рис.1) и при наличии переключения витков при скорости 240 рад/с (Рис.2).

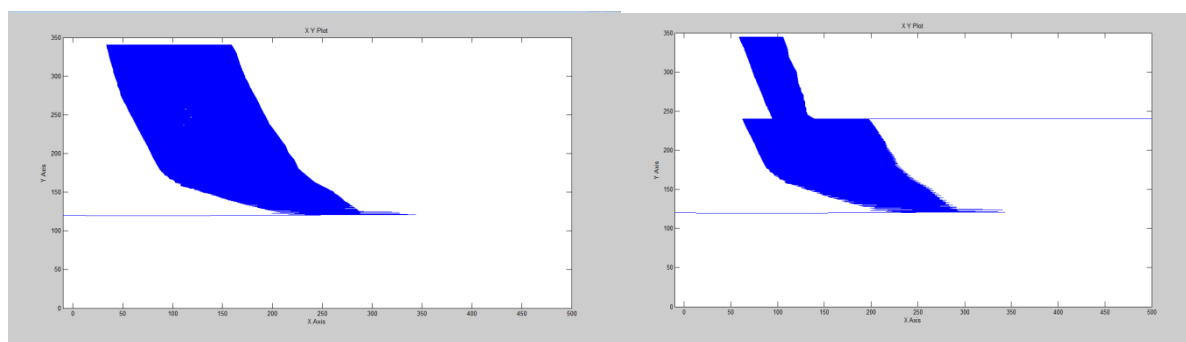


Рис.1

Рис.2

Литература:

1. Л.Ф.Коломойцев и др. Режимы работы тягового электропривода рудничного электровоза с трехфазным реактивным индукторным двигателем./ Известия вузов. Электромеханика. №2. 2002г. 2. Галайко Л.П. Анализ переходных процессов в вентильно-индукторном двигателе в режиме постоянства мощности. Вестник НТУ «ХПИ» 51'2013, Харьков.

РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПОСЛІДОВНОГО ЗБУДЖЕННЯ

Герасименко В.А., Андрійченко В.П.

*Харківський національний університет міського господарства
ім. О. М. Бекетова, м. Харків*

Міський пасажирський електричний транспорт – трамвай, тролейбус, метрополітен, отримав широкий розвиток і міцно увійшов до побуту жителів наших міст, їм користуються мільйони пасажирів. Незважаючи на оновлення і поповнення парку рухомого складу новими, сучаснішими трамваями й тролейбусами, нині міський електротранспорт ще далекий до тих вимог, котрі йому пред'являються. Саме тому питання, пов'язані з поліпшенням його роботи, мають велике значення.

Одним з основних техніко-економічних показників роботи міського електротранспорту є швидкість руху. Важливим заходом, сприяючим значному збільшенню швидкості руху за рахунок більш повного використання потужності тягових електродвигунів є застосування ослаблення збудження двигунів. Застосування ослаблення збудження дає можливість отримання додаткових економічних ступенів регулювання швидкості, що особливо важливо в умовах інтенсивного вуличного руху, а за певних умов призводить до зниження витрат електроенергії на рух.

Досягнення сучасної напівпровідникової техніки – масове виробництво тиристорів, IGBT, конденсаторів і іншої елементної бази – розкривають додатково широкі можливості у створенні надійних і енергозберігаючих систем тягового електроприводу з імпульсними перетворювачами. Пропонується використовувати для поставленого завдання DC/DC перетворювач.

У двигунах з послідовним збудженням, енергію, яка використовується для ослаблення збудження, можна за допомогою DC/DC перетворювача використовувати для живлення тягового електродвигуна або повертати назад у контактну мережу. Принцип дії схеми полягає в тому, що за допомогою вхідного ланцюга DC/DC перетворювача виконується шунтування послідовної обмотки збудження. Вихід перетворювача включено паралельно з мережею живлення через роздільний діод.

Як показали експериментальні дослідження, розроблений спосіб ослаблення збудження тягового електродвигуна послідовного збудження за допомогою DC/DC перетворювача дозволить уникнути недоліків традиційних методик, а також за рахунок безступінчастого ослаблення збудження значно заощадити електроенергію.

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

СИСТЕМИ «ТЕПЛА ПІДЛОГА»

Гречко О.М., Савченко Н.М., Бойко А.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В наш час, з розвитком науки та техніки в багатьох галузях машинобудування актуальним постає питання також і у розвитку комфортності життєвих умов звичайних громадян. З настанням холодів дуже гостро виникає проблема опалення житлових приміщень, квартир, тощо. Для створення комфортних умов важливий правильний вибір виду опалювального приладу.

Відносно новою і перспективною системою опалення приміщень є система теплої підлоги – це один з найбільш простих, зручних, ефективних і, що важливо, економічних способів організації як основного так і додаткового обігріву.

Мета роботи – розробка лабораторного стенду для проведення досліджень системи теплої підлоги для побутових приміщень.

Лабораторний стенд (рис. 1) складається з ДСП-основи 1 розміром 1×0,8 м, на яку укладається теплоізоляційний шар 2 (наприклад, пінополістирол) завтовшки 1-2 см із закріпленням монтажної стрічки 3 з двожилевим нагрівальним кабелем 4 (тип БНК-110) з кроком укладання 10 см. Зверху шар теплоізоляції з кабелем заливається цементно-піщаною стяжкою 5 завтовшки 3-5 см, а частина кабелю залишається вільною від стяжки. Зверху укладається три різні види підлогового покриття: 6 – керамічна плитка, 7 – лінолеум, 8 – ламінат. Для вимірювання температури поверхні нагрівального кабелю, стяжки та підлогових покриттів в різних місцях стенду встановлюються термодари 9-13. Нагрівальний кабель через з'єднувальну муфту та монтажний провідник підключається до джерела живлення.

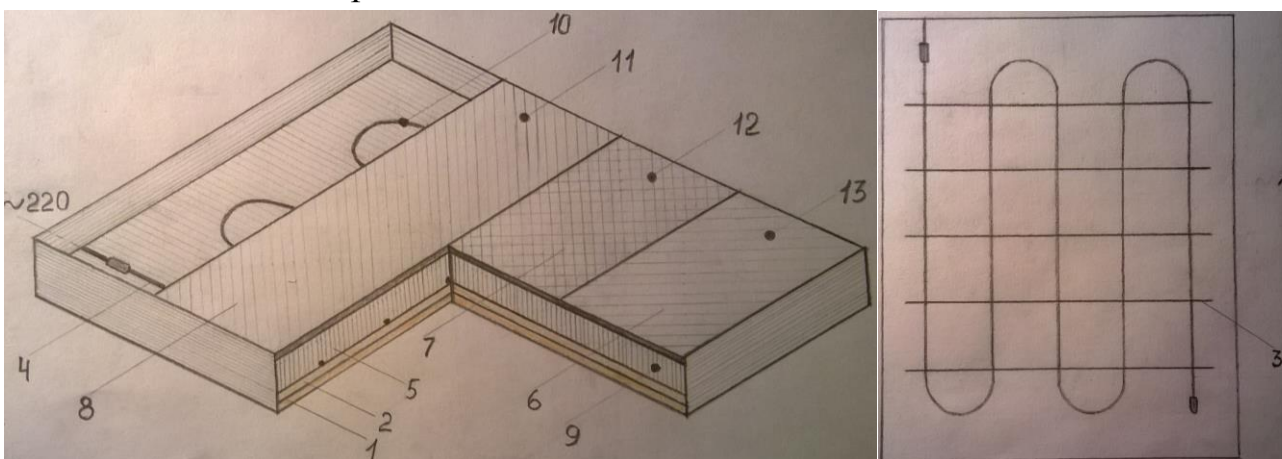


Рис. 1

У ході проведення досліджень через певні проміжки часу проводиться вимірювання температури нагріву нагрівального кабелю, цементно-піщаної стяжки і різних видів підлогових покриттів. За результатами досліджень будуються температурно-часові залежності нагріву кабелю, стяжки і підлогових покриттів.

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ЖИВИЛЬНИМИ НАСОСАМИ ЕНЕРГОБЛОКУ ПОТУЖНІСТЮ 200 МВт

Гришук Ю.С., Виговський В.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі запропонована заміна релейної системи керування на автоматизовану систему на базі мікроконтролера МК51, розглянуті питання розробки структурної схеми та алгоритму роботи автоматизованої системи керування живильними насосами енергоблоку та вибрані її елементи.

Сучасні електростанції забезпечуються релейним захистом обладнання на основі комутаційних реле на основі РП-24-26, більша частина з яких вже морально і фізично застарілі та не відповідають сучасним вимогам для забезпечення безперебійного та якісного відпуску електроенергії.

До основного обладнання енергетичного блоку електростанції відносять паровий котел, парову турбіну, генератор змінного струму та підвищуючий трансформатор. Важливу роль в роботі енергоблоку виконують живильні насоси, що подають воду до котлоагрегату і короткочасна (на 10-30 с) перерва в їх роботі може привести до аварії. Приводом цих насосів служить трифазний асинхронний двигун АТМ-3580-8 потужністю 3800 МВт, напруга 6 кВ, з кількістю обертів 2980 об/хв та АТД-4000, потужністю 4000 МВт, двигун з короткозамкненим ротором, закритий з замкненою циркуляцією охолоджуючого повітря.

Для розробки автоматизованої системи керування живильними насосами (АСКЖН) пропонується структурна схема автоматизованої системи контролю 17-ти параметрів живильних насосів енергоблоку, яка виконана на базі мікроконтролера і включає: датчики контрольованих параметрів Д1–Д17: (струму та напруги двигуна – Д1, Д2; 6 датчиків температури підшипників (термопари) – Д6–Д8; 6 датчиків температури масла на зливі з підшипників Д9–Д14; датчик тиску масла на змащування підшипників Д15, датчик тиску води в напірному трубопроводі насоса Д16, датчик тиску води в гідро'п'яті насоса Д17); нормуючі підсилювачі У1–У17; багатоканальний комутатор аналогових сигналів ; аналого-цифровий перетворювач типу К1113ПВ1; мікроконтролер МК51; компаратори К1–К17 типу К554 СА3, виходи яких за "АБО" об'єднані з вихідними сигналами МК51, пристрої узгодження і обміну УСО1–УСО17, які включають виконавчі пристрої силової установки. Через послідовний інтерфейс RS232C АСКЖН з'єднана з ПЕОМ, яка може керувати роботою, приймати, відображати і документувати значення контрольованих параметрів.

Структурна схема та алгоритм роботи АСКЖН дозволяють автоматизувати процес контролю за роботою живильних насосів і їх захистом, суттєво підвищити надійність і економічну ефективність роботи енергоблоку.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИЛИВОВ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Дубяга Р.В., Мирошниченко А.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Известно, что запасы энергии в Мировом океане колоссальны, ведь две трети земной поверхности занимают моря и океаны. Однако пока что люди умеют использовать лишь ничтожные доли этой энергии, да и то ценой больших и медленно окупающихся капиталовложений, так что такая энергетика до сих пор казалась малоперспективной.

Приливная электростанция (ПЭС) – [электростанция](#), преобразующая энергию морских [приливов](#) в электрическую. ПЭС использует перепад уровней «полной» и «малой» воды во время прилива и отлива. Перекрыв плотиной, залив или устье впадающей в море (океан) реки, образовав водоём, можно при достаточно высокой амплитуде прилива (> 4 м) создать напор, достаточный для вращения [гидротурбин](#) и соединённых с ними [гидрогенераторов](#), размещённых в теле плотины. При одном бассейне и правильном полусуточном цикле приливов ПЭС может вырабатывать электроэнергию непрерывно в течение 4—5 ч с перерывами соответственно 2—1 ч четырежды за сутки (такая ПЭС называется *однобассейновой двустороннего действия*). Для устранения неравномерности выработки электроэнергии бассейн ПЭС можно разделить плотиной на два или три меньших бассейна, в одном из которых поддерживается уровень «малой», а в другом — «полной» воды; третий бассейн — резервный; гидроагрегаты устанавливаются в теле разделительной плотины. Но и эта мера полностью не исключает пульсации энергии, обусловленной цикличностью приливов в течение полумесячного периода. При совместной работе в одной энергосистеме с мощными тепловыми (в т. ч. и атомными) электростанциями, энергия, вырабатываемая ПЭС, может быть использована для участия в покрытии пиков нагрузки энергосистемы, а входящие в эту же систему ГЭС, имеющие водохранилища сезонного регулирования, могут компенсировать внутримесячные колебания энергии приливов.

На ПЭС устанавливают [капсульные гидроагрегаты](#), которые могут использоваться с относительно высоким КПД в генераторном (прямом и обратном) и насосном (прямом и обратном) режимах, а также в качестве водопропускного отверстия. В часы, когда малая нагрузка энергосистемы совпадает по времени с «малой» или «полной» водой в море, гидроагрегаты ПЭС либо отключены, либо работают в насосном режиме — подкачивают воду в бассейн выше уровня прилива (или откачивают ниже уровня отлива) и таким образом аккумулируют энергию до того момента, когда в энергосистеме наступит пик нагрузки. Использование больших энергий приливов и отливов Мирового океана - интересная проблема. К решению ее еще только приступают. Тут многое предстоит изучать, изобретать и конструировать.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВОЛН ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Дубяга С.В., Мирошниченко А.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Огромные количества энергии можно получить от морских волн. Мощность, переносимая волнами на глубокой воде, пропорциональна квадрату их амплитуды и периоду. Поэтому наибольший интерес представляют длиннопериодные волны ($T \approx 10$ с) большой амплитуды ($a \approx 2$ м), позволяющие снимать с единицы длины гребня в среднем от 50 до 70 кВт/м. На данный момент для использования энергии волн применяют несколько видов устройств.

1. Техническое название такого преобразователя - колеблющееся крыло. Форма преобразователя обеспечивает максимальное извлечение мощности. Волны, поступающие слева, заставляют устройство колебаться. Цилиндрическая форма противоположной поверхности обеспечивает отсутствие распространения волны направо при колебаниях устройства вокруг оси. Мощность может быть снята с оси колебательной системы с таким расчетом, чтобы обеспечить минимум отражения энергии.

2. Колеблющийся водяной столб. При набегании волны на частично погруженную полость, открытую под водой, столб жидкости в полости колеблется, вызывая изменения давления в газе над жидкостью. Полость может быть связана с атмосферой через турбину. Поток может регулироваться так, чтобы проходить через турбину в одном направлении. Уже известны, по крайней мере, два примера коммерческого использования устройств на этом принципе - сигнальные буи.

3. Подводные устройства. Наполненный воздухом плавучий корпус (цилиндр), имеющий среднюю плотность $0,6 \div 0,8$ т/м³, закреплен под водой на опорах, установленных на грунте. Цилиндр колеблется в волне, совершая движение по эллиптической траектории и приводя в действие гидравлические насосы, вмонтированные в опоры и преобразующие энергию движения цилиндра. Перекачиваемая ими жидкость может подаваться по трубопроводам на генераторную станцию, единую для нескольких цилиндров.

В заключение нужно отметить, что в случае непосредственного использования электроэнергии, вырабатываемой волновой станцией, для хозяйственных нужд ее нельзя рассматривать как самостоятельный источник энергии, а использовать для аккумуляции электроэнергии.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ СТІЙКОЇ РОБОТИ ДВИГУНА З РОТОРОМ, ЩО КОТИТЬСЯ

Дунєв О.О., Єгоров Б.О., Щукін І.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Двигуни з ротором, що котиться (ДРК), які застосовуються у складі електроприводів засувки, вентилів, вимикачів та інших поворотних механізмів, являють собою комбінацію властивостей швидкохідного електродвигуна та механічного редуктора. За своїми технічними даними ДРК має низькі оберти (від 0,5 до 20 об/хв) і відносно великий обертальний момент (від 1 до 1000 Н·м). Такий двигун здатний в певних технічних межах замінити існуючі поворотні електроприводи. При цьому використання ДРК в якості приводу засувки і поворотних механізмів дозволить зменшити їх вагові та габаритні показники, експлуатаційні витрати, собівартість і підвищити надійність їх роботи. Але для цих двигунів є певні проблеми визначення зони стійкої роботи у межах діючого кута навантаження, вирішення яких важливо для їх вірного проектування, особливо при низьких частотах обертання. Тому визначення зони стійкої роботи, як важливого показника надійності цього типу електричних машин є актуальним завданням для створення ДРК, які відповідають сучасним вимогам експлуатації. Для досягнення зазначеної мети необхідно визначити зону стійкої роботи ДРК і встановити вплив тертя на обертальний момент машини, а також на підставі дослідження зони стійкої роботи двигуна уточнити залежність обертового моменту від кута навантаження машини [1]. За результатами дослідження було розраховано величину сили одностороннього магнітного тяжіння (ОМТ) для окремо взятої області машини за формулою $P=(B^2 \cdot S_z)/2\mu_0$, де B – значення магнітної індукції, що проходить через активну поверхню зубця статора; S_z – площа поверхні, через яку проходить основний магнітний потік, що припадає на одну зубцову поділку.

У ході аналізу зони стійкої роботи ДРК, яка характеризується кутом навантаження, визначено, що на обертальний момент машини значно впливає коефіцієнт тертя, а також нерівномірність повітряного проміжку, що виливається в зміщенні сили ОМТ на певний кут навантаження. Визначено умову стабільного кочення ротора ДРК без проковзування, в результаті чого встановлено сприятливі умови для створення стійкого обертового моменту, який обмежено максимально можливим кутом навантаження. Внаслідок урахування діючого кута навантаження та впливу його величини на значення обертового моменту ДРК даються рекомендації, які констатують той факт, що без урахування зсуву кута навантаження унаслідок нерівномірного повітряного проміжку максимальний обертальний момент ДРК буде розраховано не достатньо точно.

Література:

1. Дунєв А.А. Угол нагрузки двигателя с катящимся ротором вертикального исполнения. Вісник НТУ «ХПІ» Харків: НТУ «ХПІ». – 2008. – №21 – С.43–46.

КОМПЕНСАЦИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

Егоров А.Б.¹, Егоров Б.А.²

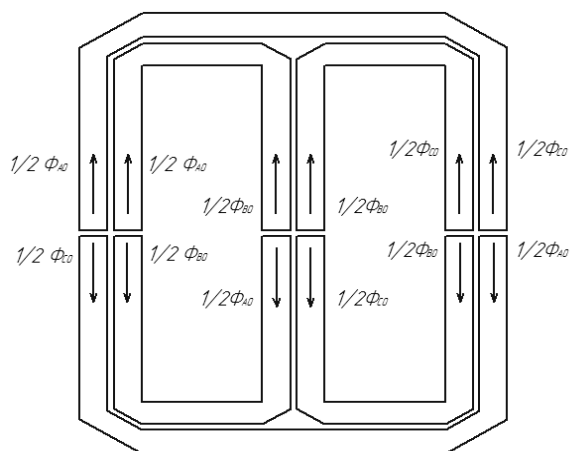
¹Украинская инженерно-педагогическая академия

²Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В электроэнергетике под феррорезонансными понимаются явления, возникающие в электрических сетях при образовании схем с электромагнитными трансформаторами и емкостями сети. Такие явления характеризуются длительными перенапряжениями и токовыми перегрузками обмоток измерительных трансформаторов напряжения (ТН), что обусловлено скачкообразным насыщением магнитопроводов.

Антирезонансным называют электромагнитный заземляемый ТН, устойчиво работающий при наличии в сети непрекращающихся феррорезонансных явлений и не вызывающий их [1]. Для компенсации феррорезонансных явлений необходимо, чтобы насыщение трансформатора отсутствовало при всех режимах работы. Поэтому наиболее рационально применить такие конструкции, в которых составляющие нулевой последовательности компенсировались бы и, тем самым, уменьшали суммарную индуктивность в стержнях ТН.



Одним из способов компенсации потоков нулевой последовательности является конструкция, представленная на рисунке. На рисунке показана конструкция антирезонансного трансформатора и направления движения потоков нулевой последовательности. Данная конструкция магнитопровода трансформатора дает возможность предотвращения феррорезонанса:

магнитные потоки нулевой последовательности в каждом из трех стержней компенсируются, благодаря встречному направлению движения, при этом стержни не насыщаются, сопротивление нулевой последовательности близко к нулю и феррорезонанс отсутствует. Конструкция обладает следующими достоинствами: повышенная надежность и уменьшенные массогабаритные показатели трансформатора, отсутствие дополнительных сопротивлений и потерь в стали, отсутствие конструкционной стали. А также уменьшается погрешность, связанная с явлением феррорезонанса.

Литература:

1. ГОСТ 1989-2001. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

ВЛИЯНИЯ УГЛА НАГРУЗКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ДВИГАТЕЛЕ С КАТЯЩИМСЯ РОТОРОМ

Егоров А.В., Мирошниченко А.Г., Потоцкий Д.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Двигатель с катящимся ротором (ДКР), по своей природе, является синхронной машиной, т.к. сердечник ротора синхронно обкатывается вслед за магнитным полем, созданным обмоткой статора. Таким образом, одним из важных параметров машины является величина угла нагрузки. Известно, что вращающий момент в ДКР зависит от геометрических размеров машины и от угла нагрузки. Таким образом, максимальный вращающий момент M_{\max} ДКР является и критическим. Если нагрузить двигатель так, что момент сопротивления $M_c > M_{\max}$, то угол нагрузки станет больше 90° , и рабочая точка перейдет на неустойчивый участок угловой характеристики. Вращающий момент двигателя M начнет уменьшаться, ротор тормозиться, двигатель выйдет из синхронизма и остановится. Т.к. угол нагрузки принимает непосредственное участие в распределении нормальной и тангенциальной составляющих силы одностороннего магнитного притяжения, то необходимость его учета, при расчете механических потерь мощности, является важной задачей. Изменение потерь мощности на трение-качение p_{tr} , в зависимости от угла нагрузки θ , приведено на рис. 1.

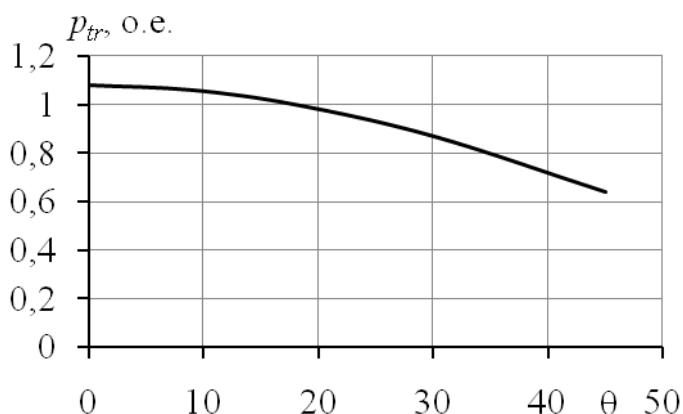


Рисунок 1 – Зависимость механических потерь мощности от угла нагрузки

Максимум механических потерь мощности приходится на угол нагрузки близкий к 0° . Это верно, т.к. в данном случае нормальная составляющая силы одностороннего магнитного притяжения является величиной максимальной. Эта точка так же соответствует режиму «удержания», когда на блоке управления двигателем нажата кнопка «СТОП» и магнитное поле прекратило вращение. Иными

словами ротор притянут к одной точке и не вращается. В таком случае имеет место потери мощности на трение покоя и на площадке контактов сердечников статора и ротора действуют силы трения сцепления. При угле нагрузки $\theta = 45^\circ$, значительно уменьшается нормальная составляющая силы одностороннего магнитного притяжения, и сердечник ротора перемещается по расточке статора не обкатыванием, а «скачкообразно».

В диапазоне угла нагрузки от 0 до 10° , что соответствует режиму холостого хода и малой нагрузки, происходят значительные потери мощности от механического взаимодействия двух сердечников. Длительная эксплуатация ДКР в этих режимах приводит к раскатыванию контактирующих поверхностей.

УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВВОДА РЕЗЕРВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С МОЩНОЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ

Егорова О.Ю., Егоров А.Б.

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

В системах электроснабжения предприятий при наличии двух источников питания, как правило, используется раздельная работа секций шин с отключенными секционными выключателями (СВ). Для восстановления электроснабжения потребителей, подключенных к потерявшей питание секции шин, применяются устройства автоматического ввода резерва (АВР). Наличие крупных синхронных двигателей (СД) в схеме электроснабжения предъявляет к устройствам АВР дополнительные требования. При потере питания от внешнего источника СД, выбегая, переходят в генераторный режим и создают на потерявшей питание секции шин технологического ЗРУ-6(10) кВ остаточное напряжение [1, 2].

Успешная работа АВР обеспечивается расчетом токов, напряжений и уставок срабатывания. Для этого на момент включения СВ производится расчет следующих величин для предельных (максимальных и минимальных) режимов работы: тока включения СД (для определения допустимости); тока самозапуска в сети (для отстройки токовых защит от тока включения); остаточного напряжения на шинах (для определения успешности). Результатом расчета является выбор уставок срабатывания устройства АВР для предельных режимов сети и электродвигателей.

Выполнение релейной защиты и АВР на микропроцессорной основе позволяет изменить подход к формированию условий срабатывания и управлению АВР в целом. Целесообразно объединить все задачи АВР одной обобщенной функцией «Обеспечения технологического процесса» (ОТП).

Для реализации функции ОТП требуется введение в состав устройства АВР блока управления (БУ), который должен производить расчет электрических и технологических параметров для текущего режима работы оборудования и питающей электрической сети и проверять условия срабатывания АВР в режиме реального времени, то есть во время переходных процессов, вызванных нарушениями в электроснабжении. Условия запрета и допустимости АВР проверяются в БУ до включения СВ. Такой АВР с функцией ОТП на основе обработки информации можно назвать интеллектуальным, т.к. выбирается в каждом конкретном случае такой алгоритм управления, чтобы во всех случаях обеспечить устойчивость и непрерывность технологического процесса.

Литература:

1. Слодарж М.И. Режим работы, релейная защита и автоматика синхронных электродвигателей – М.: Энергия, 1977.
2. Голоднов Ю.М. Самозапуск электродвигателей – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Замаруев В.В., Ересько А.В., Стысло Б.А., Турманидзе А.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассмотрена целесообразность применения накопителей электрической энергии в системе электроснабжения. Предложен вариант реализации системы управления аккумуляторными батареями.

Неравномерность потребления электроэнергии в течение суток – одна из основных проблем электроэнергетики. Типовой суточный график потребления мощности имеет свои максимумы и минимумы, которые приходятся, как правило, на дневные и ночные часы соответственно. В результате, в определенное время суток возникает избыток генерируемой электроэнергии и ее недостаток во время пикового потребления.

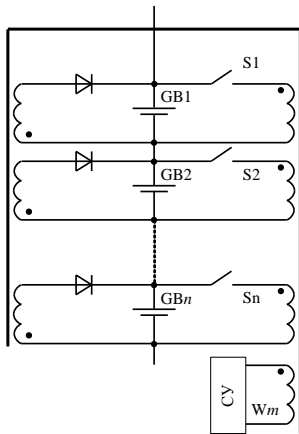


Рисунок 1

Очевидным средством балансировки генерируемой и потребляемой мощности является наличие в системе электроснабжения батарейной системы накопления электрической энергии (BESS), что позволяет снизить суточные колебания генерируемой мощности и разнести во времени фазы накопления и отдачи потребителю электроэнергии. Для обеспечения нормальной работы аккумуляторной батареи, в процессе эксплуатации требуется постоянно отслеживать уровень заряда каждого из элементов батареи, предотвращая выход за допустимые границы. Кроме того, необходимо выравнивать значения напряжения каждого из элементов батареи между собой. Эта задача возлагается на систему

управления аккумуляторной батареей - BMS (Battery Management System). Предложенная структура BMS (рис. 1) представляет N обратных преобразователей выполненных на многообмоточном трансформаторе. Для измерения уровней напряжения, каждый аккумулятор на короткое время (режим сканирования) подключается к обмотке трансформатора через ключ S_i . В это время на дополнительной измерительной обмотке W_m фиксируется значение напряжения. За N циклов система управления получает сведения о уровне напряжения на каждом из аккумуляторов секции. В случае превышения допустимой разницы в уровнях напряжения элементов секции, запускается алгоритм отбора мощности от максимально заряженного аккумулятора и передача ее аккумуляторам с меньшим уровнем заряда. Во время прямого хода обратного преобразователя происходит отбор энергии от аккумулятора, имеющего избыточный заряд и слежение за уровнем его напряжения, а на обратном ходу передача накопленной энергии и фиксируется минимальное напряжение среди батарей секции.

ІМІТАТОРИ ПОЛЮСІВ З ВАКУУМНИМИ ПЕРЕРИВНИКАМИ ДЛЯ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ СЕРЕДНІХ НАПРУГ

Клименко Б.В., Кулик В.О., Лелюк М.А.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

На актуальному ринку комутаційних апаратів з не ручним керуванням (відмикачі – circuit-breakers та контактори) для мереж середніх напруг наразі домінують апарати з контактними комутаційними елементами, розташованими у середовищі глибокого вакууму ($10^{-5} \dots 10^{-7}$ мм.рт.ст.). Комутаційні пристрої, побудовані на такому принципі, прийнято називати вакуумними переривниками (vacuum interrupters), а комутаційні апарати, у яких застосовуються вакуумні переривники, називають вакуумними – вакуумні відмикачі (vacuum circuit-breakers), вакуумні контактори (vacuum contactors) тощо. Незважаючи на відносно високу вартість, апарати з вакуумними переривниками, мають низку переваг, завдяки яким вони повністю витіснили з актуального ринку відмикачів середніх напруг апарати з комутацією у повітрі із застосуванням магнітного дуття (електромагнітні відмикачі) та апарати з комутацією у середовищі масла (маломасляні відмикачі) й суттєво зменшили (до 20% у діапазоні 3,6 кВ ... 17 кВ) обсяг ринку апаратів з комутацією у середовищі шестифтористої сірки (елегазові відмикачі). Саме завдяки успіхам у створенні високонадійних та зносостійких вакуумних переривників, на ринку з'явилися принципово нові апарати – вакуумні контактори для мереж середніх напруг, особливістю яких є компактність та висока зносостійкість (механічна та електрична – до 10^6 циклів).

При розробці нових конструкцій вакуумних комутаційних апаратів зокрема виникає необхідність проведення тривалих випробувань на механічну зносостійкість. Якщо попередні дослідження розроблених конструкцій свідчать про їх відповідність вимогам, які висувають виробники до вакуумних переривників (контактне натискання, вільний хід, хід підтискання, швидкість руху контактів при виконанні операцій вмикання та вимикання), то проводити випробування на механічну зносостійкість з реальними вакуумними переривниками недоцільно, адже вартість одного полюсу (а їх у кожному апараті – три) становить від \$100 до \$300 для контакторів та від \$300 до \$1000 для відмикачів. При таких випробуваннях доречно застосовувати спеціально розроблені імітатори полюсів, які повинні відповідати механічним характеристикам реальних переривників. Розроблені та виготовлені нами імітатори повністю відтворюють характеристики реальних переривників, імітуючи завдяки встановленим на них пружинам вплив на механічні характеристики вакууму та сільфонів. Контактне натискання в розроблених конструкціях імітаторів забезпечується застосуванням у них реальних тягових ізоляторів з реальними контактними пружинами (тарілчасті пружини для відмикачів й циліндричні гвинтові пружини для контакторів). Розроблені та виготовлені нами імітатори пройшли випробування у нових конструкціях відмикачів та контакторів середніх напруг, які зараз розробляються та досліджуються на кафедрі «Електричні апарати» НТУ «ХПІ».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ С УЧЕТОМ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОМЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Коротаев П.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Внедрение на насосной станции 2-го подъёма п.г.т. Солоницевка энергоресурсосберегающего электропривода, разработанного кафедрой «Автоматизированные электромеханические системы» НТУ «ХПИ», показало кроме существенной экономии электрической энергии и расхода воды сокращение порывов водопроводной сети. В связи с этим была поставлена задача определения физической природы этого явления и законов управления электроприводом, которые бы устраняли порывы.

Проблема порывов водопроводных сетей исключительно актуальна, поскольку во многих городах срок эксплуатации их очень значительный, а в Харькове существуют водопроводные сети, которые были заложены еще 110 лет назад. Так в 2011г. в Харькове при потере электроснабжения всего на 10 минут после возобновления электропитания и пуска насосных агрегатов возникло около 100 порывов, но ликвидировать за сутки удавалось лишь 17.

Компьютерное моделирование системы «Преобразователь – Двигатель» показало перерегулирование по давлению при представлении нагрузки насосного агрегата вентиляторной характеристикой на уровне 17%. Такое перерегулирование не должно быть причиной частых порывов водопроводной сети, которые имеют место в действительности. Поэтому была рассмотрена возможность порывов водопроводных сетей как следствие волновых процессов, которые возникают в электромеханогидравлической системе как системе с распределенными параметрами.

Дальнейшее моделирование показало, что основной причиной частых порывов водопроводных сетей является не классический гидравлический удар, который возникает при столкновении движущейся жидкости с задвижкой, а волновые процессы при прямом пуске электропривода насосного агрегата порождающие повышение давления в водопроводной магистрали. При этом в условиях изношенности труб волна повышенного давления при проходе через наиболее слабый участок вызывает порыв магистрали. Проведенными в работе исследованиями показано, что существенное снижение бросков давления может быть достигнуто средствами регулируемого электропривода путем постепенного повышения скорости вращения колеса насосного агрегата. Компьютерное моделирование по разработанной модели системы с распределенными параметрами процессов пуска позволило определить законы управления электроприводом, устраняющие порывы и учитывающие параметры водопроводной сети.

АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ DC-DC ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ДЛЯ ПРИСТОРОЮ ОСЛАБЛЕННЯ ПОЛЯ

Костенко І.О. Петренко О.М.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м.Харків*

Режим ослаблення поля тягових двигунів є одним з основних режимів роботи рухомого складу електротранспорту. В попередніх публікаціях було розглянуто вдосконалення системи ослаблення поля за допомогою DC-DC перетворювача. У роботі обґрунтовані питання системи керування, зокрема алгоритму, відповідно за яким повинно відбуватися ослаблення поля.

На початку роботи програми контролера, зчитуються з ПЗУ прописані заздалегідь значення струму «прибавки» в шунтовій обмотці $\Delta I_{ш}$ (1-10А), а також значення допустимої величини відхилення ослаблення поля $\Delta\alpha$ (в межах 0,03-0,01). Далі перевіряється стану датчиків контролерів живлення перетворювача і тягового двигуна.

Потім зчитуються значення датчиків ДПХП (датчик положення ходової педалі) і ДПРК (датчик положення реостатного контролера).

У разі отримання результату «No», програма контролера знову повертається до перевірки станів датчиків ДПХП і ДПРК, витримавши деяку затримку в часі (від 1 до 500 ms) і повторно перевіривши рівні живлячої напруги.

У разі результату «Yes», програма переходить до перевірки станів датчиків струмів якоря, серієсної і шунтової обмоток, а також перевіряються температурні режими силових ключів DC-DC перетворювача і високочастотного трансформатора.

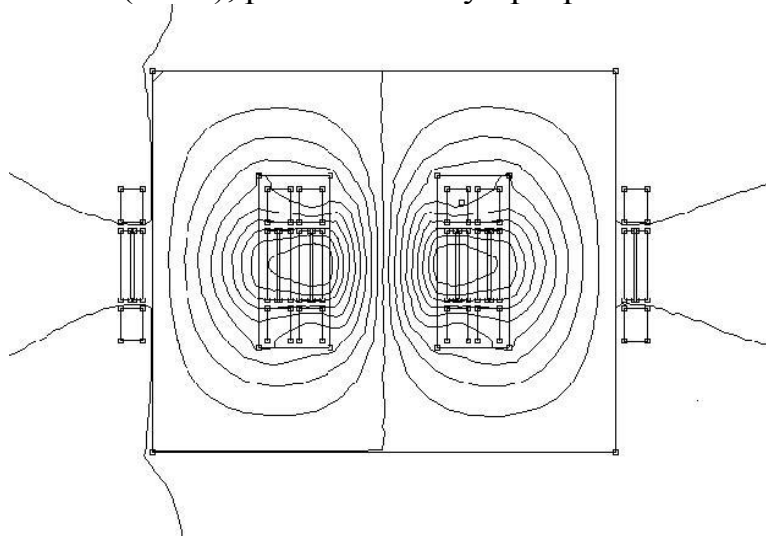
Далі слід порівняння обчисленого значення прискорення α з допустимо можливим (може бути встановлено в межах від 1 до 2 м / с²). У тому випадку, якщо величина прискорення не перевищує допустимого значення, контролер виконує зчитування значень струмів якоря, шунтової і серієсної обмоток, а також значення величини ослаблення поля, що відповідає положенню реостатного контролера на момент зчитування інформації.

Обчислене значення α порівнюється з $\alpha_{уст}$. Якщо значення α більше $\alpha_{уст}$ (тобто, розраховані значення ослаблення поля не досягли необхідного $\alpha_{уст}$), тоді контролер збільшує струм шунтової обмотки на задану величину $\Delta I_{ш}$ шляхом збільшення часу відкривання силових ключів.

У разі, якщо ж величина α виявилася менш $\alpha_{уст}$, тоді контролер перевіряє величину α на предмет «переослаблення». Якщо величина α не перевищила допуск $\Delta\alpha$, то контролер, не вживаючи ніяких дій, повертається на етап перевірки живлячих напруг. Якщо ж допустиме відхилення $\Delta\alpha$ перевищено, контролер зменшує струм в шунтовій обмотці шляхом зменшення часу відкривання силових ключів. Після додавання (віднімання) струмів до шунтової обмотки, програма контролера повертається в точку перевірки живлячих напруг. Цикл роботи контролера завершений.

**МАГНІТНЕ ПОЛЕ ПІЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА
В РЕЖИМІ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ**
Кутік О.О., Єгоров Б.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м Харків*

У початковий момент раптового короткого замикання струми в чергуючі обмотки пічного трансформатора (ПТ) внаслідок наявності апериодической складової можуть в десятки разів перевищити номінальні струми і викликати механічні ударні сили між обмотками і їх з'єднувальними елементами. Механічні сили виникають у результаті взаємодії струму в обмотці з магнітним полем (МП) обмоток. Розрахунок ударних струмів короткого замикання можна виконати за допомогою відомих методів з високим ступенем точності. Однак розрахунок МП в зоні взаємодії обмоток з полем представляє дуже складне завдання, оскільки, по-перше, МП поширюється в середовищах з істотно різними магнітними провідностями (в залозі магнітопроводу і в повітрі в області обмоток). По - друге, геометрична форма магнітопроводу і, особливо, обмоток має складну структуру, яка впливає на характер розподілу МП. Тому для істотного підвищення точності розрахунку МП в ПТ був запропонований метод кінцевих елементів (МКЕ), реалізований у програмі FEMM



Коротке замикання зі струмом в 15 разів більше від номінального у фазі В.

Як видно з рисунку осердя магнітопроводу починає розмагнічуватися, але починає збільшуватися складова індукції в повітряному проміжку у радіальному напрямку між чергуючими обмотками ВН і НН, де і виникають дуже шкідливі і руйнівні для обмотки механічні сили. Застосування МКЕ для розрахунку індукції в просторі між обмотками спільно з сучасною комп'ютерною методикою розрахунку радіальних сил, діючих на обмотки при короткому замиканні з урахуванням розмірів проводів, кількості опор, тиску осьового стиснення в прокладках і тому подібних особливостей конструкції, дозволить отримати розрахунок радіальних сил з високим ступенем точності.

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

Кутик О.О., Мирошниченко А.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Происходящее весьма быстрое истощение запасов ископаемого топлива, использование которого к тому же связано с существенным загрязнением окружающей среды заставляет ученых и инженеров уделять все большее внимание поискам безвредных источников энергии. Одним из таких устройств может стать генератор, в котором используется магнитогиродинамический эффект. Создание магнитогиродинамических генераторов (МГД-генераторов), непосредственно преобразующих тепловую энергию в электрическую, является одной из главных задач современной энергетики. Возможности практической реализации такого рода преобразования энергии в широких промышленных масштабах появляются в связи с развитием атомной физики, физики плазмы, металлургии и ряда других областей.

Магнитогиродинамический эффект—возникновение электрического поля и электрического тока при движении электропроводной жидкости или ионизированного газа в магнитном поле. Магнитогиродинамический эффект основан на явлении электромагнитной индукции, то есть на возникновении тока в проводнике, пересекающем силовые линии магнитного поля. В данном случае, проводниками являются электролиты, жидкие металлы или ионизированные газы (плазма). При движении поперек магнитного поля в них возникают противоположно направленные потоки носителей зарядов противоположных знаков. На основе магнитогиродинамического эффекта созданы МГД-генераторы. Это энергетические установки, в которых тепловая энергия рабочего тела (электролита, жидкого металла или плазмы) преобразуется непосредственно в электрическую.

Преимущества МГД-генераторов: очень высокая мощность, до нескольких мегаватт, в нём не используются вращающиеся детали, следовательно, отсутствуют потери на трение, при более высоком к.п.д. МГД-генераторов существенно уменьшается выброс вредных веществ.

Недостатки МГД-генераторов: необходимость применения сверх жаропрочных материалов, угроза расплавления, вырабатывает только постоянный ток, химически активные продукты сгорания топлива, химически активная примесь (цезий), для промышленных установок требуются очень мощные магнитные системы.

Несмотря на заманчивые перспективы и бурное развитие исследований в области МГД-генераторов, устройства на их основе так и не нашли широкого промышленного применения вплоть до настоящего времени. Однако существенных сдвигов в этой области можно достичь путем применения нанотехнологий и наноматериалов.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОТОПЛИВА В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Лукьянчикова С.А., Мирошниченко А.Г.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Биотопливо занимает особое место в структуре возобновляемых источников энергии. Будучи одним из немногих видов альтернативного топлива в транспортном секторе, биотопливо рассматривается в качестве важного ресурса при выборе источников энергии и обеспечения энергетической безопасности, развития сельского хозяйства и сельских районов, а также для смягчения последствий изменения климата путем сокращения выбросов парниковых газов. Условно биомассу, как сырье для производства биотоплива, можно подразделить на три поколения.

Биотопливо первого поколения изготавливают из сахара, крахмала, растительного масла и животного жира, используя традиционные технологии. Основными источниками сырья являются семена или зерно. Основной проблемой в производстве топлива из биомассы является продовольственная безопасность, поскольку биотопливо первого поколения производится из сельскохозяйственных культур, входящих в пищевую цепочку людей и животных.

Биотопливо второго поколения производится из непищевого сырья. Источниками сырья являются лигноцеллюлозные соединения, остающиеся после того, как пригодные для использования в пищевой промышленности части растительного сырья удаляются. Для этой цели также могут быть использованы быстрорастущие деревья и травы (тополь, ива, мискантус, ятрофа и другие). Они могут произрастать на склонах, холмах, в оврагах, а также на непродуктивных и вырождающихся землях, иногда даже с перспективой восстановления этих земель.

Большой интерес приобретает развитие третьего поколения биотоплива. Эффективной возобновляемой биомассой, для которой не нужны пахотные земли и пресная вода, являются водоросли, которые преобразуют солнечную энергию и углекислый газ в дешевое и высокопродуктивное сырье для получения продуктов питания, биотоплива, кормов для животных и высокоценных, биологически активных веществ. То есть эти организмы обладают эффективным аппаратом биоконверсии солнечной энергии и являются ее природными биоаккумуляторами.

В настоящее время разрабатываются концепции и технологии для получения биотоплива четвертого поколения на основе методов генетической инженерии. Заменяя одни гены другими, ученые могут заставить организмы, способные преобразовывать простые сахара и масла прямо в прекурсоры биотоплива, выделять эти соединения непосредственно в окружающую водную среду.

**УТОЧНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО
ГЕНЕРАТОРА В СОСТАВЕ ВЕТРОТУРБИНЫ**
Марков В.С., Поляков И.В., Кожемякин С.М.
Национальный технический университет
“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

При работе асинхронной машины в качестве асинхронного генератора (АГ), она включается на нагрузку, которая, в общем случае, является активно-индуктивной

$\underline{Z}_H = R_H + jX_H$. Схема замещения АГ с конденсаторным возбуждением представлена на рис. 1.

где $\underline{U}_{1\phi}$ – фазное

напряжение статора;

\underline{I}_1 – ток статора; \underline{I}'_2

– ток ротора, приведенный к обмотке статора; R_1 и X_1 – активное и реактивное

сопротивления статора, R'_2 и X'_2 – приведенные активное и реактивное

сопротивления ротора; \underline{I}_μ – ток холостого хода или намагничивающий ток; s –

скольжение; $\underline{E}_\mu = -jX_\mu \underline{I}_\mu$ – ЭДС холостого хода; X_μ – индуктивное

сопротивление взаимоиндукции.

В отличие от АГ, работающего на общую сеть, для автономного АГ остаются неопределенными частота тока статора f_1 и фазное напряжение $\underline{U}_{1\phi}$ (т.е. ток нагрузки \underline{I}_H). При этом возникают трудности с определением значения индуктивного сопротивления цепи намагничивания X_μ и, как следствие, зависимости ЭДС холостого хода от тока холостого хода $\underline{E}_\mu = f(\underline{I}_\mu)$.

Частоту тока статора f_1 предложено определять, используя подход, сформулированный В.А. Балагуровым, А.А. Кецарисом, и В.В Лохниным. Полученная на основе баланса активных и реактивных сопротивлений система уравнений

$$\frac{R_2'}{s} \left(L_1 + L_\mu - \frac{R_H^2 C + L_H (\omega^2 C L_H - 1)}{R_H^2 \omega^2 C^2 + (\omega^2 C L_H - 1)^2} \right) + (L_2' + L_\mu) \left(R_1 + \frac{R_H}{R_H^2 \omega^2 C^2 + (\omega^2 C L_H - 1)^2} \right) = 0$$

позволяет найти угловую частоту $\omega = 2\pi f_1$ и индуктивность магнитной цепи статора L_μ . Однако, подстановка в систему уравнений, описывающих схему замещения исследуемой системы, ЭДС холостого хода, вычисленной с помощью полученного значения L_μ , даст или нулевое решение, или бесконечное множество решений. Необходимо найти более точное выражение для определения зависимости $\underline{E}_\mu = f(\underline{I}_\mu)$, для чего надо использовать достаточно сложный алгоритм расчета.

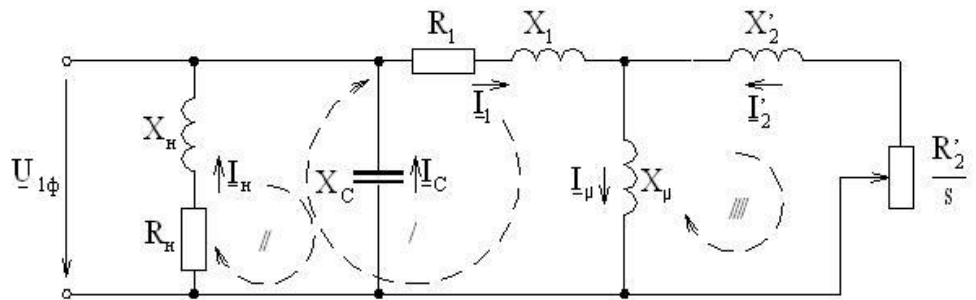


Рис. 1. Схема замещения автономного асинхронного

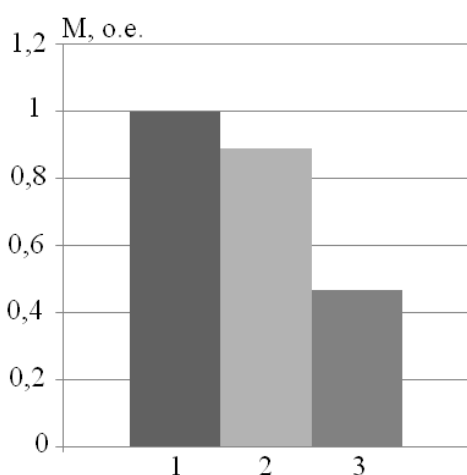
СРАВНЕНИЕ ТИПОВ РОТОРОВ В ДВИГАТЕЛЕ С КАТЯЩИМСЯ РОТОРОМ, РАБОТАЮЩЕГО ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Масленников А.М., Дунев А.А., Егоров А.В.

Национальный технический университет

“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

В работе рассмотрены вопросы сравнения конструктивных исполнений роторов двигателя с катящимся ротором (ДКР) по величине вращающих моментов. В целом, ДКР – это безредукторная машина синхронно-реактивного типа, в которой ротор совершает редукцию скорости и момента, специфически передавая ее на вал. При этом точка контакта «ротор-статор» совершает вращение с частотой $60 \cdot f$ (f – частота вращения магнитного поля статора), а частота вращения вала жестко зависит от таких конструктивных особенностей машины, как воздушный зазор. Немаловажную роль в ДКР также играет и род тока, которым запитываются катушки машины. При питании от источника переменного напряжения основные элементы магнитопровода (ротор и статор) целесообразней изготавливать шихтованными, набранными из отдельных листов электротехнической стали. Но так как сам процесс штамповки и скрепления листов в пакеты достаточно трудоемкий и дорогостоящий (подразумевается необходимость в штампе специальной формы), то для его массового применения на этапах производства ДКР необходимо проанализировать влияние типов шихтовки, или ее отсутствие (массивный сердечник), на основной параметр машины – вращающий момент.



1 – радиально-шихтованный ротор; 2 – аксиально-шихтованный ротор; 3 – массивный ротор.

Рисунок 1 – Относительный вращающий момент ДКР в зависимости от типа конструкции ротора

Для этого были изготовлены образцы роторов с аксиальной и радиальной шихтовкой, и проведены экспериментальные исследования величины вращающего момента для разных типов роторов (включая массивный) в одних и тех же габаритах двигателя. При этом неизменной величиной в машине была сила тока в катушках и величина воздушного зазора. Питание шестикатушечной конструкции двигателя осуществлялось от сети переменного трехфазного напряжения частотой 50 Гц без управляющего устройства. В итоге были получены результаты вращающих моментов M для трех типов роторов (рис.1), которые продемонстрировали преимущество радиально-шихтованного ротора при соответствующих условиях питания двигателя.

ПРОТИБУСОВОЧНИЙ ПРИСТРІЙ З ВПЛИВОМ НА МАГНІТНИЙ ПОТІК DC-DC ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ

Матвійчук Д.А., Андрійченко В.П.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м. Харків*

Сила зчеплення, що має природу сил тертя, обмежена відомими межами. Якщо ця межа буде перевершена, тобто виявиться більшою за максимально можливу силу зчеплення, то рівновагу сил у точці торкання коліс з рейкою буде порушено. Рушійні колеса почнуть ковзати щодо шляху в точці торкання, обертаючись з більшою швидкістю, за поступальний рух транспортного засобу. Відбувається буксування коліс, при якому спостерігається підвищений знос бандажів і рейок.

Електричні пристрої для припинення буксування транспортних засобів з електричним приводом зазвичай складаються вузлів виявлення і припинення буксування.

Вузол виявлення оцінює інтенсивність надлишкового ковзання і залежно від його значення подає сигнал на включення вузла припинення буксування.

Вузол припинення буксування робить переключення в електричній схемі, що забезпечує перехід буксуючої колісної пари з робочої тягової характеристики на захисну. Це викликає зниження сили тяги до значення меншої сили зчеплення.

Одним із способів припинення буксування є збільшення магнітного потоку двигуна буксуючої колісної пари і двигунів, увімкнених з ним послідовно.

Запропоновано, для боротьби з буксуванням коліс, схема включення DC-DC перетворювача. Вхідне коло перетворювача підключається в точки рівних потенціалів через випрямний міст, а вихідне коло через роздільні діоди до обмоток збудження тягових електричних двигунів. Роздільні діоди необхідні для того, щоб виключити можливість протікання струму між точками з різними потенціалами. Випрямний міст застосовується через те, що різниця потенціалів в екіпотенційних точках може змінювати знак в залежності від буксуючої колісної пари.

При відсутності буксування коліс е.р.с. обертання двигунів однакова та при цьому різниця напруг у екіпотенційних точках мінімальна, а вихідна напруга DC-DC перетворювача менша за падіння напруги на обмотках збудження. При виникненні буксування збільшується різниця напруг в екіпотенційних точках, що сприяє збільшенню вихідної напруги DC-DC перетворювача. При цьому зменшиться падіння напруги на обмотках збудження тягових двигунів, що зв'язані з буксуючою колісною парою. При зменшенні напруги на обмотках збудження двигунів напруга на виході DC-DC перетворювача перевищить це значення і в колі протікає зрівнювальний струм, що призводить до збільшення магнітного потоку та ліквідації буксування.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ РАЗРЯДНОЙ КАМЕРЫ МЕДИЦИНСКОГО ОЗОНАТОРА

Махонин Н.В., Самойленко В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Наиболее распространённым методом получения озона в медицине является электрофизический метод, который заключается в создании объемного барьерного разряда в разрядной камере, на которую подается кислород. Для создания такого разряда используется высокое переменное напряжение, которое прикладывается к электродам разрядной камеры. Производительность озона при этом регулируется изменением амплитуды напряжения и объемной скорости озono-кислородной смеси (ОКС). Так как медицинские процедуры, использующие озон, строго регламентированы по концентрации озона и объемной скорости, то возникает необходимость определения влияния пневматических характеристик разрядной камеры на итоговый расход ОКС при определенных начальных параметрах.

Для изучения влияния этой погрешности в программе SolidWorks была смоделирована разрядная камера медицинского озонатора, показанная на рисунке 1. Она представляет собой полый металлический электрод 1. Внутри него расположен цилиндрический электрод 2, на который нанесен изолятор. Расстояние между двумя электродами в разрядной камере обычно составляет несколько миллиметров. В ходе выполнения испытаний в программе моделировались различные значения входного давления для газовой смеси, а также регулировалась выходная пневматическая нагрузка. В медицинской

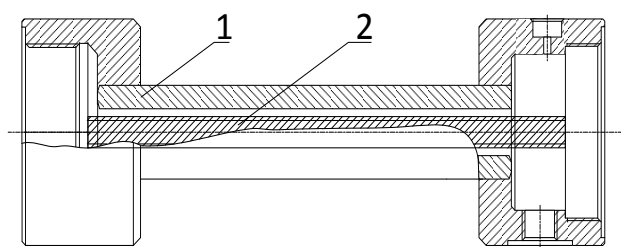


Рисунок 1 – Разрядная камера

практике эта нагрузка выглядит в виде флакона с физраствором, которые озонируются с помощью иглы. В итоге были получены результаты влияния этих характеристик на расход ОКС на выходе разрядной камеры. Определены параметры потока газа в разрядной камере.

Полученные данные необходимы для проектирования более совершенной разрядной камеры, а также позволяют оценить влияние выходного сопротивления на расход, что является важным при проведении процедур озонотерапии.

Литература:

1. Кипенский А.В. Алгоритм управления пневматической системой с широтно-импульсной модуляцией потока озono-кислородной смеси / Кипенский А.В., Куличенко В.В., Томашевский Р.С., Махонин Н.В. // Энергосбережение – Энергетика. Энергоаудит. Харьков: «БЭТ». – 2013. – №8 (114), Т.1, Специальный выпуск. – С 151-156.

ЧИСЛЕННО-ПОЛЕВОЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ УСТАНОВИВШЕГОСЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Милых В.И., Елагин Р.А., Кошевой О.П., Матвеев П.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В последнее время численные методы расчёта магнитных полей (МП) на основе универсальных программных пакетов приобрели широкое распространение. В связи с этим существует потребность широкой адаптации численно-полевых методов к расчётам разнообразных электрических машин. Целью данной работы является представление варианта такой адаптации на примере анализа режимов короткого замыкания (КЗ) турбогенератора (ТГ).

Аналізу подвергаются возможные варианты установившегося трехфазного КЗ, которые отличаются условиями его возникновения, а также степенью детализации в постановке задачи расчетного исследования.

Первым вариантом условий является КЗ на зажимах обмотки статора ТГ при вращающемся и возбужденном роторе, поэтому расчетным критерием здесь принято нулевое значение напряжений на этих зажимах.

В рамках такого варианта приняты расчетные постановки: а) ток возбуждения имеет значение, которое в режиме холостого хода дает номинальное напряжение обмотки статора, а ток статора определяется непосредственно в процессе расчета МП; б) значение тока возбуждения соответствует номинальному режиму нагрузки, а ток статора опять ищется; в) ток возбуждения определяется из условия обеспечения номинального значения тока статора.

Второй вариант характерен тем, что обмотка статора включена в сеть бесконечной мощности с номинальным напряжением ТГ, а возбуждение ротора отсутствует. Тогда расчетными критериями являются нулевое значение тока возбуждения и номинальное напряжение на зажимах обмотки статора.

В рамках второго варианта необходимо в процессе полевых расчетов определить возникающий ток статора.

Итоговые расчеты МП для обусловленных вариантов КЗ проводились при определенных в процессе предварительных численно-полевых расчетах значениях токов, а также необходимых их фазовых соотношениях – направлениях действия МДС обмоток, удовлетворяющих соответствующим критериям. Для определенных вариантов использовались две постановки расчетов: упрощенная, когда учитывались электромагнитные процессы только на активной длине ТГ; уточненная, когда к этому добавлялся учет лобового рассеяния магнитного поля обмотки статора и ее активное сопротивление.

Расчеты МП проводились методом конечных элементов с учетом нелинейных магнитных свойств сердечников ТГ по популярной программе FEMM.

Результаты расчетов иллюстрируются картинками МП, а также векторными диаграммами, что дает полезную информацию проектировщикам ТГ, недоступную в рамках традиционных расчетных методов.

ПОЛЕВОЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Милых В.И., Педорич Д.А, Ревякин Б.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Рабочие свойства электрических машин (ЭМ) в эксплуатации наглядно описываются их характеристиками – взаимосвязями изменяющихся параметров. Обычно характеристики рассчитывают на основе допущений с использованием методов магнитных цепей. Новые возможности для более адекватного получения характеристик предоставили численные методы расчета магнитных полей (МП). Они являются первоосновой принципа действия ЭМ, поэтому точный расчет МП позволяет получить соответствующие характеристики.

Целью данной работы является адаптация численных расчетов МП к получению обычно рассматриваемых характеристик синхронных машин на примере крупного турбогенератора (ТГ). При этом поля рассчитываются методом конечных элементов с использованием общедоступной программы FEMM.

К анализу приняты четыре классические характеристики: холостого хода (ХХ), короткого замыкания (КЗ), U -образные и угловая.

Характеристика ХХ $E_{so}(I_f)$ получается по простому алгоритму: задается ряд значений тока возбуждения I_f в обмотке ротора, каждый раз рассчитывается МП, определяется магнитное потокосцепление фазной обмотки статора и через ряд его значений по специальной методике получается фазная ЭДС E_{so} .

Характеристика КЗ строится при симметричном 3-х фазном КЗ и представляет собой зависимость фазного тока статора I_s от тока возбуждения – $I_s(I_f)$. Для получения характеристики КЗ при расчете МП надо задать несколько значений тока возбуждения I_f и итерационным путем найти соответствующие значения фазного тока статора по критерию достижения нулевого напряжения его обмотки. Оно ищется примерно так, как при ХХ. Отметим, что в фазных обмотках токи задаются так, чтобы МП статора и ротора действовали встречно.

U -образные характеристики – это семейство зависимостей $I_s(I_f)$ при определенных уровнях активной мощности ТГ P_a и при поддержании номинального напряжения статора U_{sN} . Алгоритм их расчета значительно сложнее. Задав ток возбуждения I_f , необходимо через расчет МП в режиме нагрузки ТГ найти ток статора I_s и направление действия МДС его обмотки по отношению к МДС обмотки ротора (угол β), которые обеспечивают конкретную мощность P_a и напряжение U_{sN} . Достаточное множество сочетаний $I_s(I_f)$ и даст U -образную характеристику. При новом значении мощности P_a все повторяется с учетом существующих ограничений.

Угловая характеристика ТГ – зависимость электромагнитного момента M_{em} от угла нагрузки Θ – $M_{em}(\Theta)$ при неизменных токе возбуждения I_f и напряжении U_{sN} . Задав ряд значений тока статора I_s , итерационно через расчеты МП в режиме нагрузки находится упоминавшийся угол β , обеспечивающий U_{sN} . Итоговый расчет МП и дает конкретное сочетание M_{em} и Θ , а повторением расчетов при других значениях I_s и получается искомая угловая характеристика.

РОЗРОБКА ПЕРЕТВОРЮВАЧА НА ОСНОВІ ТОПОЛОГІЇ SEPIC ДЛЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Мовчан А.М., Петренко О.М.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м. Харків*

У умовах коли річне підвищення тарифів становить 40 – 50 % перспективним напрямком підвищення енергоефективності електричного транспорту є розробка та впровадження нових ефективних типів перетворювачів та накопичувачів енергії.

Високочастотні DC-DC перетворювачі, широко застосовуються в джерелах живлення електронних пристроїв і систем, які використовуються для керування двигунами, що працюють від акумуляторних батарей та інших джерел постійного струму.

Було розглянуто та проаналізовано такі види DC/DC перетворювачів:

- понижуючий (англ. step - down або buck);
- підвищуючий (англ. step - up або boost);
- інвертуючий (англ. inverting converter);
- комбінований (англ. step - up/ step - down або buck – boost, sepic).

Метою досліджень є розробка енергоефективного пристрою для регулювання ослаблення поля тягового двигуна послідовного збудження. При розробці високочастотного перетворювача, для удосконалення схеми ослаблення поля, було використано конвектор з топологією SEPIC, який має на виході як високу, так і низьку напругу відносно входу.

SEPIC перетворювач на відміну від buck – boost має мінімум активних елементів, простий контролер і схеми перемикачів. SEPIC часто відрізняють по використанню двох магнітних котушок. Ці котушки можуть бути намотані на загальному сердечнику, або можуть бути окремими котушками двох індуктивностей без взаємозв'язку.

Під час ослаблення поля енергія з послідовної обмотки збудження буде спрямовуватися на заряд іоністорів. В інших режимах роботи, за допомогою накопиченої енергії на суперконденсаторах C_i буде підзаряджатися акумуляторна батарея. У цьому випадку високочастотний перетворювач працюватиме в двох режимах: спочатку як понижуючий, до моменту коли напруга на акумуляторі зрівняється з напругою на батареї іоністорів, згодом автоматично перейде у підвищуючий режим і розрядить імпульсний конденсатор практично до мінімальної напруги.

Таким чином можна прийти до висновків, що за допомогою DC-DC перетворювача на основі топології SEPIC можна реалізувати пристрій для підвищення енергоефективності роботи електроприводу постійного струму.

Це дозволить досягти безступінчастого регулювання швидкості рухомого складу, за рахунок чого підвищиться стабільність швидкісних характеристик тягових електродвигунів, будуть відсутні витрати енергії в резисторах ослаблення поля і зменшаться витрати електроенергії на підзаряд акумуляторної батареї.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЕМКОСТНОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Ноздрачева Е.Л., Петрищев О.Н., Сучков Г.М., Куличенко В.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Рассмотрена возможность реализации емкостного способа ультразвукового неразрушающего контроля. Для выполнения исследований емкостного преобразователя (ЕП) в режиме возбуждения ультразвуковых импульсов был разработан стенд и изготовлены новые блоки: генератор коротких высоковольтных однополярных импульсов; широкополосный малощумящий предварительный усилитель; малоразмерный частично демпфированный приемный пьезопреобразователь.

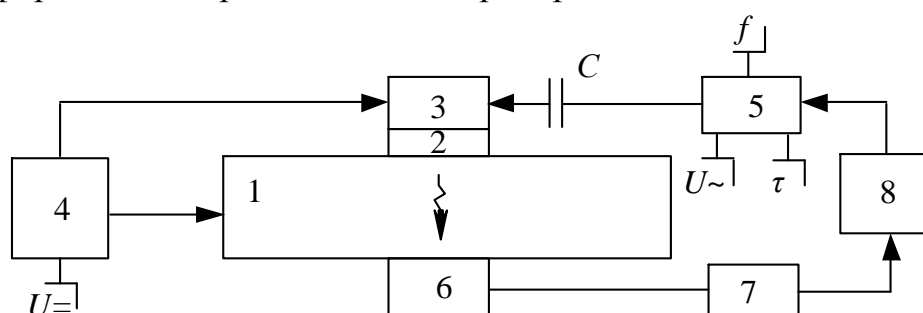


Рис. – Блок-схема стенда

В состав стенда входит электропроводная пластина 1 толщина которой выбиралась из условия формирования на ее противоположной стороне плоского фронта ультразвукового поля («прожекторная зона»). На пластину 1 через диэлектрик 2 поместили круглый медный электрод 3 к которому подключен регулируемый источник 4 постоянного поляризующего поля U_{\pm} и источник 5 пакетных импульсов напряжения с возможностью регулировки частоты f заполнения пакета длительности τ и напряжения U_{\sim} . Механизм работы ЕП таков, что на ряду с приложенным на электродах 1 и 3 ЕП переменного и постоянного напряжения, между ними действуют и механические силы, что и приводит к возбуждению в самом образце 1 упругих колебаний.

С противоположной стороны пластины 1 установлен стандартный пьезоэлектрический преобразователь 6, подключённый к усилителю 7. С выхода усилителя 7 принятый сигнал подан на осциллограф 8.

На основе проведенных экспериментальных исследований, качественно подтверждающих теоретические, определены основные факторы, определяющие возбуждаемое ультразвуковое поле емкостного преобразователя.

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЧЕСКОГО СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В
ЦЕПИ
СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА В РАБОЧИХ РЕЖИМАХ**

Осичев А.В., Ткаченко А.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В 50% случаев отказы скребковых конвейеров происходят из-за порыва цепи вследствие действия пиковых динамических нагрузок, превышающих разрывные и возникающих при аварийном заклинивании. Вместе с тем, эксплуатация скребковых конвейеров сопровождается постоянно действующими периодическими динамическими нагрузками меньшей величины, которые возникают за счет особенностей зубчатой передачи и вызывают усталостные явления в металле, вследствие чего срок службы цепи значительно уменьшается. Таким образом, актуальной является задача обоснования и разработки системы, обеспечивающей автоматическое снижение динамических нагрузок в цепи конвейера в рабочих режимах.

Решение поставленной задачи в скребковом конвейере СР72 с регулируемым асинхронным электроприводом с системой векторного управления было достигнуто за счет отключения стандартной отрицательной обратной связи по скорости двигателя и введения нелинейной обратной связи по расчетной скорости транспортирования для последующего обеспечения ее равномерности. В ходе компьютерного моделирования и анализа полученных результатов показана работоспособность предложенной системы, оценена ее эффективность в зависимости от типа применяемых регуляторов и быстродействия электропривода, выработаны рекомендации по ее структуре и настройке.

При стандартных настройках системы с полосой пропускания контура тока 38 Гц и контура скорости 14 Гц существенного снижения динамических нагрузок в рассмотренных случаях не достигается, поскольку типично заданного быстродействия привода недостаточно для отработки относительно высокочастотных составляющих сигнала обратной связи по скорости цепи, возникающих в момент входа и выхода из зацепления очередного ее шарнира. Применение пропорционального регулятора скорости в системе управления быстродействующего электропривода (полоса пропускания контура тока и скорости выше в 10 раз) конвейера СР72 способствует устранению вынужденных периодических динамических нагрузок, вызванных работой приводной звездочки, до исходного уровня статического нагружения при достаточном демпфировании собственных колебаний. Таким образом, использование разработанной системы позволит снизить динамические нагрузки в цепи скребкового конвейера в рабочих режимах, что увеличит ее долговечность.

ПРИМЕНЕНИЕ АМОΡФНЫХ СПЛАВОВ В МАГНИТОПРОВОДАХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Павленко Т.П., Токарь М.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В последнее время для устройств защиты потребителей, например, электродвигателей маломощных приводов, размещаемых во взрывоопасных помещениях, а также собственных нужд атомных электростанций и судовых электроустановок применяются устройства защиты от аварийных режимов работы на полупроводниковых элементах. В таких устройствах в качестве датчиков тока применяются трансформаторы тока (рис. 1).

Поскольку номинальные токи таких потребителей невелики и могут находиться в пределах 1–2 А, то возникает задача выбора параметров трансформатора тока, обладающих необходимой точностью.

Поэтому магнитопроводы таких трансформаторов тока изготавливаются из пермаллоя марки 79 НМ. Данный материал обладает хорошими магнитными свойствами, имеет высокую магнитную проницаемость и широко используется в высокочувствительных устройствах. Но наряду с его достоинствами есть и недостатки. Основным из них является предрасположенность пермаллоя к механическим нагрузкам, что приводит к потере магнитных свойств.

В данной работе предлагается использовать вместо пермаллоя аморфный сплав марки 84 КХСР, который также обладает хорошими магнитными свойствами, стойкий к механическим нагрузкам и имеет высокую магнитную проницаемость на порядок выше, чем у пермаллоя марки 79 НМ [1, 2].

Проведенные предварительные исследования показали, что при использовании в магнитопроводах трансформаторов тока пермаллоя марки 79 НМ приводит к повышенной погрешности при малых величинах первичного тока трансформатора с ростом величины напряженности поля по сравнению с магнитопроводами трансформаторов из аморфного сплава марки 84 КХСР. Исследования аморфных сплавов продолжаются.

Павленко Т.П. Анализ и исследование свойств аморфных сплавов / Т.П. Павленко, М.Н. Токар / Електротехніка і Електромеханіка. – Харків, 2013. – № 5. – С. 45 – 47.

Токарь М.Н. Возможности применения аморфных сталей в индуктивных датчиках тока / Т.П. Павленко, М.Н. Токар // Вісник НТУ«ХПІ». Тем. вип. «Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії». – Харків НТУ «ХПІ», № 38, 2014. – С. 116 – 121.



Рис. 1 – Внешний вид судовых герметичных трансформаторов

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НАГРІВУ І ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Петренко О.М., Петренко М.Я.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Особливістю частотно-керованих асинхронних двигунів є їх робота на різних ділянках діапазону регулювання частоти обертання при різних законах керування. При цьому змінюються основні та додаткові втрати потужності пов'язані з вищими гармоніками напруги. Якщо використовувати серійні асинхронні двигуни у якості частотно-керованих з живленням від перетворювача частоти, допустима, з умов нагріву, потужність двигуна зменшується на (10–20)%. Таким чином дослідження теплового стану асинхронних частотно-керованих двигунів в стаціонарних і динамічних режимах роботи при різних законах керування з урахуванням додаткового перегріву і ускладнення умов охолодження при зменшенні частоти обертання є актуальною задачею.

Для дослідження теплового стану частотно-керованого асинхронного двигуна використовувалася еквівалентна теплова схема заміщення для стаціонарного і динамічного режимів роботи. Для всіх вузлів еквівалентної теплової схеми заміщення було складено рівняння теплового балансу на базі яких створена математична модель теплового стану частотно-керованого асинхронного двигуна.

За допомогою складеної математичної моделі було досліджено теплові поля та потоки в вузлах частотно-керованого асинхронного двигуна. Визначено розподіл температури по радіальній і аксіальній вісям конструкції двигуна. Встановлено вплив законів керування і навантаження асинхронного двигуна на його тепловий стан. Досліджено температуру частотно-керованого асинхронного двигуна у повторно-короткочасному режимі роботи. Використовуючи математичну модель теплового стану частотно-керованого асинхронного двигуна в динамічних режимах роботи можна еквівалентувати по нагріву режим роботи S1 режимом S3 – S8, що дозволить оптимізувати по потужності звичайні асинхронні двигуни загального призначення.

Результати теоретичних досліджень підтверджені експериментальними даними, які були зняти на асинхронному двигуні серії АИР. Розбіжність теоретичних і експериментальних результатів не перевищила 4,3%. За результатами досліджень на підприємстві «СКБ Укрелектромаш» розроблено проект частотно-керованого асинхронного двигуна потужністю 5,5 кВт для привода водопостачання висотних будинків міста Харкова. В проекті передбачено за рахунок покращення теплового стану асинхронного двигуна підвищити надійність роботи і подовжити строк його експлуатації.

Проект частотно-керованого асинхронного двигуна планується впровадити у виробництво для серійного випуску на підприємстві «СКБ Укрелектромаш» у другому кварталі 2015 року.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Плюгин В.Е., Шилкова Л.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Характерной чертой современного этапа развития теории и практики проектирования электрических машин является переход к автоматизированному проектированию. Известные методы оптимизации, такие как метод секущих, метод покоординатного спуска, метод деформируемого многогранника Нелдера-Мида и др., не позволяют выполнять расчеты при одновременном изменении всех варьируемых переменных. Как правило, большинство методов оптимизации допускают поочередное варьирование переменных с последующей корректировкой области сходимости расчетов. Однако, даже одновременное варьирование всех переменных не дает приемлемых результатов: машина, которая получила статус оптимальной при найденном оптимальном значении, например, длины пакета статора, не гарантирует, что эта длина даст наилучший результат при варьировании другой переменной, например, диаметре сердечника статора.

Очевидно, наиболее приемлем метод оптимизации, который позволил бы выполнить расчеты машины при всех возможных сочетаниях варьируемых переменных в заданных пределах и с заданным шагом.

Авторы предлагают рассмотреть такие современные алгоритмы оптимизации, такие как Декартово произведение множеств [1, 2] и генетический алгоритм [3, 4], позволяющие производить поиск наилучшего варианта автоматизированного проектирования с заданным критерием /критериями оптимальности, и из множества рассчитанных вариантов выполнять выборку наилучшего. Получение допустимой области проектных решений, предполагает одновременное изменение всех варьируемых переменных. Выборка наилучшего варианта при многокритериальной оптимизации предполагает использование метода внешних штрафных функций и выборки по Парето. Рассматриваемые алгоритмы оптимизации задействованы в теории нейронных сетей. Алгоритмы Декартова произведения множеств и генетический алгоритм в оптимальном проектировании электрических машин в настоящее время не нашли широкого применения.

Литература:

1. Верещагин Н.К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Начала теории множеств / Н.К. Верещагин, А. Шень. – М.: МЦНМО, 2008. – 198с.
2. Zabldskij N. Induction Motor Optimal Design by Use of Cartesian Product / N. Zabldskij, V. Pliugin, J. Lettl, K. Buhr // “Transactions on electrical engineering”, 2013. – No. 2. – P. 54 — 58.
3. Емельянов В.В. Теория и практика эволюционного моделирования / В.В. Емельянов, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М.: Физматлит, 2003. – 432 с.

ФАКТОРИ, ЩО ПІДВИЩУЮТЬ ЧУТЛИВІСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ІМПУЛЬСНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ З КРУГЛИМ ПЕРЕТИНОМ

Познякова М.Є., Сучков Г.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто варіант імерсійного ультразвукового контролю ділянки залізничної осі. На рис. 1 зображено схему для розрахунку величини

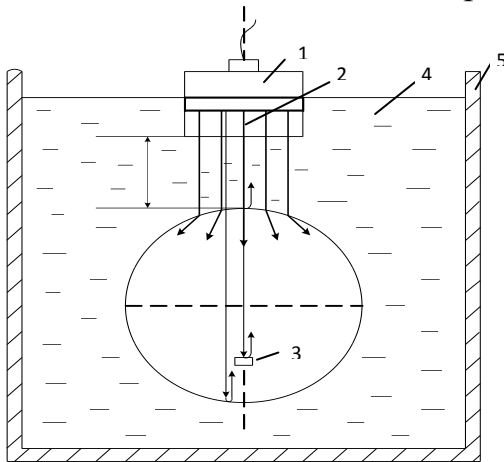


Рисунок 1

сигналу, який відбито від дискової моделі дефекту, де 1 – ПЕП; 2 – робочий імпульс; 3 – модель дефекту; 4 – рідина; 5 – ємність. З рис. 1 видно, що центральний промінь сформований ПЕП проходить через центр зразка осі, це дає можливість виключити вплив кривизни поверхні осі на технологічні фактори дефектоскопії. При дослідженнях ПЕП збуджується квазігармонічним сигналом, яким апроксимується сигнал з певною кількістю періодів частоти заповнення зондуючого

ультразвукового імпульсу. Модель часової

розгортка, яку планується отримати при збудженні ПЕП

пакетним сигналом розгортки наведено на рис. 2 (1 – зондуючий імпульс; 2 – імпульс відбитий від поверхні зразка осі; 3 – імпульс відбитий від моделі плоского дефекту; 4 – імпульс відбити від донної поверхні зразка осі).

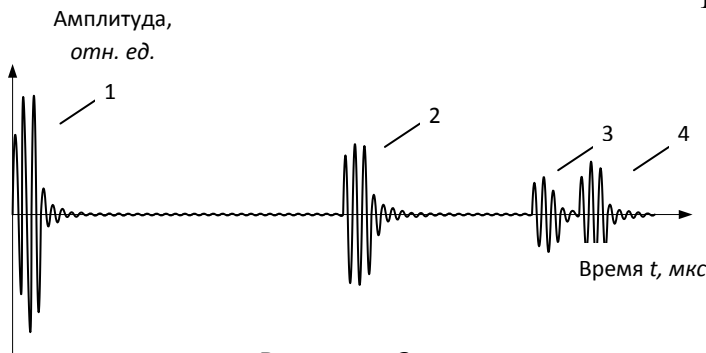


Рисунок 2

Нехай ПЕП формує в контактній рідині тиск величиною P_0 . Тоді на поверхні зразка осі буде тиск

$$P = P_0 \cdot t^{\alpha} \quad (1)$$

де α - коефіцієнт ослаблення енергії сигналу в контактній рідині; H - відстань від ПЕП до поверхні моделі дефекту.

Всередину зразка пройде

частина сигналу з тиском

$$P = P_0 \frac{2\rho_2 C_2}{\rho_1 C_1 + \rho_2 C_2} \quad (2)$$

де ρ_1 і ρ_2 - густина контактної рідини та матеріалу зразка осі відповідно; C_1 і C_2 - швидкість розповсюдження ультразвукових коливань в контактній рідині та в матеріалі зразку осі відповідно.

Література:

1. Акоев Г. М. Расчет ультразвукового тракта импульсного дефектоскопа / Г. М. Акоев // Дефектоскопия. – 1975. - № 1. – С. 65-70.

АМОΡФНЫЕ СЕРДЕЧНИКИ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Потоцкий Д.В., Попова И.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы о целесообразности использования аморфной быстрозакаленной стали, как материала для магнитопроводов распределительных трансформаторов (РТ). На основе опыта зарубежных стран сделано экономическое обоснование перехода от электротехнической трансформаторной стали (ЭТС) к аморфной стали (АС).

РТ мощностью 25–630 кВА напряжением 6–10 кВ – наиболее массовая серия производимых и эксплуатируемых трансформаторов в нашей стране и за рубежом. Они являются достаточными экономичными изделиями, часто работающими при полной нагрузке с коэффициентом полезного действия (КПД) – 99 %. Но при их эксплуатации имеют место значительные электрические потери. Известно, что материал магнитопровода в трансформаторах в течение длительного времени непрерывно перемагничивается по его петле В–Н частотой сети. При этом определенная часть электроэнергии вследствие гистерезиса и вихревых токов теряется и превращается в тепловую. Общие потери электроэнергии в распределительных трансформаторах оцениваются в 75 млрд. кВт·ч.

Уменьшение тепловых потерь связано с изменением конструкции и материала магнитопровода. Наиболее перспективный путь снижения затрат на производство и эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов – это применение магнитопровода из аморфных (нанокристаллических) сплавов. Применение АС для изготовления магнитопровода позволяет в 3–4 раза снизить потери холостого хода трансформатора. Кроме того КПД трансформаторов с магнитопроводами из АС значительно выше, чем КПД традиционных трансформаторов.

Следует также упомянуть, что АС имеют ряд недостатков:

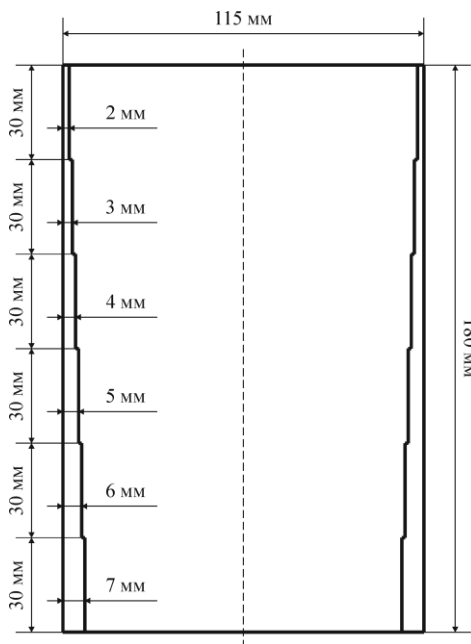
1. Допустимая рабочая магнитная индукция менее 1,45 Тл (для холоднокатаной стали это значение составляет 1,7 Тл);
2. Коэффициент заполнения сталью для аморфных сплавов 0,8–0,85 (для ЭТС составляет 0,95–0,97);
3. ЭТС имеет толщину 25–30 мкм и большую твердость. Последний фактор усложняет сборку магнитопровода.

Несмотря на недостатки, распределительные трансформаторы с магнитопроводом из аморфных сталей изготавливаются в США, Японии, Канаде. В настоящее время в мире изготовлено 60–70 тыс. единиц трансформаторов мощностью 25–100 кВА. Примерно 1000 единиц прошли успешные многолетние испытания в различных энергосистемах.

ВЗІРЕЦЬ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕМА ТОВЩИНОМІРУ

Сучков Г.М., Десятніченко О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для поточної перевірки працездатності, а також для налагодження електромагнітно-акустичного товщиноміру для контролю металовиробів з товстими діелектричними покриттями, розроблено та виготовлено спеціальний взірець циліндричної форми. Вибір циліндричної форми зумовлений тим, що одним із основних напрямів використання товщиноміру є контроль трубопроводів, що знаходяться у експлуатації та мають шар захисного покриття чи краски. Використання електромагнітно-акустичного методу для контролю, на відміну від класичних, дозволяє не проводити підготовку поверхні і залишати захисний шар, що значно здешевшує та пришвидшує продуктивність робіт. Взірець виготовлено із феромагнітної сталі 45, він має діаметр 115 мм та висоту 180 мм. Взірець розділений на 6 зон з різною товщиною стінки. Найтонша зона має товщину стінки 2 мм, а найтовща – 7 мм. Товщина змінюється із кроком в 1 мм. Розміри взірця схематично показані на рис. 1 а. Наявність такого діапазону товщин покриває більшість поширених типів труб. Фото взірця наведене на рис. 1 б. Для імітування шару покриття використовується набір з гумових прокладок різної товщини. Завдяки наявності магніту в датчику, він надійно утримується на взірці. Використання розробленого взірця значно спростило процес налагодження приладу під час проведення вимірювань.



а) б)
Рис.1. Розміри (а) та фото (б) циліндричного взірця.

КОБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БУКСОВАНИЯ КОЛЕС РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА ПО ФРИКЦИОННЫМ КОЛЕБАНИЯМ

Тимощенко А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одной из эксплуатационных проблем в рудном электровозном транспорте, связанной с условиями работы, буксование и юз колес относительно рельсов. В результате работы в таких режимах существенно снижается производительность работы в режиме тяги, и безопасность движения в режиме юза.

На сегодняшний день в рудничном электротранспорте буксование и юз устраняют подсыпкой песка под ведущие колеса. Такой способ, предупреждения или прекращения буксования и юза требует постоянной доставки песка, кроме того приводит к сокращению ресурса работы бандажей и рельс и осуществляется вручную. Помимо подсыпки кварцевого песка возможно применение различных активизаторов сцепления. Также, с избыточным скольжением колес относительно рельсов можно бороться средствами электропривода путем удержания рабочей точки ЭМС электровоза в оптимальной точке характеристики сцепления. Целесообразно также применение совместно выше сказанных систем автоматического управления, это позволит повысить коэффициент сцепления, например, на участках с низким его значением, а также дополнительно увеличить тягу на таких участках, так и обеспечить экономию расхода применяемых веществ. Это в свою очередь требует наличия средств автоматического обнаружения факта буксования и юза.

Предлагаемая система определения буксования сочетает в себе два способа определения буксования из тока тягового электродвигателя и реализуются в виде двух параллельных каналов. Первый способ, описанный в [1], обеспечивает определение факта буксования колес по фрикционным колебаниям, возникающих в таких режимах. Второй способ выявления буксования работает по принципу выявления закона изменения оборотных пульсаций в токе, во время излишнего буксования или юза. Совместное использование продляемых систем позволяет обеспечить обнаружение буксования при разных формах нелинейности нагрузки.

Литература:

1. Тимощенко А.В. Система реализации максимума тяги рудничного электровоза//Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Випуск 3/2012 (19). С. 366-369

МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ С *RLC*-НАГРУЗКОЙ

Тимченко Н.А., Вержановская М.Р., Гришковцов Е.И., Шевченко Д.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе сформирована система уравнений для определения параметров преобразователя с трансформатором и колебательным контуром, с учетом резонанса на заданной частоте в последовательной *RLC*-цепи (рис.1).

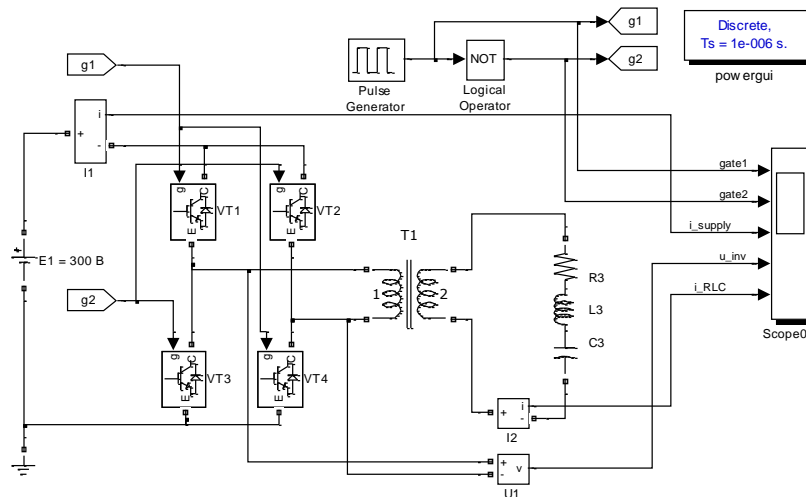


Рис. 1 – Схема преобразователя постоянного напряжения в переменное

Учитываем действующее значение $U1$ первой гармоники, для обмоток трансформатора с числом витков n_1 и n_2 учитываем коэффициент взаимной индукции $M = (L1 \cdot L2)^{1/2}$. Составляем комплексные уравнения для контуров первичной обмотки и вторичной обмотки, нагруженной на звено $R3-L3-C3$.

Полное сопротивление: первого контура $Z1 = R1 + j\omega L1$, второго контура: $Z2 = R2 + j\omega L2 + R3 + j(\omega L3 - 1/\omega C3)$. Тогда получаем:

$$\begin{cases} U1 - Z1 \cdot I1 - j\omega M \cdot I2; & (1) \\ Z2 \cdot I2 + j\omega M \cdot I1 = 0; & (2) \\ I1 - I2 \cdot (n2/n1) = 0. & (3) \end{cases}$$

Для технологической установки известны: значение круговой частоты ω , действующее значение тока вторичного контура $I2$, число витков $n2=1$, активное сопротивление $R3$, индуктивность $L3$, а величина $L2 = 0.01 \times L3$. Из уравнения (3) и закона электромагнитной индукции получаем: $I1 = I2/n1$; $L1 = L2 \cdot n1^2$. Из уравнения (2) следует: $C3 = 1/(L3 \cdot \omega^2)$, а для определения значения $n1$ из уравнения (1) принимаем условие: $R1 = \omega L1$. Тогда коэффициент $M = L2 \cdot n1$ и после преобразований имеем $n1 = U1/(\omega L2 \cdot I2)$.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ

Тимченко Н.А., Вержановская М.Р., Коноплев И.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе представлена Simulink - модель для контроля условий резонанса последовательного RLC -контура, являющегося нагрузкой инвертора напряжения (рис.1): соотношения активной и реактивной мощностей и баланса фаз тока и напряжения.

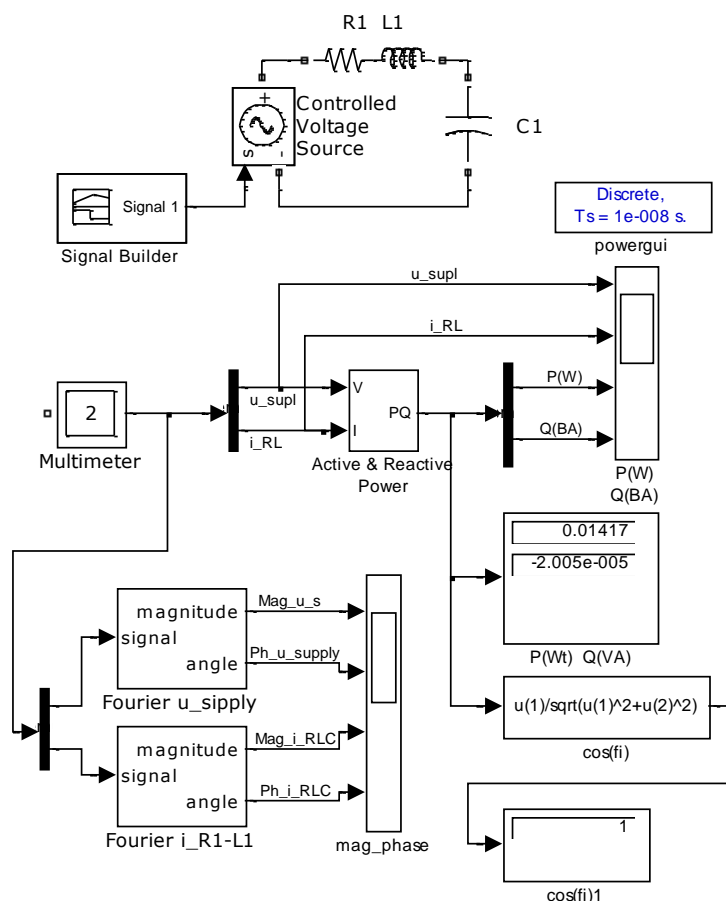


Рис. 1 – Система контроля параметров RLC -контура при резонансе

Реальный колебательный контур обладает активным сопротивлением R . В отсутствие внешней ЭДС энергия, запасенная в контуре, постепенно расходуется в сопротивлении на нагрев в соответствии с законом Джоуля-Ленца ($Q = I^2 R t$), вследствие чего колебания постепенно затухают.

Для технологической установки известны значения циклической частоты f , сопротивления $R = R1$ и индуктивности $L = L1$. Из уравнения для затухающих колебаний $2\pi f = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$ найдем величину компенсирующей емкости $C = C1$.

По схеме (рис.1) выполним проверку условий резонанса, представленных блоками Active & Reactive Power, а также Fourier u_supply и Fourier i_R1-L1.

ВИХРЕТОКОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП С ОРТОГОНАЛЬНЫМ НАКЛАДНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Хомяк Ю.В., Сучков Г.М., Глоба С.Н., Слободчук А.Ю.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для проведения неразрушающего контроля возможно применение ортогонального трансформаторного вихретокового преобразователя, позволяющего уменьшить влияние изменения свойств поверхностного слоя изделия на выявляемость дефектов типа трещины выходящей на поверхность. Данный тип преобразователя лег в основу разработки прибора, который представлен на рис.1.

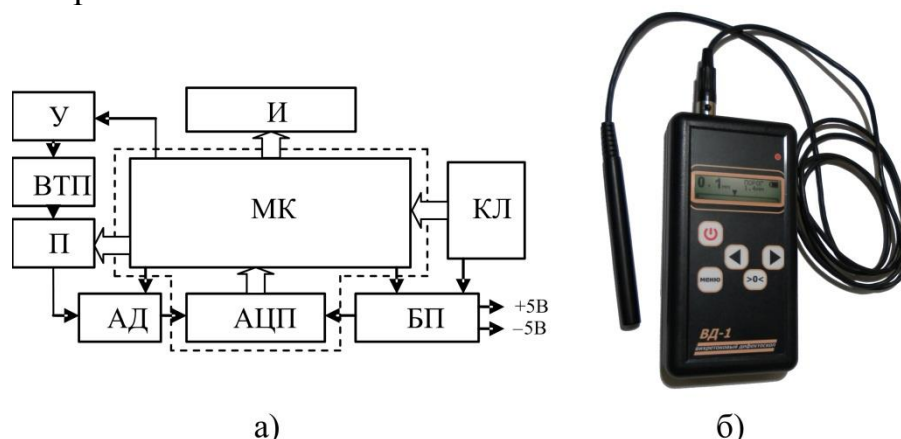


Рис.1 – Вихретоковый дефектоскоп: а) структурная схема; б) внешний вид

Управление работой прибора осуществляется с помощью микроконтроллера МК имеющего в своем составе аналого-цифровой преобразователь АЦП (рис.1а). Клавиатура КЛ служит для включения-выключения и управления параметрами работы дефектоскопа. Жидкокристаллический индикатор И служит для отображения режимов работы, осуществляет отображение текущей информации об амплитуде сигнала ВТП в позиционном (бегающий столб) и численном виде, а также выдает информацию о состоянии батареи питания. Источник питания БП вырабатывает ± 5 В и состоит из гальванической батареи, преобразователя постоянного напряжения и схемы управления включением-выключением дефектоскопа. На рис.1б показан внешний вид разработанного вихретокового дефектоскопа.

Разработанный дефектоскоп имеет ряд основных достоинств таких же, как и у существующих приборов: малое энергопотребление, высокий порог чувствительности, небольшой вес и т.д. При этом для нового прибора характерен ряд преимуществ: возможность работы по шероховатой поверхности без её зачистки, большой диапазон определяемых глубин дефектов и низкая стоимость.

Прибор представляет современную альтернативу магнитопорошковому и капиллярному методам неразрушающего контроля.

О ХАРАКТЕРЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОДНОМАССОВОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С НЕЛИНЕЙНЫМ ТРЕНИЕМ

Хорева А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

По математической модели в обобщенных параметрах выполнено компьютерное моделирование одномассовой электромеханической системы (ЭМС) с нелинейной механической характеристикой нагрузки. Нагрузкой является трение, характеристика которого содержит падающий участок. Увеличение скорости скольжения на данном участке сопровождается снижением коэффициента трения. При линейной аппроксимации типовых участков характеристики трения, падающий участок проявляет себя в математической модели как отрицательное вязкое трение (ОВТ) [1].

При определенном сочетании значений жесткостей механической характеристики нагрузки β_c и механической характеристики электродвигателя β , а также электромагнитной и электромеханической постоянных времени, соответственно, T_ε и T_M , на падающем участке возможно возникновение расходящегося динамического процесса [2].

В условиях нелинейности характеристики трения это может привести к возникновению автоколебательных режимов.

При моделировании варьировались значения обобщенных параметров $b=\beta_c/\beta$ и $m=T_M/T_\varepsilon$, местоположение точки статического равновесия, характер изменения управляющего воздействия. Показано, что в исследуемой системе теоретически возможно возникновение нерелаксационных и релаксационных автоколебаний. В случае выполнения условия статической неустойчивости нестационарный процесс завершается установившимся режимом на одном из участков со значением $\beta_c \geq 0$.

Литература:

1. Динамика электромеханических систем с нелинейным трением: монография / В.Б. Клепиков. – Харьков: Изд-во «Підручник НТУ «ХПІ»», 2014. – 408 с. – На рус. яз.
2. Клепиков В.Б. О «фрикционных» автоколебаниях в электроприводах // Электричество. – 1986. – №4. - С.59-62.

СТРУКТУРА ИТЕРАЦИОННОГО ДВУХКАНАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДАЧИ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОВЛИЯНИЯ КАНАЛОВ

Худяев А.А., Поленок В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При создании итерационных многоканальных следящих электроприводов (ЭП) высокого качества необходимо обеспечить автономность настройки и функционирования их каналов управления. Для осуществления условий автономности каналов управления многоканальных дифференциальных ЭП подачи станков могут быть применены компенсирующие перекрестные связи (КПС) между каналами.

В работе рассмотрены кинематическая схема и математическая модель движения двухканального дифференциального ЭП подачи, построенного по итерационному принципу. Построены и рассчитаны перекрестные связи, компенсирующие динамическое взаимовлияние каналов (ДВВК) по нагрузке (компенсаторы ДВВК) в таком двухканальном ЭП с подчиненной настройкой каналов. Применительно к ЭП механизма подачи (МП) станка модели ИР800ПМФ4 получена структурно-алгоритмическая схема двухканальной системы управления привода, учитывающая подключение компенсаторов

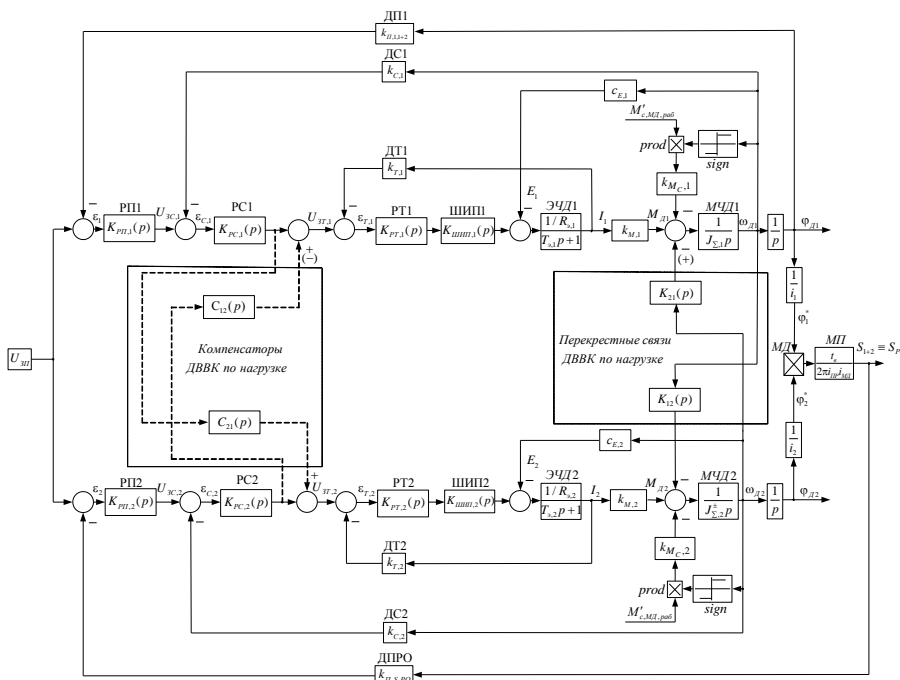


Рисунок – Упрощенная структурно-алгоритмическая схема итерационного двухканального дифференциального ЭП МП станка с компенсаторами ДВВК

ДВВК (рис.). На рисунке обозначены: $K_{12}(p)$ и $K_{21}(p)$ – операторы перекрестных связей, учитывающие ДВВК по нагрузке; $C_{12}(p)$ и $C_{21}(p)$ – операторы компенсаторов ДВВК по нагрузке.

Оценка эффективности применения КПС выполнена методом компьютерного моделирования. Показана не только принципиальная необходимость, но и потенциальная

эффективность применения компенсаторов ДВВК по нагрузке для повышения качества работы двухканального дифференциального ЭП МП станка по сравнению с аналогичным традиционным одноканальным ЭП подачи.

ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭД133 ДЛЯ ПРИВОДА КОЛЕСНЫХ ПАР ТЕПЛОВЗОВ

Шайда В.П., Рябов Е.С., Сябрук Я.А.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Основным направлением развития тягового привода подвижного состава железнодорожного транспорта является переход от привода на основе коллекторных тяговых двигателей к приводу с бесколлекторными двигателями. Это позволяет существенно сокращает затраты на эксплуатацию, однако требует существенных средств на начальном этапе изготовления локомотива в виду высокой стоимости частотных преобразователей и системы управления таким тяговым приводом. Поэтому значительная часть производимого в настоящее время в Украине и странах СНГ тягового подвижного состава продолжают оснащаться приводом с коллекторными тяговыми двигателями. Помимо создания новых локомотивов с улучшенными тягово-энергетическими показателями остро стоит задача повышения тяговых свойств локомотивов при их модернизации. Последнее достигается за счет применения новых или модернизированных тяговых двигателей, а главной целью их использования является увеличение продолжительной силы тяги локомотива.

В настоящее время наиболее распространённым тяговым двигателем (ТД) для привода колесных пар тепловозов является ТД постоянного тока ЭД133 различных модификаций (производитель – ГП завод «Электротяжмаш»), который применен как на магистральных (2(3)ТЭ116У, 2(3)ТЭ116УД, 2ТЭ116УР, 2ТЭ25К, 2(3)ТЭ25КМ, 2ТЭ35К), так и на маневровых (ТЭМ103, ТЭМ ТМХ, ТЭМ7, ТЭМ9, ТЭМ14, ТЭМ23, ТЭМ28) тепловозах. Конструкция и технология изготовления этого ТД постоянно совершенствуется: применяются высококачественные изоляционные материалы в сочетании с использованием новейшего оборудования для вакуум-нагнетальной пропитки, установлены подшипники от ведущих европейских производителей, подобрана марка щеток, обеспечивающая «темную» коммутацию во всем диапазоне нагрузок и т.п. Однако каких-либо изменений параметров ТД, повышающих его привлекательность для потребителя, не производилось. В связи с этим представляется рациональным изучить возможность повышения момента длительного режима работы ТД ЭД133, как наиболее важного параметра для улучшения характеристик тепловоза. При этом ограничениями выступают требования: сохранения габаритно-присоединительных размеров ТД; сохранения и использования без изменений стоящих на тепловозах тяговых генераторов, выпрямителя и электрических аппаратов; сохранения параметров и оборудования системы независимого охлаждения ТД. Возможными путями достижения поставленной задачи является применение компенсационной обмотки, увеличение диаметра якоря, изменение обмотки якоря, изменения полюсности ТД и их сочетание. На начальном этапе решено выполнить расчеты вариантов и по их результатам выбрать наиболее рациональный.

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА СИЛ , ВОЗНИКАЮЩИХ В ШИХТОВАННОМ СЕРДЕЧНИКЕ СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Шевченко В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрено предложение по оценке появления и модель расчета сил, определяющих разрушение («распушивание») пакетов шихтованных сердечников статоров мощных турбогенераторов (ТГ). Статистический анализ показал, что распушивание наблюдается достаточно часто на ТГ, работающих на блоках тепловых электростанций (ТЭС и АЭС), имеющих двухполюсную конструкцию, и является причиной их аварийных остановов. Надежность является первоочередной задачей для мощных ТГ с продленным сроком эксплуатации, которые составляют до 100 % машинного парка отечественных тепловых электростанций. Ремонт сердечников статоров на блоках станций является сложной задачей, поэтому оценка состояния шихтованного сердечника и установление причин его разрушения актуальна.

Разрушения листов шихтованных сердечников статоров приводят к повышению вибраций, смещению клиньев в пазах, нарушению (разрыву) изоляции обмоток и бандажных колец. При проектировании новых ТГ и модернизации работающих с условием повышения их мощности в установленном габарите для исключения появления разрушения пакетов сердечников следует понимать природу и уметь рассчитывать силы взаимодействия между листами стали, формирующими пакеты шихтованных сердечников статоров, как в торцах, так и в центральных частях. Мировые тенденции совершенствования мощных ТГ, которые определяют требования и к проектированию отечественных ТГ для поддержания их конкурентоспособности на мировом рынке, приведут, на наш взгляд, к обострению проблемы разрушения сердечников: 1) увеличение мощности ТГ без изменения их габаритов для сохранения существующих фундаментов на блоках электростанций; 2) при этом, а также вследствие требования замены водородного охлаждения на воздушное, увеличатся тепловые нагрузки; 3) появилось требование снижения удельного веса турбогенераторов (кг/кВт). Для расчета электродинамических усилий в сердечнике статора ТГ, которые приводят к разрушению пакетов сердечников, предлагается модель и методика расчета, которая основывается на аналогии действия магнитных полей от постоянных магнитов и магнитных полей от электрических токов. Пластины шихтованного сердечника статора ТГ можно представить в виде системы параллельных и одинаково ориентированных постоянных магнитов, а затем заменить их прямоугольными призмами, по поверхности граней которых протекают поверхностные токи, и рассчитывать эти усилия. В особом положении находятся крайние листы сердечников, как просто шихтованных, так и проклеенных. Согласно расчетам, первой отгибается крайняя пластина, за ней – следующая, которая стала крайней и т.д., как бы эффект «домино».

ДОДАТКОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ В ОДНОФАЗНИХ ЗАХИСНИХ РЕЛЕ НАПРУГИ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Чепелюк О.О., Вировець С.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Однофазні захисні реле напруги встановлюються на уводах однофазних побутових споживачів які живляться від трифазної розподільної мережі чи в окремих групових мережах вказаних споживачів та здійснюють автоматичне відімкнення живлення групових мереж кінцевих споживачів від живильної мережі у разі відхилень вхідної напруги мережі живлення за мінімальний чи максимальний допустимі пороги. У разі нормалізації рівня напруги на вводі вказані реле забезпечують автоматичне повторне заживлення групових мереж споживачів.

Окремими виробниками в конструкціях таких реле передбачаються додаткові технічні рішення, що розширюють їх функціональні можливості. Частина з таких функціональних можливостей була проаналізована в [1].

Проаналізувавши актуальний ринок вказаних реле з урахуванням [1] стало можливим виділити наступні різновиди захисних реле напруги з додатковими функціональними можливостями:

- реле напруги з контролем струму та потужності групових мереж споживача, яке фактично поєднує у собі функції реле напруги та обмежувача потужності. У такому реле поріг спрацьовування по струму виконується регульованим, у разі необхідності функція захисту по струму може бути відключена;

- реле напруги з вбудованим струмовим захистом, виконаним з фіксованим порогом спрацьовування по струму;

- реле напруги з вбудованим захистом побутового електрообладнання від імпульсних перенапруг. Вказаний захист зазвичай відповідає класу III (D) і забезпечується відповідними варисторами встановленими на вводі реле;

- реле напруги з ручним відключенням однієї чи обох його захисних функцій по максимальній та мінімальній напрузі. При відключенні в такому реле обох захисних функцій реле буде працювати як реле часу;

- реле напруги з вбудованим захистом від різницевого струму (струмів утікання). Захист від різницевого струму в таких реле виконується з фіксованою чи регульованою уставкою номінативного різницевого струму спрацьовування.

Враховуючи те, що перераховані вище різновиди реле контролюють кілька вхідних величин і поєднують у собі декілька захисних функцій їх можна класифікувати і як реле інтегрованого захисту однофазних споживачів.

Література:

1. Чепелюк А.А. К вопросу классификации реле напряжения для защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети // Вісник Національного технічного університету Харківський політехнічний інститут" Зб. наук. праць. Тем. вип.: "Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2014. – №41. - С. 25-36.

МЕЖІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ ЕНЕРГІЇ

Юр'єва О.Ю., Шайда В.П., Гайдук М.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасний розвиток технологій потребує від електромеханічних перетворювачів енергії (ЕМПЕ) розширення діапазону регулювання швидкості, підвищення надійності, зменшення масо-габаритних показників. Також існує тенденція заміни редукторного електропривода безредукторним. З появою висококоерцитивних постійних магнітів з'явився великий прошарок ЕМПЕ лінійного та обертового руху, які замінюють традиційні асинхронні двигуни та двигуни постійного струму, що використовуються разом з редукторами. Застосування постійних магнітів поширюється через суттєве зменшення їх вартості та спрощення технології виготовлення.

Об'єм постійного магніту V визначає номінальну потужність ЕМПЕ P_N в залежності від частоти живлячої мережі f_N , остаточної магнітної індукції матеріалу магніту B_r , його коерцитивної сили H_c , коефіцієнту розмагнічування магніту ξ , відношення ЕРС до номінальної напруги k_e [1]:

$$P_N = \sqrt{2}\pi \cdot f_N \cdot V \cdot B_r \cdot H_c \cdot \xi \cdot \frac{k_e}{k_e + 1}. \quad (1)$$

Для найпопулярнішого натепер матеріалу постійного магніту NdFeB з $B_r = 1,1$ Тл, $H_c = 1$ МА/м та $\xi = 0,5$, зважаючи на те, що величина k_e близька до 1, формула (1) набуває вигляду, зручного у використанні,

$$P_N \approx 1,2 \cdot 10^6 \cdot f_N \cdot V. \quad (2)$$

Для циліндричного магніту діаметром 100 мм та товщиною 50 мм [2] з при частоті 50 Гц можна отримати номінальну потужність ЕМПЕ 20 кВт. Але при зменшенні частоти живлячої мережі, наприклад, до 5 Гц, тобто до тієї частоти, яка потрібна рідинним насосам, потужність зменшиться до 2 кВт.

Пропорційно змінюванню частоти змінюється потужність ЕМПЕ. Тому ЕМПЕ з постійними магнітами пропонується застосовувати в пристроях, які не потребують регулювання швидкості.

Необхідна номінальна потужність забезпечуватиметься при проектуванні обраним об'ємом магніту. Для підвищення потужності необхідно підвищувати об'єм магніту за рахунок збільшення кількості постійних магнітів. Це призведе до зростання аксіального розміру в ЕМПЕ лінійного руху або радіального розміру в ЕМПЕ обертового руху. Отримані результати підтверджуються конструкціями ЕМПЕ з постійними магнітами, які створені на теперішній час.

Література:

1. Балагуров В.А. Электрические машины с постоянными магнитами / В.А.Балагуров, Ф.Ф. Галтеев, А.Н. Ларионов // М.-Л.: Энергия. – 1964. – 480 с.
2. Магнитные диски: Каталог товара / сайт «Неодимовые магнитные диски с высокой намагниченностью» // <http://neodim.net.ua>, 05.03.2015.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ОБЕРТАЛЬНИЙ МОМЕНТ ДВИГУНА З РОТОРОМ, ЩО КОТИТЬСЯ

Юхимчук В.Д., Масленников А.М., Деревич О.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Двигун з ротором, що котиться, це високомоментна та тихохідна електрична машина з поєднаними властивостями механічного редуктора та електричного двигуна. Сучасні автоматизовані електромеханічні системи експлуатують редукторний електропривод, що створює можливість їхньої заміни безредукторними високомоментними двигунами. До цієї групи відносяться вентильні двигуни та двигуни з ротором, що котиться. Вентильні двигуни працюють від блоку керування, що перетворює форму та частоту напруги живлення, а двигуни з ротором, що котиться можуть працювати як від блоку керування так і прямим ввімкненням в мережу промислової частоти. Обертальний момент цих електродвигунів залежить від густини магнітної енергії у повітряному проміжку, а також від інших факторів, що притаманні цьому класу електродвигунів. На відміну від класичних електродвигунів обертальний момент двигуна з ротором, що котиться залежить від коефіцієнта зчеплення між ротором та статором, який впливає на кут навантаження Θ (рис.1). Визначення обертального моменту двигуна з ротором, що котиться виконується по наступній формулі:

$$M = P \cdot R_r \cdot \sin \Theta,$$

де P – сила одностороннього магнітного тяжіння;

R_r – радіус ротора;

Для отримання максимального значення обертального моменту двигуна необхідно не тільки збільшувати кут навантаження та габарити двигуна, але і зменшити витрати потужності, що утворюються від специфіки електромеханічного перетворення енергії.

Аналітичний спосіб визначення робочого кута навантаження двигуна з ротором, що котиться продемонстрував залежність від різниці діаметрів ротора і статора, а також від кількості ввімкнених котушок обмотки статора і перебуває в межах від 50° до 80° .

Складовими обертального моменту двигуна з ротором, що котиться є: фрикційний момент від сил тертя в зоні ротор – статор; момент опору конструкції, що виникає в механізмі передачі обертального моменту на вал двигуна; момент опору від магнітних потоків полів розсіювання.

Аналіз факторів, що впливають на обертальний момент двигуна з ротором, що котиться дозволило отримати залежності обертального моменту від кута навантаження, визначити вплив магнітних потоків полів розсіювання та дати рекомендації при проектуванні конструкції двигуна та магнітної системи.

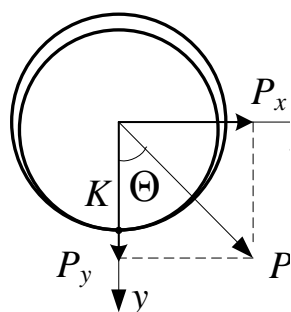


Рисунок 1 –
Визначення кута
навантаження ДРК

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА МАСЛЯНОГО УПЛОТНЕНИЯ ВАЛА В ТУРБОГЕНЕРАТОРАХ С ВОДОРОДНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Яковлев Г.В.*, Егоров Б.А.**

***ГП «Электротяжмаш»**

****Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков**

В турбогенераторах (ТГ) с водородным охлаждением (ВО) предотвращение утечки водорода в месте выхода вала ротора из корпуса ТГ осуществляется посредством специальных масляных уплотнений вала, размещаемых между торцевыми щитами и опорными подшипниками. Принцип действия уплотнений вала заключается в герметичном запирании водорода в корпусе ТГ непрерывным встречным потоком масла, подаваемым в узкий зазор между валом ротора и вкладышем уплотнения под давлением, превышающим давление водорода. Все известные конструкции уплотнений вала можно разбить на два основных типа - кольцевые и торцевые. Уплотнение кольцевого типа представляет собой кольцевой вкладыш, охватывающий вал с малым зазором. В первых конструкциях кольцевых уплотнений вала (ТГ типа ТВ-50-2) вкладыш жестко крепился к опорному подшипнику. В последующем от такой конструкции отказались и перешли на размещение вкладыша внутри корпуса уплотнения, закрепляемого на торцевом щите. Кольцевые уплотнения впервые были применены в ТГ типов ТВ-50-2, ТВ2-100-2 и ТВ2-150-2 и предназначались для работы при избыточном давлении водорода 0,005-0,05 МПа. Уплотнения характеризовались большим расходом масла - (30-35 л/мин), протекающим в сторону водорода, что приводило к быстрому загрязнению водорода воздухом, выделяющимся из масла, и требовало вакуумной обработки масла. Другим существенным недостатком кольцевых уплотнений являлась недостаточная компенсация давления водорода на боковых поверхностях вкладыша, что приводило к интенсивному износу вкладыша и попаданию водорода в картер подшипника. К преимуществам кольцевых уплотнений вала следует отнести простоту их конструкции, нечувствительность к осевым перемещениям вала и сохранение работоспособности при нарушении снабжения их маслом.

Повышение единичной мощности ТГ до 300-500 МВт и сопутствующее этому повышение избыточного давления водорода до 0,35-0,4 МПа привело к повсеместному применению уплотнений вала торцевого типа, где используется специальный резиновый шнур, помещаемый в прямоугольные канавки, выполненные во вкладыше. Уплотнения данного типа имеют незначительные расходы масла в сторону водорода (3-5 л/мин) и, следовательно, малую степень загрязнения водорода. Трудностями обеспечения идеальной подвижности вкладышей на ТГ большой мощности объясняется возрастание доли их повреждений, обусловленных застреванием вкладышей. В связи с этим на ТГ с ВО мощностью 500 МВт и выше было рекомендовано применять усовершенствованные кольцевые уплотнения, рассчитанные на работу с давлением водорода до 0,5 МПа.

СЕКЦІЯ 10. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗВОРОТНИМИ ГІДРОАГРЕГАТАМИ ГАЕС, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ЗІ ЗМІННОЮ ЧАСТОТОЮ ОБЕРТАННЯ

Артюх С.Ф., Червоненко І.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Запропоновано систему управління зворотними гідроагрегатами, які працюють зі змінною частотою обертання. Така система забезпечує всі необхідні режими роботи ГАЕС, які працюють зі змінними напорами.

Дослідження проведені за останні роки рядом зарубіжних та вітчизняних вчених, дали вагомі техніко-економічні обґрунтування нової технології, що забезпечує більш ефективну роботу агрегатів, при роботі гідроелектричних станцій зі змінними напорами. Не викликає сумніву, що введення на ГАЕС режиму роботи гідроагрегату зі змінною частотою обертання при спрацьовуванні напору в генераторному режимі дозволяє підвищити їх ККД на величину 2-4%, залежно від типу турбіни. Достовірність цих положень було доведено і на практиці в процесі реалізації пілотних проектів на ГЕС Compuerto (Іспанія) і ГАЕС Yagisawa (Японія). Доведено, що найкращий склад зворотних гідроагрегатів, які призначені для переведення в режим роботи зі змінною частотою обертання, повинен включати в себе радіально-осьову гідротурбіну і асинхронізований синхронний гідрогенератор (АСГГ). Такий склад енергоблоку дозволяє змінювати частоту обертання в досить широкому діапазоні (до $\pm 30\%$). Автоматична система управління гідроагрегатами, які працюють зі змінною частотою обертання, з одного боку повинні забезпечувати всі нормальні режими роботи гідроагрегату з синхронною частотою обертання робочого колеса турбіни і ротора генераторів, а з іншого забезпечувати стійку і надійну роботу блоків при пусках і зупинках агрегатів і при зміні їх навантаження, забезпечуючи необхідну точність регулювання та якістю перехідних процесів. Для автоматичної або ручної зміни структури системи управління гідроагрегата відповідно до завдань, передбачених режимами роботи цього агрегату, передбачається введення спеціально перемикача – фільтру режимів. Фільтр режимів підключає на вхід електрогідравлічного перетворювача «Коректор ККД», для здійснення корекції значення вхідної величини регулятора в залежності від значення напору та електричної потужності гідроагрегату.

Запропонована система управління зворотними гідроагрегатами зі змінною частотою обертання забезпечує всі можливі експлуатаційні режими ГАЕС, з урахуванням режиму корекції оптимального ККД турбіни при зміні напору на станції.

СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПОШКОДЖЕНОГО ФІДЕРА ПРИ ОДНОФАЗНОМУ ЗАМИКАННІ НА ЗЕМЛЮ

Базилевич М.В., Баран П.М., Кідиба В.П., Сабадаш І.О.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Існуючі системи релейного захисту і автоматики (РЗА) спроектовані так, щоб працювати автономно. Такий підхід не дозволяє пристроям релейного захисту впливати один на одного. Також такий підхід не залежить від функціонування каналів зв'язку між пристроями релейного захисту і автоматики, що підвищує надійність роботи. Але даний підхід має і недоліки – помилкова робота пристроїв РЗА чи занадто великий час спрацювання під час аварій. Помилкову роботу релейного захисту виправляють почерговим автоматичним повторним ввімкненням фідерів та іншими подібними методами. Недоліки побудови ізольованих систем РЗА стають більш помітними за використання пристроїв РЗА в розгалужених мережах 6÷10 кВ. Сучасні інформаційні технології дозволяють пристроям РЗА здійснювати обмін інформацією між собою. Отримана інформація від інших пристроїв дозволяє коректувати алгоритми роботи та параметри спрацювання пристроїв РЗА, що покращує функціонування системи РЗА. Для обміну може використовуватися різноманітна інформація: від короткого повідомлення про спрацювання пристрою до розгорнутої інформації про миттєві значення напруг та струмів. Об'єм такої інформації залежить від наступних факторів: забезпечення необхідної швидкодії роботи систем РЗА, складність побудови системи обміну інформацією, пропускну здатність каналів зв'язку. З використанням такого підходу було створено систему «Альтра»-«Міні-Альтра» визначення пошкодженого фідера за однофазних замикань на землю (ОЗЗ). На шинах живлячої підстанції встановлюються пристрої «Альтра», а на трансформаторних підстанціях (ТП) мережі – пристрої «міні-Альтра». За короткочасною пробою спрацювають всі пристрої «Альтра» і «міні-Альтра», що встановлені в даній електричнозв'язаній мережі. Пристрій «Альтра» визначає пошкоджений фідер за спрямуванням струму нульової послідовності 3І0 в перший момент перехідного процесу. Інформація про визначений пошкоджений фідер направляється на диспетчерський комп'ютер. Комп'ютер починає опитувати «міні-Альтри» про скерування фронтів 3І0 в перший момент перехідного процесу. Процес опитування йде з врахуванням конфігурації мережі і опитуються тільки ті «міні-Альтри», що встановлені на даному фідері. Повідомлення від «міні-Альтр» є коротким і містить інформацію тільки про скерування фронтів 3І0 фідерів, під'єднаних до ТП. Програма здійснює порівняння скерування фронтів струмів 3І0 по кінцях однієї лінії. Інформація про скерування 3І0 надходить від «міні-Альтр», розташованих на сусідніх ТП. Якщо фронти струмів 3І0 направлені однаково (до лінії), то робиться висновок, що ОЗЗ відбулося на даній лінії. Якщо струми 3І0 направлені протилежно, то програма здійснює пошук далі, опитуючи інші «міні-Альтри» про скерування 3І0. Для здійснення такого пошуку пошкодженої лінії використовується інформація про конфігурацію мережі в даний момент часу.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ФОРМИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО И НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Барбашов И.В., Колесник Е.Ю., Осинский А.В.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Развитие распределительных сетей современных городов осуществляется исходя из необходимости присоединения к электрическим сетям новых потребителей, повышения надежности электроснабжения, снижения стоимости строительства и эксплуатации электрических сетей при обеспечении условий электробезопасности и сохранения окружающей среды.

Указанное ставит под сомнение целесообразность повсеместного применения общепринятого варианта формирования распределительных сетей современных городов, который включает развитую сеть низкого напряжения, питающуюся от крупных трансформаторных подстанций (ТП) 10/0,38 кВ. Представляется более эффективной система электроснабжения, приближающая ТП к потребителям, что значительно сократит протяженность и стоимость распределительных сетей низкого напряжения, а также потери мощности в них. Безусловно, суммарная стоимость ТП 10/0,38 кВ и затраты на выполнение электрической сети среднего напряжения возрастут. Поэтому установление целесообразной границы применения сетей низкого и среднего напряжений, определение целесообразной мощности трансформаторов ТП 10/0,38 кВ является актуальной задачей. Ее решение может быть получено в результате технико-экономического сопоставления вариантов формирования распределительных электрических сетей низкого и среднего напряжения современных городов многоэтажной застройки. При этом должны учитываться современные градостроительные решения в части планировки микрорайонов, использования перспективных проектов жилых и общественных зданий и применяться новейшее преобразовательное, коммутационное и передающее оборудование.

Разрабатываемая рациональная система электроснабжения современных городов должна снизить суммарные потери мощности в сетях низкого и среднего напряжения и повысить надежность электроснабжения потребителей, поскольку большое количество аварий обычно происходит именно в сетях НН. Положительный результат применения указанной системы электроснабжения связан также с обеспечением показателей качества напряжения, так как потери напряжения в сетях НН составляют существенную часть этого показателя для системы электроснабжения города в целом.

КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ВІТРОГЕНЕРУЮЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРКІВ

Безпрозваних Г.В., Прилипка Л.П., Морозова О.В., Морозов І.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Напрямок впровадження крупних вітропарків в складі об'єднаних енергетичних систем на базі вітроенергетичних установок набуває актуальності. Прогнози показують, що до 2030 року технічно-досягнуте виробництво електричної енергії в Україні за рахунок відновлюваної енергетики дорівнюватиме 151 млрд. кВт·год. На Харківщині планується ввести перший вітропарк з 28 вітрогенераторів загальною потужністю понад 28 МВт. Витрати на вітроустановку становлять 70% від загальної вартості, на кабелі – 7%, підстанції – 4%. Це свідчить про те, що *кабельні системи відіграють значну роль в вітроенергетичних установках.*

Специфіка експлуатації кабелів в вітрогенераторах потребує від виробників кабельно-провідникової продукції вирішення проблеми в розробці спеціальних кабелів для вітроенергетики:

1. Жорсткі вимоги по пожежобезпеці та вогнестійкості обумовлені тим, що кабелі прокладаються в башті вертикально в пучках при достатньому об'ємі повітря. Для зменшення вірогідності пожежі в самій башті слід застосовувати кабелі зі спеціальною пожежобезпечною та вогнестійкою захисною полімерною оболонкою відповідно до вимог Європейської директиви **ROSH**.

2. Слід застосовувати кабелі, які витримують значну кількість циклів кручення (так званні торсіонні кабелі). При цьому повинен бути забезпечений компроміс між механічними (гнучкість при значних перерізах струмопровідної жили) та електричними характеристиками (збільшення товщини ізоляції при більшій вірогідності перенапруги при роботі вітроенергетичних установок в силу нестабільності вітрових потоків).

3. Застосування завадостійких на основі оптичних кабелів телекомунікаційних систем для контролю температури масла, рівня вібрації, зміни рівня шуму вітроустановки може значно знизити ризик збитку.

4. Вирішення проблеми розробки та впровадження сучасних надійних та енергоефективних комбінованих енергетичних (силових) та оптичних (інформаційних) кабелів в одній конструкції магістрального кабелю для під'єднання до електричної мережі дозволяє поступово створювати відповідну енергоінформаційну інфраструктуру, яка є основою для побудови розумних мереж **Smart Grid**.

ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Беспрозванных А.В., Щербина С.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Технология модификации структуры полимеров (полиэтилена, полипропилена, на основе фторсодержащих полимеров) с помощью радиационного облучения достаточно широко практикуется в промышленности для улучшения физических свойств кабелей для атомных и тепловых станций, кабелей и проводов для авиации. Это все изделия повышенной надежности, которые несут повышенную нагрузку при экстремальных условиях.

Технологические процессы наложения (экструдирования) изоляции и радиационного модифицирования разнесены во времени. В последнее время внедряются технологии радиационного модифицирования изоляции посредством электронно-лучевой сшивки полимеров с одновременным процессом экструдирования. Технологичность процесса экструдирования в значительной степени зависит от дозы облучения.

Экспериментально установлено, что увеличение дозы облучения приводит к повышению прочности расплава и уменьшению усадки изоляции на основе поливинилиденфторида (Кайнара). В необлученном состоянии усадка (DDR_{max}) Кайнара является достаточно высокой (до 130) при прочности расплава F_{max} всего 20 сН (см. рис.). С увеличением дозы облучения до 5 Мрад прочность расплава возрастает в четыре раза, но при этом еще сохраняется технологичность процесса экструзии. Усадка уменьшается более чем в 10 раз. Оптимальной дозы облучения в 3 Мрад достаточно, чтобы обеспечить технологичность процесса экструзии и устойчивость к образованию потеков.

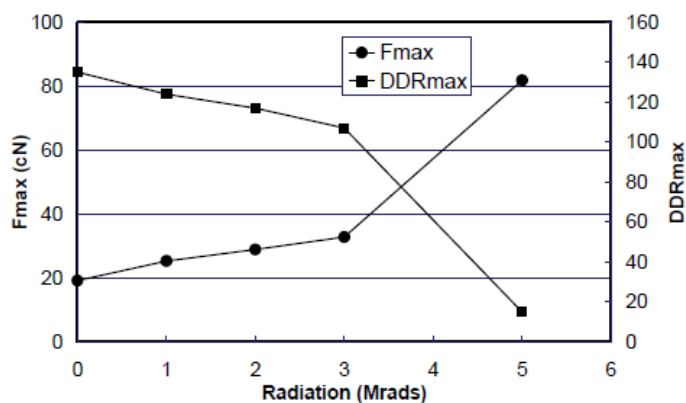


Рисунок – Влияние дозы облучения на реологические свойства изоляции на основе поливинилиденфторида

К ВОПРОСУ ГРОЗОЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

Березка С.К.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Повышение надежности электроснабжения - актуальная задача электроэнергетики. Одним из факторов, снижающим бесперебойность электроснабжения являются грозовые отключения воздушных ЛЭП. Для обеспечения достаточной грозоупорности на линиях возможно применение комплекса мероприятий. Согласно действующим Правилам устройства электроустановок нормируются наличие грозозащитного троса по всей длине, в том числе длина защищенного тросового подхода к подстанции (ПС) и наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор. ПУЭ Украины базируются на ПУЭ-6 СССР. Выполнение требований, изложенных в ПУЭ не вызывало сомнений, поскольку они были основаны на многолетнем опыте эксплуатации энергосистемы Советского Союза и научных теорий и разработок того времени.

Современный этап развития энергетики Украины характеризуется массовым применением нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН) взамен вентильных разрядников в сетях среднего и высокого напряжения. Защищенный подход к подстанции подразумевает усиленное выполнение грозозащиты. Но используемые в ПУЭ требования к его длине, основаны на математических расчетах и моделировании волн перенапряжения, набегающих с линии, в случае использования вентильных разрядников. За последние десятилетия возросли возможности компьютеров и разработаны новые математические модели, используемые при расчетах грозозащиты энергетических сетей. На кафедре передачи электроэнергии проводились и проводятся работы по совершенствованию моделирования грозозащиты воздушных ЛЭП.

Предлагается усовершенствовать модель грозозащиты воздушной линии с учетом набегающих на ПС волн грозовых перенапряжений и применения в качестве ограничителя перенапряжений вентильных разрядников или ОПН. Проведение серии расчетов для распространенных схем подключения ЛЭП к ПС позволит оценить эффективность установки ОПН и предложить реально эффективные мероприятия по усилению грозоупорности сетей.

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТЬЮ ПОТЕНЦИАЛОВ И ПАРАМЕТРАМИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АБСОРБЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОРАДИАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ

Бойко А.Н., Беспрозванных А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Причина изменения диэлектрических параметров в процессе старения связана, с одной стороны, с появлением слоев приповерхностной проводимости из-за окисления полимерной изоляции, а с другой, - с электростатическими процессами, связанными с контактной электризацией рядом расположенных изолированных проводников. Последние обуславливают появление контактной разности потенциалов, дополнительной емкости и диэлектрических потерь на электропроводность в исходном состоянии. В процессе старения окисленная поверхность полимерной изоляции способна в большей степени «захватить» («связать») свободные заряды, что приводит к изменению параметров диэлектрической абсорбции (емкости и тангенсу угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$).

Экспериментально установлено, что после ускоренного терморadiационного старения наблюдается уменьшение контактной разности потенциалов и рост емкости для полиэтиленовой сшитой изоляции. При этом размах значений емкости, динамика изменения и размах значений тангенса угла диэлектрических потерь зависят от конструкции кабеля и применяемых материалов. Так, в одножильном кабеле с полупроводящими экранами по жиле и изоляции на частоте 120 Гц размах емкости возрастает, наблюдается рост $\text{tg}\delta$ с уменьшением размаха результатов после старения. Отмечается увеличение диэлектрических потерь в 3 раза на частоте 10 кГц, обусловленное окислением полиэтиленовой изоляции в процессе старения. В четырехжильном кабеле для рядом расположенных проводников без полупроводящих экранов на частоте 120 Гц размах емкости и диэлектрические потери уменьшаются, но флуктуации $\text{tg}\delta$ возрастают.

Для промежуточной поливинилхлоридной защитной оболочки одножильного силового кабеля наблюдается рост контактной разности потенциалов и емкости, что является подтверждением окисления в процессе терморadiационного старения. Эти данные согласуются с динамикой изменения тангенса угла диэлектрических потерь на частоте 10 кГц: рост $\text{tg}\delta$ в 1,5 раза. При этом для частоты 120 Гц не наблюдается изменения потерь.

ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

Бондаренко В.Е., Сторчак А.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Розглядається промисловий район, в якому в найближчу перспективу планується значний ріст енергоспоживання. Для рішення цього питання передбачається заміна трансформаторів на живильній підстанції, використання в розподільних пристроях більш перспективного обладнання: елегазових та вакуумних вимикачів, полімерних ізоляторів. На перспективу така підстанція може бути перетворена в цифрову підстанцію, де система автоматизації та управління будуть побудовані на базі відкритих стандартів MEK 61850 з використанням інноваційних способів збору інформації, таких як цифрові трансформатори току на напруги, виносні ВСО та інтелектуальні електронні пристрої.

Використання таких технологій як «цифрова підстанція» має багато технологічних переваг, серед яких: значне скорочення кабельного зв'язку, підвищення точності вимірів, значно простіше проектування, експлуатація та обслуговування, захист від завад та інше. В зв'язку з використанням таких технологій доречно до цього додати використання так би мовити керуючих ліній електропередач, де спеціальні вимірюючі пристрої(датчики), які мають зв'язок з основним керуючим комплексом. Така система має можливість керування кількістю потужності, яка передається споживачу в залежності від необхідності.

Споживач має можливість використати, де це можливо сухі трансформатори 10(6)/0,4 кВ, які мають можливість працювати значно ближче до споживача, потребують значно менших експлуатаційних витрат, мають низькі технологічні втрати енергії, та по своїм габаритам і масі значно менші своїх масляних аналогів.

В цілому споживач має можливість використати для повітряних ліній електропередач, особливо в житлових районах ізольовані проводи, які хоч і дорожчі, але мають значно більше переваг в питаннях експлуатації.

Таким чином, використання сучасних технологій та обладнання дозволить значно спростити керування електричними мережами та знизити витрати на експлуатаційні заходи та обслуговування.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Бондаренко В.Е., Черемисин Н.М., Черкашина В.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Существующая методология проектирования воздушных линий (ВЛ) не учитывает оснащение линий соответствующими средствами оценки, контроля и управления технологическим процессом транспорта и распределения электроэнергии в реальном времени.

Формирование современной методологии проектирования ВЛ должно состоять из двух этапов. На первом этапе целесообразна оптимизация параметрического ряда сечений проводов в учет перспектив функционирования ВЛ, что так же позволит частично решить и вопросы снижения неоднородности сети. На втором этапе целесообразно предусмотреть оснащение этих линий дополнительными элементами оценки и контроля, что переводит их в «активно-адаптивные» объекты электрических сетей (ЭС).

Такой подход в проектировании ВЛ позволит расширить их функциональные возможности за счет дополнительной информации с линий в реальном времени и реализовать следующие технические вопросы:

- переход от резконеоднородных ЭС к слабонеоднородным;
- контролировать текущее состояние ВЛ соответствующими средствами в реальном времени;
- выполнять оценку предельных значений длительных и кратковременных токов нагрузки;
- управлять режимами токовой нагрузки ВЛ в соответствии с реальными данными о термической стойкости проводов ВЛ;
- снизить и контролировать уровень технологических потерь;
- учитывать изменение электрических нагрузок;
- корректировать режимы работы ЭС и регламент реконструкций.

Таким образом, методология проектирования ВЛ, должна базироваться на оптимизации параметрического ряда сечений проводов и предусматривать расширение функциональных возможностей за счет дополнительной информации о параметрах режима работы в реальном времени, что позволит выполнить переход линий от «пассивных» к «активно-адаптивным» объектам ЭС для повышения эффективности транспорта и распределения электроэнергии.

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Бондаренко В.Е., Шутенко О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одной из наиболее актуальных проблем электроэнергетической отрасли, как в Украине, так и за рубежом является старение электроэнергетического оборудования. К настоящему времени свыше 60–70 % силовых высоковольтных трансформаторов давно превысили нормативный срок службы – 25 лет. Замена устаревшего оборудования проводится медленно, поэтому в ближайшие годы в эксплуатации будут находиться все более старые трансформаторы. Традиционная система диагностики установилась в период развития парка высоковольтных силовых трансформаторов, но принципиально не годится для оценки состояния работающего сегодня старого оборудования. Основные недостатки традиционной системы контроля состояния высоковольтных силовых трансформаторов заключаются в следующем:

1. Отсутствие прямой зависимости между контролируемыми параметрами и функциональной работоспособностью трансформатора (запасами прочности);

2. Возможность неправильного диагноза и неоправданных действий (ненужная сушка по причине малого сопротивления изоляции, отбраковка магнитопровода по данным потерь холостого хода при малом напряжении, неправильная интерпретация сигналов ЧР и пр.);

3. Избыточный объем испытаний (во многих случаях эффективными оказываются только 5–10 % проведенных тестов);

4. Неучет возможных дефектов, которые не выявляются установленным объемом испытания (например, загрязнение витковой изоляции, местное увлажнение и старение изоляции, ухудшенное контактное сопротивление и пр.);

5. Практическая невозможность предсказания будущего состояния, в том числе остаточного ресурса изоляции.

Основными путями усовершенствования процедуры контроля и диагностики состояния высоковольтных трансформаторов являются:

- максимальный учет конструктивных особенностей и условий эксплуатации трансформаторов;

- использование исключительно высокоинформативных, по отношению к данному типу дефекта, диагностических признаков;

- усовершенствование существующих методов диагностики за счет использования более достоверных алгоритмов распознавания;

- использование новых методов диагностики и контроля (метод низковольтных импульсов, определение СП целлюлозы, инфракрасное сканирование пробы масла и др.);

- разработка моделей для прогнозирования остаточного ресурса изоляции трансформаторов.

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Бондаренко Р.О., Гриб О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Електрична енергія як товар використовується у всіх сферах життєдіяльності людини, володіє сукупністю специфічних властивостей і безпосередньо бере участь при створенні інших видів продукції, впливаючи на їх якість. Поняття якості електричної енергії (ЯЕ) відрізняється від поняття якості інших видів продукції. Кожен електроприймач призначений для роботи при певних параметрах електричної енергії: номінальних частоті, напрузі, струмі і т.п., тому для нормальної його роботи має бути забезпечено необхідну ЯЕ. Таким чином, якість електричної енергії визначається сукупністю її характеристик, при яких електроприймачі (ЕП) можуть нормально працювати і виконувати закладені в них функції. Контроль якості електричної енергії має на увазі оцінку відповідності показників встановленим нормам, а подальший аналіз якості електроенергії - визначення сторони винною в погіршенні цих показників. Визначення показників якості електричної енергії завдання нетривіальне. Це тому, що більшість процесів, що протікають в електричних мережах - швидкоплинні, всі нормовані показники якості електричної енергії не можуть бути виміряні безпосередньо - їх необхідно розраховувати, а остаточний висновок можна дати тільки по статистично оброблених результатах. Тому, для визначення показників якості електричної енергії, необхідно виконати великий обсяг вимірювань з високою швидкістю і одночасної математичної та статистичної обробкою виміряних значень.

Результати експериментальних досліджень свідчать про повсюдне невиконання вимог ДСТУ на якість електроенергії. Це призводить до перевитрати електроенергії на 10-15% і значного збитку внаслідок відмов електрообладнання. У зв'язку з недосконалістю існуючих методів розрахунку електричних навантажень реальне навантаження трансформаторів на підприємствах становить 25-30%, що обумовлює значну перевитрату сталі і провідникового матеріалу.

Ефективне дослідження випадкових процесів зміни різних фізичних величин в системі електропостачання можливо із застосуванням методів моделювання, які почали розвиватися в енергетиці в кінці сорокових років. Застосування теорії моделювання дозволяє вирішувати завдання дослідження процесів зміни параметрів режимів в системі електропостачання шляхом побудови систем автоматизованого проектування, автоматизованих систем наукових досліджень та випробування і контролю об'єктів. Такий підхід при вирішенні одних завдань дозволяє істотно знизити трудовитрати і час отримання потрібних результатів, а при вирішенні інших завдань виявляється єдиним. Актуальним в цій області є вирішення проблеми моделювання в реальному масштабі часу різкозмінних процесів зміни напруги мережі.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ
ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА АКТИВНОЙ ЗОНЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА АЭС
В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Буданов П.Ф., Бровко К.Ю.

Украинская инженерно–педагогическая академия, г. Харьков

Рассмотрены современные подходы по обработке информации в режиме реального времени об изменении характеристик технологических параметров с целью определения аварийных признаков параметров на основе формирования кластер-кластерных агрегаций в объеме информационного пространства технологического процесса активной зоны ядерного реактора АЭС. При этом количественной характеристикой степени заполнения объема информационного пространства предложено использовать динамику изменения фрактальной размерности, которая является количественной величиной степени заполнения информационного пространства и позволяет определить изменение характеристик параметров технологического процесса в режиме реального времени. Показано, что технологический процесс представляет собой сложную, динамическую систему, в которой изменение характеристик технологических параметров, как правило, имеет случайный хаотический характер, поэтому, объем информационного пространства имеет неоднородную, геометрическую, кластеробразующую структуру (кластер – кластерные агрегации), обладающую специфическими фрактальными свойствами. В ходе исследования было выявлено, что случайные изменения информационных сигналов, можно выделить в виде локальных информационных неоднородностей, обладающих фрактальными свойствами, а, следовательно, могут иметь количественную оценку степени заполнения объема информационного пространства в виде фрактальной размерности. Данный подход позволяет сформировать объем информационного пространства в виде различных кластер-кластерных агрегаций: с нормированными значениями технологических параметров или с признаками аварийности, т.е., формирование объема информационного пространства кластер-кластерных агрегаций с аварийными признаками формируется на основе информационных признаков локальных информационных неоднородностей сигналов. Для оценки изменения случайного сигнала в пространстве и времени были использованы следующие диагностические признаки: среднее евклидово расстояние между кластерами зависимости приращения от величины сигнала; средняя фрактальная размерность; среднее изменение фрактальной размерности; общее количество локальных информационных неоднородностей. Однако, при выявлении аварийных признаков технологического процесса, необходимо учитывать динамику изменения характеристик параметров по локальным информационным неоднородностям в динамике, т.е. в пространстве и времени.

Все эти признаки необходимо учитывать при разработке динамической модели для выявления признаков аварийности технологического процесса активной зоны ядерного реактора АЭС в режиме реального времени.

ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ

Веприк Ю.Н., Небера О.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При расчётах и анализе стационарных режимов работы электрических систем процедура перехода от исходной схемы и соответствующей ей системы уравнений к эквивалентной меньшего порядка имеет строгое обоснование и основана на том, что выполняется исключение тех переменных, которые не представляют интереса для решаемой задачи. В этом случае в схеме электрической сети выделяют расчетную подсхему (элементы, в которых должны быть определены токи и напряжения) и внешнюю. Зная эквивалентные параметры внешней подсхемы, можно определить токи и напряжения расчетной схемы с учетом влияния внешней сети. Результаты, полученные при этом совпадают с результатами решения исходной системы уравнений, а положительный эффект, получаемый при такой последовательности расчетов, заключается в том, что задача решается по частям и порядок систем уравнений, решаемых на каждом шаге, меньше суммарного порядка схемы в целом. Моделирование же переходных процессов требует составления и решения систем дифференциальных уравнений. В этом случае при переходе к эквивалентной схеме изменяются как состав (количество) свободных составляющих, так и постоянные времени (корни характеристического уравнения), следовательно, изменяется и характер переходного процесса. Из этого следует, что при замене реальной разветвленной сети упрощенной схемой, включающей суммарные емкости и эквивалентные индуктивности, задача упрощается, но вопрос о том, насколько результаты моделирования переходных процессов, полученные по эквивалентной схеме, будут соответствовать результатам моделирования по полной схеме, остается открытым. Для решения данной задачи выполнены вычислительные эксперименты, которые состояли в расчете электромагнитных переходных процессов при коммутациях в электрических сетях 6 кВ с изолированной нейтралью для полных и эквивалентных схем с целью их сопоставления. Расчеты выполнены с помощью программных средств «ANFAZ». Полученные результаты имеют качественные и количественные различия. Как показали расчеты, эти различия, тем значительней, чем протяженнее сеть. Поэтому более адекватными следует признать модели электромагнитных переходных процессов, основанные на составлении и решении дифференциальных уравнений в фазных координатах, с учетом реальной конфигурации сети.

ПРОПИТКА ОБМОТКИ СТАТОРА ТЕРМОРЕАКТИВНЫМ КОМПАУНДОМ

Веровец К.А., Ломов С.Г.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Технологический процесс пропитки обмоток: электрических машин является неотъемлемой частью процесса изготовления электродвигателей. Применительно к современным электрическим машинам он должен обеспечивать:

- 1) цементацию проводников обмотки, предупреждающую вибрацию отдельных проводников и истирание изоляции;
- 2) повышение теплопередачи от проводников, лежащих в пазах, к сердечнику;
- 3) создание дополнительной защиты от увлажнения изоляции проводников и действия; агрессивных сред.

Эти условия удовлетворяются при использовании современных пропиточных составов, основой которых являются синтетические смолы.

Существуют различные способы введения пропиточного состава в обмотки. Выбор способа диктуется конструктивными особенностями пропитываемых изделий, применяемым пропиточным составом, характером производства изделий.

Распространенным способом пропитки является погружение узлов, несущих обмотку, в ванну с пропиточным составом. Однако для многовитковых обмоток из провода малого сечения этот способ не обеспечивает полного-проникновения пропиточного состава в обмотку.

В последнее время получил широкое распространение метод капельной, или струйной, пропитки, сущность которого заключается в подаче пропиточного состава тонкой струей на отдельные части обмотки. В настоящее время разработаны пропиточные составы без растворителей, которые обеспечивают высокое качество пропитки обмоток при использовании капельного метода.

Помимо эксплуатационных требований – хорошие изоляционные свойства, стойкость к воздействию окружающей среды, хорошая цементирующая способность, улучшение отвода теплоты – к пропиточным составам предъявляются и технологические требования: хорошая пропитывающая способность, малое время желатинизации и отверждения, хорошая адгезия, невысокая температура сушки и др. Хорошая пропитывающая способность сокращает время пропитки. Быстрая желатинизация уменьшает потери на вытекание. Короткое время отверждения снижает затраты на производственные площади и электроэнергию.

ТРЕХФАЗНАЯ СИЛОВАЯ СИММЕТРИЧНАЯ КАБЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПО ТОКУ

Веровец К.А., Ломов С.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время наблюдается неуклонный рост мощности кабельных линий (КЛ). Рабочее напряжение достигло полумиллиона вольт, а мощность КЛ перешагнула гигаваттную отметку. Однако, рабочие плотности токов при эксплуатации мощных КЛ высокого и сверхвысокого напряжений зачастую не превышают 1 А/мм^2 (алюминий). Такие рабочие плотности токов в современном энергетическом оборудовании нельзя признать нормальными ни с технической ни с экономической точек зрения. Увеличение пропускной способности КЛ по допустимой с точки зрения нагрева основной изоляции плотности рабочего тока является одной из наиболее актуальных задач проектирования кабелей и КЛ. На пути решения этой задачи есть два основных препятствия. Первое – тепловые сопротивления изоляции кабеля и грунта. Причем, последнее является превалирующим и весьма нестабильным.

Второе – это электромагнитные процессы в электромагнитных экранах (ЭМЭ) КЛ. При практическом строительстве КЛ мы часто становимся свидетелями того, что негативная роль ЭМЭ, как «тепловых затворов» существенно растет, в результате чего реальная пропускная способность (мощность) КЛ получается меньше предполагаемой по проектной оценке. Одна из основных причин этого заключается в следующем. В отраслевой технической и учебной литературе по кабельной технике и в нормативных документах принято считать, что ЭМЭ КЛ нагреваются только «продольными» токами, а нагревом под действием вихревых токов принято пренебрегать, так как вихревые токи очень малы. Таким образом, если принять меры по устранению «продольных» токов (транспозиция ЭМЭ, одностороннее заземление), то принято считать, что потери (нагрев) в ЭМЭ отсутствуют. Нами на основе анализа литературы, была показана ошибочность такого утверждения. Потери от вихревых токов в ЭМЭ не зависят ни от способа их соединения ни от способа транспозиции. Эти потери есть всегда и они определяются в ЭМЭ конкретной фазы КЛ внешними магнитными потоками от токопроводящих жил соседних фаз КЛ. Другими словами, потери в ЭМЭ от вихревых токов определяются рабочими токами КЛ и ее геометрией. Величина этих потерь может быть значительной. Нами было показано, что даже для КЛ, проложенной «треугольником», т. е. для КЛ, обладающей максимальными эффектами «самоэкранирования» и «саморазмагничивания» по сравнению с КЛ плоскостной укладки, эти потери для мощных высоковольтных КЛ могут составлять в ЭМЭ не менее 25% по сравнению с потерями в токопроводящих жилах. На основе запатентованного кафедрой ЭИКТ НТУ «ХПИ» технического решения была разработана конструкция КЛ с повышенной пропускной способностью по току.

ОПАСНОСТЬ ПОДКЛЮЧЕНИЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПО ВРЕМЕННОЙ СХЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Виноградов А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород

В работе отражены результаты экспертизы автора по объяснению причин пожара, случившегося в многоквартирном доме в г. Белгороде в феврале 2014 г., после подключения системы внутреннего электроснабжения дома (система TN-C) по временной схеме на время устранения неисправности в 3-х фазном питающем кабеле 0.4 кВ.

Нормальная схема электроснабжения дома включала 2 вводно-распределительных устройства (ВРУ) 0.4 кВ. В нормальной схеме электроснабжения дома электрическая нагрузка квартир была распределена по фазам кабеля достаточно равномерно. Учитывая одинаковый характер нагрузки потребителей, ток в нулевом проводе кабеля был близок к нулю.

В результате пробоя изоляции в одной жиле кабеля и исправной изоляции двух оставшихся жил ремонтная бригада, учитывая, что по току нагрева исправная жила кабеля могла выдержать полную электрическую нагрузку дома, временно подключила всех потребителей на одну фазу. В результате этого ток в нулевом проводе возрос приблизительно в 3 раза, что привело к перегреву соединения нулевого провода с элементами ВРУ и его отгоранию. При этом в квартирах с газовыми плитами и электророзжигом, в которых корпуса плит были соединены с нулевой жилой (нарушение) возникла цепь протекания тока «фаза – газовый металлизированный шланг – заземленный газовый стояк». Оболочка газового шланга нагрелась до красного каления, резиновая часть разрушилась, и возник пожар в 4- квартирах.

Моделирование ситуации на программном комплексе Multisim полностью подтвердили выводы автора о причинах, вызвавших пожар и недопустимости подключать однофазную распределенную по фазам нагрузку к одной фазе.

Литература:

1. www.ni.com/Multisim 11.0.2. Multisim Power Pro Edition. 2010.

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Волохін В.В., Дяговченко І.М.

«Сумський державний університет», м. Суми

У вимірювальних трансформаторах і приладах обліку електроенергії актуальним є оцінка комерційних втрат електроенергії, зумовлених похибками в роботі лічильників електроенергії, вимірювальних трансформаторів струму (ТС) і напруги (ТН), а також наявністю зони нечутливості приладів обліку.

Для існуючих систем вимірювання та обліку електроенергії притаманні такі особливості:

- показники якості електроенергії в електричній мережі не відповідають нормативним значенням (ГОСТ 13109-97);

- втрати напруги у вимірювальних колах ТН перевищують нормативні значення;

- величини навантажень вторинних кіл ТС і ТН не відповідають нормативним вимогам;

- значна частина засобів обліку електричної енергії застаріла і потребує заміни на сучасні багатофункціональні лічильники;

- прилади комерційного обліку електроенергії встановлені не в пунктах купівлі-продажу електроенергії на оптовому ринку (не на межі балансової належності електромереж суб'єктів);

- дані про втрати електроенергії формуються переважно розрахунковим методом за допомогою традиційних морально та фізично зношених пристроїв телемеханіки, які мають великі похибки при обробці інформації;

- у мережі має місце несиметрія напруг прямої, зворотної та нульової послідовностей.

Основними напрямком зниження комерційних втрат є удосконалення обліку електроенергії. Зокрема, за оцінками фахівців, тільки заміна старих однофазних лічильників класу 2,5 на нові класу 1,0 підвищує процес збирання коштів за передану споживачам електроенергію на 15-25% за рахунок покращення порогу чутливості і збільшення достовірності розрахунків.

Підвищення точності вимірювання та обліку електричної енергії вимагає врахування, з одного боку, похибок, внесених вимірювальними комплексами, а з іншого – особливостей енергетичних процесів у системах електропостачання, особливо при наявності навантажень, які погіршують форму кривої напруги, що створюють коливання напруги, і асиметрію.

У більшості випадків властивості навантаження виявляються в результаті появи вищих гармонійних складових напруги і струму, які суттєво впливають на роботу лічильників (особливо індукційних), внаслідок чого енергія вищих гармонік враховується з великими похибками. Навіть нижчі гармоніки 3-7-го порядку можуть мати похибку до 50 %, а енергія гармонік 11-го порядку і вище практично не враховується.

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ НА БАЗЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ.

Гапон Д.А.¹⁾, Иерусалимова Т.С.¹⁾, Белов Н.С.²⁾, Лелека А.В.³⁾

¹⁾ *Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

²⁾ *ООО «Хартэн», г. Харьков*

³⁾ *ДП НЭК «Укрэнерго», г. Киев*

Методы на основе дискретного преобразования Фурье дают спектральную оценку частотных составляющих, то для нахождения частоты, как правило, определяется гармоника с максимальной амплитудой [1]. Если частота сигнала изменяется, то в его спектре присутствует множество гармонических составляющих. Исследовались результаты 1024 точечного дискретного преобразования Фурье, в качестве входного сигнала для которого использовалась синусоида с линейно изменяющейся частотой. Начальное значение частоты 50 Гц, скорость изменения -1 Гц/сек. Частота дискретизации составляет 128 отсчетов за секунду, время выборки 8 сек.

Наибольшая спектральная составляющая соответствует частоте 46 Гц, в то время как истинное значение частоты в момент времени соответствующий окончанию выборки составляет 42 Гц. Таким образом, результат измерения соответствует реальному значению частоты на 4-й секунде, то есть в середине интервала измерения. Нетрудно убедиться, что эта зависимость сохраняется при любых значениях производной и интервала измерения.

Перейдя в предельном случае к непрерывной форме преобразования Фурье получим:

$$s(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\pi}{|d\omega|}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(\omega+\omega_0)^2}{|d\omega|}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\pi}{|d\omega|}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(\omega-\omega_0)^2}{|d\omega|}},$$

Однако, в отличие от метода измерения по моментам перехода напряжения через ноль, минимальный интервал между измерениями для методов на основе частотной выборки с неизменной частотой дискретизации составляет 1 дискрету времени Δt_δ . При этом максимальная задержка составит:

$$t_{\delta.з.и.макс} = \frac{t_{изм}}{2} + \Delta t_\delta,$$

которая не зависит от измеряемой частоты.

Литература:

1. Литвинчук В. А. Комплексный поход при выборе уставок устройств автоматической частотной разгрузки энергосистем / В. А. Литвинчук, В. П. Яновский, Н. И. Каплин // Энергетика та електрифікація. – 2009. – № 12. – С. 24– 27.

СПОСІБ КОНТРОЛЮ СТАНУ ПОЛІМЕРНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛІВ

Гоков О.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Питання надійного живлення споживачів електричної енергії у сучасних умовах є дуже гострим та актуальним. Зрозуміло, що важливою складовою цього питання є проблема достовірного визначення технічного стану елементів енергетичної системи, та електричних кабелів, як її невід'ємної частини. Саме тому діагностика кабельних систем, на сьогоднішній день, повертає до себе не аби яку увагу.

Відомо, що вирішенням цього питання займаються фахівці багатьох спеціальностей у всьому світі . Оцінка залишкового ресурсу кабельної продукції містить у себе декілька складових. По перше, технічний стан кабелів, а як їх невід'ємної частини - ізоляції може оцінюватися фізико – механічними, хімічними та електричними характеристиками. По друге, всі дослідження можна класифікувати як діагностику чи випробування. Серед відомих методів дослідження також можна відокремити руйнівні та неруйнівні (що не призводять до руйнації випробовуваного зразка) методи.

В даній роботі розглянуто оцінювання стану кабельних виробів, та їх залишкового ресурсу за допомогою електричних характеристик. Було розглянуто вплив стану оболонки полімерної ізоляції на електричні характеристики кабелю. Також розглянуто вплив характеристик діелектричних втрат в ізоляції як технічної характеристики стану кабелю. Сформульовано технічні критерії, обумовленого використання та залишку ресурсу використання кабельної продукції.

Отримані розрахункові моделі і результати розрахунків можуть бути корисними при оцінюванні залишкового ресурсу виробів кабельної продукції з полімерною ізоляцією.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Голик О.В., Мерцалов М. Ю., Макаренко А.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассмотрены вопросы надежности электрооборудования и пути ее повышения в процессе производства массовой продукции.

Надежность – это способность изделия сохранять качество при определенных в предусмотренных технической документацией условиях эксплуатации. С внедрением нового дорогостоящего высокопроизводительного оборудования, новых, преимущественно импортных материалов, с существенным повышением электрофизических и механических характеристик элементов электрооборудования изменились и возросли требования к его испытаниям. Кроме того, потребитель выдвигает все новые требования к надежности продукции, которые существенно превышают те, которые предусмотрены в действующих стандартах и технической документации. Поэтому наряду с использованием усовершенствованных конструкций и технологий необходимо внедрять статистические методы контроля качества.

Задачи статистического контроля теснейшим образом связаны с задачами обеспечения надежности. Существует опыт применения таких методов в отечественной практике. Например, для контроля качества изоляции эмальпроводов.

Удобным является использование контрольных карт. Контрольная карта – это специальный бланк, на который выносят статистические показатели для измеряемого признака в хронологической последовательности. На бланке нанесены контрольные границы, которые ограничивают область допустимых значений статистических показателей. Если в процессе контроля результаты выходят за нормативную границу это воспринимается как информация про отклонение технологического процесса от нормы. Главным при использовании контрольных карт является то, какой способ используется для определения контрольных границ.

На производстве чаще всего применяют следующие виды карт: карту средних арифметических, карту среднеквадратичного отклонения, карту числа дефектов на единицу продукции. Наиболее эффективным является использование подобных контрольных карт в комплексе: от этапа входного контроля до выходного. При этом необходимо выбирать такой вид и параметры карты, которые были бы информативными на всех этапах контроля.

ИЗМЕРЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ЧАСТОТЫ
Гриб О.Г., Гапон Д.А., Иерусалимова Т.С., Дяченко А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для оценки отклонения частоты применяется метод оптимальной фильтрации Калмана [1]. Основным недостатком этого алгоритма является необходимость априорного знания корреляционной функции шума, накладывающегося на напряжение сети, что в условиях нестационарности потребления неосуществимо. Поэтому, при применении фильтра Калмана задача делится на два этапа:

- получение функции распределения случайных искажений;
- получение значения частоты на основе полученного распределения.

Первый этап требует достаточно большого периода времени для накопления информации, а, следовательно, в моменты, когда характер искажений меняется результат измерения может иметь значительную погрешность. На практике это означает, что при возникновении практически любых переходных процессов в энергосистеме АЧР будет неработоспособна, что неприемлемо.

В основе рассматриваемого алгоритма лежит получение ортогональных составляющих: косинусной $U_c(kT_d)$ и синусной $U_s(kT_d)$ контролируемого напряжения $u(t) = A \cos(2\pi f t)$ при помощи ортогональных сигналов: $\cos(2\pi f_0 k T_d)$ и $\sin(2\pi f_0 k T_d)$.

Представим $u(t)$ в виде $u(kT_d) = A \cos(2\pi f_0 k T_d + \psi(k))$, $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

где T_d - интервал дискретизации, f - искомая частота, f_0 - номинальная частота, $\psi(k)$ - фаза напряжения при $t = kT_d$.

С учетом изложенного выше:

$$U_c(kT_d) = u(kT_d) \cos(2\pi f_0 k T_d) = \frac{A}{2} \cos(\psi(k)) + \frac{A}{2} \cos(4\pi f_0 k T_d + \psi(k)) \quad (1)$$

$$U_s(kT_d) = -u(kT_d) \sin(2\pi f_0 k T_d) = \frac{A}{2} \cos(\psi(k)) + \frac{A}{2} \cos(4\pi f_0 k T_d + \psi(k)) \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) видно, что сформулированные сигналы содержат низкочастотные составляющие (первые члены) и высокочастотные составляющие (вторые члены). Для определения отклонения частоты используются низкочастотные составляющие, выделяемые с помощью цифровых фильтров.

Литература:

1. Максимов Б.К. Мониторинг частоты в переходных режимах работы электрической сети / Максимов Б.К., Арцишевский Я.Л., Климова Т.Г., Журавлев Д.М. // Электричество. 2010. № 04. С. 13-16.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЄМНІСНИХ ДАТЧИКІВ

Гурин А.Г., Гонтар Ю.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Безперебійність роботи об'єктів електропостачання неможлива без забезпечення надійності. Контроль технічного стану ізоляції та електрообладнання являє собою важливу задачу, рішення якої дозволить виявити дефекти на стадії їх зародження та запобігти утворенню аварійних ситуацій. Для організації такого контролю потрібні точні засоби вимірювання, що відображають реальну картину розподілу напруженості електричного поля і дозволяють оцінити запас електричної міцності ізоляції на поточний момент і спрогнозувати її стан на найближче майбутнє. Особливе місце серед методів діагностики займають неруйнівні методи, серед яких можна виділити електроємнісний метод. Він дозволяє виявити дефекти (мікровключення), визначити їх розташування.

В основу роботи покладено завдання аналізу розподілу електричного поля за допомогою вимірювання різниці потенціалів між ємнісними датчиками. Датчики повторюють форму еквіпотенціальних ліній поля і розміщуються на поверхні електричної ізоляції на певній відстані один від одного. За наявності дефектів та мікровключень в шарі електричної ізоляції відбувається спотворення еквіпотенціальних ліній та зміна спектрального складу імпульсів, що реєструють ємнісні датчики на поверхні. Зменшення відстані між датчиками, і відповідно, збільшення їх кількості, дозволяє збільшувати точність визначення дефектів в шарі ізоляції. За даними спектрального аналізу можна реально судити про розміри хвильових ущільнень, тобто про точну будову поверхневого шару: виявити наявність та локалізацію неоднорідностей. В роботі також проводилися дослідження розподілу електричного потенціалу в поліетиленовій ізоляції силового кабелю методом кінцевих елементів за допомогою спеціалізованого пакету прикладних програм ELCUT 5.1. При розрахунках характеристик поля використовувалися рівняння Максвелла, які доповнювалися рівняннями, що враховують характеристики середовища. Задачу розрахунку електричного поля було зведено до визначення розподілу потенціалу. За допомогою створеної моделі було проведено аналіз розподілу електричного поля при зміні розмірів, форми та природи мікровключень. Подальше дослідження припускає оперативне виявлення дефекту ще на стадії його зародження і створення необхідних заходів щодо попередження його розвитку і підтримці нормальної роботи електрообладнання.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ В УКРАИНЕ

Довгалюк О.Н., Давыденко Е.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Появление новых международных стандартов и развитие современных информационных технологий открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергообъектами, позволяя создать подстанцию нового типа – цифровую подстанцию (ЦПС). Отличительными характеристиками ЦПС являются: наличие встроенных в оборудование интеллектуальных микропроцессорных устройств; применение локальных вычислительных сетей для коммуникаций; цифровой способ доступа к информации, её передаче и обработке; автоматизация работы подстанции и процессов управления ею. В настоящее время результатом перехода на цифровые технологии в системах сбора и обработки информации, управления и автоматизации подстанций стало массовое внедрение ЦПС. Мировыми лидерами по производству электротехнического оборудования для ЦПС сегодня являются Alstom, ABB, Siemens, General Electric и др. Оборудование ЦПС работает на едином стандартном протоколе обмена информацией IEC 61850. В перспективе ЦПС будет являться ключевым компонентом интеллектуальной сети Smart Grid. Структура ЦПС включает три уровня: 1) полевой, состоящий из первичных датчиков для сбора аналоговой и дискретной информации, а также передачи команд управления на коммутационные аппараты; 2) присоединения, состоящий из интеллектуальных электронных устройств управления и мониторинга, терминалов релейной защиты и локальной противоаварийной автоматики; 3) станционный, состоящий из серверов баз данных, SCADA, телемеханики, сбора и передачи технологической информации, концентраторов данных, а также автоматизированных рабочих мест персонала подстанции. Среди преимуществ ЦПС по отношению к обычным подстанциям можно выделить функциональные и технические. К основным функциональным относятся совместимость, простота конфигурации и наладки, максимальная надежность и готовность, функционирование в реальном времени, возможность интеграции в решения Smart Grid, снижение стоимости строительства и расходов на эксплуатацию подстанции. К техническим преимуществам следует отнести такие как: значительное сокращение кабельных связей; повышение точности измерений; простота проектирования, эксплуатации и обслуживания; унифицированная платформа обмена данными; высокая помехозащищенность, пожаро-, взрывобезопасность и экологичность; снижение количества модулей ввода/вывода на устройства АСУ ТП и РЗА, обеспечивающие снижение стоимости устройств. В энергетике Украины внедрение ЦПС находится на стадии научных исследований и экспериментов. Следует отметить, что разработка и внедрение собственного решения по ЦПС позволит развивать отечественное производство и науку, повысить эффективность и надежность работы энергосистемы, оптимизировать управление ее режимами, а также повысить энергобезопасность страны.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОУРОВНЕВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Довгалюк О.Н., Исматов Х.Б., Иноятов Б.Д.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время одним из необходимых условий надежной и эффективной работы энергетики является применение автоматизированных систем контроля и управления энергопотреблением (АСКУЭ), которые представляют собой комплексы технических и программных средств, предназначенных для организации автоматического учета электроэнергии и автоматизированного управления процессом энергопотребления. Назначение АСКУЭ состоит в обеспечении точных расчетов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их потребления, а также минимизация производственных и непроизводственных затрат на энергоресурсы. Современные АСКУЭ имеют многоуровневую распределенную структуру с большим количеством элементов и узлов, а также характеризуются сложным характером протекающих в них процессов. В то же время при различных условиях эксплуатации энергосистемы (ЭС), а также для прогнозирования ее состояния необходимым условием является учет особенностей работы и оценки влияния АСКУЭ на состояние ЭС и значения контролируемых параметров, что достигается в результате математического моделирования. Для построения математической модели была исследована структура и особенности работы АСКУЭ, функционирующей в Объединенной энергетической системе Украины. В исследуемой АСКУЭ выделено четыре уровня: 1) первичные измерительные приборы; 2) устройства сбора и подготовки данных; 3) сервер центра сбора и обработки данных, осуществляющий сбор информации с одного или группы устройств сбора и подготовки данных; 4) сервер центра сбора и обработки данных, осуществляющий сбор информации с серверов третьего уровня АСКУЭ.

Для исследуемой АСКУЭ построена математическая модель в виде системы стохастических уравнений для параметров режима $P(t)$, описывающих состояние ЭС, а также для процесса контроля за ее состоянием $K(t)$ на отрезке времени $[0, T]$. Далее на основании полученной оценки параметров режима ЭС для расчетного момента времени t произведена оценка значений показателей качества электроэнергии (ПКЭ) согласно ГОСТ 13109-97. На основании контроля за параметрами режима и электропотреблением ЭС $K(t)$ определен критерий качества процесса контроля J , позволяющий наилучшим образом организовать работу АСКУЭ. Достоверность построенной математической модели АСКУЭ подтверждена сравнением экспериментальных данных, полученных для функционирующей АСКУЭ, со значениями параметров режима, ПКЭ и электропотребления ЭС, полученных с помощью построенной модели.

Таким образом, разработанная математическая модель АСКУЭ позволяет с необходимой точностью прогнозировать значения параметров режима, ПКЭ и электропотребления ЭС. Ее применение позволит оптимизировать процесс контроля параметров и управления режимами ЭС.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ НА БАЗЕ SMART GRID

Довгалюк О.Н., Снигур К.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На сегодняшний день существует тенденция внедрения и развития концепции Smart Grid в энергетику многих стран мира. Значительных результатов в этом направлении достигли Китай, США, Япония, Южная Корея, Великобритания, Австралия, Бразилия, Россия и др. В некоторых странах Евросоюза и Латинской Америки развитие концепции Smart Grid является приоритетным направлением развития, что отражается в государственной программе и сопровождается государственным финансированием. Отличительной особенностью концепции Smart Grid является то, что энергетическая система (ЭС) рассматривается как единый энерго-информационный комплекс, в котором управляемые объекты должны позволять осуществлять дистанционное управление на основе оценки ситуации в системе посредством мониторинга всех процессов потребления электроэнергии в режиме реального времени, которое обеспечивается при установке интеллектуальных счетчиков. В результате такого подхода системы оценки ситуации и противоаварийной автоматики позволяют снижать избыточные требования к резервам силовых и информационных мощностей. Таким образом, практическое внедрение концепции Smart Grid требует изменение функциональных свойств ЭС. В рамках концепции Smart Grid для достижения ключевых требований предполагается развитие следующих функциональных свойств ЭС: самовосстановление при аварийных ситуациях; мотивация активного поведения конечного потребителя (обеспечение возможности самостоятельного изменения объема электропотребления и функциональных свойств); сопротивление негативным влияниям (наличие специальных методов обеспечения устойчивости и живучести); многообразие типов электростанций и систем аккумулирования электроэнергии; расширение рынков электроэнергии и мощности до конечного потребителя; оптимизация управления активами (переход к удаленному мониторингу производственных активов в режиме реального времени). Развитая система информации и баз данных при внедрении концепции Smart Grid в энергетику увеличит возможности по оптимизации режимов работы и совершенствованию процессов эксплуатации оборудования, позволит повысить эффективность управления текущими режимами ЭС. Реализация концепции Smart Grid обеспечит решение ряда таких важных практических задач как оптимальное распределение потоков мощности в электрических сетях, уменьшение потерь, быстрая скоординированная реакция при авариях, будет способствовать повышению надежности и экономичности функционирования ЭС.

Для энергетики Украины внедрение технологий Smart Grid является перспективным направлением развития, которое позволит существенно повысить эффективность электроэнергетики и обеспечить ожидаемые выгоды для всех заинтересованных сторон при производстве электроэнергии.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Житник М.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы по внедрению АСКУЭ и его эффективности с большими затратами электроэнергии.

В связи с переходом экономики страны на рыночные условия работы, важное значения приобретают вопросы достоверного учета электроэнергии на всех уровнях ее производства, передачи и потребления. До последнего времени в Украине отсутствовали предприятия с производством необходимого спектра измерительной техники, средств сбора, передачи и обработки информации. Отсутствовала также нормативная база и концепция создания таких устройств. Поэтому было принято решение о разработке отраслевой программы и концепции развития автоматизированных систем учета электроэнергии в условиях энергорынка. Применение позволяет свести к минимуму участие человека на этапе измерения, сбора и обработки данных и обеспечивает достоверный, оперативный и гибкий, адаптированный к различным тарифным системам учет энергии

Цель работы заключается в рассмотрении принципа работы современных автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

Основной целью внедрения АСКУЭ в электроэнергетику является снижение издержек и затрат на потребление энергоресурсов, минимизация потерь за счет повышения точности полученных данных и сокращения времени сбора обработки. Автоматизация учета электроэнергии на всех этапах, от производства до потребления, становится непременным условием эффективного функционирования современных энергосистем.

По мере автоматизации технологических процессов предприятия, снижения степени человеческого участия в производстве и повышения уровня его организации АСКУЭ можно вводить в обратный контур управления энергопотреблением не через энергетика-диспетчера или руководителя, а через соответствующие устройства управления нагрузками-регуляторами. До тех пор, пока в технологии производства преобладает человек со своими случайными волевыми решениями, АСКУЭ сохранится как автоматизированная система, позволяющая, в первую очередь, выявлять все потери энергоресурсов.

Величина экономического эффекта от использования АСКУЭ и зонных тарифов достигает сотен тысяч гривен в месяц, а окупаемость затрат на создание АСКУЭ возможна за 2-3 квартала

Таким образом на сегодняшний день АСКУЭ является тем необходимым механизмом, без которого невозможно решать проблемы цивилизованных расчетов за энергоресурсы.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ СТАРІННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВВОДІВ КОНДЕНСАТОРНОГО ТИПУ

Загайнова О.А., Сердюкова Г.М., Бражник О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Процеси старіння ізоляції високовольтних вводів протікають з різною швидкістю. Дуже важливо знати, які фактори і як саме вони впливають на інтенсивність старіння ізоляції в процесі тривалої експлуатації. Проаналізуємо вплив тривалості експлуатації, типу фази, типу вводів і року введення в експлуатацію на тангенс діелектричних втрат, ємкість та опір. Результати розрахунків приведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків двохфакторного перехрестного дисперсійного аналізу

Фактор	Ізоляційні характеристики	Значення F-статистик					
		Fstr	Fкр	Fstolb	Fкр	Fvz	Fкр
За типом фази	$tg\delta_{10}$	4,116	3,097	0,074	4,019	3,209	2,499
	$tg\delta_3$	8,5431	2,8215	0,201	3,963	5,412	3,688
	C_{10}	13,651	2,5665	0,747	3,688	2,159	2,048
	C_3	7,782	2,5665	0,3673	3,688	3,037	2,048
	R_{10}	0,3104	2,4726	1,345	3,834	1,345	2,327
За роком введення в експлуатацію	$tg\delta_{10}$	10,771	3,9253	1,529	3,342	5,203	2,627
	$tg\delta_3$	7,144	5,2413	1,597	2,469	4,725	2,469
	C_{10}	15,033	5,2413	1,883	2,469	6,323	2,469
	C_3	12,684	4,0196	0,229	4,019	3,131	3,096
	R_{10}	1,321	3,2655	2,045	2,532	2,038	2,092
За типом вводу	$tg\delta_{10}$	4,941	3,8951	24,659	2,829	2,571	2,383
	$tg\delta_3$	7,963	5,2857	5,604	2,786	4,654	2,786
	C_{10}	30,149	5,2191	8,5599	2,355	8,332	2,355
	C_3	4,713	3,1161	14,254	2,191	2,274	1,807
	R_{10}	1,943	3,6889	1,465	2,191	1,226	1,807

Висновок. В тих випадках, коли розрахункове значення F_{str} переважає $F_{кр}$, це свідчить про те, що гіпотеза про відсутність впливу тривалості експлуатації на показники ізоляції (тангенс діелектричних втрат (10 кВ, 3 кВ), ємкість(10 кВ, 3 кВ) та опір(10 кВ) відхиляється і спостерігається значний дрейф значень ізоляційних характеристик в часі. В тих випадках, коли розрахункове значення F_{stolb} переважає $F_{кр}$, це свідчить про те, що гіпотеза про відсутність впливу фактора (тип фази, рік введення в експлуатацію та тип вводу) на старіння ізоляційних характеристик також відхиляється. В тих випадках, коли розрахункове значення F_{vz} переважає $F_{кр}$, це свідчить про те, що ефекти зміни рівнів факторів не адитивні.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОЛОЛЕДНЫХ НАГРУЗОК ПРОВОДОВ И ТРОСОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Заныхайло Е.А.

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

В работе рассмотрены вопросы учёта физико-механических свойств гололеда на проводах и тросах ВЛ. Дополнительную нагрузку предлагается учитывать как составляющую из 2-х частей: статическая часть от массы гололеда и дополнительная динамическая часть нагрузки, которая возникает при разрыве оболочки гололеда и напряжение, которое сконцентрировано в гололеде, передается на провод. Методика расчета напряжений в проводах при нагрузке от гололеда по уравнению состояния провода не всегда правильно отражает действительное значение напряжения в проводах и тросах, а, следовательно, и значение действующих нагрузок на опоры ВЛ в этих условиях [1,2]. Значения действительных нагрузок на провода и опоры ВЛ можно получить, рассматривая работу проводов с учетом прочности оболочки гололеда. Это также необходимо для того, чтобы иметь возможность разработать практические меры по устранению вредного воздействия гололеда и для обеспечения нормальной работы линейных сооружений [2]. Следует отметить, что чем меньше плотность отложений гололеда, тем больше становится сечение этой муфты при нормативной или расчетной погонной нагрузке, может даже привести к увеличению значения полного тяжения. Таким образом, прочность оболочки гололеда необходимо учитывать практически при всех видах отложений гололеда [1]. С ростом толщины стенки гололеда увеличивается часть общего дополнительного тяжения, приходящейся на оболочку гололеда. Эта величина возрастает также с увеличением значения модуля упругости льда [1,2]. При быстром нарастании тяжести по оболочке гололеда, напряжение может достичь значительной величины, превышающей прочность этой оболочки. В этом случае под влиянием силы растяжения ледяная оболочка разрывается. При разрыве оболочки гололеда, который происходит очень резко (мгновенно), возникает динамическое воздействие на провод (трос) и имеет место резкого роста тяжести по проводу в месте разрыва оболочки гололеда.

Литература:

1. Крымский М.М. Об учете механической прочности гололедных отложений при расчете проводов ВЛ / М.М. Крымский // Электрические станции. - М.: Энергоатомиздат. - 1989. - №3. - С. 73-78.
2. [Кримський М.М. Розрахунок проводів і тросів повітряних ліній електропередачі з урахуванням механічної міцності відкладень ожеледі/ М. М. Кримський, А. Ю. Мезеря, С. О. Занихайло// Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Випуск 3 \(86\). – С. 35-43.](#)

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДХИЛЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB/Simulink

Іванов О.О., Романовський В.І., Волохін В.В.
Сумський державний університет, м. Суми

Безперервний контроль стану якості електричної енергії в розподільчих мережах постає важливим питанням для споживачів та приймачів електроенергії. Для нормалізації якості електроенергії важливе значення має організація апаратного контролю показників якості електроенергії, організаційний і економічний механізм впливу на винуватця погіршення якості електроенергії, розробка методів та технічних способів усунення спотворень. В силу взаємного впливу споживачів одного на іншого важливе значення має вірне формулювання умов приєднання до мережі нових споживачів, що робить необхідною наявність методів і програм розрахунку. Так як практично усі технічні засоби підвищення якості електроенергії мають у своєму складі реактивні елементи і тому впливають на баланс реактивної потужності у мережі, то необхідний комплексний аналіз цих питань. Підтримати та покращити функціонування електричної мережі можливо за допомогою систематичного аналізу стану показників якості електричної енергії.

На даний час існує достатньо засобів для імітаційного моделювання і аналізу різноманітних режимів роботи електроенергетичних мереж. Програмні комплекси PSCAD/EMTDC, ATP/EMTP та MATLAB/Simulink з пакетом SimPowerSystem здобули прихильність серед дослідників режимів роботи електричних мереж. Але отримані результати моделювання за допомогою PSCAD/EMTDC, ATP/EMTP, для подальшого їх аналізу необхідно переносити в середовище MATLAB.

Розподільна мережа моделюється за допомогою елементів бібліотеки Simulink. Розроблена модель дозволяє створювати наступні збурення показників якості електричної енергії: відхилення напруги, флікер ефект, відхилення частоти, провали напруги, змінювати коефіцієнти синусоїдності та несиметрії напруги.

Запропонована модель дозволяє змінювати величину відхилення показників якості електричної енергії як за величиною так і за їх тривалістю.

Отримані результати моделювання відхилення показників якості електроенергії подібні до реальних осцилограм отриманих за допомогою аналізатора якості електричної енергії Fluke.

За допомогою запропонованого методу моделювання відхилення показників якості електричної енергії можливо досліджувати їх вплив на роботу приймачів електричної енергії.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ НАПРУГИ ТА ЧАСТОТИ ПРИ КОНТРОЛІ ПРОЦЕСУ ЗВОЛОЖЕННЯ КАБЕЛІВ

Кессаєв О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Традиційні методи контролю зволоження зосереджені на вимірюванні активного опору провідників кабелів на сталій напрузі. У процесі зволоження окисна плівка малої товщини, що утворюється на поверхні провідників, призводить до несуттєвого зростання опору на такій напрузі. Враховуючи, що ця плівка має відмінні електричні властивості, виявити її в більшій мірі можливо при діагностиці на змінній напрузі. На рисунку приведені спостереження протягом півроку за зміною активного опору провідників радіочастотних кабелів у процесі прискореного старіння в умовах 100% вологості. Обстеження проводились в діапазоні звукових частот (100 Гц, 1000 Гц, 10 000 Гц) при двох рівнях вимірювальної напруги 0,4 В та 2 В, що відповідає значенням опорів R та $R1$ відповідно. Виявлено, що в більшій мірі чутливість до зволоження проявляється на високій частоті (10 кГц). По-друге, опір, виміряний на нижньому рівні вимірювальної напруги 0,4 В, має більше значення у порівнянні з опором, виміряним при напрузі 2 В: у всьому діапазоні спостережень відношення $R/R1$ більше одиниці (дивись рис.).

Таким чином, це дає можливість виявити початкову стадію зволоження, тобто утворення окисної плівки провідників кабелів коаксіальної конструкції, що особливо важливо для силових кабелів високої напруги. Для останніх проведення контролю на частоті 10 кГц обмежене резонансними явищами, які можуть виникати в такому кабелі при більш високих частотах, ніж робоча (50 Гц).

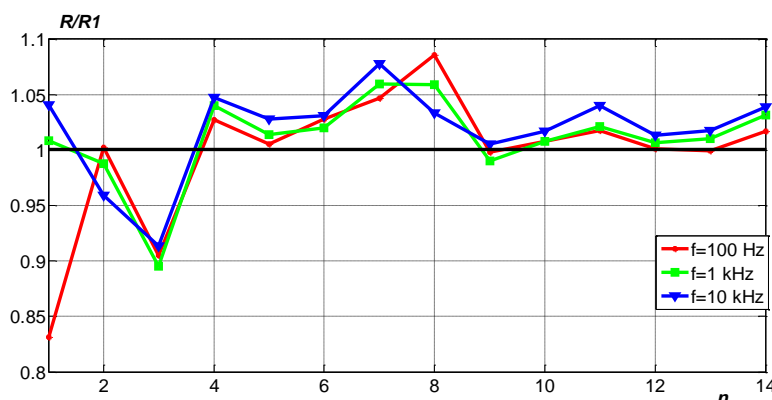


Рисунок – Результати спостережень за зміною активного опору провідників зразків коаксіальних кабелів в процесі прискореного старіння

РЕЗОНАНСНА МОДЕЛЬ ОДНОДРОТОВОЇ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Козлов Д.О., Волохін В.В.

Сумський державний університет, м. Суми

Однодротова лінія електропередач – це система, в якій струм передається по одному провіднику не нагріваючись. Лабораторна модель однодротової лінії складається з джерела постійної напруги, генератора, передавальної та приймальної котушки Тесла, провідного каналу та навантаження.

У трансформаторі Тесла, на відміну від звичайних трансформаторів, первинна обмотка розташована зовні, а вторинна – всередині. Навколо первинної котушки створюється змінне електромагнітне поле у вигляді симетричних тороїдальних електромагнітних полів, які утворюються при проходженні струму в провіднику. Завдяки такій конструкції однодротової електричної системи, у провідному каналі виникають електромагнітні коливання реактивного ємнісного зарядного струму та електричного поля. Реактивний струм є струмом зарядки власної ємності провідного каналу по відношенню до землі. Це означає, що струм зміщення, на відміну від активного струму, не створює резистивних втрат потужності. Заряди, які рухаються вздовж провідника, не пов'язані з джоулевими втратами та не призводять до вирівнювання потенціалу.

Реактивний струм в провідному каналі пов'язаний з протіканням зарядів вздовж екіпотенціальних ліній електростатичного поля. Такий перетік обумовлений кулонівськими силами, а не дією сторонніх ЕРС. Заряди рухаються вздовж незамкненого провідного каналу від джерела з великим потенціалом до приймача на кінці лінії з меншим потенціалом. При цьому заряди рухаються по поверхні провідного каналу.

Для проведення експерименту були застосовані такі типи навантаження: лампа розжарювання (6,3 В) та LED лампа потужністю 10Вт. У ролі провідного каналу застосовувався мідний провід діаметром 0,25 мм і довжиною від 1 до 3м. Напруга, струм та потужність навантаження були виміряні звичайними електровимірювальними приладами.

Під час досліду виявилось, що при збільшенні напруги живлення генератора, збільшувалася напруга на навантаженні і, відповідно, візуальне світіння на обох видах лампочок. При напрузі, меншій за номінальну, світлодіодна лампочка випромінює неяскраве візуальне світіння з помаранчевим відтінком, замість холодно білого. По мірі збільшення напруги живлення генератора LED лампа починає випромінювати свій характерний світловий температурний діапазон.

Але, в ході експерименту, не вдалося досягти максимального світіння світлодіодної лампи. Максимальна потужність, яку споживав діод, складає близько 40% від номінальної потужності, яка вказана в паспортних даних. При використанні лампи розжарювання також не вдалося одержати максимальну яскравість лампи. Спожита потужність даного навантаження була на 35% менше від номіналу.

АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО СТЕНДА НА БАЗЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Коротков А.О., Мельников Г.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Современные стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания на базе машины постоянного тока и инвертора напряжения должен удовлетворять требованиям регламента испытаний, управляемости и энергосбережения. Стенд должен обеспечивать два режима работы: холодную и горячую обкатку. В режиме холодной обкатки коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания раскручивают с помощью машины постоянного тока, это нужно для притирки всех движущихся деталей двигателя. В режиме горячей обкатки, подключённая к коленчатому валу машина постоянного тока, работает как генератор постоянного тока, создающий тормозной момент на валу двигателя внутреннего сгорания. При этом на шинах генератора постоянного тока, возникает постоянное напряжение, которое необходимо преобразовать с помощью инвертора напряжения для дальнейшей передачи в сеть предприятия и повторного использования.

В докладе рассмотрены преимущества и недостатки испытательного стенда на базе машины постоянного тока и инвертора напряжения. А также, в пакете MATLAB была созданы и промоделирована модель испытательного стенда. Эксперименты, проведенные над моделью, показали, что диапазон частот вращения двигателя внутреннего сгорания, может составлять от 2000 до 5000 об/мин. В ходе моделирования были получены результаты по передаче электроэнергии в сеть предприятия и оценка потерь, возникающих при работе данного стенда. Электрические потери при работе данного стенда составили, около 8%, а механические потери до 10% от приложенной мощности. Таким образом, КПД данной установки составляет, около 82%

Для сравнения эффективности применения различных способов построение испытательных стендов необходимо провести дальнейшее исследование и проанализировать технические характеристики различных стендов.

СТЕНД ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ ПРОВОЛОКИ ФЕРРОМАГНИТНОЙ БРОНИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ПРОДОЛЬНОМ И ПОПЕРЕЧНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Костюков И.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Задача определения влияния магнитных характеристик материала на потери энергии в защитных элементах конструкции кабеля является актуальной при использовании применения в конструкции силовых кабелей провололочной брони, выполненной из ферромагнитных материалов. При эксплуатации кабельной линии можно выделить достаточно много факторов, которые усложняют определение магнитной проницаемости магнитных элементов конструкции, которая может принимать различные значения, в зависимости от степени насыщения материала. Таким образом, данная характеристика может принимать различные значения как в зависимости от величины тока жилы, так и в зависимости от конструктивных параметров кабеля (шаг наложения проволоки брони, ее диаметр), которые могут определять различную величину напряженности магнитного поля в материале. С целью выявления характерных закономерностей, которые связывают шаг наложения проволоки брони и ее диаметр с магнитными характеристиками материала был разработан стенд, который позволяет намагничивать исследуемую проволоку продольным и поперечным магнитным полем. В качестве источника поперечного магнитного поля используется жила кабеля, однородное продольное магнитное поле создается с использованием соленоидов, выполненных с достаточно большим отношением длины к диаметру. Измерительные обмотки располагаются таким образом, что их ось совпадает, либо параллельна к оси образующего цилиндра спирали. Указанное расположение измерительных обмоток позволяет делать выводы только о величине эффективной продольной магнитной проницаемости в продольном, либо в поперечном магнитном поле. Такой выбор расположения обмоток обусловлен сложностями, с которыми связано расположение измерительных обмоток, необходимое для определения эффективной поперечной магнитной проницаемости. Логичным представляется предположение, согласно которому увеличение эффективной продольной магнитной проницаемости в данном случае приводит к уменьшению эффективной поперечной магнитной проницаемости. Учитывая указанное обстоятельство, разработанный стенд позволяет косвенно проводить контроль эффективной поперечной магнитной проницаемости проволоки брони как с учетом влияния шага наложения провололочной брони, так и с учетом диаметра проволоки.

КОНТРОЛЬ ТА КОМПЕНСАЦІЯ ПРОВАЛІВ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Кривошеєва О.О., Гриб О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Попит споживачів на електроенергію з кожним роком збільшується. ГОСТ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення» встановлює норми і показники якості електроенергії в мережах загального призначення в точках, до яких приєднуються електромережі споживачів. Однак, якість електричної енергії (КЕ) в місці її виробництва не гарантує її якості на місці споживання. КЕ до і після включення електроприймачів у точках їх приєднання до електричної мережі різному.

Провали напруги зазвичай відбуваються через несправності в електричних мережах або в електроустановках споживачів, а також при підключенні потужної навантаження. Провал напруги, як правило, пов'язаний з виникненням і закінченням короткого замикання чи іншого різкого зростання струму в системі або електроустановці, підключеної до електричної мережі. Одним з рішень може бути застосування пристроїв «м'якого пуску», які дозволяють знизити абсолютні величини провалів напруги, розподіливши додаткове навантаження в часі. Іншим рішенням може бути пристрій за погодженням з компанією-постачальником живлять ланцюгів з меншим повним опором, хоча таке рішення може виявитися досить витратним. Якщо причину провалів напруги усунути не вдається, то необхідно обладнання, що дозволяє компенсувати це явище.

Найбільш поширеними способами усунення провалів напруги на сьогоднішній день є:

- 1) створення схем надійного живлення систем збудження для підвищення стійкості роботи синхронних електродвигунів;
- 2) застосування контакторів управління з «засувкою», що утримує їх у включеному положенні незалежно від наявності напруги в ланцюзі управління;
- 3) застосування схеми керування електродвигунами з додатковим проміжним реле і т.д.

Однак такі способи зниження впливу провалів напруги на споживачів можуть бути недостатні зважаючи сформованого співвідношення потужностей різкозмінного навантаження.

Таким чином, виникає необхідність у розробці пристрою усунення провалів напруги, позбавленого недоліків існуючих аналогів.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕЦ

Лазуренко О.П., Кругол М.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для малих ТЕЦ, що працюють за тепловим графом навантаження, характерне велике споживання електричної енергії на власні потреби і для вирішення задачі енергозбереження в структурі власних потреб ТЕЦ необхідне чітке розуміння можливого розподілу енергоспоживання за групами електроустаткування і основними підрозділами станції.

Основне електричне обладнання ТЕЦ, що працює на природному або вторинному газі, можна розділити за призначенням:

- група тяго-дугтєвих механізмів, що забезпечують димовидалення, гаряче дуття, вентиляцію та ін.,
- група механізмів пікових водогрійних котельних,
- група обладнання живильної лінії котлів,
- група обладнання цеху хімводоочистки,
- група обладнання циркуляційних насосів в теплових мережах,
- освітлення, інше обладнання станції.

Автори досліджують проблему застосування групового частотного керування приводами механізмів власних потреб ТЕЦ, тому пропонується класифікація електроустаткування, виходячи з можливостей частотного регулювання їх продуктивності і можливості їх участі саме в груповому регулюванні механізмів. Виходячи з цього все електроустаткування можна розділити на дві групи:

Перша група устаткування власних потреб ТЕЦ – це те устаткування, момент навантаження на валу якого залежить від частоти обертання, тобто для його приводу можна використовувати перетворювачі частоти. Це, перш за все, вентиляторне та насосне навантаження.

До другої групи електроустаткування станції відносяться ті механізми, для яких частотний спосіб регулювання навантаження не може бути прийнятним або його використання економічно необґрунтоване. Це механізми з низьким коефіцієнтом використання, устаткування ремонтних та допоміжних цехів, освітлення та ін.

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ МЕНЕВРУВАННЯ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЯХ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ДЕФІЦИТУ БАЛАНСУЮЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Лазуренко О.П., Колесніков Д.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні як для Європейських країн, так і для України все більшої актуальності набуває розвиток регенеративних джерел електричної енергії. Коли частка нетрадиційної енергетики в енергетичному балансі держави стає значною, виникає проблема швидкого покриття дефіциту потужності при непостійному виробленні електроенергії на сонячних і вітрових електростанціях. Крім того, в Україні особливо відчувається дефіцит балансуючих потужностей у зв'язку з великою часткою генерації електроенергії на АЕС. Все це призводить до збільшення вимог по маневреності електричних станцій традиційної енергетики, які залишаються надійними джерелами електроенергії.

Також, у зв'язку з останніми подіями в енергетичному секторі економіки України, необхідно якомога швидше приймати структурні зміни в системі електрогенеруючих потужностей станцій. При цьому найбільш перспективним напрямком розвитку енергогенеруючих компаній має стати будівництво високоманеврових станцій. Так в останні роки йде розвиток гідроакumuлюючих електричних станцій, але їх ресурс обмежений характеристиками рельєфу України. Також їх технологічні параметр, і обмеженість ресурсів дозволяє використовувати електричні станції даного типу лише в недовгий час пікової частини графіку електричного навантаження. У структурі енергосистеми України ГАЕС можливо використовувати у відповідності з потужністю АЕС, так успішно працює Ташлицька ГАЕС з Південноукраїнською АЕС.

Іншим перспективним напрямком є будівництво сучасних маневрених реакторів на АЕС. Перспективи досліджень в даній області і проекти, що реалізуються, передбачають участь даних реакторів в тижневому регулюванні потужності та розвантаження блоків на вихідні дні.

Оскільки величезний резерв за встановленою потужністю мають ТЕС, то в першу чергу необхідно впроваджувати ефективні технічні заходи щодо поліпшення маневрених характеристик блоків вугільних ТЕС та підвищенням ККД станцій.

СПОСІБ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Лазуренко О.П., Черкашина Г.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянутий спосіб електропостачання (ЕП) побутових споживачів, який дозволяє керувати електричним навантаженням у побуті з метою симетрування режимів роботи системи ЕП.

Відмінними особливостями запропонованого способу (рис. 1) є:

- у процесі симетрування беруть участь тільки електроприймачі, призначені для частих комутацій;
- мінімальний склад обладнання;
- відсутність потужної комутаційної апаратури;
- висока гнучкість, точність симетрування.

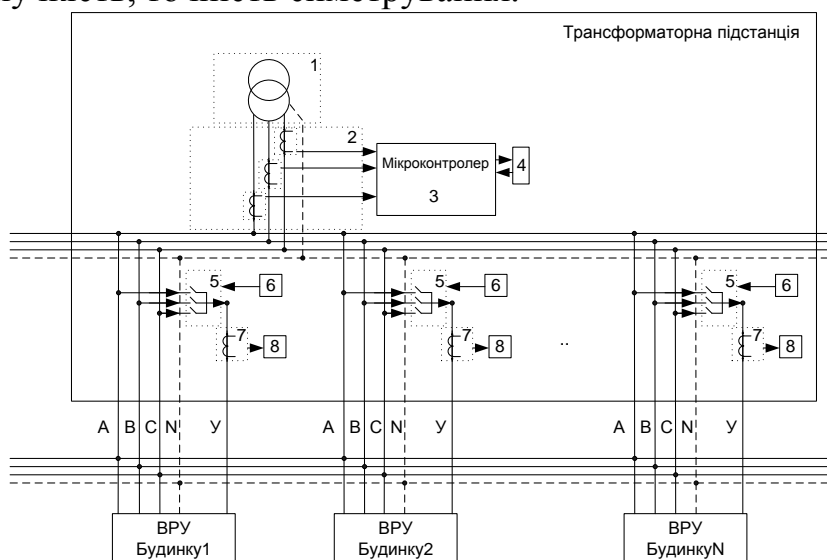


Рисунок 1 – Схема системи ЕП побутових споживачів

Спосіб ЕП побутових споживачів, полягає в тому, що споживачі-регулятори до джерела живлення підключаються за допомогою окремого додаткового проводу, який за допомогою вимикача з приймальним пристроєм підключається на будь-яку з фаз РУ ТП. Керуючі сигнали на вимикач формуються мікроконтролером. Передача керуючого сигналу здійснюється за допомогою приймально-передавального пристрою. Вхідними даними для формування керуючого сигналу є поточні значення струму в окремому додатковому проводі і на шинах 0,4 кВ понижуючого трансформатора.

Запровадження даної системи дасть можливість підвищити якість електричної енергії в системах ЕП побутових споживачів, зменшити втрати електричної енергії, які пов'язані з нерівномірністю завантаження фаз системи, зменшити ризики появи аварійних ситуацій.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ СТІЙКОСТІ ІНДУКЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕКЦІЇ ПОТУЖНОСТРУМОВОГО ЛІНІЙНОГО ІНДУКЦІЙНОГО ПРИСКОРЮВАЧА ЗАРЯДОВО-КОМПЕНСОВАНИХ ІОННИХ ПУЧКІВ

Ложкін Р.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Лінійні індукційні прискорювачі зарядово-компенсованих іонних пучків перспективні для застосування в якості драйверів реактора інерціального термоядерного синтезу на важких іонах. Для реалізації на базі такого реактору термоядерної електростанції промислового масштабу частота послань прискорювальних імпульсів повинна бути на рівні 10 Гц, середня потужність секції повинна дорівнювати 100 кВт при енергії прискорення на рівні 2 МеВ. До того ж, темп прискорення прискорювача зарядово-компенсованих іонних пучків повинен бути на рівні 2 МеВ/м, а власний темп прискорення секції – не менше 5 МеВ/м.

Високі вимоги до темпу прискорення змушують виконувати компоновку індукційної системи не так, як в класичних конструкціях – секційованою не по осьовій довжині секції, а по радіусу. Це створює додаткові труднощі в відведенні тепла від індукторів секції.

Для того, щоб елементи секції прискорювача витримали теплові навантаження, пропонується охолодження секції рідким діелектриком, що примусово прокачується між індукторами індукційної системи і відбирає тепло, що виділяється в елементах.

В даній роботі розглянуто вплив геометрії елементів індукційної системи секції, швидкості охолоджувального рідкого діелектрика в каналах між індукторами, внутрішній тепловий опір індукторів і інші фактори на максимально досягну частоту посилення прискорювальних імпульсів з крапки зору забезпечення теплових навантажень на елементи секції на допустимому рівні. Також розглянуто вплив діелектричних втрат в ізоляції первинних витків індукторів і в вакуумній ізоляції, втрат в металі первинного і вторинного контурів. Сформульовано технічні критерії, при яких можна досягти заданих параметрів секції потужнострумового лінійного індукційного прискорювача зарядово-компенсованих іонних пучків.

Отримані розрахункові моделі і результати розрахунків можуть бути корисні при створенні потужнострумових лінійних індукційних прискорювачів зарядово-компенсованих іонних пучків з великою середньою потужністю пучка.

ТРИФАЗНА СИЛОВА СИМЕТРИЧНА КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ ПЛОЩИННОГО УКЛАДАННЯ

Ломов С.Г., Соловей С.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В кабельних лініях площинного укладання три одножильних кабелі розташовані в горизонтальній площині на однаковій відстані один від одного. Така кабельна лінія має більшу поверхню, що віддає тепло в ґрунт, у порівнянні з кабельною лінією, в якій одножильні кабелі розташовані «трикутником».

В наслідок цього зменшується еквівалентний тепловий опір ґрунту для кабельної лінії і відповідно зростає її пропускна спроможність по струму.

Основним недоліком кабельної лінії площинного укладання є наступне. Аналіз системи рівнянь для напруги і струмів такої лінії дозволяє зробити наступні висновки. Усі фази кабельної лінії площинного укладання мають різний активний та індуктивний опір. Тобто в електричному сенсі така кабельна лінія є принципово несиметричною. Найголовнішим у цьому аналізі є те, якщо на вході трифазної кабельної лінії площинного укладання маємо симетричну трифазну систему струмів і напруги, то на її виході трифазна система струмів і напруги більшою чи меншою мірою стає несиметричною в залежності від геометрії площинного укладання. Кількість електричної енергії не зменшується у порівнянні з симетричною лінією, але за рахунок трансформаторного зв'язку вона нерівномірно розподіляється по фазах.

На кафедрі ЕІКТ НТУ «ХПІ» одержано патент на конструкцію трифазної силової симетричної кабельної лінії площинного укладання. Відрізки струмопровідних жил кожної фази за допомогою кабельних муфт з'єднанні один з одним і періодично з однаковими проміжками по довжині переходять у сусідній ряд площини кабельної лінії. Електромагнітні екрани (ЕМЕ) відрізків кабелів також мають однакову довжину і послідовно з'єднанні в одному з трьох рядів кабельної лінії. При протіканні струму по струмопровідній жилі в ЕМЕ одного відрізка кабелю за рахунок індуктивного зв'язку виникає е.р.с. і у випадку двобічного заземлення ЕМЕ в ньому виникає «подовжній» струм. При з'єднанні декількох жил відрізків кабелю з їх послідовним переходом з ряду в ряд в площині кабельної лінії та при розташуванні ЕМЕ цих відрізків кабелю в одному ряду кабельної лінії і послідовному їх з'єднанні в кожному з них почергово виникає е.р.с. від струмів в струмопровідних жилах фаз А, В, С. Як що кількість послідовно з'єднаних відрізків ЕМЕ кратно трьом, то сума е.р.с., які виникли у кожному відрізку по всій довжині кабельної лінії дорівнює нулю. Відповідно дорівнює нулю сила «подовжнього» струму в ЕМЕ, не зважаючи на те, чи встановлені заземлювачі з обох кінців кабельної лінії чи з одного кінця. При послідовному переході струмопровідної жили кожної фази з ряду в ряд і у випадку, коли відрізки кабелю у фазі мають однакову довжину і кількість їх кратна трьом, сумарні взаємо індуктивності кожної фази по всій довжині кабельної лінії будуть однакові. Це значить, що така КЛ стає симетричною.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ

Мегель Ю.Е., Чалый И.В., Коваленко С.Н.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко, г. Харьков*

Особенности географического положения и климат Украины обуславливают угрозу повреждения электросетей вследствие природных факторов. Практически на всей территории нашей страны возможно возникновение шквальных или ураганных ветров, обледенения, сильных снегопадов и резкого перепада температур. Все эти факторы могут привести к повреждению опор и обрыву линий электропередач, что в свою очередь приводит к нарушению электроснабжения населенных пунктов. Известны случаи, когда в силу природной стихии, повреждения линий электропередач возникают на большом количестве участков. В таких ситуациях скорость восстановления электроснабжения зависит (наряду с другими факторами) от оптимизации маршрутов, по которым будут перемещаться ремонтные бригады. Таким образом, необходимо решить следующую задачу: имеются n участков повреждения электросети A_1, A_2, \dots, A_n . Известны расстояния d_{ij} от каждого i -го до каждого j -го участка повреждения ($i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n$). Ремонтная бригада должна выехать из пункта A_1 , побывать в каждом из аварийных участков и вернуться в исходный пункт. Необходимо проложить маршрут таким образом, чтобы ремонтная бригада побывала в каждом месте аварии только один раз и при этом прошла наименьшее суммарное расстояние. Для построения математической модели данной задачи определим переменные задачи x_{ij} как булевы числа таким образом, что $x_{ij}=1$, если бригада перемещается из участка повреждения A_i в участок A_j и $x_{ij}=0$ в противном случае. ($i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n$). Определим функцию цели $F(x)$ как сумму расстояний, из которых состоит маршрут.

$$F(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}$$

Ограничения будут представлены в виде:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1; \quad u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad (i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}; \quad i \neq j)$$

Первое из ограничений задает возможность прибытия ремонтной бригады на каждый из аварийных участков только один раз, второе ограничение формализует необходимость отъезда ремонтной бригады с каждого участка также только 1 раз. Последнее ограничение обеспечивает связность маршрута и вводится для запрета цикла, который не проходит через пункт A_1 . В такой постановке получили задачу булевого программирования. Существует несколько методов для решения данной задачи. Чаще всего используют метод случайного поиска, метод ветвей и границ, методы, основанные на генетических алгоритмах. Но в приведенной постановке данная задача может быть решена в системе Microsoft Excel с помощью надстройки «Поиск решения».

ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ДИСКРЕТНИХ ПОСТАЧАЊ РЕСУРСУ У ВИПАДКУ НЕРІВНОМІРНОГО БЕЗПЕРЕРВНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Мегель Ю.Є., Чалий І.В., Коваленко С.М.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків

У багатьох випадках потрібно знаходити оптимальне управління величиною і часом дискретних постачань, коли використання ресурсу в часі здійснюється нерівномірно $q(t) \neq \text{const}$.

У загальному вигляді дану задачу можна сформулювати наступним чином: для заданих загального обсягу Q всіх n дискретних постачань і швидкості $q(t)$ безперервного споживання ресурсу потрібно визначити оптимальні обсяги кожного дискретного постачання S_i , $i=0,1,\dots, n$ і оптимальні проміжки часу T_i , $i=0,1,\dots, n$ між сусідніми постачаннями, при яких загальна вартість Z усіх постачань і зберігання ресурсу за розрахунковий період часу T є мінімальною. Якщо на початку T_0 запас ресурсу дорівнює нулю $s_0(0)=0$, кожне постачання S_i здійснюється на початку кожного проміжку T_i після повного витрачання ресурсу від попереднього постачання S_{i-1} , споживання відбувається безперервно зі швидкістю $q(t)=q(0)+at$, тоді, вважаючи $q(0)=0$, можна формулювати загальну вартість всіх постачань і зберігання ресурсу за весь період T у такому вигляді

$$Z(T_0, T_1, \dots, T_i, \dots, T_n) = (n+1) \cdot C_n + c_3 \cdot \left[\sum_{i=0}^n \int_0^{T_i} s_i(t_i) dt_i \right] =$$

$$= (n+1) \cdot C_n + c_3 \cdot \left\{ \sum_{i=1}^n \int_0^{T_i} \left[S_i - \int_0^t q_i(t) dt \right] dt_i \right\} \rightarrow \min, \text{ де } s_i(t_i) - \text{ залишок запасу}$$

ресурсу від i -го постачання S_i , який зберігається в момент t_i в проміжку часу T_i , S_i – необхідний обсяг постачання ресурсу, який повністю витрачається за час T_i ,

$$S_i = \int_0^{T_i} q_i(t_i) dt_i,$$

$q_i(t)$ - швидкість витрачання ресурсу в момент t на i -у проміжку часу t_i ,

$$q_i(t) = a \left(\sum_{k=0}^{i-1} T_k + t \right),$$

і виконуються умови $\sum_{i=0}^n T_i = T$, $\sum_{i=0}^n S_i = Q$.

Розв'язання даної задачі надасть можливість знаходити теоретично обґрунтовані оптимальні рішення задач управління постачанням ресурсів на підприємстві для заданих умов витрачання в заданий період часу.

Отримані моделі дозволяють оперативно знаходити оптимальне рішення за допомогою відомих програмних засобів персонального комп'ютера, що сприяє застосуванню їх в практичній роботі по підвищенню ефективності управління підприємствами та прийняттю обґрунтованих рішень.

**ПЕРШИЙ ДОСВІД СТВОРЕННЯ ОСОБИСТИХ
САЙТІВ СТУДЕНТАМИ ХНТУСГ ІМ. П.Василенка
Мегель Ю.Є., Вітковський Ю.П., Чалий І.В., Чала О.І.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені П. Василенка*

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

Ця доповідь є логічним продовженням попередньої публікації [1], в якій пропонувалося в якості одного з центральних елементів якісної крізової комп'ютерної освіти використовувати особистий сайт студента.

В рамках викладання дисципліни «Комп'ютерні мережі, телекомунікації та інформаційна безпека» для студентів однієї з груп інституту переробних і харчових виробництв університету була поставлена задача створити протягом семестру такий сайт. Всі 15 студентів групи впоралися з цим завданням, хоча якість створених ресурсів була доволі різною. Були створені як скромні за дизайном та наповненням сайти, так і яскраві, інформаційно насичені ресурси. Переважна більшість студентів вибрала для створення сайту безкоштовний веб-сервіс uCoz (на другому місці за популярністю «Google sites»). uCoz — це безкоштовний і доволі популярний в Україні веб-хостинг з вбудованою зручною системою керування сайтом. Перший аналіз створення і використання особистих сайтів студентів виявив як очевидні здобутки так і деякі проблеми в цій роботі. При роботі над сайтами між студентами розгорнулося неформальне змагання за те, чий ресурс можливо вважати кращим (у молоді сучасні Internet-технології дуже популярні). Робота над наповненням контенту сайту, його дизайном сприяла розвитку студента як особистості, спонукала поглиблювати свої професійні знання та покращувати навички роботи. В подальшому студент разом з отриманням знань з інших дисциплін, перш за все професійного спрямування, буде творчо доповнювати контент свого сайту відповідними матеріалами. Але вже і зараз кожен сайт має окремий розділ, який непогано наповнений різноманітними матеріалами, пов'язаними з майбутньою професією студента. Безумовно є і багато проблем. По-перше це надокучлива реклама - звичайна справа для безкоштовного хостінгу. Крім того час підтримки створеного сайту, якщо він не відвідується доволі короткий. Треба забезпечити спадковість з боку викладачів інших дисциплін в використанні сайтів в подальшому. Тут треба співпрацювати перш за все з випускаючою кафедрою. Отже можливо зробити висновок, що перший досвід створення особистих сайтів студентів хоча і виявив ряд проблем, був вдалий і посприяв готовності майбутнього фахівця до професійної діяльності.

Література:

1. Особистий сайт студента – як центр крізової та комплексної підготовки майбутнього фахівця / Мегель Ю.Є., Коваленко С.М., Данілко І.В., Чалий І.В. // Матеріали XXI міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2013). - Харків: НТУ «Харківський політехнічний інститут», 2013.

ПЕРЕНАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Мещанінов М.Д.

*Національний технічний університет
«Харківськи політехнічний університет», м. Харків*

Високовольтні мережі є невід'ємною частиною енергетики України. Різноманітність схемних рішень, що використовуються при проектуванні ускладнює прогнозування поведінки процесів в мережі при комутацій. На відмінно від інших причин відмов електричних систем саме електричні перенапруги різного характеру є найбільш важко прогнозованими, а тому потребують підвищеної уваги.

Наслідками внутрішніх перенапруг в мережах 6 – 35 кВ, що виникають при різних видах електромагнітних перехідних процесів (дугових, ферорезонансних, комутаційних) є 5 – 8% аварій на високовольтних електричних двигунах в мережах власних потреб. При дугових замиканнях на землю та ферорезонансних процесах 6 – 8% встановлених трансформаторів напруги та близько 0,7% силових трансформаторів виходять з ладу.

Не менш небезпечними для обладнання є грозові перенапруги. Якщо комутаційні більше пов'язані з діями людини, та можуть виникати як наслідок зміни семи мережі, то грозові перенапруги виникають непередбачувано та можуть завдати удару по майже усім пристроям та їх частинам в електроенергетичному господарстві. Захист від удару блискавки в є надзвичайно важливою частиною сьогоденних електричних мереж, але нажалі при його проектуванні допускає вірогідність потрапляння прямого удару блискавки хоч і з низькою вірогідністю. Пристрої захисту від перенапруг постійно вдосконалюються, але розрахунки згідно яких вибирається таке обладнання роблять багато припущень та інколи не враховують важливі аспекти

Все це говорить про необхідність усестороннього дослідження перенапруг в електричних мережах, вдосконалення сучасних методів розрахунку перехідних процесів та вибору обладнання. Розробки більш діючих методів захисту обладнання.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРОВО-ПРОСОЧЕНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Москвітін Є.С., Делюрман Д.С.

Національний технічний університет

«Харківськи політехнічний університет», м. Харків

Експериментальні та теоретичні дослідження виявили, що електричних та теплових розрахунків недостатньо для визначення товщини та габаритних розмірів ізоляції в кабелях з паперово-просоченою ізоляцією. На практиці виявляється, що ізоляція, яка вірно розрахована за електричними параметрами, має не вірне розрахування залишкового ресурсу.

Причиною прорахунку залишкового ресурсу ізоляції є те, що при тепловому та електричному розрахунку кабелю, використовують модель ідеально нової конструкції без урахування подальшого старіння ізоляції, а також фізичних та хімічних процесів, які відбуваються в ізоляції протягом її використання.

На прикладі трифазних кабелів з паперово-просоченою ізоляцією виявляється, що при розрахунку електричних полів та запасу міцності потрібно збільшувати товщину фазної ізоляції, а поясну ізоляцію кабелю можна зменшити. За розрахунками поля напруженість електричного поля на проміжку фаза-оболонка менша ніж на проміжку фаза-фаза, але на практиці більшість електричних пробіїв ізоляції відбувається саме на проміжку фаза-оболонка. Це пов'язано з тим, що розрахунки ізоляції ведуться за методами прийнятними для розрахунку сухої або пластмасової ізоляції, хоча паперово-просочена ізоляція має конвективне середовище без жорстких розділень на фазну та поясну ізоляції. Просочувальний компаунд в ізоляції кабелів і трансформаторів конвективно може мігрувати з близьких та далеких від струмопровідних жил шарів. Практичні дослідження виявили, що на практиці потрібно покращувати ізоляцію розташовану далеко від струмопровідних частин, саме туди конвективно виділяються продукти розкладання ізоляції. Продукти розкладання паперово-просоченої ізоляції це: закиси вуглецю (СО або СО₂), вуглеводні групи (СН, СН₂), гідроксильні групи (ОН) та вода (Н₂О). Як правило продукти розкладання ізоляції мають дуже маленькі молекулярні групи та як правило газоподібний стан, в процесі нагріву струмопровідними частинами кабелів та трансформаторів спрямовуються від більш нагрітих частин біля жили до менш нагрітих. У випадку трифазних кабелів з паперово-просоченою ізоляцією ці продукти розкладання спрямовуються до поясної ізоляції.

Продукти розкладання паперово-просоченою ізоляції, а саме вода та гідроксильні групи згубливо впливають на молекулярну структуру руйнуючи молекулу целюлози, з подальшим виділенням продуктів розкладання. Саме тому потрібно використовувати найбільш якісну ізоляцію не в областях високої температури та струмопровідних елементів, а в областях з меншими температурами.

РАСЧЕТ ВЗАИМНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВУХ ВЗАИМОВЛИЯЮЩИХ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ

Нижевский И.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На примере двух заземлителей, обтекаемых одинаковым током от источника (U, I) в последовательной цепи (рис. 1), рассмотрим варианты схемы замещения.

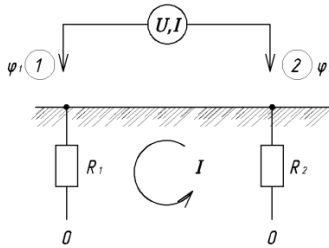


Рисунок 1

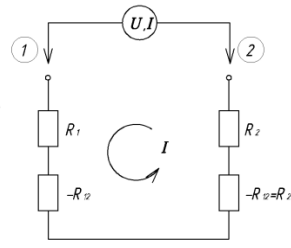


Рисунок 2

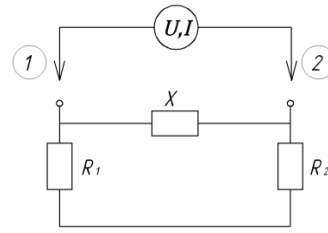


Рисунок 3

Следуя электростатической аналогии и уравнениям Максвелла, имеем

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= IR_1 - IR_{12} \\ \varphi_2 &= -IR_{12} + IR_2 \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

На основании уравнений (2) можем записать

$$\varphi_1 + \varphi_2 = U = I(R_1 - R_{12} + R_2 - R_{12}) = I(R_1 + R_2 - 2R_{12}) = IR_{\text{экв}}. \quad (2)$$

Соответствующая уравнению (2) схема замещения получает вид (рис. 2), которая пригодна для математического моделирования, но не для модели физической из-за наличия отрицательных сопротивлений R_{12} . Физический аналог для схемы на рис. 2 представим в виде схемы по рис. 3.

По равенству входных сопротивлений схем рис. 2 и рис. 3 имеем:

$$R_1 + R_2 - 2R_{12} = \frac{(R_1 + R_2)x}{R_1 + R_2 + x}. \quad (3)$$

После компоновки слагаемых получим

$$2xR_{12} = (R_1 + R_2)^2 - 2R_{12}(R_1 + R_2), \quad (4)$$

а отсюда находим

$$x = \frac{(R_1 + R_2)^2}{2R_{12}} - R_1 - R_2, \quad (5)$$

или получаем связь между сопротивлениями R_{12} (см. формулу (4)) и x :

$$R_{12} = \frac{(R_1 + R_2)^2}{2(R_1 + R_2 + x)}. \quad (6)$$

В итоге получаем, что взаимное сопротивление R_{12} меньше меньшего из сопротивлений R_1 или R_2 и $x > 0$. Использование модели по рис. 2 при расчётах для нахождения величины x с учётом выражения (5) даёт возможность определения взаимного сопротивления R_{12} ; учёт влияния R_{12} (с соответствующим знаком) должен выполняться согласно рис. 2. Измерения при двух заземлителях (см. рис. 1) путём ввода источника (U, I) не позволяют расшифровать значения сопротивлений R_1, R_2 и R_{12} , а также потенциалов φ_1 и φ_2 .

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ВАННА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Нижевский И.В., Нижевский В.И., Иноятв Бехруз, Насриддини Саид
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

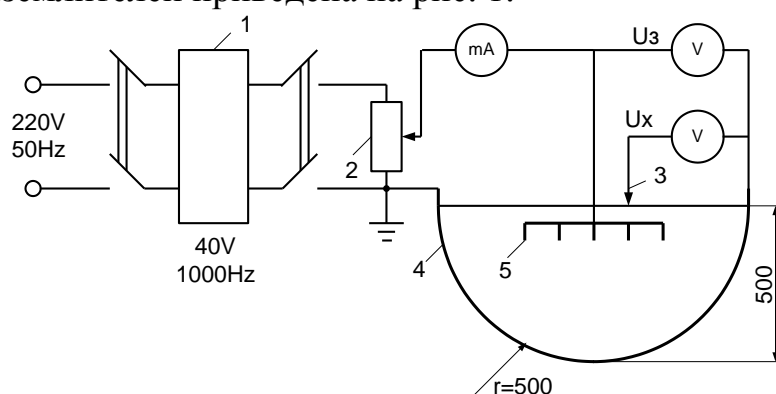
Электролитическая ванна (ЭВ) кафедры "Передача электрической энергии" НТУ «ХПИ» имеет форму полусферы диаметром 1.0 м, что позволяет устранить погрешность моделирования из-за несовпадения эквипотенциальных поверхностей заземлителей, имеющих на некотором расстоянии от заземлителей любой конфигурации полусферическую форму, и стенок ванны. Так как теоретически поле заземлителя простирается до бесконечности, а ЭВ имеет конечные размеры, при исследованиях будет иметь место погрешность моделирования, которую можно считать незначительной, если максимальные размеры исследуемых элементов будут в 4...5 раз меньше диаметра ванны, т.е. в данном случае не превысят 0,25...0,2 м. Однако при исследованиях сложных и больших заземляющих устройств соблюдение указанного условия приводит к слишком малым размерам модели, что резко снижает точность модельных экспериментов. Поэтому при исследованиях приходится выполнять модель заземляющего устройства большего масштаба и учитывать поправку на конечные размеры ванны.

ЭВ заполняется водой (электролитом), имитирующей однородный грунт. При этом необходимо считаться с погрешностями, связанными с изменением удельного сопротивления электролита (например, изменение температуры окружающей среды на 1°C вызывает изменение удельного сопротивления воды не менее чем на 2%), его испарением и т.д. Все эти погрешности тем меньше, чем короче время эксперимента. При моделировании в ЭВ обращалось внимание на устранение влияния эффекта поляризации, для чего правильно выбрано сочетание электролит–электрод, частота и плотность измерительного тока. Наиболее применимым для практических целей сочетанием электролит–электрод является водопроводная вода с примесью медного купороса – медь. Для питания модельной установки использован переменный ток частотой 1000 Гц. При такой частоте тока поляризационный эффект, заключающийся в образовании на поверхности электродов газообразного слоя, создающего падение напряжения и искажение поля, можно с допустимой для практических целей точностью не учитывать. Значение питающего тока должно быть достаточным для обеспечения удовлетворительного соотношения полезный сигнал–помехи, но в то же время не вызывать заметного прогрева электролита. В зависимости от площади поверхности исследуемых моделей значение тока лежит в пределах от 0,05 до 0,2 А. Учитывая неблагоприятные с точки зрения электробезопасности условия работы на модельной установке (большая влажность, наличие электролита и др.), значение питающего установку напряжения ограничивается уровнем 3...10 В.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ВАННЕ

Нижевский И.В., Нижевский В.И., Иноятв Бехруз, Насриддини Саид
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Измерение сопротивления модели заземлителя в ванне производилось по схеме амперметра–вольтметра. При измерениях электрического поля на поверхности электролита стремились к тому, чтобы влияние измерительных зондов на картину распределения потенциалов и измеряемое поле было минимальным. В качестве зонда в установке используется латунная проволока, погружаемая в электролит на 0,5...1 мм. Схема модельной установки для исследования заземлителей приведена на рис. 1.



1 – генератор; 2 – регулируемый резистор; 3 – измерительный зонд;
4 – электролитическая ванна; 5 – модель заземлителя; U_3 – потенциал модели заземлителя; U_x – потенциал исследуемой точки поля заземлителя
Рисунок 1 – Схема модельной установки

Расчеты электрического поля показали, что в такой ванне можно исследовать модели заземлителей площадью не только 0,25x0,25 м, но и 0,5x0,5 м. Однако при этом следует учесть поправки на конечные размеры ванны, стенки которой не являются поверхностью нулевого потенциала. Сопротивление модели заземлителя в бесконечной полупроводящей среде составляет:

$$R=R_{\text{изм}}+\Delta R, \quad (1)$$

где $R_{\text{изм}}$ – измеряемое в ванне сопротивление модели по отношению к ее стенкам; $\Delta R=\rho/2\pi r$ – поправка на конечные размеры ванны радиусом $r=0,5$ м, равная ее сопротивлению в электролите с удельным сопротивлением ρ .

Потенциал рассматриваемой точки электрического поля модели заземлителя в бесконечной среде, т. е. относительно зоны нулевого потенциала:

$$U_x=U_{x \text{ изм}}+\Delta U, \quad (2)$$

где $U_{x \text{ изм}}$ – измеряемое напряжение между точкой x и стенкой ванны; $\Delta U=I\Delta R$ – падение напряжения от стенок ванны до зоны нулевого потенциала.

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Омельяненко Г.В., Доршей Ю.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На сегодняшний день железнодорожный транспорт является одной из наиболее энергоемких отраслей экономики Украины. Потребление только электроэнергии составляет порядка 4,7% от общего объема. Поэтому цена вопроса энергосбережения очень высока, с учетом постоянного роста полигона электрифицированных линий и роста цен на электроэнергию.

В связи с этим на первое место выходит вопрос внедрения новых технологий:

во-первых, это технологии совершенствования электротяговых систем, позволяющих обеспечить и требуемую грузонапряженность, и скоростное движение, и снижение энергопотребления в эксплуатации;

во-вторых, это реализация управляемого электропотребления, которое непосредственно связано с созданием автоматизированных коммерческих систем учета и энергооптимального процесса перевозок.

Существенную роль в энергосберегающих технологиях играют режимы работы систем электрической тяги и внешнего электроснабжения, перетоки мощности и качество электроэнергии, оптимизация мощностного ряда тяговых подстанций.

Установлено, что при изменяющихся грузопотоках и больших перетоках энергии экономически выгодными для железных дорог являются консольные схемы питания. Удерживать на длинных консолях требуемый уровень напряжения позволяет система электрической тяги ЭУП – 27,5 кВ. Если же для энергосистем экономически оправданными являются сложно-замкнутые сети (распределение активных и реактивных нагрузок экономичнее при сохранении перетока по сети), то необходимо вводить дифференцированные тарифы при транзите мощности по тяговым сетям.

Эффективным средством снижения оплаты за электроэнергию является высокотехнологичный коммерческий учет электроэнергии на базе современных высокоточных электронных счетчиков, а также серверов и преобразующих модемов. Это позволит создать современную 4-х уровневую систему автоматического учета электроэнергии.

В целом система коммерческого учета позволяет увидеть реальное потребление электрической энергии на всех участках деятельности железнодорожного транспорта. Таким образом, управляя этим процессом, можно не только существенно снизить стоимость покупаемой электроэнергии, но и обеспечить уменьшение потребления как в эксплуатационной деятельности, так и в тяговом электроснабжении.

ВИБІР КОМПЕНСУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Омеляненко Г.В., Єршов А.С.

*Національний технічний університет
«Харківській політехнічний інститут», м. Харків*

Найбільш ефективним способом зниження втрат активної потужності, електроенергії та втрат напруги в електричних мережах є установка компенсуючих пристроїв у споживачів. Оптимальне рішення відповідної проблеми не тільки створює можливість існування максимальних режимів роботи електричних систем за рахунок забезпечення балансу реактивної потужності як за системою в цілому, так і в окремих її вузлах, а й істотно додатково зменшує всі перераховані втрати, а також приведені витрати на спорудження та експлуатацію мереж. Така оптимізаційна ефективність не вимагає додаткових капіталовкладень, досягається за рахунок методичних вдосконалень і впровадження раціонального організаційного механізму реалізації теоретичних рішень і тому надзвичайно практична і актуальна, особливо на сучасній стадії розвитку електроенергетики в країні, при дефіциті генеруючих потужностей, що все більше відчувається і досить низьких рівнях напруги в енергосистемах.

Дослідження останніх років у розглянутій області, що використовують удосконалені методи і обчислювальну техніку третього покоління, встановили істотно ширші в цьому плані можливості КРП, ніж це досі передбачалося. Було встановлено, що збитки в енергосистемах і розподільних мережах від незнання всіх особливостей проблеми значно перевищують витрати і зусилля на придбання знань і організацію раціонального управління розміщенням компенсуючих пристроїв.

Проблема вибору компенсуючих пристроїв споживачів є класичним прикладом багаторівневої ієрархічної системи. При цьому досить різноманітні по конфігурації і великі за потужністю окремі підсистеми енергосистеми (наприклад, системи електропостачання промислових підприємств середньої та великої потужності, електричні мережі міст, системи тягового електропостачання) можуть бути також віднесені до великих, добре структурованих систем, хоча і з неповно і не цілком вірогідною заданою інформацією. З'явилася необхідність структурного опису проблеми КРП в самих різних напрямках і з різних позицій.

Саме тому аналіз сучасного стану проблеми слід вести з позиції її попереднього морфологічного, функціонального та інформаційного опису, оскільки опис проблем має багато спільного з описом систем (з позиції системотехніки).

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА УКРАЇНІ

Омеляненко Г.В., Королев Д.А.

Національний технічний університет

«Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Для енергозбереження характерна висока економічна ефективність. Витрати на тонну умовного палива, отриманого за рахунок енергозбереження, в декілька разів менші за витрати на його видобуток чи купівлю. Тому в умовах України підвищення енергоефективності та енергозбереження стає стратегічною лінією розвитку економіки та соціальної сфери на найближчу та подальшу перспективу.

Саме по такому шляху пішли промислово розвинуті країни, а кращих успіхів в підвищенні ефективності досягли найбільш енергодефіцитні з них (Японія, Італія та ін.). Основні стратегічні напрямки підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження полягають в структурно-технологічній перебудові економіки країни та в створенні адміністративних, нормативно-правових та економічних механізмів, що сприяють підвищенню енергоефективності та енергозбереженню.

Структурно-технологічна перебудова економіки країни в цілому, її окремих галузей, підприємств та технологічних процесів передбачає виведення з роботи морально застарілого та фізично зношеного устаткування, припинення випуску неефективної (з точки зору енерговикористання) продукції і впровадження новітніх технологій, обладнання та побутових приладів.

Головним фактором технологічної перебудови економіки на сьогодні є припинення випуску неконкурентоздатної продукції, виведення з роботи неефективного обладнання та технологій.

Для забезпечення надійного і безперебійного енергопостачання народного господарства України необхідно активніше здійснювати структурно-технологічну перебудову народного господарства, нарощувати обсяг власного видобутку палива /в першу чергу вугілля/, залучити до користування нетрадиційні джерела енергії і види палива, переходити до більш широкого використання вугілля, підвищувати надійність АЕС і розвивати атомну енергетику, активізувати енергозберігаючу політику, розширювати коло постачальників нафти і природного газу. При цьому активізація енергозбереження і залучення нетрадиційних джерел енергії і палива повинно бути направлено на зменшення, в першу чергу, споживання природного газу. Здійснення зазначених заходів дозволить зменшити енергетичну залежність України.

ПРИМЕНЕНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ТОКА

Пиротти А.Е.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Коммутационные ограничители тока – это токоограничивающие устройства для систем с номинальным напряжением от 2,8 кВ до 38 кВ и номинальными токами до 5000 А. Обычно в системах электроснабжения с такими токами для ограничения токов короткого замыкания (КЗ) применяются токоограничивающие реакторы. Однако бывают случаи, когда уровень токов КЗ увеличивается, вследствие чего предприятию, чтобы удовлетворить новым условиям работы, приходится менять оборудование распределительного устройства (РУ). При этом налицо огромные минусы: если модернизация РУ приводит к большим капиталовложениям, то применение реакторов ведет к потерям напряжения и всем вытекающим отсюда негативным последствиям.

Также на напряжение 3–35 кВ и номинальные токи до 315 А широко применяются плавкие предохранители. Но и они имеют ряд серьезных недостатков. Как известно, плавкая вставка определяет надежность и селективность предохранителя. При этом несовершенство конструкции вставки приводит к изменению времятоковых характеристик предохранителя и, как следствие, создает возможность повреждения вставки различными токами перегрузки. Кроме того, отключение цепи плавкими предохранителями обычно связано с перенапряжением, иногда возможно однофазное отключение. В нормальном режиме ток течет по медной шине. При возникновении КЗ срабатывают электронные логические схемы, которые включают разъединительное устройство, рвущее шину на несколько участков. Таким образом, возникают многократные промежутки, и ток перебрасывается на параллельно подключенный предохранительный элемент. Предохранитель начинает плавиться, обеспечивая ограничение по току в пределах первого полупериода тока КЗ и до первого пика. Главные принципы устройства и применения коммутационных ограничителей тока – это, с одной стороны, использование преимуществ плавких предохранителей, а с другой – устранение негативных последствий применения реакторов и экономия вследствие отказа от модернизации РУ. Коммутационные ограничители тока могут устанавливаться параллельно токоограничивающим реакторам, последовательно с выключателями или отдельно. В современной западной промышленности коммутационные ограничители тока используются в схемах питания заводов самых различных отраслей промышленности: черной и цветной металлургии, нефтехимии и даже на АЭС. Эти электротехнические устройства давно хорошо зарекомендовали себя на предприятиях таких промышленных гигантов, как SHELL, Ford Motor Company, IBM и многие другие. В качестве широко используемых за рубежом образцов коммутационных ограничителей тока можно назвать CLiP (на токи до 5000 А) и PAF (на токи до 600 А).

К ВОПРОСУ О ВИХРЕВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ

Пискурев М.Ф.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Занимаясь своей будущей электромагнитной теорией, Максвелл никак не мог найти переносчика взаимодействия между переменным магнитным потоком и индуцируемой в катушке электродвижущей силы. После долгих раздумий и колебаний он искусственно ввел в свою теорию понятие «вихревого электрического поля», снабдив его свойствами, удовлетворяющими опытам Фарадея. Таким образом, Максвелл подобрал решение под заранее известный ответ. И вот уже более 150 лет это решение считается единственно верным. Да, вихревое электрическое поле может наводить ЭДС в замкнутых контурах, а точнее, вызывать появление токов в этих контурах, но никаких ЭДС это поле не может наводить в неподвижном проводнике. То есть складывается впечатление, что переменное магнитное поле не действует на заряды неподвижного проводника.

Поэтому в теоретической электротехнике понятие «взаимоиндукции проводников» отсутствует, хотя имеется понятие «взаимоиндукции контуров». На самом деле магнитное поле наводит в неподвижном проводнике ЭДС. Подтверждением этого является взаимная индукция между проводниками, по которым протекает электрический ток.

Появление электродвижущей силы в проводнике или контуре под действием переменного магнитного поля можно объяснить действием известной силы Лоренца. Именно эта сила смещает электроны в проводнике или контуре к одному из зажимов, создавая ЭДС.

Но, как известно, сила Лоренца возникает только в том случае, если проводник перемещается в магнитном поле. Так как переменное магнитное поле считается неподвижным в пространстве, а изменяется только по величине, то проводник относительно поля принято считать неподвижным. И, следовательно, сила Лоренца отсутствует.

Условием наведения ЭДС под действием силы Лоренца является способность переменного магнитного поля расширяться от точки его генерации при увеличении поля или сужаться к точке генерации при уменьшении поля. Поочередно расширяясь и сужаясь магнитное поле пересекает проводник в том или другом направлении и наводит в нем переменную ЭДС.

Очевидность этого утверждения можно подтвердить простым опытом. Возьмем магнитопровод с обмоткой и прорезью и вставим в эту прорезь прямоугольный контур. Включив переменный ток в обмотке, измерим ток в контуре, который зависит от скорости изменения потока и площади контура. Затем возьмем магнитопровод с той же площадью сечения, при этом он вдвое уже и вдвое длиннее и повторим опыт. Так как поток поля через контур не изменился, ток в контуре должен быть таким же, как в первом опыте. На самом деле ток уменьшится в два раза.

КОМПЕНСАЦИЯ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ТОКОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Поддубная Е.Т.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При наличии несимметрии напряжений и токов фаз в трехфазных электрических сетях возникает ряд нежелательных явлений, ухудшаются технико-экономические показатели работы этих сетей. Значение приобретают вопросы разработки и исследования методов коррекции режимов, позволяющих повысить экономичность мероприятий по нормализации показателей качества электроэнергии при обеспечении оптимального функционирования всей системы электроснабжения в целом. Обзор научных публикаций по выбранной тематике показал, что эти вопросы либо не решены, либо разработаны недостаточно. Поэтому тематику моделирования, анализа и устранения последствий несимметричных режимов следует признать актуальной. Основной целью дипломной является анализ основных закономерностей в последствиях несимметричных режимов для СЭС и разработка способов и средств для устранения или ограничений проявлений этих последствий.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

1. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании систем электроснабжения с несимметричными нагрузками;
2. Результаты дипломной работы используются в учебном процессе в УИР, дипломном проектировании, магистерских работах.

На основе теории симметрирования режимов несимметричных нагрузок разработана методика определения параметров симметрирующего устройства, которое фильтрует токи обратной и нулевой последовательностей и, тем самым, обеспечивает на нагрузке режим симметричного напряжения в неполнофазном режиме СЭС. Проведенный обзор и анализ литературы позволяет сделать следующие выводы:

1. Проблема несимметрии имеет глобальный характер и важное практическое значение.
2. Несимметрия напряжений является одним из важнейших показателей качества электроэнергии, в значительной мере определяющим экономичность и надежность электроснабжения
3. Вопросы допустимых несимметричных нагрузок и оптимизации расчетов неполнофазных режимов нуждаются в существенной доработке.

Литература:

1. Мельников Н.А., Тимофеев Д.В. Приближенное определение несимметричного режима. Промышленная энергетика. 1972. №4. с. 35-38
2. Петров Г.Н. Электрические машины. М.: Госэнергоиздат. - 1963. - ч. 2 — 413с.

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ІНЖЕНЕРІВ-ЕЛЕКТРИКІВ В УМОВАХ КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДУ

Рудевіч Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Інтеграція системи освіти України до Болонського процесу вимагає переходу від знаннєвої парадигми освіти до діяльнїсної, орієнтованої на актуальні і затребувані життям результати навчання, що може бути реалізовано за допомогою компетентнїсного підходу. Завданням кожної кафедри є впровадження компетентнїсного підходу в навчальний процес, а саме ідеєю компетентнїсного підходу повинні бути пронизані всі елементи освіти: цілі освіти, зміст освіти, методи і засоби отримання освіти, форми організації, суб'єкти та об'єкти освітнього процесу, результати освіти. Результати освіти визначають всі інші елементи навчання, тому першочерговим завданням при впровадженні компетентнїсного підходу в навчальний процес є визначення набору професійних компетентностей майбутнього фахівця, які є складовими інтегральної професійної компетентності. Згідно з Законом України «Про вищу освіту» «компетентність – динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність...». Компетентності інженера-електрика визначаються його виробничими функціями, які він повинен реалізовувати у своїй професійній діяльності. Для визначення переліку та змісту професійних компетентностей в якості основоположного документу доцільно прийняти розроблений професійний стандарт на професійну назву роботи «Інженер-електрик в енергетичній сфері енергопостачальної компанії», в якому наведені інтегровані трудові функції та відповідні ним кваліфікаційні вимоги, а саме перелік необхідних здатностей, критерії оцінювання необхідних вмінь і навичок, знань і розумінь за п'яти найбільш типовими видами інженерної та одному виду не інженерної діяльності, що відносяться до первинних посад. В контексті компетентнїсного підходу професійна підготовка до майбутньої діяльності повинна включати і формування професійно важливих якостей особистості. Сукупність таких властивостей служать успішному виконанню професійної діяльності, ефективному вирішенню професійних завдань, особистісно-професійному зростанню і вдосконаленню. Для кожного виду діяльності набір професійно важливих якостей може бути досить специфічний, тому доцільно в межах кожної компетентності інженера-електрика визначити найбільш важливі види робіт, виділити професійні дії та відповідно до них визначити професійно важливі якості, що необхідні при виконанні професійних завдань.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Рябінін С.О., Гурін А.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Лабораторна установка призначена для вимірювання опору високоомних резисторів, а також об'ємного питомого і поверхневого опорів зразків ізоляційних матеріалів електроенергетичного обладнання в лабораторних умовах.

Для вимірювання питомого та поверхневого опорів ізоляційних матеріалів прилад комплектується вимірювальною контактною групою.

Управління установкою здійснюється за допомогою клавіатури, розташованої на лицьовій панелі, а виведення результатів вимірювань здійснюється на графічний рідкокристалічний дисплей вольтметра.

Прилад забезпечує проведення вимірювань опору в діапазоні від 10^9 до 10^{14} Ом з використанням випробувальної напруги 1000 В. Межа допустимої відносної похибки становить не більше $\pm 10\%$.

На розробленому стенді проведені дослідження динаміки зміни значення питомого поверхневого опору ПВХ пластикату И40-13 кабельного виробу після нагріву.

Під час досліджень було виявлено залежності поверхневого та об'ємного опорів від температури. Під час нагрівання зразка відбувається різке падіння опору з мінімумом при температурі у 50°C . Після чого відбувається поступове збільшення опору.

Різке падіння опору можливо обумовлене витісненням вологи на поверхню діелектрика, що призводить до підвищення електропровідності. Під час подальшого нагрівання починається випаровування вологи з поверхні діелектрика, що й призводить до поступового зростання опору.

Наявність в ПВХ пластикаті різних пластифікаторів робить залежність механічних, електричних та інших характеристик від температури більш вираженою і складною, ніж полівінілхлоридної смоли. Зниження питомого об'ємного електричного опору ПВХ пластикату різних рецептур при підвищенні температури враховано в стандарті і контролюється за 20 і 70°C .

Оскільки з підвищенням температури різко зростають значення $\text{tg}\delta$, ПВХ пластикат неможливо широко застосовувати у високовольтних силових кабелях на напругу більше 10 кВ і в якості ізоляції в кабелях зв'язку.

КОМПЕНСАЦІЯ ВИЩИХ ГАРМОНІК СТРУМІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Святенко Е.С., Сіротін Ю.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Виникнення вищих гармонік в електричних мережах є важливою частиною проблеми якості електричної енергії. Її значення почало зростати протягом останніх 10–15 років у зв'язку зі стрімким розвитком нових технологій, що призвели, з одного боку, до росту електроспоживання електроприймачами, які вносять спотворення в мережу (перетворювальні установки, дугові сталеплавильні печі тощо), а з іншого – до широкого розповсюдження електронних систем автоматичного керування технологічними процесами, чутливих до спотворень [1].

Дослідити аномальні процеси, які відбуваються в низьковольтних електричних мережах з нелінійними споживачами щоб з'ясувати основні причини виникнення гармонійних спотворень, проаналізувати вплив вищих гармонік на стан електроустановок, дати оцінку наслідкам такого впливу та запропонувати методи покращення стану для кожного конкретного споживача електричної енергії середньої та великої потужності.

Як і багато інших форм спотворень, гармоніки впливають на всі види електричного обладнання. Достатньо точні результати можна отримати при вимірюванні гармонік до 30-го порядку. Підприємства-постачальники електричної енергії контролюють вміст 3, 5, 7, 11 та 13-ої гармонік у мережах живлення. В цілому, достатнім є усунення гармонік нижчих порядків (до 13-го). При більш ретельному контролі враховуються гармоніки до 25-ої включно. Основним кількісним показником впливу спотворень, викликаних гармоніками на електроустановки є коефіцієнт не синусоїдної напруги [2].

Основними джерелами гармонік струму в даний час є некеровані та керовані випрямлячі й інвертори з фазовим керуванням.

Основними формами впливу вищих гармонік на системи електропостачання є: а) збільшення струмів і напруг гармонік внаслідок паралельного та послідовного резонансів; б) зниження ефективності процесів генерації, передачі та використання електроенергії; в) старіння ізоляції електрообладнання та скорочення внаслідок цього терміну його служби; г) помилкова робота обладнання.

Література:

1. Руководство по устройству электроустановок 2009 // Техническая коллекция Schneider Electric. – Вып. 1. – 2009. – 469 с. [Електронна версія]. – Режим доступу : <http://www.schneider-electric.ru>.
2. Жаркін А.Ф. Електромагнітна сумісність в низьковольтних електричних мережах з нелінійними споживачами : автореф. дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.14.02 «Електричні станції, мережі і системи»/ А.Ф. Жаркін. – К., 2004. – 32 с.

**ОЦІНКА ТІСНОТИ СТАТИСТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ
ІЗОЛЯЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВВОДІВ
СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Сердюкова Г.М., Загайнова О.А., Карачов О.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Статистичний аналіз залежностей було проведено між терміном експлуатації та наступними параметрами: тангенсом діелектричних втрат, який виміряне при напрузі 10 та 3 кВ; ємністю, яку виміряне при напрузі 10 та 3 кВ, опором, виміряним при 10 кВ. В якості вхідних даних використовувались результати періодичного контролю стану трансформаторних вводів Харківської області та інших, загальним об'ємом 2995 вибірових значень. Результати розрахунків приведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків тісноти статистичного зв'язку між ізоляційними характеристиками маслонаповнених високовольтних вводів силових трансформаторів

Ізоляційні характеристики		Коефіцієнт парної кореляції, нижня та верхня границі довіреного інтервалу			Кореляційні відношення	
		r_H	ρ	r_B	$\eta_{x_1 \cdot x_2}$	$\eta_{x_2 \cdot x_1}$
$tg \delta_{10}$	1	0,316	0,483	0,621	0,85	0,859
	2	0,21	0,436	0,618	0,946	0,928
	3	0,523	0,682	0,795	0,924	0,928
	4	0,256	0,422	0,563	0,753	0,883
	5	0,441	0,585	0,7	0,76	0,959
	6	0,461	0,633	0,760	0,866	0,958
	7	0,41	0,625	0,775	0,845	0,896
$tg \delta_3$	1	0,367	0,471	0,562	0,811	0,789
	2	0,203	0,417	0,592	0,819	0,643
	3	0,309	0,423	0,525	0,77	0,929
	4	0,177	0,387	0,563	0,808	0,662
C_{10}	1	0,283	0,364	0,439	0,909	0,859
	2	0,117	0,35	0,522	0,824	0,885
C_3	1	0,19	0,343	0,479	0,917	0,843
	2	0,11	0,311	0,578	0,791	0,753
	3	0,25	0,45	0,613	0,917	0,858
	4	0,282	0,444	0,581	0,891	0,702
R_{10}	1	-0,218	-0,127	-0,034	0,681	0,993
	2	-0,454	-0,309	-0,149	0,911	0,911

Висновок. Зрівняльний аналіз значення коефіцієнта парної кореляції і кореляційних відношень вказує, що залежність між тангенсом діелектричних втрат, який виміряне при 10 та 3 кВ, ємності, яка виміряна при 10 та 3 кВ та терміном експлуатації є значущою.

КОМПЕНСАЦІЯ ВИЩИХ ГАРМОНІК ТА НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Сирцов В.Д., Сіротін Ю.Ю.

Національний технічний університет

«Харківській політехнічний інститут», м. Харків

На сьогодні можна констатувати широке використання різноманітних електронних пристроїв як для багатофункціонального промислового, так і для інформаційного призначення. Однак електронні пристрої є критичними не тільки до якості електроенергії, але й перервами в електроживленні. Вони можуть виходити з ладу, коли спотворення сигналів складає навіть лише частки мілісекунд. Оскільки такі спотворення не є критичними для більшості загальнопромислових електроприймачів, то увага до швидкоплинних спотворюючих сигналів почала приділятися лише з поширенням останнім часом різних класів високоінтегрованих систем з електронними пристроями. Як наслідок, виділився клас систем гарантованого електропостачання (СГЕ) – системи електропостачання, елементами котрих є група електроприймачів I категорії (згідно ПУЕ), які є критичними щодо надійності електропостачання. Забезпечення ефективної роботи таких систем є актуальною проблемою.

Характерна риса сучасних СГЕ – наявність у них різних типів перетворювального обладнання та нелінійних нестационарних елементів. Ці елементи обумовлюють наявність у системах вищих гармонічних складових у спектрі струму та напруги, а також несиметрію та неурівноваженість багатофазних сигналів. Вищі гармонічні складові в системах обумовлюють додаткове нагрівання елементів системи та втрати, функціональне порушення режимів роботи. Несиметрія та неурівноваженість у багатофазних СГЕ обумовлюються специфічними особливостями їх елементів та топології (конфігурації). Несиметрія та неурівноваженість фаз в СГЕ призводять до перетоків і рекуперації енергії не тільки між окремими елементами системи, але й окремими фазами. Основними видами перешкод, що поширюються по електромережах СГЕ, є: вищі гармоніки напруги (кратні та некратні основній частоті); несиметрія напруг, яка характеризується напругами зворотної та нульової послідовності; коливання напруги, під яким розуміють різкі та часті його зміни; короткочасні посадки (провали) та підвищення (викиди) напруги; імпульси напруги. Крім зазначених перешкод, є ще дві характеристики – відхилення напруги та частоти, значення яких залежать в основному від роботи обладнання енергосистеми. Перші три види перешкод практично постійно присутні в напрузі, їх значення з заданою достовірністю можуть бути обчислені на основі даних про структуру та режими роботи обладнання СГЕ. Джерела цих перешкод практично знаходяться в електромережах системи. Електромережі є для них передаточною ланкою, за допомогою якої вони проникають в мережі інших споживачів, які страждають від цих перешкод та висувають претензії до енергосистеми в цілому.

ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО ЕФЕКТУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РОЗШИРЕННІ ЗОНИ ДІЇ ТЕЦ

Таран Ю.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Основною ідеєю роботи є реалізація можливості розподілу теплового навантаження ХарТЕЦ- 5 у разі приєднання теплового району Павлово Поле, опалювальної котельної, до теплового району ХарТЕЦ- 5, а також очікуване при цьому скорочення питомої витрати палива.

Згідно з ідеєю дослідження відпустк тепла повинен вироблятися для двох теплових районів одночасно. У роботі пропонується така схема, при якій Харківська ТЕЦ - 5 відпускала б тепло на два райони до повного насичення енергоблоків, після чого здійснювалося б перемикання на водогрійні котли котельної теплового району Павлово Поле, а подальший відпустк тепла до теплового району ХарТЭЦ- 5 відбувався б за звичною схемою.

У роботі отриманий графік розподілу теплового навантаження, при розширенні зони дії ХарТЭЦ- 5, який припускає визначення послідовності і рівня завантаження теплоджерел залежно від температури зовнішнього повітря, що змінюється протягом опалювального і неопалювального сезону. Представлений в роботі графік відпустку тепла будувався з урахуванням поточного стану устаткування ХарТЭЦ- 5 і реальною практикою експлуатації останніми роками. На графіку визначені дві можливі крайові межі, відповідні відпуску теплової енергії: перша межа при відпуску тепла при мінімальному електричному навантаженні, друга - при максимальному електричному навантаженні. Графік також характеризується точкою перемикання, досягши значення якої включаються в роботу водогрійні котли котельної.

У практиці економічних розрахунків широко застосовуються деякі базові показники, що допомагають систематизувати аналіз розподілу теплового навантаження і оцінити роботу ТЕЦ. Тому при розгляді розподілу теплового навантаження було вирішено завдання визначення величини питомої витрати палива на вироблення теплової енергії, при розширенні зони дії ТЕЦ.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Токарев Р.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время, одним из аспектов развития электроэнергетики является, вопрос модернизации и внедрение современных технологий генерации и передачи электрической энергии электроэнергетику. Одним из возможных решений этих вопросов, является использование вольтодобавочных трансформаторов в распределительных сетях. Применение вольтодобавочных трансформаторов является одной из составляющих проекта «умные сети», способных повышать качество электроснабжения посредством применения в сетях современных устройств.

Вольтодобавочный трансформатор (ВТ) представляет собой электрический трансформатор с переменным коэффициентом трансформации, включаемый своей вторичной обмоткой последовательно в цепь вторичной обмотки другого (основного) трансформатора для регулирования или стабилизации напряжения в цепи нагрузки. Первичная обмотка (ВТ) питается через регулируемый автотрансформатор от обмотки низшего напряжения основного трансформатора. Разновидность (ВТ) – линейные трансформаторы для поперечного регулирования, позволяющие сдвигать по фазе напряжение сети, не изменяя его значения. В этом случае первичная обмотка регулируемого автотрансформатора каждой фазы включается на линейное напряжение двух др. фаз. Вследствие улучшения коэффициента мощности достигается снижение потерь напряжения (и энергии) в электрической сети.

Вольтодобавочные трансформаторы (бустеры) предназначены для повышения и стабилизации уровня напряжения в сети 0,4 кВ, а также увеличения её пропускной способности. Использование бустера актуально в случаях большой протяжённости линий электропередачи, когда установка дополнительной трансформаторной подстанции не оправдывается из-за небольшого количества потребителей, расположения в труднодоступной местности, или же в случаях, когда необходима временная установка бустера до проведения реконструкции ВЛ. Затраты на установку бустеров значительно ниже затрат на реконструкцию ЛЭП. Помимо этого, устройства способствуют более надёжной и безопасной эксплуатации ВЛ-0,4 кВ. Активное внедрение инновационных современных технологий в энергетику, приведет к интенсивному и продуктивному развитию экономики Украины.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Хоменко И.В., Лищина В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрен сравнительный анализ показателей надежности устройств релейной защиты (УРЗ) эксплуатируемых в ОЭС Украины. Основу исследований составляет проблема сопоставления показателей надежности электромеханических (ЭМ) и микропроцессорных (МП) УРЗ. Опыт эксплуатации ЭМ и МП УРЗ показывает существенное различие в определении и характере отказов этих устройств. Рассматриваемой моделью являются защиты воздушных линий электропередач напряжением 110 кВ.

При изучении проблемы уделено внимание систематизации статистического материала, анализу схем устройств релейной защиты и влиянию их элементов на показатели надежности, расчетам показателей надежности согласно ГОСТ 27.002-89, а так же моделирование аварийных процессов в сети с помощью устройства РЕЛТЕСТЕР-05.

Разработка единой модели определения показателей надежности УРЗ позволит проводить более точный сравнительный анализ этих двух типов защит, оценку влияния новых технических решений на надежность устройства в целом и влияние надежности на другие свойства релейной защиты. В частности при рассмотрении статистического материала установлено, что в ряде случаев при отказе МП УРЗ они не могут производить отключения, в то же время при отказе ЭМ УРЗ эти устройства могут выполнять свои функции, но с уменьшенными показателями быстродействия. Данное обстоятельство позволяет судить о меньшей вероятности отказа для ЭМ УРЗ. В свою очередь блокировка МП УРЗ при обнаружении неисправности позволяет уменьшить вероятность ложной работы устройства.

Немаловажную роль в определении показателей надежности играет самодиагностика. Большая степень интеграции самодиагностики позволяет снизить вероятность отказов и ложной работы устройств УРЗ. Самодиагностика в большей степени присуща МП УРЗ, что позволяет данным устройствам иметь меньшую вероятность ложной работы.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что ЭМ и МП УРЗ имеют разную природу и характеры отказов, но их надежность можно сопоставить. При этом разная природа характера отказов и реакции устройства на отказ в ЭМ и МП УРЗ позволяет судить о возможности повышения надежности их работы за счет разработки гибридных устройств.

АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ВИЩИХ ГАРМОНІК НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Черкас А.О.

*Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків*

Підвищення якості і надійності електропостачання назване в числі найважливіших науково-технічних і народногосподарських завдань. У комплекс проблем, вирішення яких необхідне для виконання вказаних задач, входить і проблема вищих гармонік. Поява її обумовлена в першу чергу прогресом в області силової перетворювальної техніки і електротехнології, що привело до широкого впровадження в промислове електропостачання потужних вентильних перетворювачів, сталеплавильних печей електродуг, зварювальних установок і інших пристроїв з істотно нелінійними вольт-амперними характеристиками. У зв'язку з цим розробкою проблеми вищих гармонік займаються фахівці з електропостачання промислових підприємств і силової перетворюючої техніки в Україні і за кордоном.

На сьогодні можна констатувати широке використання різноманітних електронних пристроїв як для багатофункціонального промислового, так і для інформаційного призначення. Однак електронні пристрої є критичними не тільки до якості електроенергії, але й перервами в електроживленні. Вони можуть виходити з ладу, коли спотворення сигналів складає навіть лише частки мілісекунд. Оскільки такі спотворення не є критичними для більшості загальнопромислових електроприймачів, то увага до швидкоплинних спотворюючих сигналів почала приділятися лише з поширенням останнім часом різних класів високоінтегрованих систем з електронними пристроями. Як наслідок, виділився клас систем гарантованого електропостачання (СГЕ) – системи електропостачання, елементами котрих є група електроприймачів І категорії (згідно ПУЕ), які є критичними щодо надійності електропостачання. Забезпечення ефективної роботи таких систем є актуальною проблемою.

Несиметрія та неурівноваженість у багатофазних СГЕ обумовлюються специфічними особливостями їх елементів та топології (конфігурації). Несиметрія та неурівноваженість фаз в СГЕ призводять до перетоків і рекуперації енергії не тільки між окремими елементами системи, але й окремими фазами. Основними видами перешкод, що поширюються по електромережах СГЕ, є: вищі гармоніки напруги (кратні та некратні основній частоті); несиметрія напруг, яка характеризується напругами зворотної та нульової послідовності; коливання напруги, під яким розуміють різкі та часті його зміни; короткочасні посадки (провали) та підвищення (викиди) напруги; імпульси напруги.

РЕАЛІЗАЦІЯ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ" ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ

Черкашина В.В., Головка О.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В Україні на даний час електричні мережі працюють за принципом (генератор - системоутворюючі електричні мережі – розподільчі електричні мережі - споживачи). Системоутворюючі мережі в більшості випадків закріплені, а розподільчі електричні мережі складаються із радіальних ліній з одностороннім живленням.

Концепція "інтелектуальної" електричної мережі пропонує інший принцип побудови. Це система генератор – лінія електропередавання – споживач. В рамках такої концепції споживач приймає участь у виробництві та перерозподілі енергії. "Інтелектуалізація" електричної мережі, пов'язана з поєднанням комплексних інструментів оцінки, контролю, моніторингу та керування, що дозволить забезпечити значно вищу продуктивність і надійність мережі та підвищення якості енергії.

На сьогодні проекти з "інтелектуальними" електричними мережами стикаються з питаннями без рішення яких їх впровадження може залишитися тільки на папері. Це питання функціональної сумісності обладнання і технічних стандартів, підвищення рівня інформаційної безпеки мереж, керування обладнанням і передавання даних, залучення споживачів електроенергії в реалізацію "інтелектуальних" електричних мереж.

Реалізація "інтелектуальних" електричних мереж відображає розвиток інноваційних технологій, розширення масштабів виробництва "високоінтелектуальної" продукції, більш інтенсивне застосування електроенергії, розвиток нових ринкових відносин з залученням в енергетику споживачів в якості активних гравців ринку (можливість продавати електроенергію, використовуючи локальні генеруючі джерела).

Завдяки реалізації "інтелектуальних" електричних мереж умови функціонування електроенергетики України доцільно охарактеризувати, як сукупність підключених до генеруючих джерел і електроустановок споживачів програмно-апаратних засобів, а також інформаційно-аналітичних і керуючих систем, що забезпечить надійну та якісну передачу електроенергії від джерела до приймача в потрібний час і в необхідній кількості.

ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЛИНИЙ С ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ

Шевченко С.Ю., Данильченко Д.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одной из основных причин аварий и нарушений в распределительных сетях являются грозовые перенапряжения на воздушных линиях (ВЛ), вызывающие импульсные перекрытия, разрушения изоляторов, приводящие к дуговым замыканиям, сопутствующим повреждениям оборудования и отключениям линий.

С началом массового применения в распределительных сетях защищенных проводов возникла необходимость принятия обязательных технических мер по их грозозащите.

Особенностью проблемы грозозащиты защищенных воздушных линий (ВЛЗ) является то, что в случае отсутствия специальных мер, при грозовом перекрытии изолятора линии, сопровождаемом пробоем твердой изоляции провода, образующаяся с большой вероятностью дуга промышленной частоты не имеет возможности перемещаться по проводу (как при голых проводах) и горит в месте пробоя изоляции до момента отключения линии. Это может привести к пережогу провода. Поскольку на линии с неизолированными проводами дуга под воздействием электродинамических сил способна перемещаться одним из своих концов вдоль провода, фактор повреждения провода вследствие теплового воздействия дуги был малозначим и никак не влиял на формирование концепции грозозащиты ВЛ. В случае же ВЛЗ предотвращение пережога провода становится главным условием, определяющим необходимость обязательного применения тех или иных грозозащитных мер.

Исследование и разработка способов и устройств которые бы предотвращали пережог проводов при воздействиях перенапряжений, на сегодня являются востребованными в Украине в связи с тем что техническая политика в области электроэнергетики предусматривает масштабное использование защищенных проводов при новом строительстве и реконструкции линий электропередачи.

ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДНОСТІ НАПРУГИ НА РОБОТУ ОБМЕЖУВАЧІВ ПЕРЕНАПРУГ НЕЛІНІЙНИХ

Шевченко С.Ю., Довгальок О.М., Піротті О.Є., Єрмоленко Б.Ф.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з важливіших умов надійної роботи обмежувачів перенапруг нелінійних (ОПН) є можливість підтримання теплового балансу при впливі на них усіх можливих видів перенапруг, що можуть мати місце в електричній мережі, до якої вони приєднані. Відомо, що несинусоїдність напруги несприятливо впливає на термін служби ізоляції електричних машин, трансформаторів, конденсаторів тщо, а також на роботу обладнання електричних мереж. Чисельні експериментальні дослідження свідчать про те, що форма кривої напруги в електричних мережах має суттєву несинусоїдність. Наявність гармонійних коливань в місці приєднання ОПН до мережі значно впливає на роботу ОПН і на сьогоднішній день не достатньо досліджена. З метою оцінки впливу коефіцієнта спотворення синусоїдності кривої напруги та гармонійного складу кривої напруги на захисні властивості ОПН розглянуто його роботу в мережі з номінальною напругою 110 кВ за відсутності та за наявності вищих гармонік напруги. Для зазначених умов роботи ОПН визначено величину струму через ОПН $i(t)$ та побудовано графіки зміни теплової потужності, що виділяється в ОПН $W(t)$, в залежності від коефіцієнту тимчасової перенапруги та з урахуванням гармонійного складу кривої напруги (рис. 1).

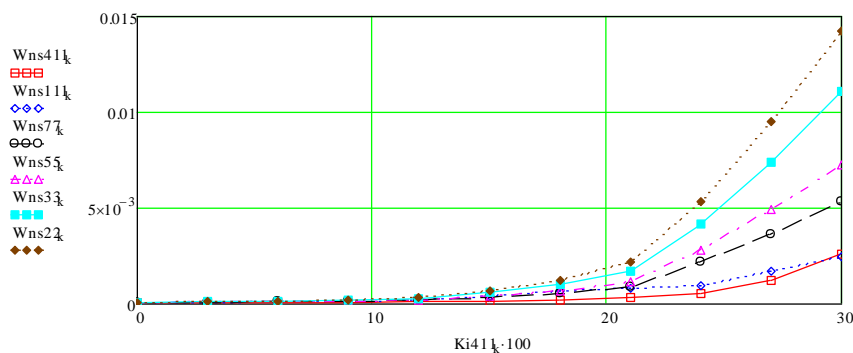


Рисунок 1 – Зміни енергії, що виділяється в ОПН протягом одного напівперіоду, від коефіцієнту спотворення синусоїдності кривої напруги у випадках наявності у напрузі ОПН відповідно 2, 3, 5, 7, 11 і 41 гармонік

Проведені розрахунки режиму роботи ОПН 110 кВ за наявності в мережі вищих гармонік показують, що при відповідності напруги вимогам ГОСТ 13109 тепловий баланс ОПН не порушується протягом значного часу, що підтверджує його працездатність в період тривалої експлуатації. При порушенні вимог ГОСТ 13109 тепловий баланс ОПН суттєво впливає на властивості ОПН, знижуючи їх захисну здатність. Це вказує на необхідність при виборі ОПН проведення додаткових розрахунків перенапруг в електричній мережі з метою уточнення їх впливу на роботу ОПН.

ГРОЗОЗАЩИТА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ

Шевченко С.Ю., Дривецкий С.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Разработка технических средств и методов защиты от перенапряжений распределительных сетей связана с количественной оценкой параметров молнии и вероятного числа грозовых повреждений.

В настоящее время в Украине все более широкое распространение получают защищенные провода для ВЛ, это обусловлено технической политикой Министерства топлива и энергетики. Провода в защитной оболочке для воздушных линий 6–35 кВ, были разработаны в целях повышения надежности распределения и передачи электроэнергии. Применение проводов в защитной оболочке имеет несколько существенных преимуществ, а именно: надежность, экономическую целесообразность.

Грозоупорность ВЛ с защищенными проводами, как правило, рассчитывается только для первого импульса разряда молнии, так как вероятность перекрытия изоляции при воздействии последующих импульсов на порядок и более меньше, чем при воздействии первого импульса. Учет последующих импульсов в оценке грозоупорности оправдан только в некоторых специальных случаях при большой индуктивности опор (многоцепные ВЛ на одностоечных опорах, большие переходы ВЛ через водные преграды и т.д.).

Согласно статистике, частота повреждений уменьшилась с 4,5 повреждений на 100 км в год для неизолированных проводов до 0,9 повреждений на 100 км в год для защищенных проводов.

Так как высота подвеса проводов на ЛЭП 6-35 кВ мала, то вероятность прямых ударов молнии в саму линию достаточно невелика, по сравнению с наведенными перенапряжениями. Это обстоятельство делает актуальными вопросы изучения грозоупорности ВЛ с защищенными проводами именно при воздействии индуктированных перенапряжений.

УЧЕТ ТИПА ПРОГНОЗИРУЕМОГО ДЕФЕКТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРЕННЫХ В МАСЛЕ ГАЗОВ

Шутенко О.В., Баклай Д.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В теории технической диагностики, под граничными значениями диагностических признаков понимается, такие значения, которые с определенной достоверностью разделяют два или более состояний диагностируемого объекта. Применительно к хроматографическому анализу растворенных в масле газов, граничные значения используются как первичный признак наличия дефекта, т.е. выполняют функции разделения двух состояний дефектного и бездефектного. А вот для распознавания типа дефекта используются другие критерии: отношения пар газов или графические методы интерпретации. Однако, как по количественному, так и по качественному составу газов в пробе масла, дефекты разного типа также отличаются друг от друга, как и от бездефектного состояния (см. таблицу). Но при этом о наличии разных типов дефектов судят по одним и тем же граничным значениям.

Таблица 1– Значения концентраций газов в трансформаторах и автотрансформаторах при различных типах электрических дефектов

№	Тип трансформатора	Значения концентраций газов, % об				
		H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
<i>Частичные разряды</i>						
1	АОДЦТН 417000/500	0,135	0,022	0,001	0,0003	0
2	АТДЦТГУ-120000/220	0,0177	0,004	0,0027	0,0018	0
3	АОДТЦН-330000/750/330	0,045	0,006	0,0052	0,0002	0
<i>Искровые разряды и разряды по поверхности</i>						
4	ТРДНС 25000/35	0,063	0,005	0	0,012	0,0103
5	АТДЦТН-330	0,029	0,0099	0,0019	0,0121	0,0112
6	ТДТН- 63000/110	0,053	0,02	0,009	0,049	0,0013
<i>Дуговые разряд</i>						
7	ТДТГ-10000/110	0,2	0,021	0,006	0,027	0,134
8	ТРДНС 25000/35	0,0063	0,005	0	0,012	0,103
9	ТДТН-31500/110	0,016	0,0024	0,0006	0,015	0,04

Для повышения достоверности процедуры интерпретации результатов ХАРГ предлагается определять граничные значения концентраций растворенных в масле газов с учетом типа прогнозируемого дефекта. Для этих целей были установлены параметры законов распределения концентраций как характерных, так и сопутствующих газов для разных типов дефектов.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАДАНИЯ КООРДИНАТ В ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПА ДЕФЕКТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ХАРГ

Шутенко О.В., Баклай Д.Н., Горожанкина Т.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время для определения типа дефекта, прогнозируемого, по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ), помимо аналитических методов, основанных на анализе отношений пар газов, используются и графические методы распознавания. Данные методы отличаются как по количеству и типу распознаваемых дефектов, так и по способам задания координат и представления диагностируемого объекта. Очевидно, что использование разных методов, при распознавании типа дефекта, может привести к постановке различных диагнозов.

Одной из важнейших особенностей графических методов интерпретации результатов ХАРГ, которая во многом определяет достоверность распознавания, является способ задания координат. Т.е. значения входных параметров, по которым и определяется состояние диагностируемого объекта. В описанных, в литературе графических методах в качестве координат используются:

1. *Концентрации газов.* Использование непосредственно значений концентраций газов в качестве координат для графической интерпретации результатов ХАРГ, имеет место только в лепестковых диаграммах И.В. Давиденко и в логарифмическом методе номограмм. Основными недостатками данного подхода являются необходимость построения диаграмм для каждого вида оборудования и сложность реализации, например для построения лепестковой диаграммы И.В. Давиденко используется специальная программа.

2. *Отношения пар газов.* Используются в методиках Дорненбурга и ЕТРА. Следует отметить, что данные методы являются неполной графической визуализацией аналитических методов интерпретации результатов ХАРГ, основанных на использовании отношений пар газов. Основным недостатком данных методов является неполное использование диагностической информации, поскольку в качестве координат используются отношения только двух пар газов, а минимальное число отношений пар газов равно трем.

3. *Процентное содержание газов.* Используется в треугольниках Дюваля и GATRON и в некоторой степени, в графических образах дефектов.

По мнению авторов, наиболее перспективным с точки зрения усовершенствования графических методов, является использование в качестве координат именно процентного содержания газов в пробе масла. Такой подход, соответствует физическому смыслу метода ХАРГ и отражает соотношения между концентрациями всех газов для данного типа дефекта.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТИПА ДЕФЕКТА НА ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ НАРАСТАНИЯ ГАЗОВ В ТРАНСФОРМАТОРАХ

Шутенко О.В., Баклай Д.Н., Дидык Л.С.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Объективная корректировка граничных значений диагностических критериев принципиально невозможна без учета факторов, влияющих на диагностируемый процесс. Применительно к критерию скоростей нарастания газов такими факторами являются конструктивное исполнение оборудования, сорт масла, количество дней между датами анализа. Одним из детерминирующих факторов, влияющих на величину значений скоростей нарастания газов, является тип дефекта. Выполненные исследования по 200 трансформаторам, у которых был выявлен дефект по результатам ХАРГ, показал существенные различия, как в значениях скоростей нарастания, так и в распределении этих значений по отдельным газам (см. табл. 1).

Таблица 1– Значения скоростей нарастания газов в трансформаторах и автотрансформаторах при различных типах дефектов

№	Тип трансформатора	Значения скоростей нарастания, мл/сутки					
		RH_2	RCN_4	RC_2H_6	RC_2H_4	RC_2H_2	RC_xH_y
<i>Дуговой разряд</i>							
1	АОДЦНТН-167000/500	1039,03	59,616	11,923	23,846	635,343	730,73
2	АТДЦТН-125000/220	439,196	439,196	150,40	1275,47	1335,63	3200,72
3	ТРДН-25 110/6	819	13	0	1,3	133,9	131,3
<i>Частичные разряды</i>							
4	АОТДЦН 750/330-110	205,792	30,183	23,780	9,146	0	63,109
5	ОДГ-35000/150	436,755	9,555	5,621	1,873	-	17,050
<i>Термические дефекты в диапазоне низких и средних температур</i>							
6	АТДЦТН-135000/330	-6,037	12,075	7,245	18,113	0	37,433
7	ТРДН-25000/35	184,843	443,625	158,437	160,55	-0,845	761,767
<i>Термические дефекты высокой температуры (более 700°С)</i>							
8	ТДЦТ -125000/220	0	30,9	30,9	247,2	0	309
9	АТДЦТГ-120000/220	2,562	2,318	32,818	17,08	0,854	53,07
10	ТДТН-63000/110/35/6	2,242	10,652	0,280	48,216	0	59,149

Как видно из таблицы значения скоростей нарастания газов, даже для одного и того же типа дефекта, значительно различаются. Но при этом, *максимальные значения скоростей нарастания* наблюдаются, как правило, для газов *характерных*, для данного типа дефекта. В тоже время скорости нарастания газов не характерные для данного типа дефекта могут иметь нулевые (концентрации газов не изменяются) или даже отрицательные значения (концентрации газов снижаются). Таким образом, для корректировки граничных значений скоростей нарастания газов необходимо учитывать, как характер дефекта, так и особенности его развития.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ СРЕДНЕГО РИСКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРИТЕРИЯ ГРАНИЧНЫХ СКОРОСТЕЙ НАРАСТАНИЯ ГАЗОВ

Шутенко О.В., Баклай Д.Н., Мацевский А.О.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Величина среднего риска является тем критерием, использование которого позволяет, как сравнивать достоверность различных методик по интерпретации ХАРГ, так и определять граничные значения диагностических критериев. На рисунке 1 приведены плотности теоретических распределений концентраций (рис. 1 а) и скоростей нарастания (рис. 1 б) ацетилена для бездефектного (D_1) и дефектного состояний (D_2). Пунктирными, вертикальными линиями выделены границы уровней концентраций газов, и граничное значение скорости нарастания, рекомендуемые в СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006. Сплошной вертикальной линией аналитический порог определения ацетилена.

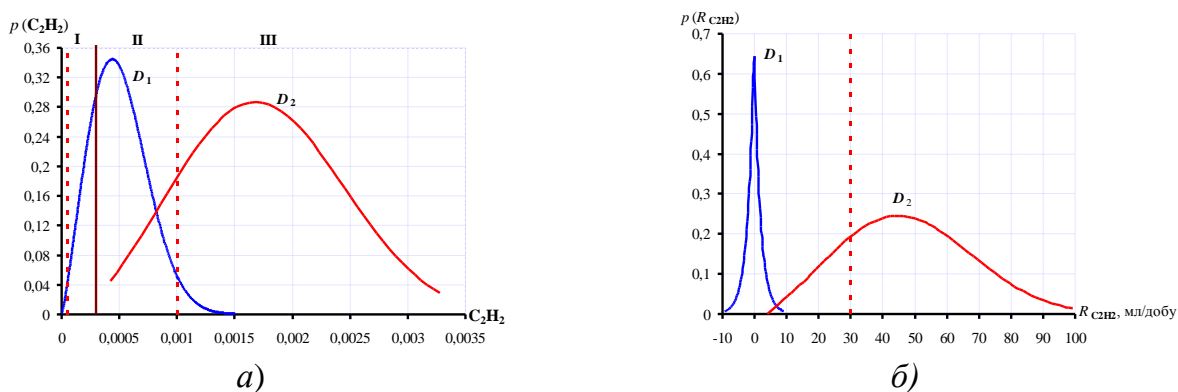


Рисунок 1 – Плотности теоретических распределений концентраций и скоростей нарастания ацетилена для бездефектного (D_1) и дефектного состояний (D_2).

Анализируя взаимное расположение плотностей распределения концентраций и скоростей нарастания газов, и руководствуясь нормативным документом СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 установлено, что при оценке величины среднего риска при определении типа дефекта по скоростям нарастания газов следует учесть три основных фактора:

1. Диагностика состояния объекта проводится по комплексу диагностических параметров, следовательно, необходимо осуществить переход от одномерных к многомерным распределениям диагностических признаков;

2. Решение о наличии дефекта может приниматься, как по значениям скоростей нарастания газов, так и по значениям концентраций газов, в связи, с чем в выражение для определения риска должны быть включены не только распределения скоростей нарастания газов, но и распределения концентраций газов;

3. С целью снижения погрешности, значения скоростей нарастания газов *следует учитывать*, если концентрации газов превышают некоторый аналитический порог распознавания.

ПРЕИМУЩЕСТВА МОДУЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ ИАС «СИРЕНА» ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шутенко О.В., Баклай Д.Н., Сапожников А.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Изначально информационно-аналитическая система «СИРЕНА» (ИАС «СИРЕНА») была предназначена для автоматизированного ведения паспортных данных и данных испытаний электрооборудования, а также проведения диагностических экспертиз по результатам испытаний [1]. Система имеет два варианта использования – установка всех компонентов в пределах одного компьютера, либо использования сервера и неограниченного количества клиентов, подключаемых либо по локальной сети, либо через сеть Internet.

Современные программные системы состоят, как правило, из нескольких различных компонентов, правильное взаимодействие которых обуславливает работу всей системы в целом. Для обеспечения такого взаимодействия используется соответствующая организация компонентов системы. Концепция модульности состоит в необходимости разбиения различных компонентов программной системы на отдельные функциональные блоки [2]. Использование модульной структуры в ИАС «СИРЕНА» обеспечивает возможность многократного использования всего функционального наполнения, повышение надежности системы (благодаря хорошему структурированию при проектировании), повышение эффективности системы (структурирование программы позволяет легко находить и корректировать ошибки, а отдельные модули можно модифицировать независимо от других), уменьшение времени и стоимости программной разработки (в случае расширения функциональных возможностей системы), своевременного автоматического обновления отдельных модулей без переустановки всей системы (по средствам Internet или со съемных носителей).

Такая структура ИАС «СИРЕНА» позволит организовать эффективное удаленное сопровождение программного обеспечения используемого для диагностики электроэнергетического оборудования, тем самым упростит работу сотрудников энергокомпаний с системой и даст возможность наращивать или модифицировать функциональность системы в зависимости от потребностей заказчика или требований предъявляемых к диагностике оборудования.

Литература:

1. Информационно-аналитическая система для диагностики состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования Энергетика та електрифікація / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай // Энергетика та електрифікація. – Київ, 2011 – №8. – С. 32–41
2. Кузнецов П.А., Колотилов Ю.В., Лим В.Г. Информационно-вычислительные технологии в организационно-технологическом проектировании. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 450 с.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЗАЩИТА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 10 – 35 кВ

Эхсони Субхон, Баженов В.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе выполнены исследования основных функций предлагаемых различными фирмами – разработчиками микропроцессорных средств защиты и автоматики для распределительных сетей 10 – 35 кВ и систематизация устойчивости функционирования, которая задается селективностью и чувствительностью [1]. Исходными для исследования приняты следующие алгоритмы. Селективность защит максимального тока без выдержки времени (первая ступень), обеспечивается отстройка от внешних повреждений.

Для защит с расширенной зоной действия и с задержкой на ступень селективности (вторая ступень) селективность достигается уставкой грубее на коэффициент надежности от мгновенной предыдущей токовой защиты.

Защиты с выдержкой времени (третья ступени) резервирует свои и предыдущие защиты. Расчеты параметров срабатывания микропроцессорных защит выполняются с помощью специально программного обеспечения, которое анализирует реакцию электрической сети на отклонения от нормальной работы и выдает значения уставок по каждой ступени защиты [2].

Рассмотренные условия селективности применимы для всех видов технических средств релейной защиты, в том числе электромеханических, могут быть использованы для выбора условий работы систем безопасности цифровых систем автоматизации электроснабжения [3].

С целью увеличения защитоспособности рассмотренных защит предлагается учитывать предшествующую аварийным режимам информацию о конфигурации питающей сети, включенных и отключенных выключателей нагрузки, величинах коэффициента автоматического регулирования напряжения трансформаторов и др.

Приведенные сравнения численных экспериментов с использованием традиционных и микропроцессорных устройств защиты распределительных сетей 10 – 35 кВ показали значительные преимущества последних в части увеличения защитоспособности (например, для первой ступени в 2 раза: от 17 до 40 %) и уменьшения выдержки времени до ступени селективности.

Литература:

1. Фигурнов Е.П. Релейная защита. – К.: Транспорт Украины, 2004. – 565с.;
2. Чернобровов Н.В., Сененов В.А. Релейная защита энергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800с.
3. Щедриков Б.Д. Система безопасности цифровой подстанции (мысли вслух) // Релейная защита и автоматизация. – 2011. №01 (02). – с. 58-59.

СЕКЦІЯ 11. РІШЕННЯ ПОЛІВАРІАНТНИХ ЗАДАЧ У ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

РЕЖИМИ ОКСИДУВАННЯ СПЛАВУ АЛ25 МЕТОДОМ ПЕО

Андрощук Д.С., Сахненко М.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метою дослідження було визначення ефективного режиму формування каталітичного шару манганвмісних оксидів методом плазмово-електролітичного оксидування на складнолегованому алюмінієвому сплаві АЛ25. Даний сплав застосовується для виготовлення деталей ДВЗ, таких як поршні, картери, головки циліндрів, деталі паливної апаратури тощо.

В попередніх дослідженнях було обґрунтовано застосування електроліту наступного складу: 0,005М NaOH + 0,05М KMnO₄. За даними отриманих на сплаві анодних поляризаційних залежностей (АПЗ) в лужно-перманганатному розчині було прийнято рішення проводити оксидування за високих значень густини струму, а саме, $j = 15-25$ А/дм². Час обробки варіювали в межах 30-70 хв. Після циклу експериментів зроблено висновок щодо недоцільності оксидування понад 60 хв. за таких значень j , оскільки приріст маси на зразках такий самий, як і при обробці впродовж 50-60 хв., а покриття стають крихкими і мають на поверхні «кратери». Це пояснюється переходом зі стадії мікродугових розрядів в наступну стадію, де утворюються локалізовані електричні дуги великої потужності, які і руйнують поверхню.

За результатами компонентного аналізу складу покривів ефективнішим виявився режим обробки за $j = 15$ А/дм² – в цьому випадку вміст мангану та його рівномірність по робочій поверхні покриття найбільші.

В подальшому було прийнято рішення проводити оксидування в дві стадії. Першу стадію проводили за густини струму 15-20 А/дм² до появи мікродугових розрядів (в середньому 5-8 хв.), оскільки таким чином формується щільний діелектричний шар оксидів основних компонентів сплаву, здебільшого алюмінію, зростання якого веде до підвищення напруги та появи електричних пробоїв. В цих умовах утворюються розчинні сполуки „небажаних” легувальних компонентів сплаву, таких як Cu, Ni, Fe та Si оксид якого за високих температур в розрядному каналі внаслідок зростання електричної провідності з діелектрика стає провідником – $\rho(\text{SiO}_2)_{\text{н.у.}}=10^{12}$ Ом*м, $\rho(\text{SiO}_2)_{\text{T}=1600^\circ\text{C}}=0,9$ Ом*м. На другій стадії густину струму зменшували в 2–4 рази і оксидували впродовж 35–45 хв. Напруга формування при зниженні j змінювалась симбатно, але через декілька хвилин зростала до попереднього значення.

В порівнянні з покриттями, отриманими в одностадійному режимі, двохстадійний режим дозволяє формувати матеріал з вищою істинною площею поверхні, що якісно впливає на каталітичні властивості через геометричний чинник. До того ж, вміст мангану в покриві незначно зростає, а зважаючи на низькі значення густини струму, двохстадійний режим виявляється менш енерговитратним.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РЕАКЦИЙ В СИСТЕМЕ Mg – Ni – C – O ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бражник Д.А., Семченко Г.Д., Повшук В.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одна из основных проблем и одновременно заданием, стоящим перед материаловедами, обслуживающими металлургическую промышленность и обеспечивающими ее периклазоуглеродистыми огнеупорами, является предотвращение графита от окисления. Традиционным решением задания считается введение антиоксидантных добавок, которые стабилизируют концентрацию углерода в огнеупорных материалах и минимизируют его потери в процессе эксплуатации, путем отвлечения кислорода на химические взаимодействия с более активными компонентами добавок, входящими в состав углеродистых огнеупоров.

Наиболее часто используемыми антиоксидантами являются Al, B, Si, SiC. Перспективным также считается использование соединений на основе Ti и Ni. Авторами было проведено исследование, направленное на изучение возможности технологического использования соединений Ni в качестве антиоксиданта в периклазоуглеродистых огнеупорах. Результатам этих исследований предшествовало изучение теоретических прогнозов сосуществования фаз в системе Mg – Ni – C – O с учетом возможности ее технологического применения при температурах выше 1073 К.

Диаграмма состояния системы Mg – Ni – C – O состоит из четырех частных трехкомпонентных подсистем, субсолидусное строение которых уже известно. Систематизация и анализ литературных данных показали, что при температурах выше 1273 К (температура службы периклазоуглеродистых изделий) кроме исходных фаз Mg, Ni, C, O термодинамически устойчивыми являются фазы MgO, NiO, MgNi₂, а также CO, CO₂, были составлены реакции их различного взаимодействия.

Полученные результаты термодинамических расчётов позволили определить сосуществующие фазы, а именно MgO и C, MgO и CO, Ni и CO₂, Ni и CO, MgO и Ni, MgNi₂ и MgO, и осуществить триангуляцию диаграммы состояния системы Mg – O – C – Ni, которая в развернутом виде представлена на рисунке 1.

Как видно из рис. 1 Ni может сосуществовать с C при его максимальном содержании. При взаимодействии O с Ni образуется NiO, в результате уменьшается содержание O в системе, NiO с C не взаимодействует.

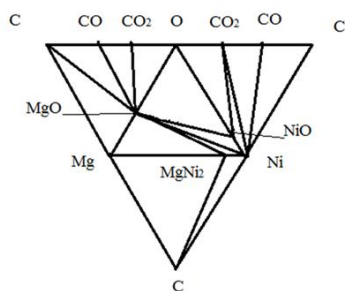


Рис. 1 Развернутый вид диаграммы состояния системы Mg – Ni – C – O.

НАВОДЕНІСТЬ МЕТАЛУ В ПРОЦЕСІ ПЕРЕПЛАВУ
Брем В.В., Кожухар В.Я., Дмитренко І.В., Дем'яненко А.М.
Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Нами проведено систематичне дослідження проникності водню ряду найбільше широко застосовуваних у промисловості стандартних флюсів ЕШП, а потім з урахуванням отриманих результатів почата спроба пошуку нових флюсових композицій, що забезпечують ефективний захист від водню сталей, що переплавляються.

Проникність водню в метал, що переплавляється, оцінювалася нами за результатами дослідних плавок ЕШП. Якщо надійно фіксувати висоту флюсового розплаву над переплавленим металом, то проникність водню через флюсовий розплав пропорційна наводеності металу. Таким чином весь процес електрошлакового переплаву можна оцінити декількома кількісними характеристиками. Перша з них – наводеність металу, що переплавляється, $\Delta [H]$ – яка являє собою різницю між вихідним вмістом водню в переплавленому електроді $[H]_{\text{висх}}$ і значенням концентрації його в готовому злитку $[H]_{\text{кін}}$: $\Delta [H] = [H]_{\text{кін}} - [H]_{\text{висх}}$

Із залученням закономірностей, раніше узагальнених нами, можливо, показати, що величина $\Delta [H]$ при цьому виявляється пропорційної проникності водню через флюсовий розплав. Параметр $\Delta [H]$, визначений за допомогою наведеного рівняння, для різних флюсів (при ідентичних технологічних параметрах плавок), дозволяє безпосередньо судити про вплив флюсу на наводеність металу, що переплавляється. Однак, дослідні значення $\Delta [H]$ можуть мати різні знаки, що утрудняє їхнє кількісне зіставлення. Для одержання безрозмірних величин, що характеризують відносну наводеність металу (при заданих умовах проведення плавок) доцільно використати й інше співвідношення: $Q_H = ([H]_{\text{висх}} + \Delta [H]) / [H]_{\text{висх}}$, де Q_H – показник наводеності металу, що переплавляється.

Розраховані по цій формулі значення Q_H завжди виявляються позитивними. У тому випадку, якщо вміст водню в процесі переплаву зростає, то величина $Q_H > 1$, у протилежному випадку $Q_H < 1$. Для тих рідких випадків, коли в процесі ЕШП не відбувається зміни величини $[H]$ металу, $Q_H = 1$.

Наведений показник наводеності металу Q_H° визначається зі співвідношення: $Q_H^\circ = Q_H \cdot (P_{H_2O}^\circ / P_{H_2O})^{0.5}$, у якому Q_H – показник наводеності переплавленого металу; P_{H_2O} – парціальний тиск пари води в процесі плавки; $P_{H_2O}^\circ$ – парціальний тиск пари води при прийнятих нами стандартних умовах (50 % вологість при 25°C).

Описаним способом для обраних умов експериментування визначені значення $\Delta [H]$, Q_H і Q_H° як для стандартних флюсів, так і для дослідних. Вологість цехової атмосфери при проведенні дослідних плавок визначалася за допомогою лабораторного психрометра. Різні значення фактичних P_{H_2O} , в основному, були обумовлені добовими й сезонними коливаннями вологості атмосферного повітря.

РОЗЧИННІСТЬ ВОДЕНЬВМІСНИХ ГАЗІВ У ФТОРИДНО-ОКСИДНИХ РОЗПЛАВАХ

Брем В.В., Кожухар В.Я., Дмитренко І.В., Дем'яненко А.М.
Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Одним з найбільш істотних факторів, які визначають міцність сталей, є вміст у них розчиненого водню. При будь-якому методі одержання сталі, вона однозначно залежить від газонасичення шлакового покриву, тобто в остаточному підсумку, від складу газової фази над системою шлак – метал. Тому пошуки шляхів зменшення схильності до флокеноутворення завжди зводилися до вибору раціонального режиму водню, у стадії сталеплавильного переплаву, насамперед стосовно шлаків.

За розрахунками встановлено, якщо в якості вихідного стану системи мати фторид кальцію й оксиду титану, берилію, кремнію, алюмінію, магнію, ітрію, церію, лантану, стронцію й барію, то за температур вище 1873 К тільки три останні елемента володіють більшою спорідненістю до фтору. При взаємодії з парами води такого розплаву з реакцій пірогідролізу фторидів барію, стронцію, лантану й кальцію термодинамічно більше кращої виявиться реакція H_2O й CaF_2 .

Показано, що рівновага реакцій пірогідролізу в значній мірі може зміщатися вправо за рахунок шлакуючої дії оксидів кремнію й алюмінію, що приводить до утворення стійких хімічних сполук. Термодинамічно більш кращими виявляються сумарні реакції пірогідролізу ошлакування, що дають $CaO \cdot SiO_2$ у фторидно-силікатних, $CaO \cdot Al_2O_3$ у фторидно-алюмінатних і $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ у фторидо-алюмосилікатних системах. Проведено розрахунки складу рівноважної газової фази над фторидно-оксидними розплавами. Для інтервалу температур 1673...2073 К побудовані залежності P_{H_2O} від концентрації оксиду кальцію. З їхньою допомогою оцінюються концентраційні й температурні межі, при яких, вміст HF у газовому середовищі мінімальний. У цьому випадку, задаючись $P_{H_2O} = 1 \text{ атм}$, можна мати умови практично які майже не відрізняються від рівноважних.

Виявлено, що з погляду створення умов несприятливих для протікання реакції пірогідролізу доцільніше мати в якості шлакуючого компонента не оксид кремнію, а оксид алюмінію або обоє ці оксиди одночасно. У всіх випадках підвищення температури й збільшення концентрації окислів, що шлакують, підсилює протікання пірогідролізу. Підвищеними виявляються P_{HF} в газовій фазі й при вмістах оксиду кальцію менших 20...30 мас. %.

Отримано рівняння для розрахунку розчинності водню і експериментально вивчена розчинність водню у фторидно-оксидних розплавах у рівновазі з атмосферами $(HF + H_2O)_{\text{газ}}$ і $(H_2)_{\text{газ}}$ в інтервалі температур 1400...1700°C. Знайдено, що розчинність водню в обох випадках і води у великому ступені зростає з підвищенням у розплавах фториду кальцію. Обидві розглянуті розчинності підвищуються й з ростом температури.

ВІДБІР ПРОБ РІДКОГО ФЛЮСУ ДЛЯ ГАЗОВОГО АНАЛІЗУ НА ВМІСТ ВОДНЮ

Брем В.В., Кожухар В.Я., Дмитренко І.В., Дем'яненко А.М.
Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Відомо, що отримання високоякісних сталей методом електрошлакового переплаву (ЕШП) зі зниженим вмістом водню є складною задачею через його шкідливий вплив на якісні властивості сталей і сплавів. Через це вимогою сталеплавильників є розроблення таких технологічних параметрів переплаву, які б дали змогу отримувати метал з найменшим вмістом водню. Внаслідок того, що переплав сталі здійснюється в системі газ-флюс-метал, необхідно вивчати взаємодію вище вказаних фаз в умовах високих температур.

Проблема зниження вмісту водню в шлаковій фазі в процесах електрошлакового переплаву сталей і інших металів дотепер залишається невирішеною через недостатнє освоєння методів газового аналізу в даній області. Крім того з'ясувалося, що найбільші труднощі при аналізі на водень пов'язані з питаннями відбору проб рідких флюсів в процесі плавки й питаннями зберігання проб до аналізу.

Особливості роботи із фторидно-оксидними й із фторидно-хлоридно-оксидними флюсами обумовлені їхньою інтенсивною гідратацією при зберіганні на повітрі за звичайних температур. Гідратація флюсів не тільки вносить більшу невизначеність у результати визначення вмісту водню у флюсах, але в ряді випадків повністю виключає можливість проведення об'єктивного газового аналізу їх. Спроби застосування для цієї мети традиційних способів загартування оксидних металургійних шлаків – у воді, у рідкому азоті, у металевих ізложницях – не дали позитивних результатів. Усе це стримує експериментальні пошуки шляхів розв'язання різних технологічних завдань, що пов'язані з розглянутою проблемою.

Встановлено також, що для пробовідбору флюсів з багатьох здійснених способів слід звернути увагу на ті, які забезпечують одержання проб з найбільшим ступенем засклованості при максимальній їхній технологічній оперативності й конструкційної надійності відповідного обладнання. Із цього погляду ефективними виявляються ті способи склування проб флюсів, які забезпечують більші швидкості й більшу глибину охолодження розплаву (охолодження до температур, близьких до кімнатної).

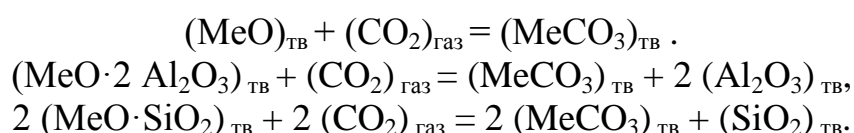
З урахуванням лабораторних випробувань і експлуатації у виробничих умовах розроблено пружинний вакуумний пробовідбірник зручний, надійний і ефективний у роботі. Він забезпечує високі стандартні умови відбору проб. Випробування цього пробовідбірника показало високу ефективність його роботи. Так одержані з його допомогою заскловані проби флюсів мають повну інертність і стійкість до вологи повітря, а також не вимагають спеціальних заходів обережності при зберіганні їх до аналізу. Показано, що гартівний механічний пробовідбірник є технологічно оперативним і універсальним пристроєм, який в практиці газового аналізу придатний не тільки для відбору проб із розплавів флюсів та шлаків але і для відбору проб рідкого металу.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЛАГОСТОЙКИХ ФЛЮСОВ

Брем В.В., Кожухарь В.Я., Дмитренко И.В., Демьяненко А.Н.
Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

Существующая технология изготовления флюсов приводит к образованию различных кристаллических оксидных фаз, которые химически активны по отношению к влаге воздуха. При хранении флюсы поглощают влагу воздуха и как следствие этого гидратируются с содержанием воды до 0,5 масс. %.

Для устранения указанного недостатка предложен метод повышения влагостойкости фторидно-оксидных флюсов, в котором технологическим совмещен процесс их карбонизации и грануляции. Снижение влагопоглотительной способности флюсов, полученных указанным путем, связано с поверхностной карбонизацией кристаллических фаз оксидов флюсов, алюминатов и силикатов по схемам:



Полученные при этом карбонатные пленки не образуют кристаллогидратов (не гидратируются на воздухе) и предотвращают взаимодействие заключенных в них оксидов, алюминатов и силикатов с влагой воздуха.

Проведенный термодинамический расчет метода и анализ полученных термодинамических данных позволил заключить, что проведение процесса карбонизации ($P_{\text{CO}_2} = 0,101325$ МПа) в исследованном интервале температур возможно не для всех рассмотренных реакций.

Проведены промышленные испытания способа получения флюсов, обеспечивающего повышение их влагостойкости при открытом хранении на воздухе на Никопольском заводе ферросплавов. Поскольку предварительные лабораторные исследования и термодинамический анализ указывали на необходимость проведения карбонизации в условиях достаточно высоких температур, было совмещено процесс карбонизации с сухой грануляцией. Для исследований были использованы флюсы АНФ-6 и АНФ-25. Оказалось, что процесс их карбонизации в трубе-сборнике протекал, очевидно, более интенсивно. Влагопоглотительная способность флюса АНФ-6 в результате карбонизации (процесс осуществлялся в трубе-сборнике) была снижена на АНФ-25 на 16,4 %, АНФ-6 на 24,1 % а АНФ-29 на 31,5 %. Определенную роль сыграла температура в трубе-сборнике, которая, оставалась в течение $36 \cdot 10^2$ с в пределах 873...573 К. Низкие результаты совмещенного процесса карбонизации и грануляции можно, очевидно, объяснить двумя факторами: очень высокой температурой расплава и недостаточным количеством содержащегося в смеси углекислого газа. В целом же экспериментально подтверждена эффективность способа применительно к производству флюсов АНФ-6, АНФ-25 и АНФ-29.

ТЕРМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ СЕРНОКИСЛОТНЫХ РАСТВОРОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Булавин В.И., Крамаренко А.В., Ульянов В.П., Ульянова И.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Введение. Одной из важнейших проблем при производстве кремнеземного волокна является переработка отработанных травильных растворов (ОР), содержащих серную кислоту и ее соли, с возвратом в производство кислоты и утилизацией образующихся солей. Из существующих методов регенерации сернокислотных ОР [1] в этом случае наиболее эффективен и перспективен способ их термического разложения с образованием солей и концентрированной серной кислоты. Нами разработана [2] и испытана в опытных условиях новая эффективная технология термической регенерации ОР, образующихся при травлении стекловолокна, стеклонитей и стеклотканей.

Технология предусматривает: предварительную коагуляцию органических примесей; концентрирование исходных ОР предварительным упариванием в котле, обогреваемом природным газом; термическое разделение упаренных ОР в аппарате с «кипящим» слоем (с дутьем горячими газами от горелки) на твердый гранулированный сульфат натрия и паро-газовую смесь, содержащую оксид серы (VI), пары серной кислоты и воды; конденсацию паро-газовой смеси с получением концентрированной серной кислоты.

Технология предложена для регенерации ОР цеха кислотной обработки стеклопродукции ОАО «Полоцк-Стекловолокно» (респ. Беларусь). Объем исходных сернокислотных ОР составляет $60 \div 72 \text{ м}^3/\text{сут}$. Состав ОР: H_2SO_4 – $17,8 \div 25,4 \%$ (масс.); катионы, $\text{г}/\text{дм}^3$: Na^+ – $8 \div 37$; Mg^{2+} – $0,2 \div 0,3$; Ca^{2+} – $0,2 \div 0,4$; анионы, $\text{г}/\text{дм}^3$: SO_4^{2-} – $42 \div 289$, Cl^- – $0,1 \div 0,3$; замасливатель – $5,9 \div 13,1 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Произведен выбор коагулянта органических примесей (порошкообразная бентонитовая глина), определен его расход ($0,003 \div 0,0084 \text{ т}/\text{ч}$) и время контакта (30 мин). Степень предварительного упаривания исходных ОР – $3,25 \div 5$. Оптимальная температура дутьевых газов в реакторе «кипящего» слоя составила $600 \div 690^\circ\text{C}$. Для улавливания остаточного тумана серной кислоты после конденсации предложен волокнистый фильтр.

Регенерированная серная кислота (содержание H_2SO_4 – $98,3 \div 98,6 \%$ масс.) удовлетворяет требованиям, предъявляемым к исходной кислоте, применяемой для приготовления рабочих травильных растворов. Степень регенерации серной кислоты составляет $99,4 \div 99,6\%$.

Литература.

1. Склокин Л.И. Регенерация серной кислоты из производственных растворов / Л.И. Склокин, А.В. Тюремнов, В.Т. Калинин // Химическая технология. – 2002. – №8. – С. 25–31.

2. Отчет о НИР «Определение оптимальных параметров процесса регенерации серной кислоты из отработанного сернокислотного раствора» / рук. В.И. Булавин. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 64 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ СПЛАВІВ КОБАЛЬТУ З ТУГОПЛАВКИМИ МЕТАЛАМИ

Гапон Ю.К., Ненастіна Т.О.*, Ведь М.В., Сахненко М.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»

**Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків*

Серед найбільш витребуваних матеріалів сьогодення чільне місце посідають сплави кобальту, для поліпшення їх функціональних властивостей яких застосовують легування тугоплавкими металами, зокрема вольфрамом та молібденом. Таки сплави знайшли застосування в машинобудуванні, аерокосмічній галузі і ракетобудуванні, мікроелектроніці та технології мікроелектромеханічних пристроїв, хімічній промисловості та природоохоронних технологіях, оскільки введення до складу покриття тугоплавких компонентів дозволяє одержати каталітичні та електрокаталітичні, магнітні та високоміцні матеріали, наносити їх на обладнання, яке працює в агресивних середовищах та при високих температурах. [1]

Залежно від співвідношення компонентів властивості таких сплавів можуть значною мірою змінюватися: сплави з високим вмістом кобальту проявляють магнітні властивості і можуть бути використані в пристроях запису і збереження інформації, сплави з високим вмістом молібдену мають високу твердість, хімічну стійкість і хорошими антикорозійними властивостями, такі сплави можна використовувати для підвищення зносостійкості деталей машин, що працюють при підвищеній температурі або в агресивних середовищах

Зазначені вище сплави зазвичай отримують такими традиційними методами, як сплавлення або конденсація необхідних компонентів на різних положки, так само можливе застосування гальванохімічного нанесення [2].

Але з аналізу літератури випливає, що інформація стосується лише подвійних сплавів, тоді як про електролітичне отримання тернарних сплавів кобальту з молібденом і вольфрамом майже відсутня, хоча для них слід очікувати прояв синергетичного ефекту. Саме розробці теоретичного підґрунтя щодо визначення умов одержання таких електролітичних сплавів і оптимізації складу електролітів і параметрів електролізу, дослідженню функціональних властивостей покриттів тернарними сплавами та впровадженню їх в практику гальванохімічної обробки і спрямовано роботи багатьох сучасних науковців

Література:

1. Кузнецов В.В. Электроосаждение сплава кобальт-молибден / В.В. Кузнецов, З.В. Бондаренко, Т.В.Пшеничкина и др. / Электрохимия.– 2007.– Т.43.– №3.– С.367-372.

2.Сурвила А. Парциальные процессы при соосаждении кобальта и молибдена из растворов, содержащих оксикислоты / А. Сурвила, С. Канапецкайте, И. Вальсюнас, В. Ясулайтене / Электрохимия.– 2010. –Т.46, №10. – С.1248

ВИЛУЧЕННЯ РУТЕНІЮ З ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ

Глухій Ю.Є., Бровін О.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Річне світове споживання рутенію у 2014р становило близько 25 тон. Рутеній і його сполуки використовується у хімічній та електротехнічній промисловості, аерокосмічній галузі, у виробництві мікроелектронних пристроїв і комп'ютерних систем зберігання даних.

В останні 20 років значно зросли витрати рутенію на створення промислових каталізаторів хімічних і електрохімічних процесів. Зокрема, виробництва хлору і каустичної соди промислово розвинених країн було повністю переведено на використання малозношуваних оксидних рутенійово-титанових анодів (ОРТА). Відпрацьовані ОРТА містять від 0,5 до 1,5 г/м² RuO₂, але на сьогоднішній день не існує технологічних розробок, що дозволяють одержання розчинних сполук рутенію з діоксиду за умов відсутності високотемпературної обробки. Наявність обладнання, що працює в умовах високих температур, значно ускладнює технологію в цілому та потребує значних енергоресурсів. Тому розробка технології вилучення рутенію з продуктів абразивної обробки відпрацьованих ОРТА за помірних температур є актуальною та перспективною.

Запропонована технологічна схема складається з наступних основних операцій: зняття залишків активного шару відпрацьованих ОРТА абразивно-струменевою обробкою, сепарація продуктів абразивної обробки, вилуговування діоксиду рутенію з утворенням розчину хлоридів рутенію. Абразивно-струменеву обробку доцільно виконувати напірним методом з використанням корундового мікропорошку. Для сепарації корунду та залишків активного шару відпрацьованих ОРТА запропоновано використання електростатичного сепаратору вільного падіння з напруженістю електричного поля 3-4 кВ/см. Вилуговування RuO₂ відбувається під дією концентрованої хлоридної кислоти насиченої хлором. Процес відбувається у циркуляційному розчиннику з пісковим насосом. Утворена суміш RuCl₃ і RuCl₄ після додаткового окиснення рутенію (III) до рутенію (IV) може бути використана у процесі приготування покривних розчинів для повторного нанесення активного оксидного шару ОРТА.

Запропонована технологія вирішує актуальну науково-практичну задачу – вилучення рутенію з залишків активного шару відпрацьованих ОРТА. Процес вилуговування відбувається у водних розчинах за низьких температур і дозволяє отримувати продукти, які можуть бути використані для відновлення каталітичної активності ОРТА.

МЕТОДИ ВИЛУЧЕННЯ СПОЛУК СКАНДІЮ

Гринь Г.І., Дейнека Д.М., Бондаренко Л.М., Адаменко С.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відходи підприємства ПАТ «Сумхімпром» - виробництво титан оксиду (IV) пігментного з ільменіту – можуть бути використанні для одержання цінних компонентів, зокрема оксиду скандію Sc_2O_3 . Масовий вміст Sc_2O_3 у відходах виробництва – гідролізній кислоті та чорному шламі – відповідно становить 0,0078 та 0,014 %. Така концентрація скандію є перспективною для одержання його сполук, оскільки економічно обґрунтованим видобуток Sc виявляється вже при вмісті його 20 – 30 г на тону руди. Через те, що скандій вилучається попутно з комплексної сировини, де концентрація супутніх елементів багатократно перевищує концентрацію скандію, одержання сполук скандію – надзвичайно складна технологічна задача. Для вилучення скандію з розчинів і відокремлення його від домішок використовують наступні основні способи: осадження, екстракція, іонний обмін.

Методи осадження прості і дозволяють достатньо повно виділити скандій із розчину. Проте при низьких концентраціях скандію (менше 50 мг) у відсутності співосаджувача методи не ефективні. Найбільш ефективно і поширене осадження таких сполук скандію: фториду, оксалату, карбонату, гідроксиду.

Метод іонного обміну використовується для первинного концентрування скандію при дуже низькій його концентрації (менше 20 мг/л) і для глибокого відокремлення сполук скандію на кінцевих операціях. Іонний обмін можна застосовувати для будь – яких скандійвмісних розчинів. Використовують головним чином органічні смоли – катіоніти, аніоніти, амфоліти.

Екстракційний метод займає важливе місце в хімічній технології скандію. Висока селективність та продуктивність, відсутність проміжних фракцій роблять його достатньо перспективним. Для рідинної екстракції скандію випробувано більш ніж 50 екстрагентів різних класів. Широке застосування знайшли нейтральні, кисневмісні і катіонообмінні екстрагенти, аніонообмінні застосовуються значно менше. Екстракція може бути використана на будь – якому етапі технологічної схеми, окрім первинного концентрування. При концентрації скандію нижче 20 мг/л застосування екстракції економічно не оправдано через втрати екстрагенту за рахунок його розчинності і емульгування. Запобігти таким втратам дозволяє використання твердофазних екстрагентів (ТВЕКС) – матеріалів, що поєднують властивості сорбенту і селективного рідкого екстрагенту. ТВЕКС можна отримувати на основі будь-яких екстрагентів та їх синергічних сумішей, завдяки чому вони мають підвищену селективність відносно широкого ряду елементів. Недоліком твердих екстрагентів є висока вартість.

Подальші дослідження будуть направлені на вивчення розглянутих методів на модельних розчинах за складом подібних до чорного шламу та гідролізної кислоти.

РОЗРАХУНОК ТЕРМОДИНАМІЧНИХ КОНСТАНТ СТРОНЦІЄВОГО ПОЛЬОВОГО ШПАТУ

Захаров А.В., Кривобок Р.В., Лісачук Г.В., Федоренко О.Ю. Рябінін О.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Основою для створення високотемпературних радіопрозорих керамічних матеріалів для ракетної та космічної техніки є трикомпонентні оксидні системи $RO-Al_2O_3-SiO_2$, де R – Mg, Sr, Ba. Радіопрозору кераміку в системі $SrO-Al_2O_3-SiO_2$ створюють на основі стронцієвого польового шпату ($SrAl_2Si_2O_8$) – потрійна сполука даної системи володіє необхідними електрофізичними властивостями. Інформація, що до синтезу $SrAl_2Si_2O_8$ обмежена, існуючі роботи не дають повного уявлення про умови термодинамічної ймовірності її утворення.

Для прогнозування можливості утворення $SrAl_2Si_2O_8$ шляхом твердофазових реакцій, використовували термодинамічний аналіз, що дозволяє скоротити (в деяких випадках повністю виключити) експериментальні дослідження за рахунок використання комплексу розрахункових методів. Оскільки у довідковій літературі не виявлено значення вихідних термодинамічних констант для $SrAl_2Si_2O_8$, нами проведені розрахунки термодинамічних констант цієї сполуки (ентальпії, ентропії, рівняння теплоємності).

При розрахунку ентальпії використовувалася методика утворення подвійних і потрійних сполук, яка враховує середню грам-атомну ентальпію утворення сполук даної потрійної системи запропонованої Тараненковою В.В. Розрахунки стандартних ентропій проводилися згідно напівемпіричних формул Істмена і Яцимирського, а також за формулами Вуда і Фрейзера. Згідно з методом, розробленим Ландієм Н.А., було визначено рівняння залежності теплоємності від температури $C_p=f(T)$. Розрахунок проводився за схемою, згідно з якою сполука $SrAl_2Si_2O_8$ є складною кисневою сполукою, яка складається з твердих оксидів, плавиться конгруентно (без розкладання) та має поліморфне перетворення при 758 °С.

В результаті досліджень визначені термодинамічні константи сполуки $SrAl_2Si_2O_8$ (табл.1).

Таблиця 1 – Термодинамічні константи

Соединение	$-\Delta H_{298}^{\circ}$, кДж/моль	S_{298}° , Дж/(моль·К)	$C_p=a+bT+cT^{-2}$, Дж/(моль·К)			Интервал температур, К
			a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$	
$SrAl_2Si_2O_8$	4235,79	199,12	49,82	31,76	-	298 – 1031
			65,74	12,24	-	1031 – 1927

Подальші дослідження спрямовані на визначення оптимальних сировинних композицій з точки зору утворення стронцієвого анортиту шляхом розрахунку енергії Гіббса реакцій.

ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФОАНАЛІТИЧНОГО МЕТОДА В ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПОЛІМІНЕРАЛЬНИХ РУД

Іванченко Л.В., Ерайзер Л.М., Семенчук А.В.

Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Полімінеральні руди Прикарпаття є сировиною для виробництва безхлоридних калійних добрив та інших цінних продуктів. Існуюча технологія вилуговування калієвмісних мінералів оборотними розчинами, насиченими за натрій хлоридом має ряд суттєвих недоліків, які приводять не тільки до втрат цінної сировини але і потенційно небезпечними з екологічного погляду.

У цьому зв'язку важливим і актуальним завданням є розроблення нових технічних рішень для здійснення комплексного безвідходного перероблення полімінеральних руд. До них відноситься спосіб вилуговування руди сульфатними розчинами [1]. На відміну від технології хлоридного вилуговування в ньому здійснюється витяг з руди усіх розчинних мінералів, а відвальний кек, що залишився, є калійним добривом пролонгованої дії з мікроелементами. Тим самим утилізуються всі компоненти руди.

Традиційна технологія хлоридного вилуговування добре вивчена за допомогою графоаналітичного метода фізико-хімічного аналізу системи K^+ , Na^+ , $Mg^{2+} // SO_4^{2-}$, Cl^- , H_2O . Для сульфатного метода вилуговування такий аналіз відсутній. З цією метою було проведено оброблення експериментальних даних, отриманих в процесі сульфатного вилуговування типової руди [2].

Для побудови робочої діаграми та проведення на ній графоаналітичних розрахунків результати аналізу перераховували в еквівалент-індекси за загальноприйнятою методикою. Потім на сольову, водну та натронну проекції діаграми системи K^+ , Na^+ , $Mg^{2+} // SO_4^{2-}$, Cl^- , H_2O було нанесено фігуративні точки складів матеріальних потоків, з'єднавши які отримали відображення стадій сульфатного процесу [2]. Отже, побудована робоча діаграма процесу, яка відображає специфіку сульфатного вилуговування руди розчинами шеніту і розширює уявлення про метрику фізико-хімічних діаграм.

Установлено, що загальноприйняті правила графічного відображення галургійних процесів перероблення на діаграмі п'ятикомпонентної системи K^+ , Na^+ , $Mg^{2+} // SO_4^{2-}$, Cl^- , H_2O зберігають свою наукову і практичну цінність і для сульфатного способу вилуговування руди. Це дало змогу виконати технологічні розрахунки нового способу перероблення полімінеральної руди [1].

Література:

1. Пат. на корисну модель № 95089, Україна, МПК C01D 3/04. Спосіб розчинення полімінеральної хлоридно-сульфатної калійної руди сульфатним розчином / Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко, Д.В. Чепурна, Д. Хан-Ака. Заявлено 23.06.2014, опубл. 10.12.2014, Бюл. № 23/2014.

2. Ерайзер, Л.М. Галургійне перероблення полімінеральних калійних руд в метод сульфатного вилуговування оборотними розчинами на основі шеніту / Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко // Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Sciences. – 2014. – № 21. – С. 58 – 62. www.seanewdim.com.

ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ТЕРНАРНОГО СПЛАВУ КОБАЛЬТ-МОЛІБДЕН-ЦИРКОНІЙ

Козяр М.А., Глушкова М.А., Ведь М.В., Сахненко М.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У час стрімкого розвитку нових напрямів в енергетиці, мікроелектроніці, природоохоронних технологіях створення компактного обладнання та приладів неможливе без використання новітніх матеріалів з широким спектром функціональних властивостей. Одним із шляхів їх створення є формування на поверхні традиційних конструкційних матеріалів тонких шарів електролітичних покриттів, яким властиві корозійна стійкість, твердість, жаростійкість, каталітична активність. Мета роботи полягала в створенні електроліту та режиму електролізу, які дозволять отримувати якісні, рівномірні за структурою покриття сплавами Со-Мо-Zr.

Електрохімічне осадження покриттів Со-Мо-Zr ускладнено у зв'язку з великою різницею стандартних електродних потенціалів сплавотвірних елементів ($E_{Co^{2+}/Co} = -0,28$ В, $E_{Zr^{4+}/Zr} = -1,57$ В, $E_{MoO_4^{2-}/Mo} = +0,154$ В,) з літературних даних [1] відомо, що осадження цирконію в сплав на постійному струмі із водних розчинів неможливо. Тому для вирішення цих проблем застосовано комплексний полілігандний електроліт та імпульсний режим електролізу [2]. Обрані ліганди – цитрат- (Cit) і пірофосфат- іони (Piro) – є індиферентними до електродних реакцій, а також утворюють міцні координаційні зв'язки з багатьма одно- і полівалентними іонами [3]. Виявлено, що стабільна робота електроліту забезпечується в діапазоні рН 8 – 10 при співвідношенні концентрацій лігандів $c(Cit) : c(Piro) = 1 : 1$.

Встановлено найбільший вміст тугоплавких металів ($\omega_{Mo} = 13,7-22,4$ % мас., $\omega_{Zr} = 0,26-2,06$ % мас.) у сплаві Со-Мо-Zr досягається при використанні імпульсного струму амплітудою 8 А/дм², тривалості імпульсу 2 мс та тривалості паузи 10 мс. Вихід за струмом за таких умов становить 70 %.

Література:

1. Теоретичні основи хімії рідкісних і розсіяних елементів: підручник / М. Д. Сахненко, М. В. Ведь, В. В. Штефан, М. М. Волобуєв; за ред. М. Д. Сахненка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 424 с.

2. Пат. 84103 Україна, МПК⁵¹ C25D 3/56 (2006.01). Спосіб нанесення покриттів сплавом кобальт-молібден-цирконій / Сахненко М. Д., Ведь М. В., Глушкова М. А., Козяр М. А.; заявник та власник НТУ «ХПІ». – № u201304502; заявл. 10.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

3. Пат. 84104 Україна, МПК⁵¹ C25D 3/56 (2006.01). Електроліт для нанесення покриттів сплавом кобальт-молібден-цирконій / Ведь М. В., Глушкова М. А., Сахненко М. Д., Артеменко В. М., Козяр М. А.; заявник та власник НТУ «ХПІ». – № u201304503; заявл. 10.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

ТВЕРДОФАЗНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ХЛОРИДА НАТРИЯ

Кузенко Ю.Н., Михайлова Е.Н., Панасенко В.А.

*Государственное учреждение «Государственный научно-исследовательский и проектный институт основной химии»
(ГУ «НИОХИМ»), г. Харьков*

Недостатки аммиачного способа получения соды методом Сольве устраняются в технологии соды циклическим способом [1, 2]. Особенностью данного способа является использования твердого NaCl. Природный NaCl содержит растворимые и нерастворимые примеси (далее НП), которые необходимо удалить без растворения.

Предлагаемая твердофазная технология очистки природного кристаллического NaCl разработана на примере галитовых отходов (далее ГО) производства KCl из сильвинита галургическим способом. Исследуемая проба ГО имела следующий химический состав, % мас.: NaCl – 85,35; KCl – 2,47; (MgCl₂ + CaCl₂) – 0,49; железо в пересчете на FeCl₃ – 0,026; НП, включая кристаллы CaSO₄ – 3,53; H₂O – 8,13. НП содержатся в ГО в большей части своей массы в тонкодисперсном состоянии, как это обычно имеет место при производстве KCl галургическим методом. Эту часть НП можно удалить путем каскадной гидроклассификации ГО в насыщенном по NaCl рассоле. Крупные фракции НП, случайно попавшие в ГО, пройдут через стадию очистки ГО и, в конечном итоге, будут выведены из содового производства на стадии фугования суспензии с кристаллами NH₄Cl. Реагентная содо-щелочная очистка репульпирующего рассола от ионов магния, кальция [3], включает подачу в рассол интенсифицирующей добавки – CaCl₂ из дистиллерной жидкости, отхода содового производства.

Установлено, что для обеспечения массовой доли НП в соде не более 0,03% можно надежно достигнуть в установке содержащей шесть ступеней очистки. Если суспензию перед подачей в центрифугу сгустить до величины Т:Ж = 1:1,5, то массовую долю НП в жидкой фазе суспензии можно увеличить до 0,018%, а число ступеней очистки в установке уменьшить до четырех. Поскольку осадок NaCl в центрифуге перед выгрузкой подвергается промывке чистой водой, то можно с уверенностью утверждать, что примеси MgCl₂, CaCl₂ и FeCl₃ в выгруженном осадке твердого NaCl будут практически отсутствовать.

Литература: 1. Микулин Г.И. Физико-химическое равновесие в системе NaCl + NH₃ + CO₂ + H₂O → NaHCO₃ + NH₄Cl при карбонизации аммиачного рассола / [Г.И. Микулин]. – Харьков, НИОХИМ, 1961. – Труды, Т. 63. – С. 53 – 82. 2. Кузенко Ю.Н. Создание безотходной технологии производства соды кальцинированной / [Ю.Н. Кузенко] // IV Українська науково-дослідна конференція з технології неорганічних речовин: Тези доповідей (14 – 16 жовтня 2008 р. м. Дніпродзержинськ). 3. Пат. 97844 UA, МКИ C01D7/18, C01D3/04, C01D3/06. Спосіб реагентного очищення сирого розсолу від іонів магнію і кальцію / Ібрагімов А.Т., Сабітов А.Р., Фролов О.В., Кузенко Ю.М. та інш. Заявители: НІОХІМ; ВАТ «Алюміній Казахстану». Заявл. 21.12.2009. Опубл. 26.03.2012. Бюл. № 6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕСЫЩЕНИЯ ДИСТИЛЛЕРНОЙ ЖИДКОСТИ ПО КРИСТАЛЛОГИДРАТАМ СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ НА ДИСТИЛЛЯЦИИ

Лукьянчиков А.А., Лобойко А.Я., Михайлова Е.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
НИОХИМ, г. Харьков*

До сих пор нет единого мнения о механизме образования гипсовой корки на внутренней стенке дистиллера содового производства. Одни авторы считают причиной возникновения отложений (инкрустаций) уменьшение растворимости гипса при повышении температуры в дистиллере, связанное с образованием новой, плохо растворимой гидратной формы. Другие полагают, что отложения являются результатом образования в смесителе растворов, пересыщенных гипсом, кристаллизующимся затем на стенках дистиллера.

Образование инкрустаций, состоящих из полугидрата, двугидрата и безводного сульфата кальция, обусловлено пересыщением дистиллерной жидкости по этим модификациям. Скорость кристаллизации этих модификаций определяется степенью пересыщения и температурой раствора.

Нами была найдена степень пересыщения жидкостей смесителя, дистиллера и испарителя по отношению к двугидрату, полугидрату и ангидриту.

В смесителе жидкость пересыщена по двугидрату, полугидрату и безводной соли при всех реализованных в опытах режимах. Степень пересыщения по ангидриту достигает наибольшей величины и составляет 460 – 500%; по двугидрату и полугидрату она не превышает 57 - 75%.

Прохождение суспензии, содержащей полугидрат, через дистиллер сопровождается уменьшением пересыщения по полугидрату и ангидриту. К низу дистиллера пересыщение по полугидрату и ангидриту уменьшается соответственно от 30 до 330%. Пересыщение по двугидрату снимается полностью в середине дистиллера; в нижних бочках дистиллера и испарителя жидкость не насыщена по двугидрату. Таким образом, возможность кристаллизации двугидрата на стенках низа дистиллера и испарителя при «горячем» режиме смесителя полностью исключается.

НОВІ ПОЛИВНІ ПОКРИТТЯ ІЗ ПІДВИЩЕНОЮ УДАРНОЮ МІЦНІСТЮ

Островна Ю.Д., Лісачук Г.В., Білостоцька Л.О., Трусова Ю.Д.,
Павлова Л.В., Блудова І.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У світовій практиці в зв'язку з розвитком матеріалознавства визнана стала тенденція створення конструкційної та функціональної кераміки. Постійно зростаючі та все більш жорсткі вимоги до умов експлуатації керамічних матеріалів ініціюють роботи з вдосконалення виробів з кераміки, підвищення її ударної міцності та термостійкості. Значною мірою вказані властивості визначаються мікроструктурою виробів.

Метою даних досліджень була оптимізація складів поливних покриттів у присутності модифікуючої добавки з числа оксидів *sp*-елементів, а саме, SnO_2 . Оптимізацію складів, приведених до систем $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--ZnO}$ та $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2$, проводили методом повного двохфакторного експерименту.

Розрахунковим шляхом були встановлені властивості розплаву і покриттів, що випалені при температурах 1150 -1200 °С: $\lg \eta$ 3,8 ÷ 4,8; σ , н/м – 307,75 ÷ 331,55; температура розм'якшення 1120-1150 °С.

Розроблені склади полив з оптимальним співвідношенням компонентів, що були випалені при температурі 1200 °С, характеризувались комплексом фізико-механічних властивостей: щільність, г/см³ – 2,58 ÷ 2,68; тепловий коефіцієнт лінійного розширення, 10⁻⁶ град⁻¹ – 5,37 ÷ 6,14; модуль пружності, МПа – 73,5 ÷ 83,7.

Результати експерименту дозволили встановити залежності показника міцності на удар від мікроструктури покриттів та фазового складу.

Був установлений механізм ущільнення вихідної скломатриці за рахунок вбудовування модифікуючих груп типу $[\text{RO}_x]$ до сиботаксичних об'єднань ближнього порядку і формування зародків кристалічних фаз ганіту, вілеміту і каситериту, а також твердих розчинів на основі рутилу.

За даними рентгенофазового аналізу та петрографії покриттів, слід відмітити невелику кількість рентгеноаморфної фази ($\approx 30\%$) при переважній кількості зміцнюючих фаз у мілко кристалічному стані (до 2 мкм).

В результаті досліджень були одержані нові склади покриттів, що дозволяють отримати керамічні вироби з покриттями підвищеної ударної міцності, термостійкості та інших експлуатаційних властивостей.

Вказані покриття можуть становити інтерес для технологій одержання високоресурсної кераміки, в тому числі, архітектурно-будівельних, санітарно-технічних виробів та деталей промислових агрегатів з високою стійкістю до зносу та ударних навантажень.

ВПЛИВ НЕНАСИЧЕНОСТІ РОЗЧИНУ СОЛЯМИ НА ВИХІД NaHCO_3 В ПРОЦЕСІ КАРБОНІЗАЦІЇ АМОНІЗОВАНОГО РОЗСОЛУ

Панасенко В.В., Гринь Г.І., Рищенко І.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний університет», м. Харків

Важливість вивчення впливу ненасиченості розчину солями на вихід NaHCO_3 (U_{Na^+}) обумовлена теоретичною та практичною значимістю, яку відіграє цей фактор у провідному для технології соди процесі карбонізації, в якому відбуваються процеси абсорбції діоксиду вуглецю амонізованим розсолом і кристалізації NaHCO_3 . Відповідних систематичних досліджень по даному процесу недостатньо. Роль води, що уводиться в четверну взаємну систему $\text{Na}^+, \text{NH}_4^+ // \text{HCO}_3^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ за рівнянням $\text{NaCl}_p + \text{NH}_3_p + \text{CO}_2_p + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaHCO}_3_t + \text{NH}_4\text{Cl}_p$, з урахуванням хімічних інконгруентних перетворень в цій системі з утворенням карбонат-іонів, в результаті яких згідно з правилом фаз Гіббса збільшується варіантність системи і четверна взаємна система стає п'ятірною взаємною $\text{Na}^+, \text{NH}_4^+ // \text{HCO}_3^-, \text{CO}_3^{2-}, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ не була визначена.

Із класичних досліджень аміачно-содового процесу [1, 2] граничний вихід NaHCO_3 ($U_{\text{Na}^+} = 84\%$) досягає свого найбільшого значення при карбонізації насичених розчинів. У реальному процесі карбонізації цей показник є недосяжним в зв'язку з використанням ненасичених розсолів і введенням води в процес абсорбції аміаку з газами дистиляції [3].

Розчинність хлориду натрію при 30°C складає 1 моль на 9,1 моль H_2O . Реально добре функціонуючі содові заводи отримують очищений розсіл в якому дане співвідношення досягає 1:9,5 моль/моль, що пояснюється тим, що отримувані розчини залишаються неповністю насиченими по NaCl і додатково частково розбавляються водою в процесі очистки розсолу. З газами дистиляції в процес абсорбції вводиться додатково 0,4 моль H_2O на моль NaCl [3]. Отже мольне співвідношення $[\text{H}_2\text{O}]:[\text{NaCl}]$ зростає до 9,9.

Процес карбонізації можна представити як добавку NH_4HCO_3 до розчину NaCl з одночасним виведенням H_2O з розчину в еквімолярних співвідношеннях з NH_4HCO_3 . В основу розрахунку зміни водності системи в процесі карбонізації прийнято розчин з мольним співвідношенням $[\text{H}_2\text{O}]:[\text{NaCl}] = 9,9$ та $[\text{NH}_4^+]:[\text{Cl}^-] = 1:1,03$. Визначено, що за рахунок недонасичення розчину солями теоретично максимально досяжний вихід U_{Na^+} зменшується на 4,2 %, при цьому на частку води, що уводиться з газами дистиляції, як показують розрахунки, припадає близько 1% зниження U_{Na^+} .

Список літератури:

1. Федотьев П.П. Сборник исследовательских работ / П.П. Федотьев. – Л.: ОНТИ; Химтеорет, 1936. – 276 с.
2. Микулин Г.И. Физико – химическое равновесие в системе $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ при карбонизации аммиачного рассола / Г.И. Микулин // Работы по технологии соды. – Л.: Госхимиздат, 1961. – Т.13. – С. 53.
3. Ткач Г.А. Производство соды по малоотходной технологии / Г.А. Ткач, В.П. Шапоров, В.М. Титов. – Харьков: ХГПУ, 1999. – 429 с.

РАВНОВЕСИЕ РЕАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ФОРМАЛИНА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕТАНОЛА НЕПОЛНЫМ ОКИСЛЕНИЕМ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Петренко А.В., Слабун И.А., Ноздрачев Н.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В составе добываемого природного газа присутствует небольшое количество воды, которое при высоких давлениях и низких температурах образует на внутренней поверхности трубопроводов и запорной арматуре кристаллогидраты. Одним из наиболее эффективных ингибиторов гидратообразования при добыче и транспорте природного газа является метанол.

Существующие технологии получения метанола, базируются на его синтезе из синтез-газа при большом давлении и температуре. Несмотря на совершенство технологии, она многостадийна и ресурсозатратна, требует высокой квалификации персонала. Поэтому метанол производят на специализированных химических предприятиях. С целью уменьшения затрат на его транспортировку от производителя до объекта нефтегазового комплекса рационально получать метанол непосредственно на месте. Наиболее перспективным является получение метанола неполным окислением природного газа кислородом воздуха под давлением. Однако при этом вместе с целевым продуктом, метанолом, образуется и побочный – формалин, который не является ингибитором гидратообразования. Так как его транспортировка экологически небезопасна и трудоемка, целесообразно утилизацию проводить непосредственно на нефтегазовом комплексе.

Целью работы является определение оптимальных параметров утилизации формалина и их влияние на равновесие системы. Для этого исследовали равновесия совместно протекающих трех реакций: дегидрирование формальдегида, конверсии СО (II) водяным паром и реакции разложения метанола до СО₂ и Н₂. Расчет проводили в интервалах давлений 0,1013-0,21 МПа и температур 25-627 °С.

Установлено, что при атмосферном давлении и при температуре больше 127 °С формальдегид и метанола полностью разлагаются. Количество и состав продуктов утилизации соответственно равны ~930,1 нм³/т формалина, состав, % об.: СО =13,50; СО₂ = 22,33; Н₂ =64,17. этот газ предлагается использовать как теплоноситель в отделениях ректификации метанольного продукта-сырца и утилизации формалина.

**СТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ $\text{CaO-Al}_2\text{O-TiO}_2\text{-SiO}_2$ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ
СОЗДАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ И ХИМИЧЕСКИ СТОЙКОЙ КЕРАМИКИ**
Рыщенко М.И., Питак Я.Н., Федоренко Е.Ю., Лисюткина М.Ю., Шевцов А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Оборудование большинства производств (химических, пищевых, нейтехимических, электротехнических и др.) эксплуатируется в жестких условиях при одновременном воздействии агрессивной среды, высоких температур и давления, а также подвергается механическим нагрузкам и радиоактивному излучению. В различных областях промышленности при создании новой техники и совершенствовании технологических конструкций разработки зачастую сталкиваются с недостаточным уровнем необходимого комплекса свойств материалов. В этом аспекте актуальным является создание высокоресурсных материалов, обеспечивающих длительную и эффективную эксплуатацию технологического оборудования и конструкций за счет высоких физико-механических, теплофизических и механических характеристик.

Направленный синтез таких фазы, как тиаит (Al_2TiO_5), муллит ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) и корунд (Al_2O_3), позволит улучшить показатели вышеперечисленных свойств керамики благодаря высокой их высокой огнеупорности, химической стойкости, твердости и небольшому тепловому расширению. Основной для создания такой керамики является система $\text{CaO-Al}_2\text{O-TiO}_2\text{-SiO}_2$. Для создания научно обоснованной технологии термически и химически стойкой керамики необходимо изучение субсолидусного строения системы с целью прогнозирования предпочтительности образования вышеуказанных фаз, их количественного соотношения и температуры образования.

Впервые условная тетраэдрация системы $\text{CaO-Al}_2\text{O-TiO}_2\text{-SiO}_2$ с учетом 4 оксидов, 14 бинарных и 3 тройных соединений была проведена академиком А.С. Бережным, который показал, что вблизи границы ликвидуса концентрационный тетраэдр, моделирующий сусолидус системы, имеет 5 коннод, проходящих в трехмерном пространстве, и разбивается на 23 элементарных тетраэдра.

Нами определены геометро-топологические характеристики фаз системы $\text{CaO-Al}_2\text{O-TiO}_2\text{-SiO}_2$: объемы и степени асимметрии элементарных тетраэдров, температуры и составы их эвтектик, а также построен топологический граф взаимосвязи элементарных тетраэдров. Сравнительный анализ полученных данных позволил выявить наиболее технологичные области составов для производства высокоресурсных керамических материалов функционального назначения, находящиеся в пределах тетраэдров: $\text{CA}_2\text{-CA}_6\text{-C}_2\text{AS-CT}$, $\text{C}_3\text{S-C}_2\text{S-C}_3\text{A-C}_3\text{T}_2$ (для огнеупорных материалов) и $\text{CAS}_2\text{-AT-CT-A}$, $\text{A}_3\text{S}_2\text{-CAS}_2\text{-AT-A}$ (для термически и химически стойкой керамики).

Результаты исследований строения системы $\text{CaO-Al}_2\text{O-TiO}_2\text{-SiO}_2$ представляют интерес для создания новых технологий полифункциональной керамики, а также повышения эффективности традиционно используемых композиционных высокотемпературных материалов.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАРОДКОУТВОРЕННЯ КРИСТАЛІВ АПАТИТУ НА ПОВЕРХНІ КАЛЬЦІЙСИЛІКОФОСФАТНИХ СКЛОМАТЕРІАЛІВ

Саввова О.В., Бабіч О.В., Фесенко О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній день розробка біоматеріалів для відновлювальної медицини є невід'ємною часткою програми охорони здоров'я та покращення якості життя населення. Однак існуючі склокристалічні матеріали для замісної хірургії характеризуються тривалими строками зрощування з кісткою та не можуть використовуватися під дією значних навантажень на неї. Тому актуальним є створення біоактивних матеріалів зі скороченими термінами зрощування з кісткою та міцносними властивостями, наближеними до властивостей природної кістки, що дозволить скоротити реабілітаційний період, знизити вартість лікування та підвищити конкурентну спроможність вітчизняних матеріалів для ендопротезування.

Необхідна умова прояву біоактивності кальційфосфатних матеріалів полягає в забезпеченні міцного зв'язку біоматеріалу з кісткою. Механізм даного процесу реалізується, як комплекс поверхневих явищ, спрямованих на утворення на поверхні матеріалу перехідної аморфно-кристалічної зони, яка включає полікристалічний кальційфосфатний шар з апатитоподібною структурою, що є близькою до структури кісткового гідроксиапатиту.

Метою роботи є встановлення особливостей зародкоутворення кристалів апатиту на поверхні кальційфосфатних склокристалічних матеріалів *in vitro*.

Результати дослідження структури та хімічного складу поверхневих шарів розроблених матеріалів після витримки у фізіологічних рідинах дозволили встановити механізм осадження апатитоподібного шару на їх поверхні. На першому етапі спостерігається утворення шару силікагелю з подальшим формуванням наноструктур сферолітів та їх злиття у гребні, що є свідченням формування аморфного фосфату кальцію та наступним вирівнюванням поверхні з пошаровою структурою покриття як прояву кристалізації нестехіометричного гідроксиапатиту (нГАП).

Встановлено, що стимулювання гомогенного та гетерогенного зародкоутворення кристалів ГАП та КАП за рахунок ініціюючого впливу нуклеаторів Si—ОН та Ti—ОН та шляхом забезпечення співвідношення елементів Ca : P = 1,4÷2,58 на поверхні дослідних матеріалів *in vitro* створює умови для утворення на поверхні аморфного фосфату кальцію зі співвідношенням елементів Ca : P = 0,82÷0,87.

Підвищення співвідношення Ca / P = 5,0 на поверхні розроблених матеріалів призводить до формування нГАП зі співвідношенням елементів Ca : P = 1,6 з вмістом карбонатних, хлоридних та фторидних груп *in vitro*, який відповідає складу нативної кістки.

За результатами проведених досліджень встановлено перспективність застосування розроблених кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалів як основи для одержання імплантатів для щелепно-лицевої хірургії.

УЛУЧШЕНИЕ ФОРМУЕМОСТИ И СВОЙСТВ НЕФОРМОВАННЫХ ОГНЕУПОРОВ Al_2O_3 -SiC-C-ВОЛОКНО

Семченко Г.Д., Анголенко Л.А., Катюха А.С.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Задачей исследования являлось воспроизведение одной из импортных шихт с использованием ВГЦ «Gorkal-70» вместе с добавкой пластичной глины в качестве связующего. Основным алюмосиликатным наполнителем являлся плавленный корунд. Состав наполнителя был дополнен порошком SiC и графита.

Бетон Al_2O_3 -SiC-C, в составе которого соотношение наполнителей Al_2O_3 /SiC составляет практически 1:1 и присутствует не только антиоксидант Si, но и небольшое количество (1 %) органического волокна, достаточно плохо формуется. В качестве добавок, регулирующих растекаемость массы и физико-механические свойства материала, использованы пластификатор Термопласт, гель на основе гидролизованного этилсиликата и триполифосфат натрия.

Установлено, что при использовании 1 % волокна совместно с 1 % триполифосфата натрия растекаемость составляет 65 мм, при уменьшении количества волокна до 0,5 % и введении добавки в виде тонкомолотого геля в количестве 1 % растекаемость увеличивается до 75 мм. Совместное использование триполифосфата натрия и геля (по 0,5 %) растекаемость увеличивает до 80 мм, но не более, но она становится несколько выше, чем у аналога. Растекаемость исследовали при увлажнении шихты до 15 %.

Установлено, что потери массы при нагревании до 1000 °С корундового бетона с добавкой МЦ волокна не зависят практически от количества волокна (1 и 3 %) и составляют соответственно 7,3 и 7,5 % от массы бетона. При термообработке бетона из цемента синтезируются новые фазы: $CaAl_2O_4$ и $CaAl_4O_7$, которые цементируют зерна корундового наполнителя и SiC. Однако при введении более 1 % органического волокна в бетонные массы увеличивается пористость материала и уменьшается его прочность. Учитывая данные физико-механических свойств образцов, отпрессованных при 35 МПа и обожженных при 1250 °С, количество волокна в бетонных массах не должно превышать более 1 %. Важно отметить, что при одновременном использовании МЦ волокна и вышеуказанных пластификаторов пористость образцов после обжига уменьшается вдвое. При использовании геля и 0,5 % МЦ волокна пористость после обжига при 1250 °С составляет 17 %. В службе при повышении температуры до 1450 °С пористость футеровки будет снижаться.

Исследована структура материала из разработанной шихты, фазовый состав которого после обжига при 1250 °С представлен, масс.: 35–40 % корунда, 35–40 % α -карбида кремния, 1–2 % β -SiC, около 1 % Si, 1 % графита, 3–5 кристобалита, 1–2 % ВГЦ и 20–25 % муллитизированного расплава, который способствует спеканию массы даже при такой невысокой температуре, обеспечивая материалу пористость не выше 17–18 %. Во всех образцах синтезируется β -SiC по каемкам графита также как и у импортного аналога, что защищает его от окисления.

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ

Семченко Г.Д., Макаренко В.В., Шутеева И.Ю., Пермяков Ю.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Использование золь-гель процесса и механосинтеза позволяет синтезировать при более низких температурах тугоплавкие соединения и создавать из них нанокomпозиционные материалы, регулируя химические процессы структурирования на молекулярном уровне. Обжиг материалов на основе модифицированного электрокорунда и поликристаллического волокна в разных средах дает возможность регулировать фазовый состав материалов, введение поликристаллических корундовых волокон дает возможность получить конструкционный материал с корундовой матрицей, самоармированной наночастицами муллита и карбида кремния, в которой равномерно распределены поликристаллические корундовые волокна.

Разработан корундовый композиционный материал СМД, содержащий всего 1 % поликристаллического корундового волокна, с показателями величины предела механической прочности при сжатии 910 МПа, показавший при испытаниях высокую стойкость в потоках ионизированных газов. Особенность технологии получения однородного материала с небольшим количеством введенного поликристаллического волокна заключается в предварительном модифицировании поликристаллического волокна алкоксидом кремния, совместном измельчении мокрым способом его с модифицированным этим же веществом электрокорундом, отмывания от дисперсионной среды и создания ложного зерна из массы с применением связки из золя и парафина.

Исследовали однородность структуры и характеристики разрушения разработанных конструкционных корундовых материалов. Контроль однородности выполняли с помощью метода LM – твердости, согласно которому использовали не абсолютные значения механических характеристик, а параметры рассеивания их значений при большом количестве измерений. Степень рассеивания величины вдавливания h зависит от однородности структуры материала: чем больше неоднородность структуры, тем больше рассеивание измеряемой характеристики. О степени рассеивания измеряемой величины судили по характеру параметров распределения, который описывает это рассеивание, например, распределением Вейбулла. Параметр Вейбулла m_h , который определяли по формуле Гумбелля, характеризует степень рассеивания значений глубины проникновения индентора в разработанный материал. Измерение глубины проникновения индентора проводили портативным твердомером. Нагрузка на алмазный индентор, выполненный в виде конуса с углом при вершине 100° , составляла 49Н. Исследования подтвердили однородность структуры разработанного материала с поликристаллическим волокном благодаря применению комбинированной связки парафин-золь-гель композиция.

ПОДГОТОВКА Al_2O_3 -СОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СПЕКАНИЯ SiC НЕФОРМОВАННОГО ОГНЕУПОРА

Семченко Г.Д., Панасенко М.В., Бражник Д.А., Старолат Е.Е.,
Дяченко А.А., Вовк А.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Развитию высокотехнологичных керамических материалов способствует появление новых технологий. Для улучшения эксплуатационных характеристик керамики применяют различные методы, в том числе использование ультрадисперсных, высокочистых ультрадисперсных порошков с регулируемым химическим и фазовым составом.

Конструирование структуры керамической матрицы карбидкремниевого материала в результате создания межзеренных границ из синтезирующихся фаз заданного состава и морфологии представляет значительный научный и практический интерес, особенно при использовании алкоксида кремния и композиций на его основе.

Поиски методов интенсификации спекания SiC наполнителя при изготовления футеровок тепловых агрегатов из неформованных огнеупоров на основе порошков карбида кремния разных фракций (3–1 мм, менее 0,5 мм и менее 63 мкм) со спекающими алюмосодержащими добавками, измельченными с кремнийорганическим веществом привели к выбору более эффективной модифицированной алкоксидом кремния спекающей алюмосодержащей добавки, применение которой дало желаемый результат при получении SiC материала с заданными свойствами при низкотемпературном обжиге (1400 °С).

Нами исследовано влияние добавки ЭТС на помол электрокорунда, гидроксида алюминия, дистен-силлиманита и др. алюмосодержащих порошков, которые использовали в качестве спекающих добавок. Помол осуществляли в шаровых мельницах объемом 3 л.

Установлено, что оптимальный эффект измельчения наполнителей различного типа и структурные нарушения в решетках кристаллов этих соединений наблюдаются при использовании практически одного и того же количества алкоксида кремния. Поэтому для модификации спекающих добавок использовали 1 % ЭТС.

При измельчении твердых материалов различают три процесса: 1 – раскрытие крупных и мелких пор, дефектов структуры, 2 – разрушение кристаллов, резкое возрастание сопротивляемости материалов измельчению; 3 – процессу сопутствуют явления налипания и агрегирования. При помолу тугоплавких наполнителей основным видом разрушения является истирание. Для измельчения всех наполнителей использовали корундовые шары диаметром 20 мм при соотношении наполнитель: шары, равном 1:3 или 1:2. Налипания на стенки мельницы не наблюдалось. А процессы механохимического синтеза при измельчении исследовали методом РФА и ДТА.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЯ НАНОУПРОЧНЕННЫХ
ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ ФУТЕРОВКИ
КОНВЕРТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО
МАГНЕЗИАЛЬНОГО ФЛЮСА ДЛЯ ПЛАВКИ СТАЛИ В КОНВЕРТОРЕ**

Семченко Г.Д., Повшук В.В., Пермяков Ю.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Разработанный ПУ огнеупор для футеровки конвертеров и ковшей имеет повышенные физико-механические свойства и стойкость к действию шлака и к окислению. Отслужившую футеровку этих агрегатов предложено использовать в качестве магнезимального сырья при изготовлении флюса наведения шлака при конвертерном производстве стали.

Особенностью предложенного флюса является то, что при его изготовлении не используется высокотемпературный обжиг, а только прокаливание, что позволяет сохранить большие потери при прокаливании массы и обеспечить саморассыпание брикетов над ванной в процессе раздувки азотом. Брикеты флюса изготавливают методом прессования при давлении не менее 70 МПа из масс MgO фр. 8–0 мм и связующих, обладающих способностью твердеть и обеспечивать в процессе твердения образование связей, повышающих прочностные характеристики прессовок.

Повышение прочности брикета флюса обеспечивается протеканием экзотермических реакций между компонентами флюса при выдержке брикетов в течение 70–72 часов в закрытых объемах, где температура повышается до 45–60 °С, что интенсифицирует физико-химические процессы превращений связующих и их взаимодействие с периклазом.

Присадка быстрорастворимого разработанного флюса, содержащего 87–95 % MgO и 19–30 % потерь при прокаливании, быстро насыщает железистый шлак оксидом магния и охлаждает его до температуры, требуемой для эффективного загущения шлака. Низкое содержание CaO (1,6 %) в составе флюса способствует формированию тугоплавких фаз (магнезиовюстита и магнезиоферрита) с температурой плавления выше 1750 °С. Именно повышенное содержание MgO и снижение в первые минуты продувки активности FeO в шлаке за счет присутствия вышеуказанных фаз в составе разработанного флюса в период завалки позволяет дольше сохранить гарнисажное покрытие по ходу плавки стали

Чем больше содержание оксида магния во флюсе, тем эффективнее насыщение шлака его оксидами, что интенсифицирует загущение шлака и ускоряет процесс создания гарнисажа на футеровке. Это уменьшает износ футеровки и увеличивает срок службы конвертера.

Предложенный флюс формирует износостойкий гарнисаж на футеровке конвертера, обеспечивающий эффективную защиту футеровки в процессе продувки плавки. Его применение позволяет снизить продолжительность процесса раздувки шлака азотом, его себестоимость значительно меньше известных магнезимальных флюсов.

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗОЖИГОВОЙ КЕРАМИКИ ИЗ ПОРОШКА SiC И МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛКОКСИДОМ КРЕМНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Семченко Г.Д., Рожко И.Н., Питак Я.Н., Толстокорая И.В., Васюк А.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Известные карбидкремниевые материалы можно классифицировать по способам получения, составам, типам микроструктур и свойствам. С помощью различных способов получения SiC-материалов, которые отличаются друг от друга составами, структурой, технологическими особенностями получения и свойствами – изготавливают SiC керамику для применения в разнообразных условиях эксплуатации. Для изготовления технической карбидкремниевой керамики для футеровки агрегатов для перегонки сухих сырьевых смесей известно использование технологии с применением порошка SiC разного фракционного состава и алюмосодержащих спекающих добавок в качестве связующего, обеспечивающего не только улучшение формуемости масс, но и улучшение спекания. Для повышения механических свойств конструкционной керамики при высоких температурах необходимо использовать чистые и высокоплотные материалы, но обязательно надо использовать спекающие добавки и высокие температуры обжига. Такие массы обычно спекают при температурах значительно выше 1450 °С, затрачивая значительные энергоресурсы на процесс спекания карбидкремниевой керамики.

Существуют различные термопластичные связующие, с помощью которых получают безожиговые КМ с заданными физико-механическими свойствами, например, фенолформальдегидная смола.

Для повышения живучести жидкой фенолформальдегидной смолы и улучшения ее распределения на поверхности зерен карбида кремния ее модифицировали алкоксидом кремния

В качестве связующего компонента использовали фенолформальдегидную смолу–раствор и смолу–порошок марки СП 1001/2. Содержание свободного фенола в этих смолах не превышает 0,3 %, в качестве катализатора карбонизации фенолформальдегидной смолы использовали уротропин, содержащий 97,4 % гексаметилтетрамина.

В качестве модификатора фенолформальдегидной смолы использовали чистый ТЭОС, ЭТС и золи – гидролизаты ЭТС–32 и ЭТС–40 разного состава. Исследован процесс гидролиза этилсиликатов различным количеством воды при использовании в качестве катализатора малого количества азотной кислоты, Установлено, что применение азотной кислоты в количестве 0,05–0,1 % увеличивает текучесть и живучесть зольей. А применение этих зольей в качестве модификатора фенолформальдегидной смолы оказывает на ее поликонденсацию практически такое же влияние, как и ТЭОС.

При использовании модифицированной фенолформальдегидной смолы разными кремнийорганическими веществами получена керамика с пористостью 11–17 % с повышенной стойкостью к истиранию.

НЕФРИТОВАНІ ПОЛИВИ ДЛЯ ВИСОКОГЛИНОЗЕМНОЇ КЕРАМІКИ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Федоренко О.Ю., Горбунова А.О., Павлова Л.В., Стрельникова О.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вироби електротехнічного призначення знайшли широке використання при виготовленні електроізоляційних трубок, опорних ізоляторів, корпусів мікровимикачів, опори контактних пристроїв та інших виробів для радіоелектронної промисловості та енергетики. Вироби з корундової кераміки характеризуються високими показниками міцності і діелектричних властивостей, що забезпечує надійність їх роботи при експлуатації. У той же час в умовах служби виробів на відкритих ділянках в результаті впливу природних факторів відбувається поступове забруднення виробів і, як наслідок, погіршення діелектричних властивостей. Втім за наявності поливи експлуатаційні властивості виробів значно поліпшуються за умови отримання бездефектного глазурного покриття.

Метою роботи є розробка нефритованої поливи на основі вітчизняної сировини, призначеної для однократного випалу електротехнічних виробів з високоглиноземної кераміки наступного складу, мас. %: MgO – 2; TiO₂ – 2; SiO₂ – 1,5; Cr₂O₃ – 1,5; Al₂O₃ – 93.

Виходячи з вимог, що висуваються до розплавів поливи та покриттів по корундовій кераміці, визначені наступні критерії вибору: полива має утворювати бездефектне покриття з високою адгезією до керамічної основи при температурі випалу корундової кераміки. Для цього в'язкість розплаву не повинна перевищувати 10^{2,5} Па·с, а поверхневий натяг – 0,3 Н/м. Крім того, ТКЛР поливи має бути меншим, ніж ТКЛР кераміки, але не більше, ніж на 10%, що забезпечить високу термостійкість глазурованих виробів. При розробці оксидних композицій для отримання нефритованої поливи використовували метод проектування складів, який полягає в прогнозуванні комплексу технологічних та експлуатаційних властивостей поливи. Використовували розрахункові методики визначення властивостей розплавів (в'язкості та поверхневого натягу) та покриттів (ТКЛР, діелектрична проникність, тангенс кута та коефіцієнт діелектричних втрат), які визначають термостійкість і діелектричні властивості.

Отримані залежності «склад - властивості» показали, що при заміні K₂O на Na₂O у складі поливи спостерігається зменшення в'язкості розплаву, однак при цьому істотно підвищується поверхневий натяг, що може викликати появу дефектів покриття. Така заміна супроводжується також підвищенням ТКЛР і діелектричної проникності, що може негативно позначитись на термостійкості і діелектричних властивостях виробів. Досліджено вплив поверхнево-активних добавок на якість глазурного покриття та реологічні властивості розроблених нефритованих полив. Встановлено що використання добавки MoO₃ в кількості 0,05 % (понад 100 % на суху речовину) забезпечує отримання бездефектних покриттів завдяки зниженню поверхневого натягу розплаву. Використання розроблених полив у виробництві кераміки електротехнічного призначення з мас з високим вмістом Al₂O₃, дозволить покращити властивості та подовжити термін служби виробів.

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ ФАРФОР В АСПЕКТІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ СИРОВИНИ

Федоренко О.Ю., Дайнеко К.Б., Глущенко Н.Ю., Подчасова К.В.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з найбільш важливіших напрямків вітчизняного керамічного матеріалознавства сучасності є розробка та впровадження енергоощадних імпортозаміщуючих технологій функціональної кераміки. Це пов'язано з тим, що сьогодні доля палива та імпортової сировини у собівартості тонкокерамічних матеріалів, зокрема електрофарфору, перевищує 60 %. Втім існуючі технологічні резерви енергоощадження, а також наявність в Україні власних сировинних ресурсів вказують на те, перспективним шляхом для вирішення цієї задачі є розробка мас для отримання низькотемпературного фарфору електротехнічного призначення.

Створення оксидних композицій, що забезпечують синтез фарфору із зниженою температурою формування (1200 °С проти 1350-1400 °С за традиційною технологією), відбувалось на основі визначення його раціонального фазового складу шляхом комп'ютерного моделювання поведінки фазових складових електрофарфору під дією теплових і силових навантажень, що виникають при експлуатації фарфорових ізоляторів. Мікрорівневі моделі створювали в інженерному пакеті *Solid Work* з урахуванням літературних даних про типовий фазовий склад електрофарфору. Розрахунки напружень, що виникають в дослідній системі «кристалічна фаза – склофаза - пори» при одночасній дії теплових і силових навантажень, здійснювали за методом кінцевих елементів в пакеті *Cosmos Work*. Такий підхід дозволив встановити оптимальні параметри фазового складу та структури матеріалу, за яких виключаються мікроруїнування фарфорового ізолятора, що призводять до їх виходу з ладу.

Розробка сировинних композицій базувалась на аналізі будови системи $\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ та технологічних властивостей вітчизняних сировинних матеріалів, альтернативних імпортним, які зараз використовують при виготовленні електрофарфору. Результати визначення флюсоуючої здатності продуктів збагачення лозуватських пегматитів та дослідження впливу на мулітоутворення фарфору кур'янівських пірофілітів дозволили розробити низькотемпературні фарфорові маси при використанні виключно вітчизняної сировини.

На основі аналізу залежностей «склад - властивості» розроблених мас з використанням симплекс-гратчастого планування неповного третього порядку визначені оптимальні за рівнем спікання та мулітоутворення склади муліто-силіцієвих мас. Проведеними дослідженнями властивостей лабораторних зразків встановлено, що розроблені матеріали характеризуються максимальним рівнем спікання (водопоглинання $W = 0$ %), високою електричною міцністю $E_m = 27,99 \text{ кВ}\cdot\text{мм}^{-1}$, питомим об'ємним опором $\rho_v = 4,01 \cdot 10^{14} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ та низькими діелектричними втратами ($\text{tg}\delta \cdot 10^3 = 12,11$), що відповідає вимогам до муліто-силіцієвого фарфору згідно діючого стандарту (ГОСТ 20419-83).

КЛІНКЕРНІ КЕРАМІЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ ГЛИНИСТОЇ СИРОВИНИ ХАРКІВСЬКОГО ЯРУСУ

Федоренко О.Ю., Присяжна Л.В., Гопта А.Ю., Вернигора К.П., Руденко Л.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Характерною ознакою сьогодення є збільшення обсягів промислового та цивільного будівництва, що викликає необхідність інтенсифікації виробництва матеріалів для будівельної індустрії. Перевагою клінкерної кераміки будівельного призначення є. Спорудам, побудованим з використанням клінкерної цегли та плитки, завдяки їх високій міцності, морозостійкості та зносостійкості властива довговічність, екологічна безпека та естетичність. Зростання конкуренції між імпортом та внутрішнім продуктом вимагає особливої уваги до якості виробів, розширення та оновлення асортименту на тлі зниження собівартості вітчизняного виробництва.

Важливим фактором збільшення конкурентоспроможності продукції українських виробників є залучення до виробництва недефіцитної сировини та впровадження передових енергоощадних технологій. Для отримання високоякісних керамічних клінкерних виробів традиційно використовують сланцеві тугоплавкі глини юрських та пермських відкладів, здатні до спікання при відносно низькій температурі (1100 °С), проте їх кількість обмежена. Більшість широко розповсюджених на теренах України глин вимагають занадто високої температури випалу або є полімінеральними, не спікливими або такими, що мають завузкий інтервал спеченого стану (менше 100 °С) і викликають високотемпературну деформацію виробів. Тому розробка технологічних принципів отримання високоякісної клінкерної кераміки на основі доступної природної і техногенної сировини є актуальною задачею, вирішення якої стане підґрунтям для стабільної і ефективної роботи вітчизняних виробників керамічного клінкеру.

В даній роботі на основі неспікливих полімінеральних і техногенних матеріалів здійснена розробка клінкерної кераміки широкої кольорової гами з комплексом високих експлуатаційних властивостей. Як основну сировину використовували глини харківського ярусу, дослідженнями хіміко-мінерального складу і технологічних властивостей яких встановлена необхідність використання флюсоуючих та мінералізуючих добавок, здатних інтенсифікувати процеси спікання та фазоутворення клінкерних матеріалів при зниженій температурі випалу. Як плавні використовували кальчикські лужноземельні сієніти та відходи збагачення лозуватських пегматитів. Для підвищення вмісту Al_2O_3 до складу мас вводили відходи феротитанового виробництва. З метою отримання світлозбарвленого клінкеру обґрунтовано вибір біловипалювальних глин як з технологічних, так і з економічних позицій.

В результаті дослідження залежностей «склад - властивості» з використанням симплекс-гратчастого методу планування, встановлені оптимальні склади мас, які дозволяють отримати стіновий та дорожній клінкер, а також біостійку клінкерну керамічну плитку широкої кольорової гами з комплексом високих експлуатаційних властивостей, які задовольняють вимоги діючих стандартів.

**РОЗРОБКА ТЕРМІЧНО І ХІМІЧНО СТІЙКОЇ КЕРАМІКИ
НА ОСНОВІ СИСТЕМИ $MgO-Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$
Федоренко О.Ю., Рищенко М.І., Лісюткіна М.Ю., Бурик О.А., Шевцов О.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Основною перевагою термічно і хімічно стійкої кераміки є тривалий термін служби в умовах одночасної дії кількох агресивних факторів: хімічних реагентів, механічного навантаження та високих температур та їх різких змін. Важливе місце серед керамічних матеріалів, які характеризуються високою міцністю та хімічною стійкістю до дії агресивних середовищ, займає фарфор, що належить до щільноспечених тонкокерамічних матеріалів.

Метою даної роботи є створення керамічних мас термічно та хімічно стійкого фарфору з температурою формування до 1200 °С при використанні вітчизняної кварц-польовошпатової та пірофілітової сировини.

Попередніми дослідженнями встановлена перспективність використання новогнатівського пегматиту, долинського граніту, красновського сіеніту як ефективних плавнів та доведено позитивний вплив пірофілітів овруцького та кур'янівського родовищ на процеси фазоутворення функціонального фарфору.

Основою для створення оксидних композицій обрана система $MgO-Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$, в матеріалах на основі якої можливий синтез фаз, стійких до дії луг і кислот (муліт Al_2SiO_5 , кордієрит $Mg_2Al_2Si_2O_{10}$, тіаліт АТ, шпінель МА) та низьким ТКЛР (дититанат магнію $MgTi_2O_6$, кордієрит $Mg_2Al_2Si_2O_{10}$, тіаліт АТ). В рамках теоретичних досліджень проведено аналіз будови системи, розраховано об'єми, ступені асиметрії склади і температури евтектик елементарних тетраедрів та обрано найбільш технологічну область для розробки термічно і хімічно стійкої кераміки. Враховуючи необхідність зменшення енергоємності виробництва, перевага при виборі області складів віддано композиціям із зниженою температурою спікання, положення яких в системі обмежено областю концентрацій тетраедра МА- $MgTi_2O_6$ -АТ- $Mg_2Al_2Si_2O_{10}$ з температурою евтектики 1695 К.

На основі обраних оксидних композицій розроблені склади мас на основі природної і техногенної сировини для отримання фарфору з температурою випалу 1150 і 1200 °С, досліджено їх властивості та фазовий склад.

Встановлено, що до складу синтезованого фарфору входять переважно мулітова і кордієритова фази, а також кварц та склофаза. Високий рівень експлуатаційних властивостей обумовлений утворенням достатньої кількості розплаву, що забезпечує максимальний ступінь спікання, та інтенсивним розвитком хімічно стійких фаз в умовах низькотемпературного випалу.

Розроблені маси для отримання низькотемпературного хімічно і термічно стійкого фарфору характеризуються водопоглинанням $0,015 \pm 0,0074$ %, міцністю на згин $77,58 \pm 78,25$ МПа, стійкістю до 20 % розчину $HCl \leq 0,5$ мг/см², що відповідає вимогам діючого стандарту (ГОСТ 9147-80). Використання розробок у виробництві дозволить реалізувати резерви енергозаощадження існуючої технології за рахунок зниження температури випалу виробів на $180 \div 200$ °С та заміни імпортованих сировинних матеріалів на вітчизняні.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЛЕГКОПЛАВКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКИ

Федоренко Д.О., Федоренко Е.Ю., Федорович В.А., Воронов Г.К., Блудова И.И.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Существующие методы изготовления алмазных кругов, имеют серьезные недостатки и ограничения, связанные с графитизацией алмаза при нагревании, недостаточной адгезией алмаза и связки, а также с высокой энергоемкостью технологического процесса. Как известно, структура алмазного слоя кругов имеет исходную дефектность в виде поврежденных алмазных зерен. Исследование гранулометрического состава алмазных зерен, извлеченных из образца алмазного круга, показало, что в результате спекания лишь 10-20 % зерен не разрушаются. Логично предположить, что большое влияние на степень повреждения алмазных зерен оказывают технологические параметры спекания кругов, свойства элементов системы «алмазные зерна – керамическая связка – поры», наличие на алмазах защитного покрытия, а также пористость композиционных алмазосодержащих материалов (КАМ).

Для выявления факторов, в наибольшей мере влияющих на целостность алмазов при спекании КАМ, проведена серия экспериментов с использованием разработанной ранее методологии компьютерного моделирования поведения материала с учетом тепловых и силовых нагрузок, соответствующих реальным условиям спекания КАМ. В результате установлено, что степень повреждения алмазных зерен при спекании КАМ определяется, прежде всего, температурой спекания, свойствами связки и концентрацией алмазных зерен. С применением метода многофакторного планирования В4 установлено оптимальное с точки зрения целостности алмазов сочетание механических и теплофизических свойств керамической связки, концентрация алмазных зерен и пористость КАМ.

С учетом полученных данных разработаны составы КАМ на основе керамической связки, содержащей легкоплавкий стеклокомпонент, синтезированный в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$, вторичный абразив (SiC) и порообразователь (Li_2CO_3). Разработанный состав стеклокомпонента керамической связки, обеспечивает комплекс заданных механических и теплофизических свойств и позволяет снизить температуру спекания кругов до 650-700 °С, что существенно снижает риск графитизации алмазов.

В лабораторных условиях изготовлены КАМ на основе разработанных керамических связок и типовой связки К1 с температурой спекания 850 °С. После удаления связок раствором плавиковой кислоты и фракционирования остатка количественно определяли степень повреждения алмазных зерен при спекании как отношение массы зерен фракции 160-200 мкм, введшихся в технологическую смесь к их массе после спекания КАМ. Полученные данные показали, что снижение температуры кругов с 850 °С до 650 °С при использовании разработанной легкоплавкой связки с оптимальными свойствами позволит снизить разрушение алмазных зерен в 3 раза.

МАТОВЫЕ БЕЗГРУНТОВЫЕ ЭМАЛИ ДЛЯ ПОРОШКОВОГО НАНЕСЕНИЯ НА СТАЛЬ

Шалыгина О.В., Одинцова А.П., Чмуж А.В., Воронов Г.К., Курякин Н.А.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Матовые безгрунтовые стеклоэмалевые покрытия, благодаря своим уникальным эксплуатационным, декоративным и цветовым характеристикам получили распространение при производстве деталей бытовой техники, каминов, печей и др. Сочетание преимуществ порошковой электростатической технологии нанесения (POESTA) с возможностью регулирования цветовых и текстурных характеристик защитного покрытия значительно повышают конкурентоспособность эмалированной продукции. Отсутствие разработок составов стеклоэмалевых фритт для получения по технологии POESTA безгрунтовых матовых покрытий черного цвета определяет актуальность данной работы.

Традиционно безгрунтовые матовые покрытия получают по шликерной технологии, как правило, путем сочетания стеклоэмалевых фритт с тугоплавкими матирующими наполнителями при приготовлении шликеров. Технология POESTA обуславливает специфические требования к стеклоэмалевым порошкам: электростатическая адгезия (E) к металлической основе, зависящая в первую очередь от значений удельного электросопротивления эмали. Различие значений удельного электросопротивления пигментных добавок, тугоплавких наполнителей и эмалевых фритт ограничивает возможность их использования.

Методологический подход к решению поставленной задачи заключался в разработке композиций из нескольких фритт, одна из которых определяет цвет и прочность сцепления системы металл – покрытие, а другая (или несколько) – требуемые текстурные характеристики – матовость. При этом необходимо соблюдение идентичности значений удельного электросопротивления фритт, составляющих композицию. Разработка состава щелочборосиликатной фритты – основы, содержащей комплексный активатор сцепления (КАС), являющийся одновременно активным окрашивающим комплексом (АОК) и включающий оксиды CuO , CoO , MnO_2 и Fe_2O_3 , обеспечит прочность сцепления композиции и черный цвет покрытия. В качестве матирующего наполнителя синтезированы 2 серии составов фритт, кристаллизующихся в процессе обжига покрытия при 800 – 820 °С: алюмофосфатные и цирконсиликатные. Полученные фритты измельчали до порошков с размером частиц 5 – 70 мкм с одновременной их гидрофобизацией. Экспериментальные покрытия получали нанесением на сталь порошков с различным соотношением фритты-основы и кристаллизующихся фритт, обжигали при температурах 800, 810 и 820 °С. Установлено, что такие покрытия из композиций, включающих алюмофосфатные фритты, характеризовались достаточной степенью матовости и «саиновой» поверхностью, но их электростатическая адгезия $E=25\%$ (норма 75 %), что определяет невозможность их нанесения по данной технологии, а композиции с цирконсиликатными фриттами – $E=82 - 88\%$ при заданных текстурных характеристиках покрытия.

СЕКЦІЯ 12. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ У СКЛАДІ М'ЯКИХ МАРГАРИНІВ

Арутюнян Т.В., Тимченко В.К., Трощенко О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На даний час одним з перспективних напрямків розвитку маргаринової промисловості є виробництво фасованих м'яких маргаринів, які користуються постійним попитом споживачів. М'який маргарин виробляється на більшості великих спеціалізованих підприємств України. Слід зазначити, що виробничий потенціал України має сучасне устаткування і відповідний технічний супровід, що свідчить про перспективне зміцнення позицій як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках маргаринової продукції. Сучасний стан здоров'я населення зумовив появлення так званих функціональних харчових продуктів. До функціональних відносяться харчові продукти, які призначено для систематичного вживання в їжу усіма групами населення. Вони зберігають, покращують здоров'я та знижують ризик розвитку захворювань пов'язаних з харчуванням за рахунок наявності в їхньому складі харчових функціональних інгредієнтів, які мають здатність давати сприятливі ефекти відносно одної або декількох функцій організму людини [1]. З метою оптимізації раціонального харчування людини важливо максимально використовувати різні продукти рослинного походження, які багаті на біологічно активні речовини. Важливою сировиною для таких продуктів, наприклад, є ячмінь та продукти його переробки.

Ячмінно-солодові екстракти характеризуються високим вмістом мікроелементів, вітамінів та ін. Їх використання в оздоровчо-профілактичному харчуванні здорових людей поліпшує обмінні процеси в організмі та ін. [2]. Таким чином, екстракти солодів різних зернових можуть бути використані в якості біологічно-активних добавок до їжі як в раціонах здорових людей, так і для оздоровчо-профілактичного харчування. В ході роботи розроблено поліпшену рецептуру м'якого маргарину «Вітамінний» 82%-вої жирності, який є бутербродним продуктом переважно рослинного походження підвищеної харчової та біологічної цінності. До його складу входить переестерифікований жир, соняшникова олія, коров'яче молоко, а також ячмінно-солодовий екстракт. Продукт характеризується збалансованим жирно-кислотним складом, вмістом насичених та ненасичених жирних кислот та фізіологічно активної ліноленової кислоти, відрізняється відсутністю холестерину та легкою засвоюваністю організмом.

Література: 1. *Ипатова Л.Г.* Новые направления в создании функциональных жировых продуктов / *Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев* // Масложировая пром-сть. – 2006. – №4. – С. 12 – 14. 2. *Смельянова Н.О.* Технология солодовых экстрактов, концентратов квасного суслу та квасу / *Н.О. Смельянова, Н.Я. Гречко, В.М. Кошова, В.Х. Суходол* – К.: ІСЛО, 1994. – 151 с.

ПРОГНОЗ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

Балаева Я.С., Мирошниченко Д.В.

*ГП Украинский государственный научно-исследовательский
углехимический институт ГП «УХИН», г. Харьков*

Показатели теплоты сгорания топлива широко используются в практике работы угольной и металлургической промышленности. Теплота сгорания углей является важнейшим показателем качества углей как энергетического топлива.

Теплота сгорания регламентирована в ряде действующих в настоящее время различных классификациях углей как в Украине, так и за рубежом¹.

Теплота сгорания топлива может определяться как экспериментальным путем согласно ДСТУ ИСО 1928:2006 «Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания методом сжигания в калориметрической бомбе и вычисление низшей теплоты сгорания»², так и различными расчетными способами: по элементному и петрографическому составам, а также по выходу летучих веществ.

Учитывая многообразие предложенных для прогноза высшей теплоты сгорания формул, представляется целесообразным оценить их адекватность на углях, используемых в современной сырьевой базе коксохимических заводов Украины.

Для достижения поставленной цели были составлены 3 выборки, включающие угли наиболее широко представленных в современной сырьевой базе коксохимических заводов Украины стран-поставщиков, а именно: Украины (52 пробы), России (28) и Америки (26), общая выборка 106 проб.

В результате сопоставления и комплексного исследования угольных концентратов Украины, России, Америки не одна из предложенных ранее математических моделей не описывает данную выборку, что свидетельствует о не существующей в данное время точной модели, которая бы описывала состав, строение и свойства, углей и не была привязана к конкретной выборке.

Литература:

1. Угли бурые, каменные и антрацит. Классификация по генетическим и технологическим параметрам: ГОСТ 25543-88. — [Чинний від 1988-01-01]. — М.: Государственный Комитет СССР по стандартам, 1988. — 19 с. **2.** Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания методом сжигания в калориметрической бомбе и вычисление низшей теплоты сгорания: ДСТУ ISO 1928:2006. — [Чинний від 1998-01-01]. — К.: Держстандарт Украины, 1998. — 40 с. — (Национальный стандарт Украины).

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПЛЕКСНОГО РОСЛИННОГО АНТИОКСИДАНТУ

Білоус О.В., Демидов І.М., Бухкало С.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Жири та жировмісні продукти, що будуть використані для харчування або у складі косметичних продуктів, повинні бути безпечними для здоров'я людини.

Одним із найважливіших факторів, що дозволяє зберегти якість жирів, є стійкість до окиснення. Дія кисеня повітря на жири призводить до накопичення різноманітних продуктів окиснення.

Жири, у яких вже почалися процеси окиснення, мають нижчу стійкість при подальшому зберіганні та при технологічній обробці, до того ж, небезпечні для здоров'я людини. З цих причин збереження жирів у неокисненому стані є важливою задачею. Одним із ефективних способів захисту жирів від окиснення є введення до їх складу інгібіторів окиснення – антиоксидантів.

Нами був розроблений рослинний антиоксидант, на основі екстрактів із листя горіху волоського та календули [1].

Були визначені найбільш раціональні умови процесу екстракції.

Був досліджений синергізм між токоферолами соняшникової олії та інгібіторами окиснення розробленого рослинного антиоксиданту [2].

Виявлено антиоксидантну дію розробленого інгібітору окиснення по відношенню до масел різного жирнокислотного складу. Розроблений інгібітор окиснення із екстрактів листя горіху волоського сповільнює процеси окиснення як у оліях з жирними кислотами мононенасиченого типу, так і у оліях з жирними кислотами поліненасиченого типу.

Запропоновано спосіб вводу водно-спиртових екстрактів до олії.

Розроблений антиоксидант сповільнює процеси окиснення у 2 рази та є економічно вигідним для використання українськими підприємствами.

Література:

1. Пат. 89254 Україна, МПК С11В 5/00. Спосіб гальмування окиснення жирів, олій та жировмісних продуктів / Білоус О.В., Демидов І.М.; заявник та патентовласник Білоус О.В., Демидов І.М.. № u 201314021; заявл. 02.12.13; опубл. 10.04.14, Бюл. №7/2014

2. Дослідження явища синергізму між токоферолами соняшникової олії та інгібіторами окиснення екстракту із листя горіху волоського/ О.В. Білоус, І.М. Демидов, С.І. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2014. – № 49 (1091). – С. 57–64.

РАФІНАЦІЯ ЖИРУ, ЗБАГАЧЕНОГО НЕНАСИЧЕНИМИ ЖИРНИМИ КИСЛОТАМИ

Водолажська К.Г., Федченко С.А., Чумак О.П.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Жири, які отримують з морських риб та ссавців, мають широке застосування для лікувальних, харчових та технічних цілей. У риб'ячому жирі містяться поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які належать до числа незамінних факторів харчування. За останні два десятиліття були накопичені дані, що вказують на важливу роль цих сполук у нормальному розвитку і підтримці балансу між фізіологічними і патологічними процесами в організмі. Потреба в ПНЖК зростає в період вагітності, при заняттях спортом і важкою фізичною працею, при захворюваннях (атеросклерозі, діабеті, шкірних проблемах), а також в холодну пору доби та при проживанні в північних районах. Людський організм не може самостійно синтезувати ПНЖК, тому надзвичайно важливо вживати потрібну кількість даних речовин разом з їжею.

Найбільш поширений спосіб отримання медичного риб'ячого жиру включає в себе очищення жиру-напівфабрикату (наприклад з печінки тріскових видів риб), шляхом сепарування, відділення з жиру твердих гліцеридів шляхом фільтрації і вітамінізації, якщо жир містить меншу кількість вітамінів А і D, ніж передбачено стандартом. При цьому жир з кислотним числом більше 2,0 піддають рафінації, що включає процес нейтралізації лугом. Лужна рафінація полягає в обробці сировини водним розчином лугу при 90°C з наступним відстоюванням і промиванням жиру від слідів лугу гарячою водою. При такому способі обробки риб'ячого жиру вдається позбутися специфічного запаху.

Актуальним є пошук альтернативних методів рафінації жиру. Особлива увага надається стадії дезодорації, яка є найбільш затратною. В якості альтернативи стандартним методам в науково-дослідній роботі пропонується два варіанти: перший - це обробка риб'ячого жиру гліцерином - гліцероліз для отримання моно-, ді-і триацилгліцеринів у самому жирі і зниження тим самим кількості соапстоків під час лужної рафінації; другий - зв'язування функціональних груп, що зумовлюють смак та запах, а саме альдегідів і кетонів в точці кипіння спирту в присутності каталізатора.

В результаті експериментів буде обрано найбільш вигідний, якісний метод та визначено його оптимальні умови.

Література:

1. Левачев М. М. Значение жира в питании здорового и больного человека: Справочник по диетологии/под ред. В. А. Тутельяна, М. А. Самсонова. М.: Медицина, 2002. С. 25-32.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ІРЖІ

Гуріна Г.І., Петрова К.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Захист від корозії устаткування і металевих конструкцій є актуальною задачею у зв'язку із значним руйнуванням металу в різних агресивних середовищах. Рішення цієї задачі здійснюється як у напрямку створення лакофарбових матеріалів на основі плівкотвірних речовин з поліпшеними захисними властивостями, так і шляхом застосування високоефективних протикорозійних пігментів і перетворювачів іржі.

Розроблені лакофарбові матеріали із застосуванням перспективних уралкідних олігомерів замість алкідних та використанням екологічно чистих фосфатних протикорозійних пігментів в композиціях з перетворювачем іржі. Порошковий перетворювач іржі на основі гідролізного лігніну характеризується розмірами часток 10-12 мкм, вологістю 3-4%, рН водної витяжки 7,5- 8,2.

Розроблені технології виробництва ґрунтівки, ґрунт-емалі та емалі шляхом виготовлення пігментних паст на основі розчину уралкідного олігомера та пасти з порошковим перетворювачем іржі. Розраховані рецептури пігментних паст та виготовлені зразки лакофарбових матеріалів та покриттів [1].

За даними прискорених кліматичних випробувань уралкідні ґрунт-емалі в умовах помірного та холодного клімату зберігають захисні властивості на протязі 8 – 10 років, а в умовах тропічного клімату – 3-х років.

В результаті випробувань встановлено, що стійкість покриттів до статичної дії води становить 120 годин, розчину луґу 96 годин, бензину 72 години.

Отримані матеріали були рекомендовані для фарбування пересувного складу залізничного та наземного міського транспорту, вагонів метрополітену, сільськогосподарської техніки, коли окрім атмосферостійкості вимагається висока твердість, зносостійкість покриттів до дії таких агресивних середовищ, як миючі засоби, палива, мінеральні мастила, розчини солей, кислоти та лужні ґрунти.

Література: 1. Б. Мюллер, У. Пот. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур. М: ООО «Пэйнт-Медиа», 2007, с.234

КОМПОЗИЦИЯ АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ МЕДОВОГО ПИВА

Данилова Л.А., Волынская Т.В., Пивень Е.Н., Арутюнян Т.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Антиокислительное действие биоантиоксидантов обусловлено разными группами органических соединений растений. Поэтому при смешивании биоантиоксидантов возможно появление как синергетических, так и антагонистических эффектов действия компонентов смеси. Поиск синергетического эффекта путем смешивания разных биоантиоксидантов представляет значительный интерес с точки зрения получения более активного антиоксиданта. Выбор сочетания компонентов смеси на основании предварительной медико-биологической оценки позволяет достичь не только высокой антиоксидантной активности, но и обеспечить комплексное лечебно-профилактическое действие ее на организм. Особо перспективным является использование этих композиций в качестве основы напитков, поэтому важным является поиск хорошего аромата и вкуса напитка. В связи с этим поставленная задача решалась в несколько этапов. На первом этапе, на основании данных медико-биологической оценки отдельных антиоксидантов, подбирали такое их сочетание, которое обеспечивало бы комплексное лечебно-профилактическое воздействие композиции на организм. Антиоксиданты представляли собой экстракты из растительного сырья, полученные в условиях противоточного экстрактора или методом мацерации при определенных технологических режимах. Они представляют собой синергетически активный комплекс веществ растений с антиокислительным действием (антиоксиданты, биоантиоксиданты) [1].

Проведенные исследования позволили разработать методику поиска композиций антиоксидантов для защиты липидов организма человека от окислительной деструкции. Методика обеспечивает создание композиций высокой активности и с расширенным спектром лечебно-профилактических свойств. Она включает два этапа: медико-биологическую оценку отдельных природных антиоксидантов и определение такого их сочетания, которое обеспечивает комплексное лечебно-профилактическое воздействие композиции на организм; поиск методом экспериментального симплекс планирования состава композиции, обеспечивающего высокую антиокислительную активность и высокие органолептические показатели композиций.

Литература:

1. Данилова Л.А. Антиоксиданты из растительного сырья // Труды международной научно-технической конференции "Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье". -Часть 4. - Харьков. - 1997. - С. 209 – 211.

СПОСОБИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКІВ ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Демидов І.М., Демидова А.О., Сіротенко Д.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Окиснення ліпідів – одна з головних причин псування харчових продуктів, процес, в ході якого кисень вступає у взаємодію з вищими жирними кислотами, перш за все ненасиченими. Через те, що всі жири та олії містять різні жирні кислоти і їх склад непостійний, визначення швидкості окиснення можливо тільки по результатам дослідження конкретного зразку. На швидкість окиснення також впливають такі фактори, як початкова кількість вільних жирних кислот, пероксидних сполук, супутніх ліпідів, температура зберігання, рівні вмісту ендогенних антиоксидантів та каталізаторів окиснення, умови зберігання (киснева або азотна атмосфера навколо ліпідів, склад тари, поверхня контакту з киснем) та багато інших. Вочевидь, кількість цих факторів робить задачу прогнозування строків зберігання жирів, олій, та продуктів, що їх містять складною. Також цим обумовлюється значна кількість підходів щодо такого прогнозування, апаратурного оформлення тощо.

На сьогоднішній час не існує простих достовірних методів прискореного дослідження строків зберігання олій та жирів. Відомі інструментальні методи: 2-ТБК-тест, визначення дієнових кон'югатів, визначення ІІ-періоду за приладами Ransimat, Oxidograph, Omnion OSI, FIRA–Astell, методи ОСПС, ВЕЖХ, ОДЕ [1. 2] володіють суттєвими недоліками, тому задача розробки способу прискореного визначення швидкості окиснення жирів залишається актуальною.

Результатом впливу кисню на жири є утворення гідропероксидів, які, в ході подальшого окиснення, перетворюються на леткі компоненти з низькою молекулярною масою (у тому числі альдегіди та кетони). Смак та запах низькомолекулярних продуктів робить харчовий продукт неприємним, а його якість – несприйнятливим до застосування. Якісні характеристики жирів, прописані у нормативних документах регламентують вміст продуктів окиснення на такому рівні, що не призводять до органолептичних змін у харчовому продукті. Значне накопичення продуктів окиснення та погіршення органолептичних властивостей харчового продукту починається після закінчення так званого періоду індукції. Саме цей показник фіксують в різних методиках прискореного дослідження механізму окиснення.

Література:

1. Gabbler D.M. Adaptation of microplate reader for measuring oxidative rancidity in meat products / D.M. Gabbler, S.J. Jones, R.W. Mandigo // 1997. – № 62 (2). – 193 – 198. 2. Tan C.P. Quantitative differential scanning calorimetric analysis for determining total polar compounds in heated oils / C.P. Tan, Y.B. Che-man // J. Am. Oil Chem. Soc. – 1999. – № 76 (9). – С. 1047 – 1057.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ПРОЦЕСУ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ ПАЛЬМОВОГО ОЛЕЇНУ

Демидов І.М., Ситнік Н.С., Мазаєва В.С.

*Український науково-дослідний інститут олій та жирів
Національної академії аграрних наук України, м. Харків*

Процес переетерифікації дозволяє отримувати жири із заданими технологічними властивостями, а також відсутністю або мінімальним вмістом транс-ізомерів жирних кислот [1].

Такий показник, як температура плавлення, для деяких жирів та їх сумішей практично не змінюється, а в деяких випадках змінюється досить суттєво. Температура плавлення пальмового олеїну до та після переетерифікації відрізняється на 12-14°C [2].

В даному дослідженні було встановлено, як змінюється температура плавлення пальмового олеїну під час протікання процесу переетерифікації.

Для дослідження використовувався пальмовий олеїн рафінований вибілений дезодорований за ДСТУ 4438, в якості каталізатору – метилат натрію. Реакцію переетерифікації проводили при температурі (105 – 115)°С, концентрація каталізатору 0,12% (в розрахунку на метал), залишковий тиск (0,4-0,9) кПа, загальна тривалість процесу склала 8 год. Вихідний пальмовий олеїн попередньо сушили у вакуумі за температури 110°C.

В ході дослідження було відібрано 17 проб для визначення температури плавлення: вихідний пальмовий олеїн, а далі проби через кожні 0,5 год.

Температура плавлення вихідного пальмового олеїну склала 23,7°C. Температура плавлення пальмового олеїну, що піддавався переетерифікації протягом перших 0,5 год., склала 39,2°C, тобто різниця температур плавлення 15,5°C. При подальшому протіканні процесу переетерифікації максимальна різниця температур за проміжок часу 0,5 год. склала 1,5°C.

Таким чином, було встановлено, що температура плавлення пальмового олеїну найбільш суттєво змінюється за перші 0,5 год. процесу переетерифікації, ніж за всі наступні проміжки часу тривалістю 0,5 год.

Література:

1. Султанович Ю. А. Перспективы изменения отраслевого портфеля специализированных жиров / Ю. А. Султанович, Т. А. Духу, Д. В. Толкачева// Пищевая промышленность. - 2013. - №6. - С. 42-44.
2. Звіт з науково-дослідної роботи «Методичне забезпечення ідентифікації переетерифікованих олій». № держреєстрації 012U005479. – Харків: УкрНДІОЖ НААН, 2013. – 155 с.

ПЕРСПЕКТИВИ В ОТРИМАННІ ЛАКТИЛОВАНИХ МОНОАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ

Демидов І.М., Скриль А.І., Невмивака Д.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній день харчові поверхнево-активні речовини знаходять застосування практично у всіх галузях харчової промисловості. Це стимулює інтерес фахівців даної галузі до пошуку нових більш досконалих технологій їх одержання. Широкого поширення набули похідні моно-і діацилгліцеролів, а саме їх ефіри з молочною кислотою. Синтез лактилованих моноацилгліцеролів у промисловості відбувається у дві послідовні стадії: одержання дистильованих моноацилгліцеролів із наступною їх етерифікацію молочною кислотою [1].

Традиційний метод, який використовують у промисловості для отримання моноацилгліцеролів, полягає в гліцеролізі олій та жирів при високих температурних режимах з використанням каталізатора. Кінцевий продукт являє собою суміш моно-, ді-, триацилгліцеролів і гліцерола. Тому потрібне подальше виділення моноацилгліцеролів молекулярною дистиляцією. Етерифікацію одержаних моноацилгліцеролів проводять при температурі близько 170-180°C. Більш високі температури спричиняють побічну реакцію полімеризації молочної кислоти. Ступінь етерифікації контролюється співвідношенням реагентів молочної кислоти : моноацилгліцероли. Після закінчення реакції лактати вільного гліцерину видаляють із реакційної суміші, бо вони спричиняють неприємний запах кінцевого харчового продукту. Зазвичай, для цього проводять парову дистиляцію та промивку водою. Глибину етерифікації оцінюють по кислотному числу, числу омилення та хроматографічно [2].

Альтернативним та перспективним може бути запропонований метод отримання лактилованих моноацилгліцеролів етерифікацією гліцеролу молочною кислотою з наступною переетерифікацією отриманих ефірів з триацилгліцеролами. У порівнянні з традиційним способом отримання лактилованих моноацилгліцеролів відпадає необхідність в отриманні дистильованих моноацилгліцеролів з їх молекулярною дистиляцією, а отже, значно знижується рівень енергоспоживання. До переваг запропонованого методу над традиційним можна віднести простоту апаратного оформлення, швидкість проведення реакцій і низькі температурні режими.

Література:

1. *Hasenhuettl, G.L. Food Emulsifiers and Their Applications, Springer Science / G.L. Hasenhuettl, R.W. Hartel // Business Media, LLC. – 2008. – Chapter 2, Synthesis and Commercial Preparation of Food Emulsifiers. – P. 11–25.*
2. *Shmidt, A.A. Chromatographic Analysis of Succinylated and Lactylated Monoglycerides as Food Surfactants / A.A. Shmidt // Khimicheskava Promyshlennost. – 1976. – №8. – P. 598–600.*

СОЛЬВАТОФЛУОРОХРОМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФЛУОРЕСЦЕТНИХ ЗОНДІВ ДЛЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

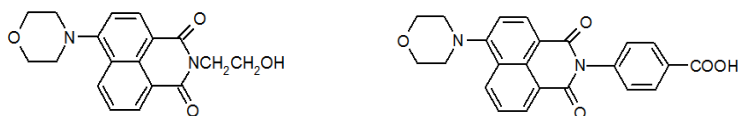
Дістанов В.Б., Фалалєєва Т.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Можливість використання будь яких органічних речовин в медико-біологічних дослідженнях визначається їх властивостями до зміни своїх характеристик відносно до середовища. Одним з таких показників є зміна спектрально-люмінесцентних показників. Флуоресцентні зонди більш придатні до вирішення цієї проблеми.

Попередні дослідження [1,2] показали, що деякі похідні 4-мофоліно-нафталевої кислоти являються перспективними для використання їх для визначення деяких захворювань на ранній стадії.

Для подальшого вивчення властивостей цих сполук нами були використані наступні водорозчинні похідні:



Розчинність в воді і можливість утворення хімічних зв'язків між гідроксильними та карбонільними групами з аміногрупами або карбоксильними білками дає можливість використання цих сполук в якості флуоресцентних зондів в медико-біологічних дослідженнях. Окрім того, інтенсивність флуоресценції люмінофорів суттєво змінюється при переході з водного розчину в білкову молекулу і завжди супроводжується зсувом максимуму люмінесценції, що дає змогу роздільно слідкувати за спектральними змінами вільного і зв'язаного з білком зонду. Ще одною з переваг використання флуоресцентних зондів є те що при їх використанні для досліджень біооб'єктів спектри збудження і флуоресценції менш перекриваються зі спектрами дійсних хромофорів біомакромолекул (ароматичних останків білків і інших хромофорних груп).

Синтезовані сполуки виявили також чутливість до конформаційного стану патологічно змінених білків плазми крові хворих, які страждають токсикозами вагітності різної тяжкості і тиреотоксикозом. Цей підхід може бути використаний при розробці експрес-методів діагностики і моніторингу цих захворювань.

Література:

1. В.Б. Дістанов, Э.А. Ромоданова, А.Д. Рошаль, Ю.А. Гуркаленко, Т.С. Дюбко, В.А. Тиманюк, Ю.Г. Окладной Перспективы использования производных нафталево́й кислоты в научных исследованиях и промышленных технологиях // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2004. - № 5 (11). – С. 43-48.
2. Ромоданова Э.А., Гаврик В.А., Рошаль А.Д., Дістанов В.Б., Гуркаленко Ю.А., Нардид О.А., Дюбко Т.С. Изменение конформации САЧ под влиянием замораживания и лазерного излучения по данным флуоресценции производного нафталево́й кислоты // Проблемы криобиологии. 2000. № 3. С. 28-32.

ПОЛУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ ИЗ БЕЗЛУЗГОВОГО ЯДРА ПОДСОЛНЕЧНИКА КАВИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Добрунов Д.Е., Пивень Е.Н., Перевалов Л.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе предложен способ стабилизации кондитерского жира путем добавления экстрактов, извлеченных из безлузгового ядра подсолнечника с использованием кавитационной установки. Изучена антиоксидантная активность полученных экстрактов при использовании их в составе кондитерского жира [1,2].

Образцы отличались следующим образом: образец №1 – сухие вещества экстрактов подсолнечного жмыха, полученного после отгонки растворителя – этилового спирта; образец №2 – сухие вещества экстрактов подсолнечного жмыха, полученного после отгонки смеси растворителей – этиловый спирт : гексан в соотношении 9:1; образец №3 – сухие вещества экстрактов подсолнечного жмыха, полученного после отгонки смеси растворителей – этиловый спирт : гексан в соотношении 1:1; образец №4 – сухие вещества экстрактов подсолнечного жмыха, полученного после отгонки растворителя - гексана.

Проверка антиоксидантных свойств сухих веществ экстрактов образцов подсолнечного жмыха, полученного из безлузгового ядра подсолнечника осуществлялась манометрическим методом, добавляя 2,5% экстрактов в окисляемый кондитерский жир [3]. Данные исследований приведены в табл.

Таблица – Скорость окисления кондитерского жира с добавкой экстракта и без него

Наименование экстракта	Скорость окисления, $W_i \cdot 10^6$, моль/л·с	Соотношение скоростей
Без экстракта	4,3	1,00
Образец №1	2,0	2,15
Образец №2	1,1	3,90
Образец №3	3,5	1,30
Образец №4	2,3	1,80

Как видно из результатов таблицы скорость окисления кондитерского жира в присутствии всех исследуемых образцов меньше скорости окисления чистого кондитерского жира, то есть эти экстракты тормозят окисление кондитерского жира и таким образом являются ингибиторами цепных свободно-радикальных реакций.

Литература:

1. Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications/editor, Fereidoon Shahidi, 1997. – 414 с. 2. Madhujith T., Amarowicz R., Shahidi F. Phenolic Antioxidants in Beans and Their Effects on Inhibition of radical-Induced DNA Damage // JAOCs.– 2004. – Vol. 81, №7. – P.691–696. 3. Ушкалова В.Н. Стабильность липидов пищевых продуктов / В.Н. Ушкалова. –М.: – Агропромиздат, 1988. – 152 с.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ БАГАТОШАРОВОГО ПОКРИТТЯ НА ЙОГО СТРУКТУРНІ ПАРАМЕТРИ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Дубонос В.Л.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Необхідність зниження собівартості продукції для забезпечення її конкурентоспроможності вимагає застосування високопродуктивного та надійного ріжучого інструменту (РІ). Однак у зв'язку зі складністю і багатофакторністю процесу різання, який супроводжується високими температурами, контактними напруженнями, інтенсивними фізико-хімічними процесами, створення високопродуктивного та надійного інструменту є складною науково-технічною проблемою. Одним з найбільш ефективних шляхів підвищення працездатності РІ є нанесення на його робочі поверхні зносостійких покриттів (П). В той же час ефективність інструменту з покриттям різко падає при переході від безперервного різання до інших видів обробки, зокрема торцевого фрезерування. Підвищення працездатності РІ за такої обробки можливе в разі застосування складних за складом і багатошарово-композиційних покриттів TiN, TiN-TiCN, TiN-TiAlN.

В роботі проведено теоретично-експериментальні дослідження характеру руйнування покриттів та зношування РІ з покриттям, теплового та напруженого станів інструменту, що слугувало за основу для виявлення механізму зносу інструменту з покриттям різного складу, вимог та принципу побудови покриттів багатошарового типу для торцевого фрезерування. Отримані результати дозволяють визначити конструкції багатошарових покриттів, які забезпечують максимальне зниження зносу інструмента та ефективність застосування РІ з розробленими конструкціями покриттів за обробки заготовок з різноманітних оброблюваних матеріалів.

В ході досліджень вивчено вплив покриттів на тепловий та напружений стан РІ під час переривчастого різання. Нанесення зносостійких покриттів призводить до зменшення рівня температур, напружень та амплітуди їх коливань в ріжучому клині інструменту, при цьому величина зниження визначається складом покриття. Найбільше зниження температури і напружень в ріжучому клині і найменшу амплітуду їх коливань забезпечували вивчені багатошарові покриття; для інструментів з покриттями складного складу спостерігалось більш високе значення температур та напружень як під час робочого, так і під час холостого ходів.

Література:

1. Верещака А.С., Третьяков И.П.. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: “Наука”, 1986. – 86 с.
2. Андреев А.А. Столбовой В.А. Сердюк И.В. Вакуумно-дуговые сверхтвердые TiN покрытия и их использование для упрочнения инструментов. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. №5(50), т.2, 2011, 65-69с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ БЕНТОНІТОВИХ ГЛИН

Каратєєв А.М., Гуріна Г.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Функціональні добавки - органобентоніти у складі лакофарбових матеріалів використовують для зміни фізико-механічних властивостей матеріалів та покриттів на їх основі [1].

Органобентоніти як наповнювачі та тиксотропні загущувачі і регулятори реологічних властивостей вводять до органорозчинних і воднодисперсійних лакофарбових матеріалів з метою збільшення седиментаційної стійкості та зменшення стікання лакофарбового матеріалу з вертикальних та похилих поверхонь. Органобентоніти поліпшують такі властивості лакофарбових покриттів як атмосферостійкість, корозійна стійкість, термостійкість та світлостійкість без зниження водостійкості покриттів.

Головною вимогою до наповнювачів у складі лакофарбових матеріалів є високий ступінь білизни, що робить неможливим використання монтморилонітових глин українських родовищ, які характеризуються наявністю у їх складі з'єднань жовтого, коричневого, сірого та червоного кольорів. З метою вивчення можливості використання природних монтморилонітових глин України як наповнювачів лакофарбових матеріалів на прикладі бентоніту Григорівського родовища розроблено технологічний процес одержання наповнювачів.

Обґрунтована послідовність стадій технологічного процесу одержання наповнювачів та оптимізовані температурні режими і параметри етапів очищення природного бентоніта, а також норми витрат основних видів сировини та матеріалів для зразків сирого бентоніту та зразків з попередньою механо-термічною обробкою.

Методом рентгенофазового аналізу проведена ідентифікація монтморилоніту, шаруватого мінералу, що переважає в складі бентоніту, та інших компонентів, включаючи кремній діоксид.

Література:

1. Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям. М: ООО «Пэйнт-Медиа», 2004, с.548.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТІВ
НА ОСНОВІ ВОДНИХ ДИСПЕРСІЙ ПОЛІМЕРІВ**
Касьяненко І.М., Сергієнко А.М., Крамаренко В.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Класичне представлення процесів, що відбуваються під час формування тонкошарових покриттів з водних дисперсій полімерів, передбачає наявність щонайменше трьох етапів, а саме: початковий, що формально відповідає вільному випаровуванню води з поверхні; проміжний, на якому часточки дисперсії починають контактувати та утворюють відносно щільну упаковку; та кінцевий, коли починається та розвивається процес дифузії макромолекул, внаслідок чого зникає (повністю або частково) границя розподілу між деформованими часточками та утворюється суцільна плівка покриття [1]. Слід відзначити, що, навіть на сучасному етапі розвитку виміральної техніки щодо дослідження подібних систем (зазвичай, використовуються різні методи на кожному етапі процесу), поки ще не існує ані єдиної теорії щодо кінетичного опису такого процесу плівкоутворення, ані надійного прогнозування щодо взаємозв'язку чинників, що впливають на кінетику цього процесу, та властивостей кінцевих покриттів [2].

Основною метою запропонованої роботи було відпрацювання методики безперервного спостереження за процесом плівкоутворення водно-дисперсійних систем. Таким чином, була встановлена можливість використання для такого дослідження методу визначення внутрішніх напруг з використанням гнучкої поверхні. Як свідчать попередні дані, такий підхід якісно співпадає з класичним розглядом цього механізму у формі три-стадійного процесу. Більш того, порівняльний аналіз залежностей прогину від часу вказує на те, що чутливості цього методу достатньо для встановлення особливостей плівкоутворення покриттів на основі водно-дисперсійних фарб з різним ступенем наповнення. Одержані результати за значеннями часу зміни стадій плівкоутворення знаходяться у добрій кореляції з даними гравіметричних вимірювань. З точки зору представлення процесу аналогічно відомого в колоїдній хімії явища зворотання фаз, що спостерігається для емульсій, додатково у роботі було здійснено вимірювання механічних властивостей вільних плівок покриттів в залежності від часу їх формування.

Література:

1. Толмачев И.А. Водно-дисперсионные краски / И.А. Толмачев, Н.А. Петренко. – М., Пэйнт-Медиа, 2010. – 106 с.
2. Keddie J.L. Fundamentals of latex film formation. Processes and properties / J.L. Keddie, A.F. Routh. – Dordrecht: Springer, 2010. – 310 p.

**QUANTUM CHEMICAL STUDY OF REACTION MECHANISM OF
2,3-DIMETHYLBUTA-1,3-DIENE AND METHYL ACRYLATE
[4+2]-CYCLOADDITION**

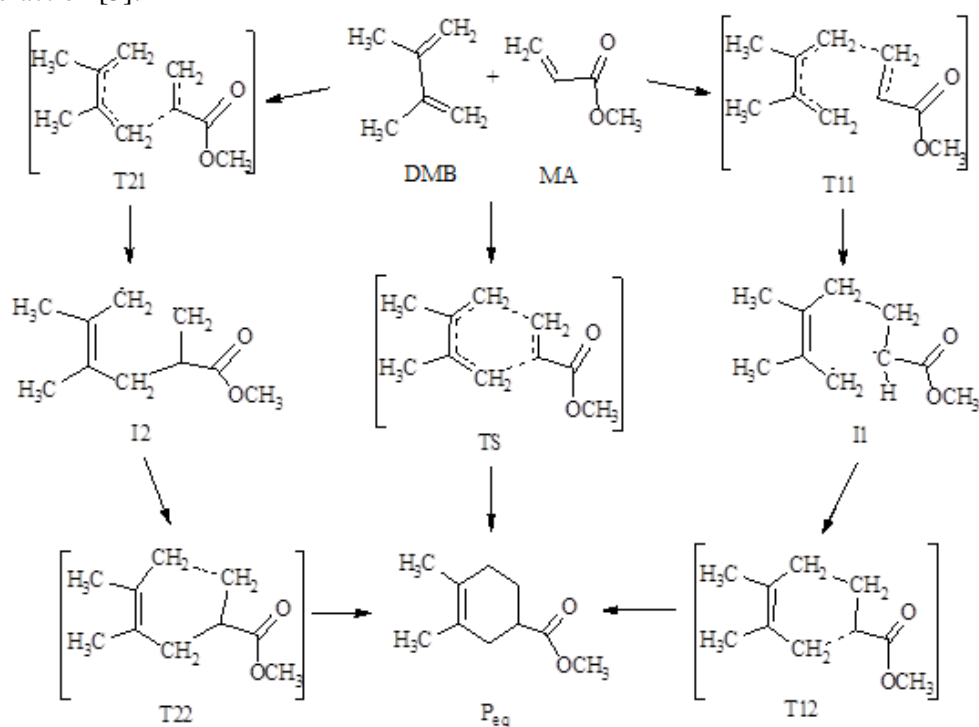
Kovalskiy Y.P.¹, Kostiv I.S.¹, Marshalok O.I.², Vytrykush N.M.¹, Marshalok H.O.³

¹ *Lviv Polytechnic National University, Lviv*

² *Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv*

³ *Jan and Jędrzej Sniadecki University of Technology and Life Sciences in
Bydgoszcz, Poland, Bydgoszcz*

The quantum-chemical modeling of the reaction mechanism of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene (DMB) and methyl acrylate (MA) [4+2]-cycloaddition was conducted by MOPAC2009 and semiempirical method RM1 [1]. It belongs to the electrocyclic reactions and can proceed according to the concerted mechanism [2] in a one-step or two-step interaction [3].



The calculation results of the activation parameters and analysis of the obtained potential energy surfaces using unrestricted and restricted Hartree-Fock indicate the passage of the process according to the concerted two-stage mechanism (UHF), rather than one-stage concerted mechanism with (RHF). With the passage of the two-stage process according to the concerted mechanism to overcome the energy barrier of the reaction requires less energy compared with one-stage interaction.

Literature:

1. Stewart, J.J.P. *Program Package MOPAC2009* (<http://www.openmopac.net>)
2. Jensen, F. *Introduction to Computational Chemistry* / F.Jensen // Wiley.- 2006.- p.620.
3. Brückner R. *Hardcover Organic Mechanisms - Reactions, Stereochemistry and Synthesis* / R. Brückner // First Edition. – 2010. - p. 856.

НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЕ ПОДСОЛНЕЧНОЕ МАСЛО КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

¹Крамарев С.О., ²Мельник А.П., ²Малик С.Г., ³Хусанов А.

¹*Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт», ²Украинский научно-исследовательский институт природных газов, г. Харьков

³*Южно-Казахстанский государственный университет, г. Шымкент, Республика Казахстан*

Низкокачественные масла характеризуются повышенными показателями содержания свободных жирных кислот, цветности, перекисного числа, содержания сопутствующих веществ (фосфолипиды, воски и т.д), в связи с чем их применение в пищевой отрасли без дополнительных стадий очистки и обработки является неприемлемым.

Очистка таких масел для дальнейшего использования в пищевой промышленности не всегда экономически целесообразна. А переработка без дополнительной очистки с целью получения поверхностно-активных веществ для нефтегазовой промышленности и использования при дорожно-строительных работах является актуальной.

Применение производных жирных кислот как ингибиторов коррозии связано с их высокой эффективностью при повышенных температурах, экологической безопасностью и низкой токсичностью (1,2). К таким производным жирных кислот относятся алкилимидазолины.

В данной работе рассмотрены научные аспекты переработки низкокачественного подсолнечного масла в имидазолиновые поверхностно-активные вещества. Использованное в исследованиях масло характеризовалось повышенным содержанием жирных кислот, воды и летучих примесей, неомыляемых веществ. По данным характеристикам использованное масло в несколько раз превышало практически все показатели ДСТУ на подсолнечные масла даже для масел второго класса. Переработка низкокачественного подсолнечного масла в имидазолиновые ПАВ была проведена путем прямого амидирования с последующей циклизацией. В результате показано, что процесс амидирования низкокачественного масла может быть проведен без предварительной очистки и обработки сырья, что не влияет на проходящие химические реакции.

Литература:

1. Danlata C.D. Oleochemicals II: synthesis and biological evaluation of some substituted 1,3,4-oxadiazoles and 1,2,4H-triazoles / C.D. Danlata, A.M. Mirajkar, K.M. Hosamani // J. Oil Tech. Assoc. India. – 1989. – 21. – P. 27-29.
2. Quraishi M.A. Fatty acid triazoles: Novel corrosion inhibitors for oil well steel (N-80) and mild steel / M.A. Quraishi, Danish J // J. Am. Oil Chem. Soc. – 2000. – Vol.77, №10. – P. 1107-1111.

КУПАЖОВАНА ОЛІЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ НИЗЬКОКАЛОРИЙНИХ СОУСІВ

Кричковська Л.В., Белінська А.П., Анан'єва В.В., Кузьмініх В.Є.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогодні в Україні питання збалансованості складу ПНЖК ω -6 і ω -3 груп у майонезах залишається відкритим. Збагачення майонезів ПНЖК ω -3 групи не вигідно виробникам, оскільки спричиняє за собою зменшення термінів придатності продукції, зважаючи на нестійкість ПНЖК ω -3 групи до окиснювального псування.

Аналіз споживання майонезів показав, що українці віддають перевагу низькокалорійному майонезу (жирність 40 % і менше) [1]. Таким чином, перспективним напрямком досліджень є розробка низькокалорійного соусу, жирова основа якого збалансована за складом ПНЖК, а термін зберігання збільшено за рахунок антиоксидантів рослинного походження.

Вміст ненасичених жирних кислот в розробленій купажованій олії склав: олеїнова кислота – $12,4 \pm 0,5$ %; лінолева кислота – $48,3 \pm 1,0$ %; ліноленова кислота – $6,8 \pm 0,5$ %, тобто сумарний вміст ненасичених жирних кислот у купажі – $67,5 \pm 1,0$ %, з них поліненасичених – $60,7 \pm 1,0$ % при співвідношенні ω -6: ω -3 = 10:1. Визначено вміст антиоксидантів в обраних оліях, результати представлені в таблиці.

Антиоксиданти рослинних олій для купажу

Найменування антиоксидантів	Рослинні олії		
	кунжутна	соєва	кукурудзяна
Токоферолі, мг %	$84 \pm 1,5$	$147 \pm 1,8$	$125 \pm 1,5$
Сезамол, %	$0,0148 \pm 0,0009$	–	–
Сезамін, %	$1,10 \pm 0,06$	–	–

З даних таблиці видно, що найвищим вмістом токоферолів серед досліджуваних зразків олій характеризується соєва олія ($147 \pm 0,80$ мг %). Співвідношення компонентів купажованої олії для конкретних зразків олій обрано наступне: соєва олія – 70 ± 2 %; кунжутна олія 15 ± 2 %; кукурудзяна олія – 15 ± 2 %.

Розроблена купажована олія представляє собою функціональний продукт підвищеної біологічної цінності, що збалансований за складом ПНЖК ω -3 та ω -6 груп, а також стабілізований від окиснювального псування. Олія може вживатися у якості самостійного харчового продукту, а також служити основою для функціональних олійно-жирових продуктів.

Література:

1. Рынок майонеза Украины: анализ тенденций и перспективы развития // Рынки продуктов питания – Режим доступа: <http://www.ukrprod.kiev.ua/commerce/aenvelope.php?letter=30>.

ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРЕВАГ ЗАСТОСУВАННЯ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ В ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ

Кричковська Л.В., Овсяннікова Т.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В останні роки суттєво зріс інтерес до молочної кислоти, це обумовлено збільшенням попиту в традиційних областях застосування й розширенням сфери її використання для виробництва поверхнево-активних, фармацевтичних і косметичних продуктів, а також в харчовій промисловості.

Молочна кислота є прекрасним природним консервантом, надає поліпшений смак продуктів, діє профілактично й лікує деякі захворювання шлунково-кишкового тракту, успішно заміняє оцтову й лимонну кислоти. Молочна кислота є одним з основних метаболітів клітин людини й тварин, відповідно, вона нешкідлива для людини [1].

Молочна кислота здавна й широко використовується в молочній промисловості, хлібопеченні, м'ясної й рибної промисловості, консервуванні овочів і фруктів. У багатьох продуктах використовувати молочну кислоту більш доцільно, тому що ця кислота відрізняється від оцтової, лимонної й інших харчових кислот унікальною комбінацією фізико-хімічних і технологічних властивостей. Вона має більш сильну протимікробну дію в порівнянні з оцтової й лимонної кислотами та низький поріг відчуття кислоти. Молочна кислота легко розподіляється в в'язких масах, має найнижчу швидкість інверсії сахарози в порівнянні з іншими харчовими кислотами. Ця особливість важлива для підкислення кондитерських продуктів.

Молочна кислота легко проникає в клітини й тканини продуктів і забезпечує оптимальну кислотність для дії ферментів, створює умови для спрямованого плину біохімічних процесів, що позитивно впливають на структуру, консистенцію, смакові якості й харчову цінність продуктів.

Молочну кислоту використовують для підкислення, консервування, регулювання рН, поліпшення смаку, запаху й структури продуктів, запобігання розвитку хвороб, що виникають у виробництві кондитерських виробів, пива, безалкогольних напоїв, хліба й борошняних виробів, продуктів переробки плодів і овочів [2].

Використання молочної кислоти служить залученню покупців, які суб'єктивно визначають продукти з молочною кислотою, як більш натуральні й смачні. Ця кислота дозволяє розширити асортименти дієтичних продуктів. Наприклад, люди із серцево-судинними захворюваннями остерігаються вживати продукти з оцтовою кислотою. Заміна оцтової кислоти на молочну робить продукти дієтичними й нешкідливими для даної категорії покупців.

Література:

1. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности / Э. Люк, М. Ягер [пер. с нем. Сарафановой Л.А.]. – Санкт Петербург: ГИОРД, 1998. – 255 с. 2. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості / Ю.О. Ластухін. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ В ЛИСТКАХ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

¹Кричковська Л.В., ²Жирнова С.В., ³Мандзій Т.П.

^{1,2}Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

³Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ

Соснові ліси на території України займають перше місце за площею. Запаси хвої становлять 15-20 % від усієї біомаси, незважаючи на те, що сировиною користуються дуже давно [1].

У даній роботі представлено дослідження, спрямовані на інтенсифікацію методів отримання ефірної олії з листків сосни звичайної. Виділення ефірної олії з листків сосни звичайної засноване на застосуванні традиційних методів гідродистиляції, недоліком яких є більша тривалість, недостатня ступінь вилучення ефірної олії через міцні зв'язки з субклітинними утвореннями.

З метою інтенсифікації процесу з урахуванням залежності [2] було проведено серію дослідів по виділенню ефірної олії з листків сосни звичайної при більш високих температурах (115 °С) за рахунок застосування перегрітої водяної пари. Дopusкаючи, що підвищення температури може мати негативний вплив на кількість і склад дистиляту, ми мінімізували час проведення процесу. В результаті проведених дослідів було встановлено оптимальний час проведення процесу 180±5 хвилин і 55±5 хвилин при підвищеній температурі. Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Вихід і фізико-хімічні показники ефірної олії з листків сосни звичайної

Показники	Ефірна олія з листків сосни звичайної	
	При температурі перегрітої водяної пари	При температурі насиченої водяної пари
Тривалість, хв	55±5	180±5
Вихід олії, %	1,62±0,06*	1,43±0,05*
Щільність ρ^{20} , г/см ³	0,8793	0,8793
Показник заломлення, n_4^{20}	1,4819	1,4819
Кислотне число, мг КОН / г	0,39	0,38
Ефірне число, мг КОН / г	104,63	105,87

* - в перерахунку на свіжу сировину з вологістю 57,3 %

Кількість ефірної олії залежить, від умов зростання та заготівлі сировини, тому вміст компонентів відрізняється. Компонентний склад отриманої ефірної олії визначали методом хромато-мас-спектрометрії на газовому хроматографі «Varian 1200L».

Отже підвищення температурного відгону ефірної олії на 15 °С і скорочення часу (процесу) не призводить до зміни компонентного складу ефірної олії і не погіршує його якість.

Література:

1. Чернодубов А. И Эфирные масла сосны: состав, получение, использование / А. И. Чернодубов, Р. И. Дерюжкин – Воронеж: ВГУ, 1990 – 112 с.
2. Сотникова О. В. Химия растительного сырья / О. В. Сотникова, Р. А. Степень – 2001 – №1 – с. 79-84.

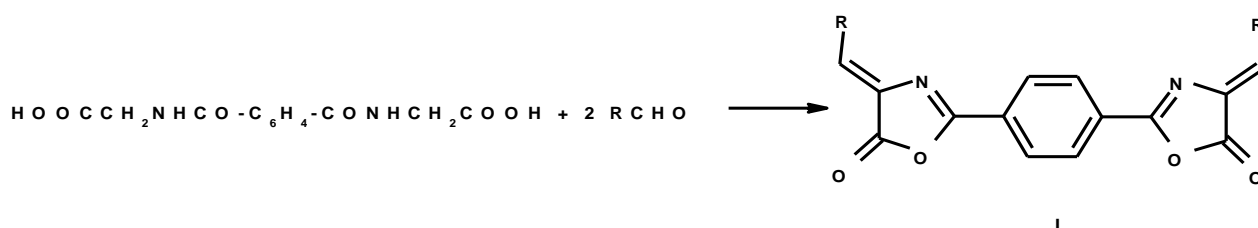
АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕЯКИХ ПОХІДНИХ ОКСАЗАЛОНІВ

Лисова І.В., Афанасіаді Л.М., Дістанов В.Б.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метою роботи є дослідження спектрально-люмінесцентних властивостей синтезованих похідних біс-оксазолонів.

При дослідженні люмінесцентних характеристик сполук, які вміщують один оксазолоновий цикл, відмічалось, що при подовженні ланцюгу спряження в молекулах оксазолонів, можна зсунути їх люмінесценцію в довгохвильову область і отримати сполуки, які випромінюють світло не тільки в замороженому стані, а також і при кімнатній температурі.

Враховуючи можливість отримання інтенсивно флуоресціюючих речовин, ми конденсацією дигліцилу терефталевої кислоти з різними ароматичними та гетероароматичними альдегідами за реакцією Плехля-Ерленмейєра синтезували ряд симетричних бісоксазолонів (1) [1] за наступною реакцією:



Квантово-хімічні розрахунки, та спектральні дослідження показали, що природа довгохвильової полоси, яка відповідає за флуоресцентні властивості може бути інтерпретована на підставі представлення про локалізацію електронного збудження в ариліденоксазолоновому фрагменті. Аналіз спектральних особливостей синтезованих сполук, а також їх аналогів, підтверджує правомочність такого підходу до аналізу люмінесцентних властивостей цих люмінофорів, що мають різні ароматичні або гетероароматичні радикали, які спряжені з двома оксазолоновими циклами.

На підставі отриманих результатів було виявлено, що подовження ланцюгу спряження в цієї групі органічних люмінофорів, в порівнянні з монооксазолонами, приводить до батохромного (~ 70 нм), а також до батофлорного зсувів (~ 95 нм) спектрів поглинання та люмінесценції.

Зроблені висновки дозволяють припустити можливість розробки нових органічних сполук з непередбаченими властивостями для різних галузей застосування.

Література:

1. Патент № 67547 Україна, МПК С07D413/10, С09K11/06 1,4-Бис-[2-арил(гетарил)оксазол-4-іден-5-он]бензоли як органічні люмінофори зеленого світіння / Афанасіаді Л.М., Десенко С.М., Красовицький Б.М., Лисова І.В. – 2003109364; Заявл. 14.10.2003; Опубл. 16.06.2004, бюл. № 6.

РОЗРОБКА МАЙОНЕЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Матвєєва Т.В., Федякіна З.П.

*Український науково-дослідний інститут олій та жирів
Національної академії аграрних наук, м. Харків*

Емульсійні олієжирові продукти (майонези, соуси майонезні, маргарини, спреди) найважливішим компонентом яких є жировміщуючі нутрієнти, в харчуванні населення України та інших країн СНД стали активно використовувати нещодавно, але вони вже привернули до себе увагу, як продукти, що здатні надавати високих смакових властивостей їжі. Одним з основних пріоритетних напрямків у розвитку ринку даних продуктів було і залишається формування якості продукції, яка в подальшому визначає її (продукції) конкурентоспроможність. Якість продукту зумовлює не лише смак, запах, консистенція, але і харчова цінність продукту. Підвищення харчової цінності для емульсійних жирових продуктів може бути здійснено за рахунок методології комбінаторики складових рецептури, наприклад олій, зокрема заміни частини соняшникової олії, яку головним чином використовують в Україні при виробництві цих продуктів, на лляну, ріпакову та соєву, що особливо багаті на незамінні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) ω -3 та ω -6, або їх купажі. А тому дослідження, які направлені на розробку харчових емульсійних жирових продуктів функціонального призначення, що дозволять підвищити якість та конкурентоспроможність готової олієжирової продукції, на сьогодні є актуальним.

На підставі проведених досліджень з використанням лінійного програмування в пакеті програм *MatCad* [1, 2] одержано низку трьохкомпонентних рецептур олій купажованих рафінованих, які збалансовані за жирнокислотним складом. Співвідношення ω -6 групи (лінолева кислота) до ω -3 групи (ліноленова кислота) ПНЖК в одержаних купажованих оліях складає від 5 : 1 до 10 : 1. Як жирову основу для розробки майонезу функціонального призначення обрано купажовану олію з вмістом олій: соняшникової – 15 %, ріпакової – 70 %, соєвої – 15 % (ω -6 : ω -3 = 5 : 1). Для даної жирової основи майонезу розрахунковим методом, виходячи з вмісту жирних кислот у вихідних оліях та вмісту (% об.) олій в купажах, встановлений і підтверджений експериментально на газорідинному хроматографі «*Shimadzu*» GC-14B (Японія) жирнокислотний склад. Органолептичні та фізико-хімічні показники майонезу визначено згідно стандартних методик діючої нормативної документації. За одержаними органолептичними та фізико-хімічними показниками майонез, який в якості жирової основи містить купажовану олію, відповідає діючим вимогам ДСТУ 4487:2005 Майонези. Загальні технічні умови.

Література:

1. Матвєєва Т. В. Купажування олій з оптимізованим жирнокислотним складом / Т. В. Матвєєва, З. П. Федякіна, І. Є. Шаповалова, І. П. Петік // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків, 2013. – №11. – С. 116–120. 2. Матвєєва Т. В. Математичне обґрунтування складання сумішей олій / Т. В. Матвєєва, П. Ф. Петік, З. П. Федякіна // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2013. – №3. – С. 26–28.

ОДЕРЖАННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ З СОАПСТОКУ ОЛІЙ

Мольченко С.М., Демидов І.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблемам раціонального використання вторинних продуктів олійно-жирової промисловості в даний час приділяється велика увага. Зокрема до таких продуктів належить соапсток – відхід лужної рафінації рослинних олій.

Жирні кислоти являють собою товарний продукт, попит і вартість якого набагато вище, ніж на соапсток. Вони можуть служити сировиною для одержання біодизелю [1], поверхнево-активних речовин, миючих засобів, косметичних препаратів та ін. Існуюча технологія виділення жирних кислот з соапстоку полягає в розкладанні мил сульфатною кислотою, відділенні кислих сульфатних вод та промивання жирової фази від неорганічних речовин [2]. Недоліками даної технології є витрати сульфатної кислоти, а також наявність шкідливих речовин, які надходять у навколишнє середовище. Таким чином, розробка технології, на основі якої може бути створена безвідходна технологія нейтралізації олій та жирів з отриманням товарного продукту – жирних кислот, яка також дозволить зменшити шкідливий вплив відходів виробництва на навколишнє середовище є актуальною та перспективною задачею.

Запропонований нами метод полягає в одержанні жирних кислот шляхом вуглекислотного розкладання їх мил.

Експериментально доведено вплив температури, тиску вуглекислого газу та концентрації водного розчину мила на глибину розкладання. Встановлено, що глибина розкладання мильних розчинів з пониженням тиску з 20 до 2 атм. при тих же концентрації мила і температурі зменшується, при цьому утворюються кислі мила (з пониженням тиску кількість кислих мил збільшується). З підвищенням температури з 25 до 80 °С, при тих же тиску та концентрації водного розчину мила, глибина розкладання знижується внаслідок малої розчинності вуглекислоти.

Таким чином, проведені дослідження показали, що процес розкладання калієвих солей жирних кислот карбонатною кислотою проходить на глибину до 90 % при температурі 20 °С, тиску 40 атм. та концентрації водного розчину мила 10 %. Одержані жирні кислоти цілком придатні для використання у хімічній технології, у виробництві поверхнево-активних речовин, біодизеля, миючих засобів або для багатьох інших застосувань. На основі запропонованої технології виділення жирних кислот з соапстоку може бути створена безвідходна технологія нейтралізації олій та жирів з одержанням товарного продукту – жирних кислот.

Література:

1. Мунир Шавкат Садик. Получение жирнокислых эфиров низкомолекулярных спиртов с использованием соапстока / И.Н. Демидов, Садик Мунир Шавкат / Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – №6/6 (60). – С. 53–56. 2. Пат RU 2064739 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ получения жирных кислот из соапстоков растительных масел / Самойлов Г.И., Сунгатуллина И.Х., Зиатдинова Ф.С. и др; заявитель и патентообладатель Самойлов Г.И., Сунгатуллина И.Х., Зиатдинова Ф.С. и др. – № 95102976/13; заявл. 02.03.1995; опубл. 27.07.1996.

ВУГЛЕЦЕВІ АДСОРБЕНТИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

Мусана Алалі

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Останнім часом все більше уваги приділяється безпеці харчової продукції, в тому числі рослинних олій та жирів. Безпека визначається, перш за все, граничним вмістом домішок техногенного і природнього походження – діоксинів і поліциклічних ароматичних вуглеводнів.

Відомо, що висушування олійного насіння нагрітим газом, який містить продукти неповного згоряння органічного палива, спричиняє накопичення ПАВ у ліпідній частині насіння. Молекули легких ПАР утворені 3-4 конденсованими бензольними кільцями (антрацен та ін.). Структура молекул тяжких ПАР включає 5-7 конденсованих кілець. До найбільш небезпечних відноситься тяжкий ПАР – бенз(а)пірен, що відноситься до поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Терміном поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) визначають групу сполук гомологічного ряду бензолу, які поділяють на легкі та важкі ПАВ за числом бензольних кілець в структурі молекули, що володіють канцерогенними та токсичними властивостями. У багатьох країнах Європейського Економічного Об'єднання дотримуються наступних граничних рівнів вмісту ПАВ у харчових рослинних оліях та жирах: сума ПАВ – 25 мкг/кг; важкі ПАВ (в тому числі бензо-альфа-пірен) – 5 мкг/кг.

Дослідження адсорбційної здатності адсорбентів щодо видалення поліароматичних вуглеводнів (зокрема, бенз(а)пірену) є не тільки актуальним науковим завданням, а й прагматичним, так як вирішення цієї проблеми приведе до покращення безпеки олії.

Метою дослідження є розробка ефективного адсорбенту, що забезпечує виведення перекисних сполук та бенз(а)пірену ПАВ із соняшникової олії. Визначення вмісту бенз(а)пірену після адсорбції олій здійснено методом хроматографічних досліджень.

З використанням методу піролізу при температурах 300–450 °С були отримані адсорбенти на основі лушпиння соняшника разом з нанотрубками, що досі в олій-жировій промисловості не застосовувались. Для виконання експериментів з адсорбційного очищення використано лабораторну установку.

Була експериментально доведена ефективна адсорбційна дія композиту для виділення з олії пігментів (каротину та хлорофілу), зниження рівню кислотних та перекисних сполук, та бензпірену.

Література:

1. Н.А. Меламуд. Содержание диоксинов и полиароматических углеводородов в отбельной земле // Масла и жиры. - 2005 - №3(49). С. 14.

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ОРНИТИНА АСПАРТАТА

Назарова Е.С., Вербова Ю.М.

*Государственное предприятие «Государственный научный центр
лекарственных средств и изделий медицинского назначения», г. Харьков*

Целью работы является изучение образования потенциальных примесей в водном растворе L-орнитина L-аспартата и разработка методик их определения.

В водном растворе L-орнитина L-аспартата потенциальными примесями могут быть, как вещества, содержащие аминокгруппы, выявляемые нингидрином [1, 2], так и лактамы – внутренние циклические амиды, которые могут образовываться в результате циклизации аминокислот и их производных. В результате этой реакции у L-орнитина L-аспартата образуется циклическое соединение орнитина лактам, в котором отсутствует аминокгруппа обеспечивающая протекание реакции с нингидрином.

Для определения веществ, выявляемых нингидрином, предложено использовать методом тонкослойной хроматографии с использованием пластинок Кизельгель 60 F254 (фирма "Merck", Германия) и подвижной фазы бутанол - кислота уксусная ледяная - вода Р (2:1:1). Проявления пятен проводится раствором нингидрина с последующим выдерживанием в сушильном шкафу при температуре от 100 °С до 105 °С в течение 5 мин. Результаты анализа считаются достоверными, если на хроматограмме раствора стандартного образца (СО) L-орнитина L-аспартата обнаруживаются два четко разделенных пятна: пятно красно-оранжевого цвета L-орнитина с Rf около 0,15 и пятно фиолетово-розового цвета кислоты аспарагиновой с Rf около 0,3, что подтверждает достоверность результатов анализа.

Количественное определение примеси орнитина лактама в растворе L-орнитина L-аспартата предложено проводить методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в следующих условиях: хроматографическая колонка Waters Spherisorb CNRP размером (4,6x250) мм, заполненная сорбентом с размером частиц 5 мкм; подвижная фаза: ацетонитрил - буферный раствор рН 6,0 (5:95); скорость подвижной фазы - 1,0 мл/мин; детектирования при длине волны 200 нм. Для определения пригодности хроматографической системы предложено использовать суммарный раствор СО L-орнитина L-аспартата и СО орнитина лактама гидрохлорида. Хроматографическая система считается пригодной, если выполняются следующие условия: коэффициент разделения пиков L-орнитина и орнитина лактама должен быть не менее 3,0.

Литература:

1. Khan A.A. Studies of the kinetics and mechanism of interaction of α -aminoacids with ninhydrin / A.A. Khan // J. Indian Chem. Soc. – 1989. – VOL. 66, № 7. – P. 454–456. 2. Бондаренко Б.Н. Количественное определение аминокислот при хроматографии в тонком слое / Б.Н. Бондаренко // Лаб. дело. – 1984. – № 2. – С. 118–120.

СИНТЕЗ ХАРЧОВИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН МЕТОДОМ БІОКАТАЛІТИЧНОГО МОДИФІКУВАННЯ ЛІПІДІВ

Некрасов П.О.¹, Ткаченко Н.А.², Клименко С.М.¹

Національний технічний університет

¹«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

²Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

На сьогодні вагому частку світового ринку харчових поверхнево-активних речовин займають неповні складні ефіри гліцерину і жирних кислот – моноацилгліцерини та їх похідні: ацетомоноацилгліцерини, відповідні ефіри з лимонною, молочною та янтарною кислотами.

В традиційних технологіях виробництва вказаних емульгаторів каталіз здійснюється із застосуванням хімічних реагентів (лугів, кислот і т. ін.) [1]. Подібні процеси є досить складним і потребують великих витрат енергії. До того ж очищення кінцевих продуктів призводить до утворення значної кількості відходів. Одним із шляхів усунення цих вад є застосування біокаталітичних процесів. Біокаталізатори (ферменти) призначені для роботи в живих клітинах, тому їх можна використовувати при атмосферному тиску, відносно низьких температурах, середніх значеннях кислотності. Крім того, їм притаманна висока ефективність і специфічність дії. Це забезпечує скорочення витрат ресурсів за рахунок підвищення виходу високоякісних цільових продуктів поряд з мінімізацією формування побічних. Ферментативні процеси не потребують жаростійкого, а також стійкого до корозії і високого тиску обладнання, що зменшує обсяг необхідних інвестицій [2]. Вищезазначене обумовлює актуальність досліджень щодо особливостей ферментативного синтезу похідних моноацилгліцеринів з подальшим визначенням найбільш прийнятних для промислової реалізації технологічних параметрів процесу.

Метою роботи було встановлення раціональних параметрів ферментативного синтезу лактилованих моноацилгліцеринів шляхом етерифікації моноацилгліцеринів молочною кислотою. Для оптимізації було застосовано методологію поверхні відклику. Моделювання та обробка експериментальних даних виконувались за допомогою пакета Statistica 10 (StatSoft, Inc.)

У ході роботи було визначено раціональні умови процесу та отримано відповідну математичну модель, яка дозволяє теоретично розрахувати вихід цільового продукту при зміні обраних предикторів: тривалості процесу, температурі та вмісті ферменту.

Література:

1. *Hasenhuettl G. L. Food emulsifiers and their applications / G. L. Hasenhuettl, R. W. Hartel. – New York, USA: Springer, 2008. – 426 pp.*
2. *Rastall R. Novel enzyme technology for food applications / R. Rastal. – Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England, 2007. – 336 pp.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ВОСКУ І ВОСКОПОДІБНИХ РЕЧОВИН ІЗ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

¹Нетреба А.О., ¹Гладкий Ф.Ф., ¹Сокол Г.І., ¹Каретнікова В.С.,

²Садовничий Г.В.

¹*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

²*ТОВ ІК «ХТ «Соняшник», м. Харків*

Встановлено, що сучасна селекція, спрямована на створення високоолійних стійких до біопшкоджень сортів соняшнику, привела до зміни їх ліпідного комплексу, включаючи зміну хімічного складу і властивостей супутніх речовин. Тому постає завдання, що полягає у формуванні наукового інноваційного підходу до розробки та удосконалення технології рафінації, а саме виморожування соняшnikової олії.

Одним з таких інноваційних підходів є використання електрофізичних методів впливу на органічні речовини і матеріали. Природна сутність електромагнітного поля дозволяє створити цілий ряд електрофізичних способів та методів, та технічних пристроїв на їх основі.

Чинячи вибіркову, а не загальну, дію на компоненти системи, що веде до складнощів вибору параметрів електромагнітного впливу та обмежує можливості його застосування, використання на окремих етапах технологічного процесу для їх інтенсифікації являється виправданим, актуальним та ефективним заходом.

В результаті проведених досліджень розроблено наукове підґрунтя удосконаленої технології виморожування соняшnikової олії, що передбачає використання впливу електромагнітного поля.

Для встановлення економічної доцільності впровадження розробленої технології видалення воску і воскоподібних речовин із соняшnikової олії було проведено порівняльний економічний аналіз її з існуючою технологією шляхом визначення (розрахунку) собівартості одержаної вимороженої олії та економічної ефективності капітальних вкладень.

В порівнянні з традиційною технологією розроблена технологія виморожування забезпечує суттєве скорочення тривалості кристалізації воску і воскоподібних речовин (в 8 – 10 разів), зниження енергоємності процесу та матеріалоємності обладнання (майже вдвічі), покращення якості та зменшення собівартості вимороженої олії (в 1,2 рази), а також дозволяє отримати віск, як самостійний товарний продукт.

В ході дослідно-промислових випробувань розробленої технології видалення воску і воскоподібних речовин із соняшnikової олії з використанням впливу електромагнітного поля оцінено позитивний результат, встановлено можливість її застосування на підприємствах оліє-жирового комплексу та доведено економічну доцільність впровадження.

Література:

1. Кривенко В.Ф. Влияние электромагнитной активации на некоторые свойства липидных систем / В.Ф. Кривенко // Тез. докл. всесоюз. конф. по пищевой химии. М. – 1991. – С. 48.

ВПЛИВ ПІДГОТОВЧИХ СТАДІЙ НА ПЕРЕХІД СУПУТНИХ РЕЧОВИН В ОЛІЮ

¹Нетреба А.О., ¹Гладкий Ф.Ф., ¹Тесленко С.О., ²Садовничий Г.В.

¹*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

²*ТОВ ІК «ХТ «Соняшник», м. Харків*

Насіння соняшнику сортів і гібридів нового покоління є перспективною олійною сировиною, оскільки дозволяє виробляти якісно нові види рослинних харчових олій, що розширює можливості їх використання при створенні продуктів, що відповідають вимогам здорового харчування.

Тривала цілеспрямована селекція на створення сортів та гібридів насіння соняшнику із заданими властивостями привела до неминучої зміни складу ліпідного комплексу, внаслідок чого істотно змінилися технологічні властивості, як насіння, так і отриманої олії.

Насіння соняшнику представляє собою досить складну систему взаємозв'язку між окремими морфологічними частинами насінини, що в свою чергу ускладнює ведення процесу відділення плодової оболонки (лушпиння) від ядра. Це призводить до підвищеного вмісту лушпиння в ядрі, і як наслідок, до підвищених втрат олії у виробництві, погіршення її якості і підвищеного зносу устаткування.

Враховуючи це, переробка олійного насіння сучасних сортів та гібридів соняшнику вимагає глибоких досліджень щодо процесів його переробки, вивчення складу та властивостей його ліпідного комплексу з метою вибору найкращих параметрів рафінації та отримання олії високої якості із сучасних сортів та гібридів насіння соняшнику.

Вирішенням проблеми підвищення ефективності переробки рослинної олії місткої сировини і отримання з неї якісної конкурентоспроможної продукції є впровадження удосконалених технологічних рішень. Перш за все необхідно вивчити та удосконалити вплив підготовчих стадій на процес отримання високоякісної олії. Адже отримання високоякісної олії залежить від багатьох факторів, у тому числі і від кількості лушпиння в матеріалі.

Сучасні методи переробки олійної сировини не забезпечують достатньо повного відділення лушпиння та плівки від насіння. При вилученні олії із такого матеріалу в неї переходить значна кількість воску і воскоподібних речовин, які практично не виводяться із олії шляхом звичайної рафінації, яка включає в себе гідратацію, лужну нейтралізацію, відбілювання та дезодорацію.

Оскільки отримати безлушпинне ядро при обрушуванні соняшнику на існуючих машинах за один прохід неможливо, то на даний момент перед олійно-жировою промисловістю стоїть завдання удосконалення технології рафінації соняшnikової олії.

Література:

1. [Ихно Н.П.](#) Теория и практика получения низколузгового ядра подсолнечника / Н.П. Ихно // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 3. – С. 42-45.

ГЛУТАРОВИЙ АЛЬДЕГІД ДЛЯ ІММОБІЛІЗАЦІЇ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ НА МІКРОЧАСТОЧКИ

Омельченко В.С.¹, Кричковська Л.В.¹, Черевична Н.І.²

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»¹,

Харківський державний університет харчування і торгівлі²,

м. Харків

Перспективи застосування ферментів в харчових технологіях у промисловому масштабі пов'язані з отриманням високостабільних і активних біокатализаторів, іммобілізованих адсорбцією, включенням в гель або іммобілізацією на мікрочасточках [1, 2]. Створення перспективного науково-обґрунтованого способу іммобілізації амілолітичних ферментів на мікро- і наночасточках для харчової промисловості є актуальним науковим завданням.

В роботі досліджено два способи іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 : глутаральдегідний і адсорбційний.

Для вибору оптимальної концентрації глутарового альдегіду, що використовується при іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 , проведена серія експериментів, результати якої представлені на рис. 1.



Рис. 1. Залежність масової частки білка в контактному розчині від масової частки конденсуючого агента - глутарового альдегіду.

З рис. 1 випливає, що при активації аміномодифікованої кремнійвмісної поверхні часточок Fe_3O_4 глутаральдегідним розчином з різною масовою часткою глутарового альдегіду спостерігається закономірне зниження масової частки білка в контактному розчині аж до масової частки конденсуючого агента 10 %, що свідчить про поступовий перехід ферменту в тверду фазу.

Література:

1. Шкутина И. В. Адсорбционная иммобилизация глюкоамилазы на амфотерных полиэлектролитах / И.В. Шкутина, О.Ф. Стоянова, В.Ф. Селеменев // Журнал физической химии. – 2001. – Т. 75. – № 11. – С. 2080 – 2010.
2. Патент №2327738 РФ С12N11/00, С12N11/04, С12N11/12, С12N11/14 Способ получения иммобилизованной 3-фруктофуранозидазы / Корнеева О.С. – №2006141092/13; заявл. 20.11.2006; опубл. 27.06.2008.

ОДЕРЖАННЯ ВОСКОПОДІБНИХ РЕЧОВИН З ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ ОЛІЄЖИРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Омельченко Ю.Є., Демидов І.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній час велика увага приділяється продуктам натурального походження і скороченню відходів виробництва в олієжировій промисловості. Сучасні технології рафінації включають стадію видалення воску, так звану вінтеризацію або виморожування. Суть даного процесу полягає у видаленні воскоподібних речовин, шляхом внесення спеціального порошку (перліту) як зародків кристалізації. У наслідок воск, що викристалізувався з перлітом - відфільтровується.

Відфільтрований перліт є вторинним продуктом олієжирової промисловості. Він містить досить велику кількість олії та восків, від 25 до 65% мас. в залежності від використаного методу фільтрації і устаткування.

Воск є коштовним продуктом і досить широко застосовується в різних галузях промисловості [1, 2].

Метою дослідження було видалення воску і олії з перлітного осаду екстракцією розчинником (гексаном). Для дослідження використовували зажирений перліт зі вмістом ліпідної частини 56 %. До цього осаду додавали гексан у співвідношенні від 1:2 до 1:4 і проводили процес однократної екстракції протягом 30 хв. при температурі кипіння розчинника. Екстракт відфільтрували від осаду, при цьому виділилося приблизно 71 % суміші олії і воску. З екстракту викристалізовували воск при температурі від 15 до 25°C і визначали його температуру плавлення, яка склала 77–79 °C. Середній вихід воску і олії від ліпідної частини перліту склав 40 та 70 % відповідно.

Таким чином, дані дослідження показали, що видалення ліпідів з перлітового осаду дає можливість видобувати якісний рослинний воск. Також можливо знизити втрати олії при фільтрації шляхом повернення його у виробництво.

Література:

1. Использование побочных продуктов и отходов масложировой промышленности в кормлении сельскохозяйственных животных / Тр. ВНИИЖ – Л., 1981.
2. Использование отходов масложировой промышленности в животноводстве. /Сб. ЦНИИТЭИпищепром, сер. 6. Вып. 1 - М., 1982.

ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ХАРЧОВИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ЗА УЧАСТЮ ЛПОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ

Османова О.В., Гладкий Ф.Ф.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна харчова промисловість для підвищення якості готової продукції та поліпшення її споживчих властивостей використовує широкий спектр харчових добавок, у тому числі емульгаторів.

Традиційні способи одержання емульгаторів вимагають використання хімічних каталізаторів, високих температур, що призводить до появи великої кількості побічних продуктів і необхідності проведення багатостадійних процесів очищення. Використання біокаталізаторів - суттєва альтернатива синтетичним способам отримання ПАР. Останнім часом в розвинених країнах світу спостерігається значне поширення виробництва і використання ферментних препаратів. Застосування ферментних технологій порівняно з традиційними має ряд переваг: зниження собівартості продукції, покращення її якості, екологічна безпека виробництва, виключення необхідності створення високих температур і тисків, що заощаджує енергію. Ензимні процеси є досить перспективними для всіх галузей харчової і переробної промисловості [1].

Ефіри пропіленгліколю і жирних кислот є ефективними емульгаторами і широко використовуються в харчовій промисловості. Найбільше поширення вони отримали при виготовленні хлібобулочних, кондитерських виробів, маргаринів, немолочних збитих продуктів (кремів, збитих вершків, сухих вершків). Застосування пропіленгліколевих ефірів сприяє утворенню виключно якісного здобного тіста, яке характеризується високими ступенем збитості та однорідності структури. Відсутність вітчизняного виробництва харчових емульгаторів обумовлює актуальність науково-технологічних досліджень щодо розв'язання цієї проблеми.

Здійснено ензимний синтез пропіленгліколевих ефірів жирних кислот на з використанням в якості біокаталізатора іммобілізованих ферментних препаратів з *Rhizopus miehei* та *Candida antarctica*.

Методом центрального композиційного ротатабельного планування експерименту досліджено сукупний вплив основних технологічних параметрів на ступінь етерифікації пальмітинової кислоти пропіленгліколем і визначено раціональні умови проведення процесу. Отриманий кінцевий продукт практично не містить вихідних складових субстрату і тому не потребує подальшого очищення, тобто є цільовим.

Таким чином, встановлено, що прямою ферментною етерифікацією поліолів жирними кислотами можна отримувати харчові ПАР за простою й прийнятною для промислового застосування технологією.

Література:

1. Давыдова Е.М. Практический опыт использования ферментных технологий/ Е.М. Давыдова// Масложировая промышленность. – 2002. - №3. – С. 24-25.

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИСТАЛІЗАЦІЇ КОКОСОВОЇ ОЛІЇ

Папченко В.Ю., Кузнецова Л.М.

*Український науково-дослідний інститут олій та жирів
Національної академії аграрних наук України, м. Харків*

Кокосова олія містить малу кількість ненасичених жирних кислот і є найбагатшим джерелом триацилгліцеринів з низькомолекулярними жирними кислотами, що мають середню довжину ланцюга: C₆, C₈ і C₁₀. Відомо, що кокосова олія має погану кристалізаційну здатність що значно ускладнює її фракціонування і тому до деяких сортів кокосової олії, наприклад, до олії з Сінгапуру, попередньо додають близько 0,5 % отриманої раніше твердої фракції.

У даній роботі досліджено кристалізацією кокосової олії з розчину в етиловому спирті в одну стадію, без додавання так званої “затравки”.

Експериментальними дослідженнями встановлено інтервал температур кристалізації: так для проведення процесу температура кристалізації обрана не вище +20 °С, оскільки якщо температура перевищує визначену, то не відбувається утворення кристалів твердої фракції. Також встановлено температуру, нижче якої проводити кристалізацію в етанолі не доцільно, оскільки не відбувається розподілу за фракціями, так для даного промислового зразка кокосової олії температура кристалізації не має бути нижче ніж +17 °С. У обраних межах температур кристалізації визначено швидкість охолодження. Розглянуто два інтервали часу кристалізації – невеликий тривалістю 10–15 хв. і більш тривалий інтервал – 120–190 хв. при заданому співвідношенні олія:етанол. В результаті одержано дві фракції кокосової олії. Після відгонки розчинника дистиляцією у вакуумі встановлено якість отриманих за цих умов фракцій.

Так при фракціонуванні кокосової олії за умов тривалості кристалізації, 120 – 190 хв. можна сказати, що при видимій однаковості температур плавлення фракцій кокосової олії у цих експериментах є істотна різниця у виході фракцій, так з підвищенням температури кристалізації у такій послідовності +18,5...+19,0...+20,0° С і зменшенням тривалості кристалізації 190 хв...150 хв...120 хв вихід високоплавкої фракції кокосової олії зменшується у такій послідовності 13,84 %...9,16 %...3,67 %, і відповідно збільшується вихід низькоплавкої фракції 84,47 %...85,36 %...92,54 % з одночасним підвищенням температури плавлення низькоплавкої фракції у наступній послідовності +23,5...+24,0...+24,2° С і зниженням температури плавлення високоплавкої фракції: +29,3...+28,4...+27,8° С.

Література:

1. Фракціонування тропічних жирів / Л.Н. Кузнецова, В.Ю. Папченко, І.Н. Демидов, П.Ф. Петик // Програма та матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції [“Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей”], 20 – 21 березня 2013 р. м. Київ – К.: НУХТ, 2013. – С. 163. 2. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / О'Брайен Р. – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.

КОНЦЕПЦИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Перевалов Л.И., Пивень Е.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Основным недостатком существующей технологии переработки подсолнечника на современных маслодобывающих предприятиях является неполное использование пищевого потенциала семян. Извлекают 68 -7,0% пищевого потенциала в виде масла, а оставшиеся 30 - 32% потенциала, представленные физиологически ценными протеинами, не являются пищевым продуктом, а используется в качестве кормовой белковой добавки.

Другим недостатком является использование на стадии экстракции масла нефтяного (непищевого) растворителя.

Требуется на наш взгляд пересмотра и основная концепция существующей технологии переработки подсолнечника, которую можно сформулировать следующим образом:- всеми доступными способами выделить из семян все масло вместе с сопутствующими веществами, а затем очистить сырое масло от сопутствующих веществ.

Необходимость формулирования новой концепции технологии переработки подсолнечника, обусловлена тем, что за последние годы разработан ряд новых технологий и созданы аппараты, позволяющие существенно усовершенствовать производственный процесс. К указанным разработкам можно отнести технологию получения безлузгового ядра путем обрушивания подсолнечника в замороженном виде, технологию холодного прессования сырого ядра, шнековый аппарат (экструдер), позволяющий эффективно выдавливать масло из безлузгового ядра, технологию совмещенной спиртовой экстракции пищевого шрота с получением очищенного масла и белкового концентрата [1,2].

Основные моменты концепции усовершенствованной технологии переработки подсолнечника могут быть сформулированы следующим образом:

- полное использование пищевого потенциала подсолнечника путем качественного обрушивания семян в замороженном виде с последующим извлечением масла и получением пищевого белка из безлузгового ядра;

- селективное выделение из безлузгового ядра масла с минимальным содержанием сопутствующих веществ (не требующего в дальнейшем полномасштабной рафинации);

- использование пищевого растворителя для одновременного выделения в очищенном виде масла и получения белкового концентрата в виде муки.

Литература:

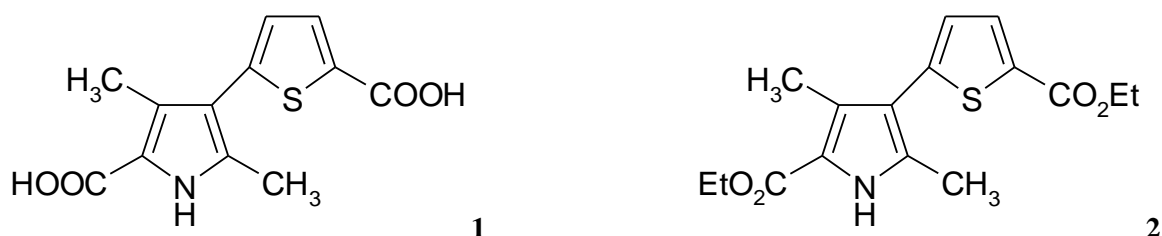
1. Taradaichenko, Mariia. Optimal parameters of sunflower seeds dehulling process with freeze [Текст]/Mariia Taradaichenko, Leonid Perevalov, Sergiy Teslenko, Irina Parhomova //Inzynieriaaparaturachem.icz. – 2013. –№4. –С.374–375. 2. Добрунов Д. Є. Удосконалення технології отримання харчового білку та олії з насіння соняшника/Д.Є.Добрунов, Л.І.Перевалов,О.М.Півень// Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. - № 55 (1023). - С.113-118.

ДОСЛІДЖЕННЯ РІСТСТИМУЛЮЮЧОЇ АКТИВНОСТІ 4-(5-КАРБОКСИТІОФЕН-2-ІЛ)-3,5-ДИМЕТИЛ-1Н-ПІРОЛ-2-КАРБОНОВОЇ КИСЛОТИ ТА ЕТИЛ 4-[5-(ЕТОКСИКАРБОНІЛ)ТІОФЕН-2-ІЛ]-3,5-ДИМЕТИЛ-1Н-ПІРОЛ-2-КАРБОКСИЛАТУ НА НАСІННІ ПШЕНИЦІ СОРТУ «ХАРКІВСЬКА 23»

Перетяцько І.В.¹, Міхедькіна О.Й.¹, Запорожець А.О.¹, Пелипець О.С.¹, Кричківська Л.В.¹, Буряк Ю.І.², Клименко І.І.²

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», ²Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, м. Харків

Застосування синтетичних регуляторів росту є суттєвим елементом інтенсифікації сучасних технологій виробництва продукції рослинництва. Серед інших проблем, таких як можливість направленою регулювання окремих етапів розвитку рослин з метою підвищення врожайності та якості вирощуваної продукції, актуальною є проблема підвищення життєздатності насіння. Відомо, що речовини, які використовуються для таких цілей, повинні бути екологічно безпечними і в той же час високоефективними. Не менш важливим фактором є також розчинність їх у воді. Аналіз даних літератури та отримані нами раніше результати досліджень рістрегулюючої активності похідних піролу на сортах ячменю «Етикет» та «Водограй» показали, що поліфункціональні похідні піролу є перспективними для пошуку серед них високоефективних стимуляторів росту рослин. Тому в якості об'єктів дослідження ми вибрали речовини, що поєднують в структурі молекули два біогенних гетероцикли: 4-(5-карбокситіофен-2-іл)-3,5-диметил-1Н-пірол-2-карбонова кислота **1** та етил 4-[5-(етоксикарбоніл)тіофен-2-іл]-3,5-диметил-1Н-пірол-2-карбоксилат **2**.



Фізіологічну активність розчинів різних концентрацій сполук **1** та **2** визначали за ступенем їх впливу на енергію проростання та лабораторну схожість некондиційного насіння пшениці сорту «Харківська 23» (вихідна схожість 40%). При передпосівній обробці насіння водними розчинами динатрієвої солі речовини **1** та спиртовими розчинами сполуки **2** в діапазоні концентрацій від N до N/64 (N = 7,5 г/л) було виявлено, що найкращі показники схожості насіння спостерігалися для сполуки **1** при концентраціях робочих розчинів N/2 та N/32 (схожість 47% та 49% відповідно).

Література:

1. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применения. – М.: Химия, 1987. – 712 с. 2. Пат. на корисну модель U2009 05497, Україна, МПК C07D 409/00 A01N 43/00 A01N 43/34. 5-R-тіофен-2-карбонові кислоти, що містять пірольний цикл / Пелипець О.С., Міхедькіна О.Й., Бібік О.В., Діндорого В.Г., Луценко Л.А., Кожич Д.Т., Крамаренко С.С., Опубл. 10.12.2009, Бюл. № 23, 4 с.

ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ ОЛІЙ, НЕЙТРАЛІЗОВАНИХ В СИСТЕМІ ВОДА – ГЛІЦЕРИН – ЕТАНОЛ

Петік П.Ф., Петік І.П., Федякіна З.П.

*Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН України,
м. Харків*

Фізичні властивості системи вода – гліцерин – етанол (ВГЕ), виходячи з її компонентного складу, дозволяють припустити, що деякі продукти окиснення жирів, що проходять нейтралізацію, мають переходити в систему [1, 2]. Для перевірки технологічних властивостей системи ВГЕ проведено експерименти щодо ступеню зниження первинних і вторинних продуктів окиснення в жирах (показники пероксидного і анізидинового чисел), що пройшли нейтралізацію в системі ВГЕ, за температури 65°С при концентрації нейтралізуючого агенту гідроксиду натрію, розрахованої в залежності від вихідного кислотного числа жиру.

Для порівняння ступеню зниження ПЧ і АЧ проведено аналогічні контрольні досліди з нейтралізації соняшникової олії в водному розчині гідроксиду натрію. Кислотні числа зразків олій після нейтралізації не перевищували 0,5 мг КОН/г.

На підставі результатів досліджень обґрунтовано рекомендації щодо зниження вмісту продуктів окиснення при нейтралізації жирів в системі ВГЕ. Нейтралізація зразків олій з різним вмістом первинних і вторинних продуктів окиснення в розробленій системі ВГЕ забезпечує зниження близько на 30-33 % вторинних продуктів окиснення. Нейтралізація олій в системі ВГЕ практично не впливає на вміст в жирах первинних продуктів окиснення.

У разі нейтралізації олій в розчині гідроксиду натрію в системі ВГЕ вторинні продукти окиснення олій (альдегіди і кетони) завдяки своїм фізичним властивостям переходять в систему нейтралізуючого розчину, таким чином відбувається зниження їх вмісту в нейтралізованому жирі. Цей факт є актуальним для переробки олій та жирів, які мають зберігатися протягом тривалого часу в незадовільних умовах або мають піддаватися тривалому механічному чи термічному впливові, наприклад, при тривалому транспортуванні з подальшими неодноразовими перекачуваннями.

Література:

1. Григорьева В.Н. Теоретические и практические аспекты окисления растительных масел / В.Н. Григорьева, А.Н. Лисицын, Т.Б. Алымова // – Масложировая промышленность. – 2003. – 4. – С. 16–19.

2. Мешкова Н.В. Очистка растительных масел и пути стабилизации масложировой продукции при хранении / Н.В. Мешкова // – М.: АгроНИИТЭИПП, 1995. – Вып. 3. – Сер. 20. – 15 с.

ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ В ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОКОВМІСНИХ ПРОДУКТІВ

Радзієвська І.Г.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Молочний жир містить близько 140 жирних кислот з числом атомів карбону від C4 до C26: насичені з парним та непарним числом атомів карбону, моно- та поліненасичені, цис- трансізомери, з них тільки 14 кислот містяться у кількостях, вищих за 1 %. Численними дослідженнями [1] встановлено, що у молочному жирі переважають насичені жирні кислоти, їх вміст становить близько 65 % від загальної кількості жирних кислот. Тоді як вміст ненасичених (олеїнова, міристолеїнова, пальмітолеїнова, лінолева, ліноленова, арахідонова) становить 35%, з них біологічно цінних поліненасичених жирних кислот – усього 3...5%.

Згідно з чинним законодавством України [2] молочні продукти із частковою заміною молочного жиру на інші жирові компоненти називають молоковмісними, при цьому частка молочного жиру повинна становити не менше 25%. Насьогодні розроблено ряд жирових композицій для використання у технології молоковмісних продуктів, однак вони можуть містити модифіковані рослинні жири. Нестачу ненасичених, у тому числі, і поліненасичених жирних кислот, можна компенсувати додаванням рослинних олій.

Запропоновано купажування рослинних олій та розроблення жирових композицій, що дозволить виробляти молоковмісні продукти із збалансованим жирнокислотним складом, зокрема купаж складу пальмова олія 7%+пальмовий олеїн 30%+ріпакова олія 63% містить 23,18% насичених жирних кислот, 50,69%мононенасичених, 19,64% полі ненасичених родини ω -6 та , 6,63% полі ненасичених родини ω -3. Розроблений склад купажованого жиру наближається до рекомендованих дієтологами норм: співвідношення насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у раціоні харчування повинно становити 30:50:20 при співвідношенні лінолевої і ліноленової кислот 8:1 – 10:1, а у літньому віці від 3:1 до 5:1.

Література:

1. Цісари, О.Й. Жирнокислотний склад молочного жиру корів / О.Й. Цісари, Г.В. Дроник // Бібліотека наукових статей [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.stationline.org.ua/biolog/21-2012-12-16-11-48-35/494-zhirkislotnij-sklad-molochnogo-zhiru-koriv.html>

2. ДСТУ 7170:2010 «Молочна промисловість. Продукти молочні та молоковмісні. Номенклатура та вимоги до назв» (офіц. текст за станом на: 01 жовтня 2011 р.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://document.ua/molochna-promislovist.-produkti-molochni-ta-molokovmisni.-no-std3660.html>.

РОСЛИННІ ЕКСТАКТИ В КОСМЕТИЦІ
Слісь К.В., Марченко В.С., Кричківська Л.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

До складу практично будь-якого косметичного засобу входить один чи декілька рослинних екстрактів. Це не просто данина моді, яка сьогодні відвернулася від хіміків та схилилася до натуропатів. Це дійсно стійка тенденція, що має під собою серйозну наукову базу. Нині цілющі властивості багатьох добре відомих рослин наново відкриваються, перевіряються та аналізуються.

Те, що прийнято називати рослинними екстрактами, являє собою продукт взаємодії ряду хімічних речовин з розчинниками. Тому склад та властивості екстрактів з однакових частин тієї ж самої рослини можуть доволі сильно відрізнятися. Наприклад, порівнюючи експериментальні дані двох екстрактів лопуха, *Arctium*, котрі зовні виглядають абсолютно однаково, виявилось, що екстракти містили різну кількість розчинних та нерозчинних сполук (табл. 1). Такі розчинники, як етиловий спирт, пропіленгліколь, бутиленгліколь та вода екстрагують водорозчинні компоненти рослин – дифеноли, таніни, вітаміни, амінокислоти. Для екстракції жиророзчинних речовин (каротиноїди, незамінні жирні кислоти та ін.) використовують масла.

Таблиця 1

Порівняння екстрактів лопуха, отриманих різними фірмами

Властивості	Екстракт <i>Arctium</i> (виробник X)	Екстракт <i>Arctium</i> (виробник AM)
pH	5,7	5,8
Густина при 20 °C	1,058	1,035
Сухий залишок, %	4,4	1,3
Коефіцієнт заломлення 20 %-го розчину	1,387	1,034
Оптична густина	0,15	0,50

Робота присвячена одержанню екстрактів рослинної сировини для парфумерно-косметичної промисловості: умови екстракції, за яких вихід біологічно активних речовин (БАР) максимальний, а їх руйнування під впливом температури та розчинників мінімальне.

Література:

1. Чугасова В. Антиоксиданты природные и синтетические // Косметика и медицина, 1998, 2, 18–23.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СИНТЕЗУ ЕПОКСИЕСТЕРІВ, ЩО РОЗРІДЖУЮТЬСЯ ВОДОЮ

Спіцевський Д.Є., Зубар Г.П., Нескорожена Г.Д.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Серед екологічно чистих лакофарбових матеріалів (ЛФМ), що розріджуються водою, модифіковані епоксистері займають особливе місце завдяки унікальному комплексу властивостей та можливості їх широкого варіювання за рахунок полімер-аналогічних перетворень [1, 2]. Вагоме значення має той факт, що ці матеріали є вельми цікаві не тільки як покриття, але й як поверхнево-активні речовини для водних плівкотвірних систем. Вдосконалення методів синтезу модифікованих епоксистерів з метою одержання ЛФМ із комплексом заданих властивостей є актуальною задачею на даний час.

Метою даної роботи є порівняльна оцінка методів одержання епоксистерів на основі діестерів епоксидних олігомерів Е-40, ЕД-20 та жирних кислот талового масла, які модифіковані різними ангідридами: малеїновим (МА) – спосіб 1; фталевим (ФА) – спосіб 2. Модифікація епоксистерів проводилась за рахунок реакції ацілювання вільних гідроксильних груп епоксистерів. Встановлена можливість широкого варіювання гідрофільно-гідрофобного балансу (ГГБ), міри здатності олігомерів розріджуватися водою за рахунок варіювання не тільки кількості ангідриду, але і його природи. Показано, що спосіб 2, завдяки будові фталевого ангідриду, має низку переваг порівняно зі способом 1, до яких можна віднести: відсутність побічних процесів, пов'язаних з реакційною здатністю подвійних зв'язків МА, меншу в'язкість кінцевого продукту, здатність добре розріджуватися водою за умови менших значень ГГБ, ніж у олігомерів, модифікованих МА, більшу стабільність розріджених розчинів під час зберігання.

За результатом проведеної роботи вперше було досліджено умови одержання екологічно-чистих ЛФМ на основі епоксистерів і ФА з комплексом заданих властивостей. Встановлені закономірності синтезу таких матеріалів та обґрунтована доцільність їх розробки.

Література:

1. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям. / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – Ганновер: Пэинт-Медиа, 2000. – 548 с.
2. Мюллер Б. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принцип составления рецептур / Б. Мюллер, У. Пот. – М.: Пэинт-Медиа, 2010. – 234 с.

ВИКОРИСТАННЯ ВИНОГРАДНИХ ВИЖИМОК ЯК ДЖЕРЕЛО ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ КИСЛОТ

Турнанба І.Е., Чумак О.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вижимкою називають все те, що залишається в пресі після віджимання соку зі свіжого винограду або вина з перебродившої мезги, тобто гребені, шкірка, насіння і залишки рідини (сусло, вино). Зазвичай її утилізують або використовують як добриво. Метою науково-дослідної роботи - це знайти раціональне призначення виноградним вижимкам, щоб була можливість використання продуктів їх переробки у харчовій та фармацевтичній промисловості.

Хімічний склад виноградних вижимок аналогічний складу винограду, але тільки в іншій пропорції. Масова частка цукрів у виноградних вижимках солодких сортів винограду коливається в межах 5 – 10 %, виннокислих з'єднань - від 0,5 до 2,0 %, виноградні вижимки містять пентозани (1,0 - 4,5%), мінеральні речовини (1,2 - 3,6%) і фенольні сполуки (до 11%). Шкірочка винограду багата лігніном і лігноподібними сполуками. У складі білків шкірки виявлено 14 амінокислот, у тому числі незамінні - лізин, аргінін, треонін, валін, ізолейцин, лейцин і фенілаланін. Виноград містить вітаміни: С, В6 (піридоксин), Н (біотин), РР(ніацин), В3 (пантотенова кислота) та ін.

Новизною науково-дослідної роботи є отримання поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) з виноградних вижимок після видалення з них всіх інших корисних речовин.

Зараз вже ні в кого не виникає сумніву в тому факті, що в організмі людини значення поліненасичених жирних кислот дуже велике. Вони впливають на багато систем організму. Найбільше значення вони мають для серцево-судинної системи людини, тому що вони знижують рівень холестерину в крові і перешкоджають розвитку атеросклерозу. Поліненасичені жирні кислоти позитивно впливають на роботу мозку, покращує розумову діяльність. Ці жирні кислоти нормалізують жировий обмін в організмі, сприяють поліпшенню пам'яті, зору та інших функцій нервової системи. Регулярне застосування цього вітаміну сприяє поліпшенню засвоюваності і підвищенню активності інших вітамінів: А, Е, вітамінів групи В і т.д. Недавні наукові відкриття підтвердили той факт, що омега-3 жирні кислоти можуть перешкоджати поширенню клітин злоякісних утворень.

Література:

1. Разуваев Н.И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия. — Москва, 1995. -372с.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

Удовенко О.О., Куниця К.В., Литвиненко О.А., Гладкий Ф.Ф.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В наш час в Україні надзвичайно гостро стоїть питання харчування, і особливо збалансованого. Харчуванню належить основна роль в процесі метаболізму, тому інгредієнтний склад має надзвичайно велике значення в збереженні здоров'я та попередженні захворюваності населення.

Дисбаланс у структурі харчування є однією з основних причин розвитку аліментарно-залежних захворювань: серцево-судинних, шлунково-кишкових та інших. Для масового усунення порушень харчового статусу необхідно вести розробку та впровадження в раціон населення різних видів функціональних харчових продуктів [1].

Світовий ринок функціональних продуктів інтенсивно розвивається, щорічно збільшуючись на 15-20%. Однак, функціональні жири, а саме такі, що збагачені за спеціальними технологіями функціональними інгредієнтами, в Україні не виробляються. Зважаючи на необхідність оздоровлення населення України, що передбачається відповідними державними програмами, проблема організації виробництва жирових фізіологічно-функціональних інгредієнтів є надзвичайно актуальною. Орієнтовний обсяг жирів, збагачених функціональними інгредієнтами, може становити до 10 % кількості жирів, що споживає населення України.

На сьогоднішній час в НТУ «ХПІ» проводяться дослідження, метою яких є наукове обґрунтування і розробка способів модифікування жирів для отримання нового типу кондитерських (кулінарних) жирів і надання їм властивостей зменшувати ресинтез жиру в організмі людини. В роботі передбачається дослідити та розробити спосіб ферментативної модифікації харчових жирів, встановити раціональні умови одержання нового типу кондитерських (кулінарних) жирів функціонального призначення. Передбачається дослідити функціонально-технологічні властивості нового типу кондитерських (кулінарних) жирів функціонального призначення, встановити раціональні умови їх зберігання та шляхи використання як таких, так і у складі харчових продуктів.

Враховуючи потребу населення України в продуктах функціонального харчування ця технологія може стати вагомим внеском у вирішення проблеми оздоровлення і збільшення тривалості життя населення України.

Література:

1. *Самойлов А.* Разработка жировых продуктов функционального назначения / *А. Самойлов* // Масложировая индустрия-2012: Материалы 12-й международной научно-практической конференции, 24-25 октября 2012 г., Санкт-Петербург. – С-Пб: ВНИИЖ, 2012. – С. 126.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИНТОНІВ ДЛЯ ВЕРДАЗИЛЬНИХ РАДИКАЛІВ З НОВИМИ ОПТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Фалалєєва Т.В., Дістанов В.Б.

*Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків*

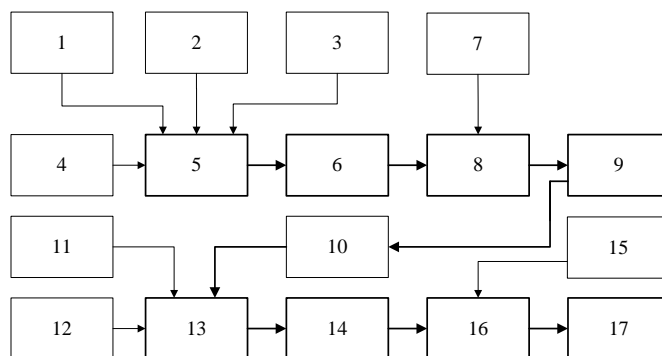
Стабільні радикали мають розповсюджене застосування в хімічній технології, фізиці, гетерогенному каталізі, фармакології, біології. Один з шляхів отримання вердазилів, більш стабільних вільних радикалів, є циклізація формазанів з формальдегідом або галоїд алкілами.

В роботі розглянуті питання синтезу і дослідження можливості отримання формазанів, що мають у своїй структурі фрагмент з розвиненою хромофорною системою, яка може придати люмінесцентні якості і можливість циклізації до вердазилів [1,2].

Виходячи з ймовірних застосувань отриманих сполук та відповідно обсягів виробництва необхідних для задоволення попиту, нами було обрано періодичний метод виробництва.

Для синтезу синтонів характерні наступні стадії:

отримання формазану; фільтрування та промивання осаду, що випав; перекристалізація продукту, фільтрування; сушка.



На основі блок-схеми виробництва розроблена технологія отримання синтонів для отримання формазанів та принципова схема виробництва.

Література:

1. В.Б. Дістанов, І.В.Лисова, В.В. Дістанов, Т.В. Фалалєєва, А.О. Аніщенко Синтез і дослідження синтонів для отримання вільних стабільних радикалів // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – № 41. – С. 145-155. 2. Т.В. Фалалєєва, В.Б. Дістанов Синтез та комп'ютерний прогноз біологічної активності деяких гідразонів // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 47. – С. 164-169.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ СУМІСНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ БІФІДОБАКТЕРІЙ ТА ЛАКТОБАЦИЛ НА ЇХ АДГЕЗИВНІ ВЛАСТИВОСТІ

Хижняк О.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання впливу сумісного культивування біфідобактерій штаму *B.bifidum* ЛВА-3 та лактобацил штаму *L.plantarum* 8P-A3 на їх адгезивну активність. У якості моделі для вивчення адгезивних властивостей мікроорганізмів нами було обрано формалізовані еритроцити людини 0(I) Rh⁺ групи крові. Експериментальні зразки були одержані згідно технології [1]. Визначення основних показників активності культури (активність кислотоутворення та кількість живих бактерій [2]) проводили відповідно вказаним методикам. Дослідження адгезивної активності пробіотичних штамів бактерій проводили за методом фотоколориметрії [3].

Дослідження експериментальних зразків проводилося у порівнянні з комерційними препаратами «Біфідумбактерин» і «Лактобактерин» відповідно. Експериментальні зразки містили біфідобактерії II генерації та лактобацили V або VI генерації у співвідношенні 1 : 3; у якості пребіотичного компоненту використовували лактулозу або лактитол.

У ході експерименту встановлено, що сумісне культивування не призводить до пригнічення основних ростових показників (кількість живих бактерій та активність кислотоутворення) і бактерії у складі препарату є високоадгезивними. Також, слід зазначити, що зразки, які містять лактобацили V генерації мають вищий показник адгезивної активності. Це може бути пов'язано з тим, що лактобацили під час ліофілізації знаходилися на початковому етапі експоненційної фази росту, та всі життєві процеси після відновлення відбувалися на значно вищому рівні.

Так, адгезивна активність біфідобактерій і лактобацил у контрольних зразках становила 60% та 28.4% відповідно; у експериментальному зразку з додаванням лактитолу адгезивна активність бактерій становила 80% [4].

Література:

1. Визначення пробіотичних властивостей замічника цукру лактитолу в умовах *in vitro* / О.С. Хижняк // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. - Х.: НТУ "ХПІ", - 2014. - № 26 (1069). - С. 140-148. **2.** Фармацевтическая биотехнология. Технология производства иммунобиологических препаратов: учеб. пособие / Ю.М. Краснопольский, М.И. Борщевская. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2009. – 352 с. **3.** Пименов Е.В., Оборин В.А., Ивонин А.Г. Оценка адгезивных свойств спор вакцинных штаммов *Bacillus Anthracis* на эритроцитах млекопитающих с помощью фотоколориметри // Проблемы особо опасных инфекций. – 2011. – 110. – с. 41 – 43. **4.** Вивчення адгезивних властивостей біфідобактерій та лактобацил при сумісному культивуванні / О.С. Хижняк // стаття рекомендована до друку у журналі «Фармаком». 2015. - №2.

ВИВЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ДИСПЕРСНІСТЬ НАНОРОЗМІРНИХ ЧАСТИНОК ОКСИДУ НІКЕЛЮ

Черенкова Н.В., Кулінічев Ю.М., Ведь В.Є., Кричківська Л.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Зменшення дисперсності частинок металів та оксидів може приводити до помітних змін властивостей матеріалів які формуються на їх основі. Це використовується в різних галузях техніки та в побуті. Розробка методики отримання нанорозмірних частинок з декількох різних методів отримання наночастинок оксидів металів [1, 2] та дослідження залежності розмірів наночастинок від швидкості перемішування реакційного середовища, температури реакції, концентрації нікелю (II) нітрату гексагідрату і температури випалу є актуальним науковим завданням.

В роботі реалізовано розроблену методику отримання нанорозмірних частинок металів та їх оксидів для отримання наночастинок оксиду нікелю із нітрату нікелю.

Рентгенографічним методом встановлено, що в отриманих зразках нанопорошку оксиду нікелю розміри частинок варіюються в межах 2,7 – 23,8 нм.

В ході даної роботи було визначено, що при умовах експерименту найбільш впливає на розмір часток оксиду нікелю температура випалу гідроксиду нікелю. Саме температура випалу й дає варіацію розмірів 2,7 – 23,8 нм, й тим самим зменшує вплив інших факторів експерименту, що відображено в таблиці 1.

Таблиця 1. Залежність розміру частинок нанопорошку оксиду нікелю від температури випалу

Температура випалу $t_{об}$, °C	Розмір частинок нанопорошку, d, нм
300	2,7
400	-
500	11,0
600	-
700	23,8

Література:

1. Гусев А. И., Ремпель А. А. Нанокристаллические материалы. – М.: Физматлит, 2000, - 224 с.
2. Болдырев В.В. Экспериментальные методы в механохимии неорганических веществ. – Новосибирск: Наука, 1983. – 65 с.

СЕКЦІЯ 13. ІНТЕГРОВАНІ ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ХІМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ ТА ЕКОЛОГІЇ

МАССЫ ПОЛИКАПРОАМИДА ПО ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВА ПОЛИМЕРА

¹Авраменко В.Л., ²Карими Язди Амир Эхсан, ¹Близнюк А.В.
¹Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков
²Промышленная компания «Самед» г. Мешхед, Иран

Рассмотрение течения реальных полимерных систем свидетельствует о том, что вязкость, которая характеризует большее или меньшее сопротивление сдвигу слоев относительно друг друга не является величиной постоянной, а зависит от значения скорости сдвига или приложенного напряжения.

В большинстве расплавов полимеров вязкость уменьшается с увеличением скорости сдвига или напряжения. Зависимость вязкости реальных расплавов полимеров от скорости сдвига описывается следующим уравнением:

$$\eta = k\dot{\gamma}^{n-1} \quad (1)$$

Однако, при достаточно низких скоростях сдвига вязкость полимеров носит ньютоновский характер (вязкость при нулевом сдвиге (η^0)). С учетом этого уравнение (1) можно записать как:

$$\eta = \eta_0 [\lambda\dot{\gamma}]^{n-1}, \text{ где } \lambda - \text{константа}$$

Согласно динамической теории полимеров η_0 пропорционально молекулярной массе полимера в кубе:

$$\eta_0 \approx M^3$$

В тоже время для высокоструктурированных систем (полимеры) справедливо соотношение

$$\eta_0 = M_w^\alpha, \text{ где } \alpha - \text{константа, равная } 3,14-3,4$$

Исходя из вышесказанного, зависимость молекулярной массы от η_0 для полидисперсных полимеров, можно представить

$$\eta_0 = kM_w, \text{ где } M_w - \text{среднемассовая молекулярная масса.}$$

С помощью этой зависимости была определена молекулярная масса поликапроамида, полученного анионной полимеризацией ϵ -капролактама при $170 \pm 5^\circ\text{C}$ (полимеризация *in situ*), которая показала хорошее совпадение полученных результатов с известными значениями молекулярной массы поликапроамида

Литература:

1. Ueda K. Stabilization of high molecular weight nylon 6 synthesized by anionic polymerization of caprolactam Polym J. 1996, Vol 28 №5, p 1084-1089.

СТРУЙНО-ВИХРЕВЫЕ РЕКУПЕРАТОРЫ ДЛЯ ПЕЧНЫХ АГРЕГАТОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В КОНТУРЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

¹Агеев К.В., ²Денисова А.Е.

¹ *Институт газа НАН Украины, г. Киев*

Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

В структуре металлургических комбинатов, которые являются вертикально интегрированными производственными цепочками, объединяющими различные технологические процессы (добыча и обогащение сырья, агломерация шихты, металлургический процесс, производство огнеупоров, цемента и другого химического сырья), целесообразным является попутное производство теплоты и электричества [1] для энергосберегающих технологий.

Актуальным является повышения энергоэффективности печных агрегатов (термические, камерные, ретортные) вспомогательных химических производств [2], используемых в контуре металлургического комбината.

Для решения задачи повышения термического КПД печей и сокращения затрат топлива предлагается использовать теплообменник [3] на основе процесса струйно-вихревой рекуперации отходящего тепла дымовых газов [4].

Исследования эффективности подогрева дутьевого воздуха для струйно-вихревого теплообменника [3] проводилось на кафедре ТЭС и ЭТ Одесского национального политехнического университета на холодном аэродинамическом стенде с последующим CFD-моделирование процессов газовой динамики и теплообмена в рабочем пространстве рекуператора в среде SolidWorks Flow Simulation.

К особенностям струйно-вихревой рекуперации теплоты можно отнести формирование в рабочем пространстве рекуператора трехмерных спиральных вихревых структур [5], для поддержания стабильности которых используется эффект синергии от взаимного действия спиральной перфорации внутренней воздушной трубы и дополнительное закручивание турбулизированного вихря распорками-завихрителями [3].

Литература:

1. Основы проектирования металлургических заводов. Справочное издание. Авдеев В.А., Дрюян В.М., Кудрин Б.И. – М. : Интермет Инжиниринг, 2002. – 464 с.
2. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. – М. : Машиностроение. – 1973. – 288 с.
3. Пат. 104396 Укр., МПК⁹ F 28 D 1/04, F 23 L 15/04. Рекуператор / К.В. Агеев. – Оpubл. 27.01.14, Бюл. № 2.
4. Агеев К.В. Современные тенденции конструирования металлических рекуператоров со вставками для повышения энергоэффективности печных агрегатов // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 25.4. – С. 155.
5. Фундаментальные и прикладные проблемы теории вихрей / Под. ред. А.В. Борисова, И.С. Мамаева, М.А. Соколовского. – Москва-Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2003. – 704 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИГНАЛИЗАТОРА УРОВНЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Батищев В.С., Литвиненко И.И., Хомяков Ю.Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Недостатком известных механических сигнализаторов уровня сыпучих материалов являются:

- незащищенность чувствительного элемента (флажка) от лавинообразного схода материала
- увеличение противодействующей отклонению флажка силы при увеличении угла его отклонения от изначального (вертикального) положения.
- сложность конструкции усилителя перемещения чувствительного элемента

Суть модернизации конструкции сигнализатора уровня заключается в введении второй поворотной оси, установленной параллельно на первой на которой стационарно установлен второй рычаг, на нижнем конце которого закреплен противовес, а на верхнем конце – геркон, при этом оси кинематически связаны между собой зубчатой передачей, состоящей из набора шестерен разных диаметров при постоянном расстоянии между их центрами.

При работе сигнализатора минимизируется время перемещения флажка со скоростью движения сыпучего материала по его конусу; обеспечивается возможность управления временем срабатывания сигнализатора посредством замены размеров шестеренок при постоянном расстоянии между их центрами, исключаются «броски» скорости перемещения флажка, отрицательно влияющих на работоспособность кинематической системы сигнализатора.

КОНТРОЛЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ СО В ПРИМІЩЕННЯХ УСТАНОВКИ СУХОГО ГАСІННЯ КОКСУ

Беспалов К.І., Литвиненко І.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним із методів, які підвищують якість коксу і покращують техніко-економічні показники його виробництва є запровадження – сухого гасіння коксу. Метод заснований на охолодженні розпеченого коксу циркулюючими газом з наступним використанням тепла газу в котельній установці.

Одним з недоліків сухого гасіння коксу є можливість потрапляння циркулюючого газу в приміщення конвеєра в момент видачі коксу з установки сухого гасіння коксу. Тому для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу відбувається постійний контроль концентрації СО.

Для безперервного виміру концентрації СО застосовується датчик горючих і токсичних газів Sensepoint XCD фірми Honeywell. Через газопроникну мембрану (полум'ягасник, сінтометалічний диск) датчика горючий газ в суміші з повітрям потрапляє всередину сенсора і омиває поверхню пелісторів сенсора. Каталітичне покриття активного пелістора окислюється і температура активного пелістора підвищується. Це підвищення температури можна виміряти завдяки зміні (збільшення) опору платинової спіралі всередині активного пелістора. Цей опір порівнюється з опором пасивного пелістора в стандартному ланцюзі з вимірювальним мостом. Для індикації стану на Sensepoint XCD передбачено 3 кольори. У звичайному стані ЖК-дисплей постійно горить зеленим кольором, при виявленні несправності або попередження блимає жовтий колір, а при сигналі тривоги екран стає червоним. Також приміщення можна додатково обладнати світлофорами для візуальної індикації стану загазованості приміщення. Зелений колір горить при концентрації СО менше 10 мг/м³, жовтий від 10 до 20 мг/м³, червоний 20 мг/м³ і більше. Датчики встановлюються на вході та виході коксу в приміщення. Для безпеки персоналу при досягненні концентрації СО > 20 мг/м³ вмикається аварійна витяжна система.

В результаті запровадження даної системи контролю концентрації СО в конвеєрному приміщенні УСГК підвищується безпека робочого персоналу, покращуються умови праці.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПЛЕКСНОГО РОСЛИННОГО АНТИОКСИДАНТУ

Білоус О.В., Демидов І.М., Бухкало С.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із найважливіших факторів, що дозволяє зберегти якість жирів, є підвищення їх стійкості до окиснення. Як відомо, дія кисню повітря на жири призводить до накопичення різноманітних продуктів окиснення. Жири, у яких вже почалися процеси окиснення, мають нижчу стійкість при подальшому зберіганні та при технологічній обробці, до того ж, небезпечні для здоров'я людини. З цих причин збереження жирів у неокисненому стані є важливою задачею. Одним із ефективних способів захисту жирів від окиснення є введення до їх складу інгібіторів окиснення – антиоксидантів. Рослинні антиоксиданти, наприклад екстракт із листя горіху волоського, безпечніші з точки зору гігієни харчування.

Аналіз літературних даних дозволяє зробити висновки про наступні властивості екстракту із листя горіху волоського: 1) він має антимікробну дію та позитивно впливає на здоров'я людини; 2) досліджено склад флавоноїдів й як змінюється кількісний склад поліфенолів у листях горіху волоського протягом його визрівання; 3) досліджено як змінюється склад антиоксидантних речовин листя горіху волоського в залежності від сорту культури. Однак, явище синергізму між токоферолами соняшникової олії та інгібіторами окиснення екстракту із листя горіху волоського вивчено мало.

Нами був розроблений комплексний рослинний антиоксидант, на основі екстрактів із листя горіху волоського та календули. Були визначені найбільш раціональні умови процесу його екстракції. Антиоксидантну активність екстракту горіха волоського по відношенню до масел різного жирнокислотного складу визначали на приладі ОКСІТЕСТ, визначали величину періоду індукції процесу окиснення. Процес окислення проводили при температурі 70 °С, ініціатором процесу окислення був 0,05 Н розчин азоізобутіронітрила в ксилолі. Склад суміші, яка окислювалася, був наступний: масло; спиртовий екстракт горіха волоського; 0,05 Н розчин азоізобутіронітрила в ксилолі; спирт етиловий.

Для досягнення необхідного рівня дослідження властивостей комплексного рослинного антиоксиданту був досліджений синергізм між токоферолами соняшникової олії та інгібіторами окиснення розробленого рослинного антиоксиданту. Виявлено антиоксидантну дію розробленого інгібітору окиснення по відношенню до олій різного жирнокислотного складу. Розроблений інгібітор окиснення із екстрактів листя горіху волоського сповільнює процеси окиснення як у оліях з жирними кислотами мононенасиченого типу, так і у оліях з жирними кислотами поліненасиченого типу. Запропоновано спосіб введення водно-спиртових екстрактів листя горіху волоського до олії. Розроблений антиоксидант сповільнює процеси окиснення у два рази та є економічно вигідним для використання українськими підприємствами.

ВЫБОР ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Бобух А.А., Дзевочко А.М., Ковалев Д.А., Подустов М.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Исследования показали, что химико-технологические процессы (ХТП) большинства объектов химических производств (ХП) относятся к классу объектов, в которых технологические процессы перерабатываемого сырья, находясь в непрерывном контакте с аппаратами различного технологического назначения, изменяют свои химические составы. Эта переработка достигается в результате реакций химического превращения, межфазного массообмена, смешения и разделения, нагрева и охлаждения.

Содержательно задача управления такими объектами и ХП в целом может быть описана как задача распределения материальных ресурсов и энергии всех видов таким образом, чтобы выполнялись как конечные цели функционирования ХП так и его объектов. При этом должны соблюдаться достаточно жесткие ограничения в виде регламента проведения ХТП, учитываться нестационарные характеристики объектов и неконтролируемые, как правило, возмущения по качеству сырья и окружающей среды.

Чтобы с единых позиций рассматривать цели функционирования ХП и его объектов, необходимо выбрать технико-экономический критерий (ТЭК) функционирования этого ХП, выраженный через ТЭК функционирования этих объектов. Такой подход позволяет формализовать задачу управления конкретным объектом ХП и определить структуру её решения.

Наиболее часто в качестве ТЭК функционирования ХТП объектов ХП рассматриваются такие показатели, как себестоимость, прибыль, объем выпускаемой продукции и её качество, которые для большинства ХТП находятся в сложной зависимости, что практически исключает возможность одновременного достижения оптимальных значений по каждому из критериев.

Одним из важнейших ТЭК, характеризующих работу непрерывного ХП, является чистый доход, величина которого зависит как от себестоимости, так и от объема выпуска качественной продукции и цены на неё. Воздействуя на эти показатели путем изменения значений параметров ХТП, можно достигнуть максимального значения чистого дохода ХП. При определении частных ТЭК функционирования объектов ХП необходимо учитывать, что они должны согласовываться в области допустимых решений с общим ТЭК ХП, чтобы ни при каких условиях не возникло противоречие между интересами ХП в целом и его объектов. При этом устанавливаются количественные взаимосвязи между показателями ТЭК и необходимыми параметрами технологического режима, выявляются те переменные, которые оказывают влияние на ход ХТП и качество продукции, а также определяются их допустимые изменения.

Выполненные исследования подтвердили то, что ТЭК в виде чистого дохода могут быть применены при разработке компьютерно-интегрированных систем управления как химическими производствами, так и их отдельными объектами, поскольку являются критериями оптимального управления.

ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Бобух А.А., Дзевочко А.М., Ковалев Д.А., Подустов М.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Исследования показали, что применение в общем виде предложенного технико-экономического критерия (ТЭК) функционирования химического производства (ХП), выраженного через ТЭК функционирования его объектов, в виде чистого дохода представляет собой весьма сложную задачу нелинейного программирования. В связи с тем, что чистый доход является функцией не только управляющих воздействий при ограничениях на верхние и нижние границы изменений, но и времени как нестационарной величины, задачу оптимизации ТЭК невозможно решить однократно.

Необходимо периодически решать её через некоторые периоды времени, в течение которых изменение характеристик объекта не приводит к недопустимому отклонению оцениваемой величины чистого дохода от его истинного значения. Предлагаемый период определен продолжительностью рабочей смены непрерывного ХП в 8 часов и назван большим интервалом. Поскольку решение задачи оптимизации ТЭК связано на практике с указанным интервалом времени, внутри его возможен дрейф значений управляющих воздействий от их оптимальных значений, определенных в начале этого интервала. В связи с указанным дрейфом, обусловленным нестационарностью объекта и неконтролируемыми возмущениями, необходимо внутри большого ввести малые интервалы времени, во время которых необходимо решать задачи стабилизации значений указанных воздействий на спланированных в начале большого интервала оптимальных значениях.

Практическая реализация приведенной стратегии требует выполнения двух условий. Во-первых, управление объектом возможно только в случае его нормальной работы, в противном случае управляющие воздействия будут определяться неправильно. Поэтому, прежде чем решать задачи на большом и малом интервалах времени необходимо диагностировать состояние процесса для получения информации в виде логической функции: "процесс в норме" или "процесс протекает с нарушением". Вторым условием является наличие математических моделей, описывающих объект в нормальном состоянии. Задача параметрической идентификации для нестационарных объектов не может быть решена однократно, для малых интервалов времени целесообразно решать её, развивая рекуррентные методы идентификации. Для больших интервалов времени с учетом накопленной информации об объекте, возможно решение задач не только параметрической, но и структурной идентификации, требующих значительного времени для решения.

В результате выполненных исследований предложена двухуровневая стратегия управления нестационарными объектами химических производств на основе теоремы разделения для решения задач оптимизации ТЭК, реализацию которой целесообразно выполнить при разработке компьютерно-интегрированных систем управления такими производствами.

КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бобух А.А., Ковалёв Д.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А. Н. Бекетова, г. Харьков*

Особенностью ряда объектов производства кальцинированной соды по аммиачному способу (ПКС) является то, что их характеристики могут изменяться во времени из-за непредсказуемых нарушений технологического режима за счет наличия агрессивных, кристаллизирующихся и абразивных сред. При разработке компьютерно-интегрированных систем управления (КИСУ) подобными объектами требуется периодическая корректировка их математических моделей.

Одной из важнейших задач, возникающих при разработке КИСУ объектами ПКС с применением микропроцессорных контроллеров (МПК), является идентификация математических моделей объектов управления и периодическая их корректировка по известным входным и выходным параметрам объектов.

Для решения задач идентификации по известным входным и выходным параметрам объектов исследовалась возможность применения методов стохастической аппроксимации и рекурсивной регрессии при сравнении их с методом наименьших квадратов.

В результате исследований, последовательно (шаг за шагом), была проведена обработка информации о входных и выходных параметрах объектов с использованием априорной информации и постепенным приближением параметров модели к реальным параметрам объектов, что дало возможность существенно сократить объем памяти МПК по сравнению с решением задачи методом наименьших квадратов.

На основании данных экспериментальных обследований объектов ПКС (отделений фильтрования и карбонизации) методом наименьших квадратов были рассчитаны коэффициенты математических моделей в общем виде. По этим же экспериментальным данным коэффициенты зависимостей определялись методами стохастической аппроксимации и рекурсивной регрессии.

В результате проведенных исследований для разработки КИСУ объектами ПКС с применением МПК выполнена идентификация математических моделей объектов управления и периодическая их корректировка по известным входным и выходным параметрам объектов. При сравнении рассмотренных методов получено, что метод рекурсивной регрессии позволяет получить более высокую точность идентификации, чем метод стохастической аппроксимации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Боднарь И.А., Бухкало С.И., Денисова А.Е.

Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассмотрены системы теплоснабжения на базе одноступенчатой ТНУ и двухступенчатой ТНУ с источником низкотемпературного источника тепла грунтовых вод в интервале температур для г. Одессы $t_{н1} = 4...12$ °С с нагревательными приборами (радиаторами и теплым полом). Выполнен анализ эффективности указанных систем.

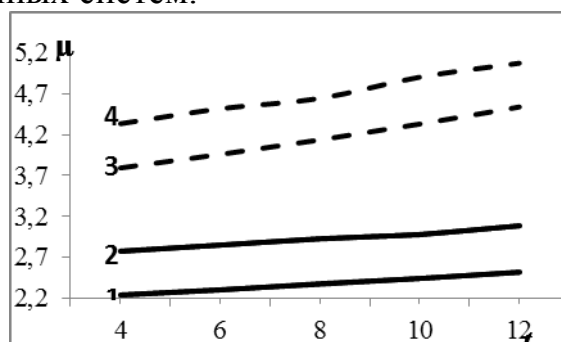


Рис. 1 – Зависимость коэффициента преобразования теплоты μ от температуры на входе в испаритель $t_{н1}$: 1 – одноступенчатая ТНУ с радиаторами; 2 – двухступенчатая ТНУ с радиаторами; 3 – одноступенчатая ТНУ с напольным отоплением; 4 – двухступенчатая ТНУ с напольным отоплением

Предложен подход к экономии электроэнергии, затрачиваемой на откачку грунтовой воды насосами из заборных скважин, который заключается в рациональном размещении скважин для поддержания необходимой мощности испарителя.

Наиболее эффективной из рассмотренных схем является система на основе двухступенчатой ТНУ. Повысить эффективность ТНУ возможно изменением внутридомовой системы теплоснабжения на основе применения напольного отопления. Это достигается за счет меньшей температуры теплоносителя подаваемого во внутридомовую систему дома для достижения комфортных температурных режимов, вследствие чего требуется меньшее потребление электроэнергии приводом компрессоров для полного сжатия фреона до его давления конденсации.

Рациональное размещение трех более меньших по глубине скважин по сравнению с одной позволяет сэкономить расход электроэнергии практически в 1,7 раз.

Литература

1. Боднарь И.А. Анализ энергетической эффективности теплонасосных установок с использованием тепла грунтовых вод / И.А. Боднарь, А.Е. Денисова, С.И. Бухкало // Вестник НТУ «ХПИ», № 16 (1059). – С. 36 – 44.

ДЕЯКІ СКЛАДОВІ КОНЦЕПЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МІКСУ

Бухкало С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Основні складові концепції комплексних підприємств енергетичного міксу зв'язані, перш за все, з намаганнями переходу до балансу сталого розвитку України. Проведені нами дослідження показують, що фактично в Україні зараз з об'єктивних обставин не має наукових, науково-технічних (НТР) та дослідно-конструкторських робіт, спрямованих на модернізацію існуючого та створення і впровадження у виробництво нового обладнання, розроблення і освоєння нових технологій енергетичного міксу, але такі наукові об'єднання за участю вищих навчальних закладів у якості експертів та співвиконавців конче необхідні зараз. Для досягнення необхідного рівня науково-технічного забезпечення з утворення підприємств енергетичного міксу та подальшого підвищення рівня його розвитку за вимогами світового науково-технічного поступу необхідно здійснити невідкладні і перспективні багатопланові заходи, основними з яких є такі: 1) збільшення фінансування НТР, що виконуються державними вищими навчальними (ВНЗ) та по суті мають кадровий науковий потенціал, а тобто і статус наукового навчального закладу згідно з пріоритетними напрямками розвитку галузей енергетичного міксу; 2) започаткування для оцінки НТР нових форм комплексної багаторівневої експертної організації ВНЗ на безкоштовній основі, яка може отримати свої кошти тільки на етапі промислового впровадження їх результатів; 3) започаткування мережі вітчизняних комплексних інноваційно-технологічних та інформаційно-аналітичних консультаційних центрів на основі ВНЗ до роботи у яких треба залучати провідних науковців і фахівців за новими критеріями відбору, а не за наявності ступеня доктора наук, але це не менеджери як зараз – це, наприклад, інженери-технологи вищої кваліфікації за наявності ступеня кандидата наук; 4) надання пільг для зменшення учбового навантаження та іншого відповідного статусу викладачам ВНЗ, які займаються розвитком нетрадиційних конкретних комплексних інноваційних систем підготовки кадрів, в тому числі, наукових кадрів вищої кваліфікації, що відповідає вимогам та пріоритетам розвитку галузей енергетичного міксу; 5) розвиток матеріально-технічної бази ВНЗ, оснащення їх сучасним обладнанням та приладами науково-дослідних інститутів та центрів енергетичного профілю; 6) створення центрів для роботи на основі міжнародної кооперації, що дасть можливість для вивчення та використання світового досвіду розвитку техніки і технологій в енергетичних галузях, зокрема в напрямках пошуку нових джерел і методів отримання енергії.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ПІДТРИМКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МІКСУ

Бухкало С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для забезпечення науково-технічної підтримки розвитку галузей енергетичного міксу необхідно організувати тісну та ефективну взаємодію академічної, галузевої й вузівської науки (яка ще має на даний момент великий науковий потенціал), перш за все це національні політехнічні університети та їх співпрацю з енергетичними компаніями, що дозволяє наступне: 1) ефективне планування та координація діяльності з науково-інженерної та проектно-конструкторської підтримки шляхом заключення госпдоговірних робіт; 2) відтворення систем підготовки та перепідготовки спеціалістів основних професій у галузях інноваційних комплексних підприємств енергетичного міксу; 3) розширення участі України у виконанні міжнародних наукових і науково-технічних програм, активізація діяльності в міжнародних енергетичних організаціях з метою поступового просування до більш складних організаційних форм міжнародної кооперації; 4) створення на базі провідних українських ВНЗ організацій міжнародних енергетичних науково-технічних центрів, перш за все для розв'язання проблемних питань розвитку енергоефективності на інноваційних комплексних підприємствах енергетичного міксу; 5) забезпечення державної підтримки розповсюдження інформації щодо нових перспективних вітчизняних проектів, розробок і технологій серед світового співтовариства з метою розширення їх впровадження в Україні та за кордоном; 6) формування сучасних технологій підготовки і прийняття політичних та економічних рішень у сфері енергоефективності на інноваційних комплексних підприємствах енергетичного міксу, впровадження нових форм співпраці уряду і законодавчої влади з науковими та професійними асоціаціями ВНЗ; 7) забезпечення активної участі наукових і консультаційних центрів ВНЗ у розробленні економічно обґрунтованих механізмів реалізації енергоефективності на інноваційних комплексних підприємствах енергетичного міксу; 8) створення механізмів контакту інноваційних структур ВНЗ з метою забезпечення органів державної влади усіх рівнів достовірною і повною інформацією про стан справ з енергозабезпечення країни і регіонів та із забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки. Виходячи з поставлених цілей і сформульованої гіпотези, основні висновки та рекомендації складені зокрема, на підставі проведеного аналізу технологій енергетичного міксу як сукупності засобів, методів і особливостей взаємодії на енергетичному ринку з урахуванням використання усіх складових твердих побутових відходів.

КОМП'ЮТЕРНО – ІНТЕГРОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОДЕРЖАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН З МІНІМІЗАЦІЄЮ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН

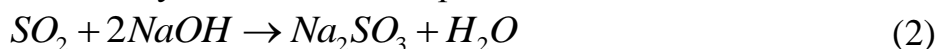
Дзевочко О.М., Подустов М.О., Шевченко А.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним з основних стадій отримання поверхнево-активних речовин (ПАР) є стадія нейтралізації та очищення викидів. Стадія нейтралізації здійснюється в об'ємному реакторі при проходженні наступної реакції:



Газові викиди з установки отримання ПАР очікуються в абсорбційній колоні розчином $NaOH$ за наступною основною реакцією:



При цьому розчини сульфїту натрію в даному виробництві є відходами виробництва. Проте якщо вести процес таким чином, щоб концентрації Na_2SO_3 в розчині $NaOH$ не перевищувала 2 %об. їх можна використовувати на стадії нейтралізації і таким чином довести до мінімуму викиди і скиди шкідливих речовин. Було проведено моделювання даних процесів, визначено оптимальні технологічні параметри, які використовувалися при розробці комп'ютерно-інтегрованої системи управління.

Була розроблена функціональна схема автоматизації на базі мікро контролера ОВЕН ПЛК – 150. Основними контурами регулювання у даній схемі є: контур регулювання витрати продуктів сульфатування; контур регулювання температури в нейтралізаторі і дозріваючі; контур регулювання температури у теплообміннику, що охолоджує; контури регулювання величини рН готового продукту в нейтралізаторі і дозріваючі; контур регулювання рівня розчину гідроксиду натрію у вихідній ємності та абсорбційній колоні; контур регулювання концентрації нітриту натрію в колоні.

Автоматизована система управління була побудована за ієрархічним принципом. У режимних точках відділень встановлюються датчики-вимірювачі основних технологічних параметрів. Завдання вимірювання, управління та диспетчеризації реалізовано на універсальних вимірювальних приладах. Не менш важливою вимогою є наявність в пристроях управління виходів для прямого підключення каналів передачі даних.

Таким чином буде одержана структурна схема комплексу, яка буде складатись з вузлів, буде мати ієрархічну структуру та розподілену систему інформаційних потоків.

Розроблена комп'ютерно-інтегрована система управління дозволяє значно знизити викиди шкідливих речовин в навколишнє природне середовище.

СУЛЬФАТУВАННЯ СУМІШЕЙ ОРГАНІЧНИХ ПРОДУКТІВ В ТРУБЧАСТОМУ РЕАКТОРІ

Дзевочко А.І., Подустов М.О., Кравченко Я.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Процес сульфатування органічних продуктів газоподібним триоксидом сірки, розведеним повітрям є основною стадією виробництва поверхнево-активних речовин (ПАР). Даний процес характеризується високою швидкістю і великим тепловиділенням. Є літературні дані про сульфатування різних органічних продуктів в трубчастому реакторі. Проте даних з комплексного вивчення процесів сульфатування суміші органічних продуктів для отримання якісних ПАР недостатньо. [1]

В якості органічних продуктів використовувались вищий жирний спирт фр. C₈-C₁₀ і фр. C₁₂-C₁₄ і моноетаноламід жирних кислот кокосового масла. Експериментальні дослідження проводилися на лабораторній установці з скляним трубчастим реактором.

В першу чергу вивчався вплив основних технологічних параметрів на якість одержуваних ПАР: мольного співвідношення реагентів, концентрації газоподібного триоксиду сірки, температури.

Показано, що максимум ступеня сульфатування і задовільною кольоровості паст можна досягти при мольному співвідношенні 1,06: 1,0.

Вплив температурного режиму на якість ПАР в трубчастому реакторі визначити досить складно, зважаючи на значні тепловиділення, а відповідно змінного температурного режиму по довжині реактора. Температура реакційної маси залежить: а) від початкової температури в реакторі, яка в свою чергу залежить від температури застигання вихідної сировини; б) від кількості виділеного реакційного тепла (на 1 моль вихідної сировини виділяється 164 кДж тепла); в) від температури газоповітряного потоку; г) від температури і витрати охолоджуючої води, а відповідно від кінцевої температури в реакторі. Оцінити таку взаємодію без використання методів математичного моделювання досить складно.

Результати експериментальних досліджень температури процесу свідчать, що зі зниженням температури нижче 305 К якість ПАР погіршується, це може бути пов'язано зі збільшенням в'язкості реакційної маси, а з підвищенням температури вище 315 К також спостерігається якість ПАР, що пов'язано з побічними реакціями при підвищених температурах.

Оптимальною температурою в кінці реактора слід вважати 305 К. У цьому випадку досягається ступінь сульфатування на рівні 97,8% при кольоровості паст 1 од. за йодною шкалою.

Література:

1. Правдин В.Г. Сульфирование и сульфатирование нефтехимических продуктов газообразным серным ангидридом в производстве поверхностно-активных веществ / В.Г. Правдин, М.А. Подустов, Д.И. Земенков // – М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1981. – 44 с.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВОЗДУХА ПОСЛЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Зайцев Д.В., Олевский Г.

Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

Поскольку воздух, выбрасываемый предприятием общественного питания Одесского национального политехнического университета, содержит большое количество жиров и других характерных примесей, необходима его очистка. Для решения этой проблемы в качестве теплообменника-утилизатора предлагается использовать скрубберы, которые менее склонны к загрязнению, по сравнению с другими типами теплообменников. Полый и насадочный скрубберы (рис. 1), схожие по строению – это колонны, вверху которых расположены форсунки, распыляющие воду. В полном скруббере воздух входит в нижний патрубок, проходит через распыляемую воду, охлаждается, очищается и затем удаляется через верхний патрубок. Внизу расположена труба для стекания шлама. Отличие насадочного скруббера состоит в том, что воздух, проходя через нижний патрубок, входит через насадку, благодаря которой значительно улучшается теплообмен. Насадочный скруббер улавливает 80 % тепла, а полый 30 %. Недостатком насадки является то, что вероятность загрязнения выше, т.к. загрязненный воздух проходит через намного более узкое сечение. Утилизация теплоты и использование ее для подогрева воздуха имеют несколько вариантов: утилизация теплоты с подогревом вентиляционного воздуха: после того как воздух очистился и охладился, шлам стекает в бак – отстойник. Пленка жира на поверхности удаляется через выпускной клапан.

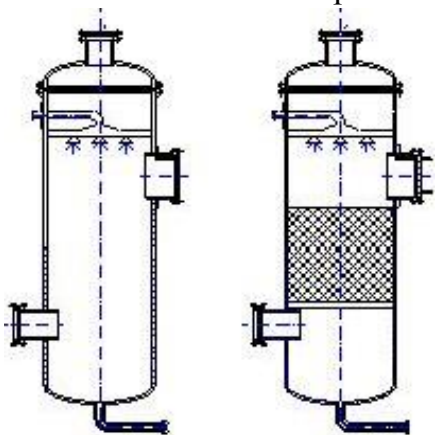


Рис. 1 – Полый и насадочный скрубберы

Тепло подогретой воды с помощью змеевикового теплообменника передается вентиляционному воздуху и подогревает его; утилизация теплоты с помощью теплового насоса: здесь тепло от подогретой воды передается с помощью пластинчатого теплообменника на тепловой насос, и далее, через ребристый теплообменник тепло отдается на вентиляцию. Преимущество схемы утилизации теплоты посредством теплового насоса состоит в том, что благодаря тепловому насосу можно полностью обеспечить необходимую температуру воздуха вентиляции, в то время как в первом варианте можно лишь частично (на несколько градусов)

подогреть воздух. По результатам расчета выбран насадочный скруббер, как более компактный и обеспечивающий лучшие условия теплопередачи. Тепловой насос NIBE 750 вода-вода рекомендуется для столовой площадью до 200 м², с системой отопления до 70 °С. В работе учтены также эколого-экономические преимущества от утилизации теплового потенциала выхлопного воздуха после предприятий общественного питания. Срок окупаемости – 5 лет.

Литература:

1. Лебедев П.Д., Щукин А.А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1970. – 408 с.
2. Кичигин, М.А. Теплообменные аппараты и выпарные установки / М.А. Кичигин, Г.Н. Костенко. – М.–Л.: Госэнергоиздат, 1955. – 392 с.
3. Черепенников, И.А. Примеры теплового расчета теплообменника: метод. указания – Тамбов: ТИХМ, 1973. – 34 с.
4. Кулинченко, В.Р. Справочник по теплообменным расчетам / В.Р. Кулинченко. – К.: Техника, 1990. – 165

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЮМОКРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Зипунников Н.Н.

*Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины,
г. Харьков*

Производство водорода в автономных условиях получило наиболее широкое распространение в системе гидрометеослужбы и аэростатных организаций. Известно, что для автономных потребителей наиболее экономичным является силиколевый способ производства водорода, основанный на способности ряда сплавов ферросилсция (ФС) и ферросиликоалюминия (ФСА) вытеснять водород из воды.

На метеостанциях применяют выпускаемый промышленностью сплав ФС 75 (масс. доля, % : Si – 75, Fe – 25). Совершенствование процесса газогенерирования заключается в подборе сплавов, более эффективно взаимодействующих с водой и водным раствором щелочи.

В настоящей работе изучен процесс взаимодействия с водой следующих сплавов (масс. %): ФС 90 (Si-92, Fe-4, Al-3, Ca-1); ФС 90 Ba4 (Si-88.6, Fe-5.9, Ba-4.0, Ca-1.5); ФС 75 Ba1 (Si-78.4, Fe-19.3, Al-1.3, Ba-1.0); ФСА 4 (Fe-5.8, Si-90.4, Al-3.8); ФСА 15 (Fe-7, Si-78, Al-15); ФСА 30 (Fe-10.3, Si-59.9, Al-29.8); ФСА 32 (Fe-5.5, Si-62.3, Al-32.2). Основные кинетические исследования проведены в лабораторном металлическом реакторе ($V_p = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$). Опыты проводились с водным раствором едкого натра 10-13,3 %.

Сравнение опытных данных показало, что кристаллические сплавы ФС, имеющие в своем составе барий и кальций, активнее сплавов ФСА 15, ФСА 30 и ФСА 32. Снижение концентрации щелочи с 13,3 до 10 % для сплавов ФС 90 Ba4 и ФС 75 Ba1 позволяет повысить полноту реакции на 12 - 15 % по сравнению со сплавами ФС и ФСА. Применение сплавов с добавками бария в стандартном аппарате АВГ-45 дает возможность примерно на 10-15 % сократить расход едкого натра и уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду. При этом продукты реакции свободно удаляются из газогенератора. При производстве водорода в реакторах, работающих при атмосферном давлении и температуре до 100 °С, присутствие щелочноземельных металлов в сплавах нежелательно. Установлено, что скорость выделения водорода возрастает в 1,5 раза по мере измельчения частиц сплавов (ФС 90, ФС 90 Ba4) от $(0,5 - 1,5) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ до $(0,1 - 0,5) \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Определено оптимальное процентное содержание добавок для ФС: Al - 2 - 10 %, Fe - 3 - 5 %, Ca - 1 - 10 %, Ba - 1 - 4 %.

Удешевление процесса образования водорода возможно за счет получения необходимых сплавов из углеотходов, в составе которых присутствуют примеси Ca (1-10 %) и Ba (1-4 %). Поэтому исследование реакционной способности щелочноземельных металлов в составе алюмокремниевых сплавов имеет большую перспективу.

НЕЗЛИВНА СИСТЕМА ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Ільїна К.О., Денисова А.Є.

Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Актуальним є використання природних ресурсів низькопотенційного тепла для цілей теплозабезпечення, наприклад, шляхом застосування незливної система геотермального теплопостачання (рис.1), яка забезпечує мінімальну витрату геотермальної води на одиницю розрахункового опалювального навантаження [1]. У цій схемі при найменшій питомій витраті води мають місце найбільша потужність джерела теплоти та найбільша витрата палива.

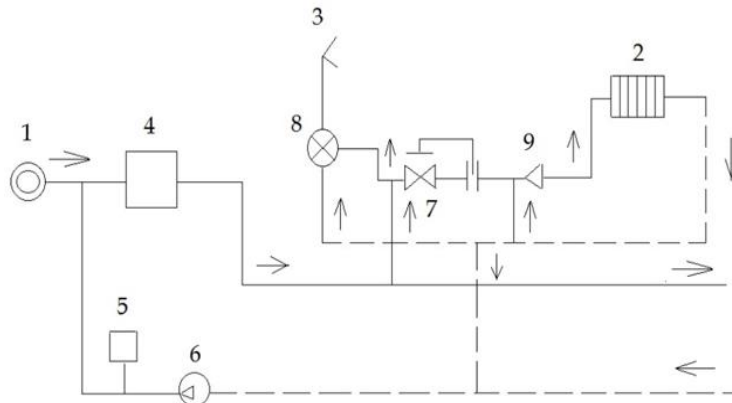


Рис. 1 – Незливна система геотермального теплопостачання

У літній період термальна вода подається на гаряче водопостачання, минаючи підігрівач, по обвідному трубопроводу у котельні. Реалізація такої схеми призводить до раціонального використання теплоти термальної води, мінімізації числа свердловин, зменшення діаметру трубопроводів теплових мереж та їх протяжності, зменшення металоємності системи опалення. Але в цій системі пікова котельня перетворюється у базисний генератор тепла для цілей опалення, що працює весь опалювальний сезон. Звідси велика установлена потужність котельні та велика витрата палива [2].

В результаті числового моделювання встановлено, що зі зменшенням розрахункового дебіту геотермальної води, температура скидної води і тепла потужність пікового джерела теплоти збільшується, а поточний коефіцієнт відпуску теплоти, навпаки, зменшується. Регулювання опалювального навантаження досягається шляхом поступового зменшення частки пікового догріву. Встановлено, що ефективність такої системи тим вище, чим більша частка гарячого водопостачання у сумарному тепловому навантаженні.

Література

1. Ільїна К.О., Денисова А.Є. Перспективи використання геотермальних ресурсів України [Текст] / К.О. Ільїна, А.Є.Денисова // Вістник НТУ «ХП», 2014. – № 16 (1059). – С. 30–35
2. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

Карандашов О.Г., Подгорная Л.Ф., Авраменко В.Л., Крицина А.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Эпоксидные стеклопластики широко применяются в химическом и нефтехимическом аппаратостроении, а также для изготовления химически стойких напорных трубных систем благодаря высокому химическому сопротивлению эпоксидных связующих и их хорошей адгезии к стеклянному волокну.

Целью наших исследований являлось выяснение возможности использования эпоксидных стеклопластиковых труб, выпускаемых ООО «Стеклопластиковые трубы», для транспортировки канализационных стоков предприятий, выпускающих сырную продукцию. Сточные воды этих предприятий могут содержать такие вещества, как 2 %-ный раствор каустической соды, 2 %-ный раствор азотной кислоты, 2%-ный раствор моющих средств, 1 %-ный раствор дезинфицирующих средств, горячую воду при температуре 80 °С.

Нами изучались сорбционно-диффузионные процессы и изменение эксплуатационных свойств отвержденных эпоксидных связующих и стеклопластиков на их основе под воздействием различных химических сред при кипячении в течение 1-7 суток.

Эпоксидные связующие содержали эпоксидный олигомер, модифицированный метилтетрагидрофталиевый ангидрид, ускоритель, различные наполнители (до 5 % масс.), такие, как аммоний молибденовокислый, полифосфат аммония, воластонит, каолин, дисульфид молибдена, борат цинка, графит. Указанные наполнители в разной степени придают изделиям повышенную износостойкость и пониженную горючесть. Сорбционно-деформационные процессы изучали по изменению массы образцов отвержденных связующих и стеклопластиков на их основе, определению коэффициентов сорбции, диффузии, проницаемости химических реагентов, определению коэффициента стойкости по изменению ряда физико-механических показателей и теплостойкости.

Результаты показали, что наиболее химически стойкими при повышенных температурах оказались композиции, содержащие такие наполнители, как воластонит, каолин, борат цинка. Даже при кипячении в 3 %-ном растворе каустической соды не происходит заметного гидролиза стеклонаполненного наполнителя у этих стеклопластиков.

Полученные результаты исследований химического сопротивления эпоксидных стеклопластиковых труб позволяют их рекомендовать для транспортировки канализационных стоков предприятий, выпускающих сырную продукцию.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УТИЛИЗАЦИОННОЙ ТУРБОДЕТАНДЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ

Красников И.Л., Пархоменко М.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Утилизационные энергетические турбодетандерные установки (УТДУ) предназначены для выработки электроэнергии путем рекуперации энергии избыточного давления природного газа на узлах его редуцирования – газораспределительных станциях (ГРС), на газораспределительных пунктах тепловых электростанций и крупных промышленных предприятий. Принципиальная схема УТДУ представлена на рис. 1

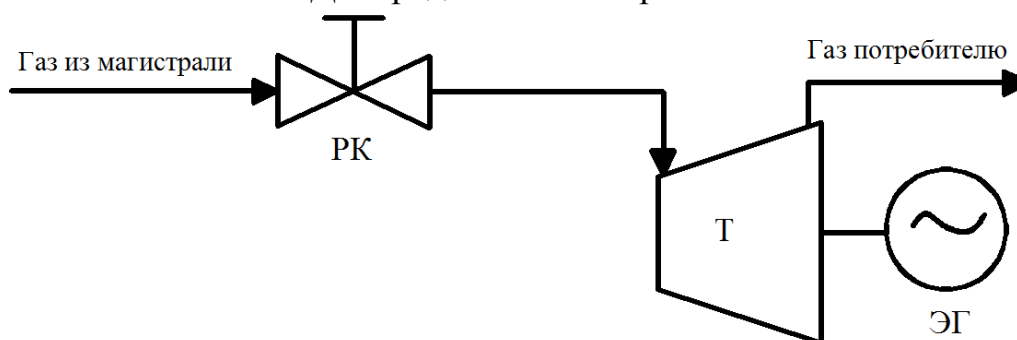


Рис.1. Схема утилизационной турбодетандерной установки:

РК – регулирующий клапан; Т – турбодетандер; ЭГ – электрогенератор.

Газ от ГРС, предварительно подогретый в теплообменнике, проходит регулирующий клапан, поступает в турбодетандер и через блок маслоохлаждения подается в коллектор низкого давления ГРС, откуда раздается потребителям. Ротор турбодетандера через редуктор соединен с ротором электрогенератора, который подключен к внешней электрической сети.

Компьютерно-интегрированная система управления установкой должна поддерживать заданное давление газа, который подается потребителю и одновременно обеспечивать выработку заданного количества электроэнергии путем регулирования частоты вращения ротора электрогенератора.

Расчет динамических параметров УТДУ, необходимых для расчета системы управления, проводился методом математического моделирования. Динамика процессов описывалась системой алгебраических и дифференциальных уравнений. Для определения параметров газа использовались уравнения состояния реального газа.

В результате моделирования могут быть получены следующие параметры: частота вращения ротора, давление на входе в турбину, расход газа через турбину, положение запорного элемента управляющего клапана, мощность на валу турбины, температура на выходе турбины.

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Климчук А.А., Шраменко А.Н., Полоник В.С.

Одесский национальный политехнический университет, г.Одесса

В работе рассмотрены повышение эффективности использования гелиосистем в комбинированной системы теплоснабжения для технологических процессов за счет применения абсорбционных холодильных установок (АХУ). Представлена принципиальная схема системы теплоснабжения с установкой АХУ. Для повышения эффективности использования поверхности солнечных коллекторов в летний период предлагается использовать для систем кондиционирования абсорбционные холодильные установки (АХУ), работающие на теплоносителе «горячая вода» с параметрами 88...83 °С. В таком случае поверхность солнечных коллекторов становится задействованной в летний период. Однако в связи с использованием абсорбционных холодильных установок встает вопрос об отводе тепла из конденсатора и абсорбера. Как правило, температура охлаждающей воды 31... 37 °С. При такой температуре нельзя обойтись «сухой» градирней, а необходимо устройство мокрой градирни. Значительно увеличивает эффективность использования АХУ наличие открытого бассейна, куда можно сбрасывать большое количество низкопотенциальной теплоты.

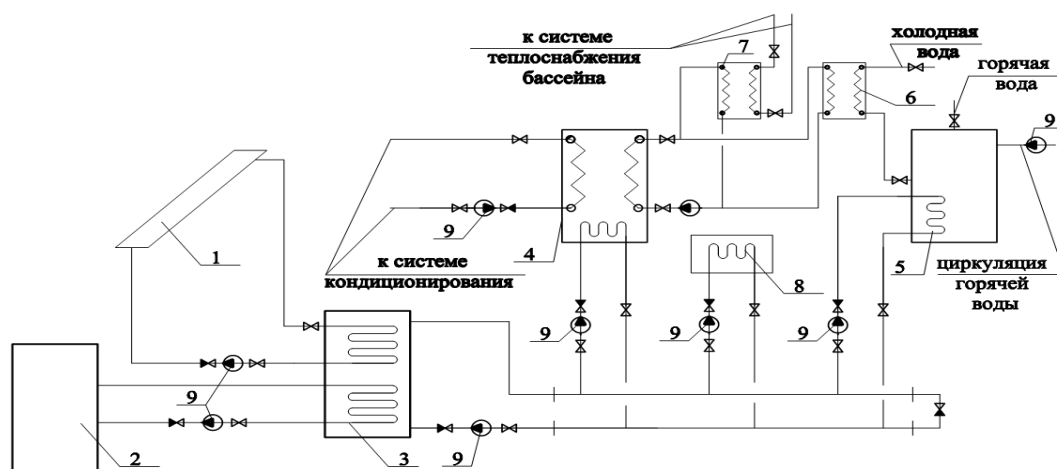


Рис. 1. Комбинированная система теплоснабжения с использованием АХУ

В системе теплоснабжения: 1 – солнечные коллектора, 2 – резервный источник теплоснабжения (газовый котел), 3 – аккумулирующая емкость, 4 – абсорбционная холодильная установка, 5 – емкостной нагреватель горячей воды, 6 – теплообменник предварительного подогрева горячей воды, 7 – теплообменник подогрева воды в бассейне, 8 – система отопления здания, 9 – циркуляционные насосы систем.

Литература.

1. Климчук О.А. Установка комбінованої системи альтернативного теплопостачання навчального корпусу ОНПУ [Текст] / О. А. Климчук, Нго Мінх Хієу А.С. Мазуренко, А.С. Денисова // Матеріали ІV міжнародної конференції магістрів, аспірантів та науковців. 2013. Т. 2. – С. 92–94.

МЕТОДЫ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Койнаш Е.В., Тимонов В.В., Литвиненко И.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В связи с несовершенством методов очистки сточных вод, поступающих из сосредоточенных выпусков, и невозможностью очистки диффузионного стока возникает необходимость разработки технологий защиты водных объектов от загрязнения, основанных на интенсификации процессов, протекающих внутри водоемов. Таким требованиям соответствуют биоинженерные сооружения, где используются приемы повышения ассимилирующей способности водных экосистем путем увеличения в их структуре звена фитоценоза.

Регулирование качества вод наряду с другими мероприятиями может включать целенаправленное культивирование водных растений, как высших, так и низших: фитомелиорацию, интродукцию растений и наращивание биомассы гидрофитов и их сообществ в нужное время, в нужных местах и в необходимых количествах. Интенсификация процессов самоочищения вод от различных загрязняющих веществ с помощью высшей водной растительности (ВВР) в симбиозе с другими звеньями экосистемы в большинстве случаев оказывается экономичным и эффективным методом.

Выделяя органогенный кислород и аэрируя воду, ВВР способствует окислению органических веществ бактериями, одновременно используя полученные продукты распада для своей жизнедеятельности. В некоторых случаях степень удаления органических примесей с помощью макрофитов выше, чем при использовании промышленных методов очистки воды в аэротенках.

К первой группе сооружений относятся ботанические площадки, биопруды с посадками ВВР, искусственно заболоченные участки и биоинженерные сооружения по регулированию качества воды. Во вторую группу попадают фитофильтрационные устройства и различные виды биоплато.

Для улучшения и интенсификации естественных очистных свойств ВВР и сопутствующих ей организмов, а также комбинирования механической и биологической очистки сточных вод создаются различные конструкции искусственных биоинженерных водоохраных сооружений. Для таких сооружений получено снижение концентраций аммонийного азота на 80–92 %, азота нитритов на 94–99 %, азота нитратов на 60–96 %, фосфатов на 96–99 %, органических веществ на 40–80 %, взвешенных веществ на 88–97 %. Улучшались такие показатели качества воды, как цветность и рН.

КЛЕЕВЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ТКАНЕЙ

Корнеева И., Воловик О, Черкашина А.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Клеевая технология одежды использует одно из фундаментальных свойств материала — адгезию. Адгезию используют в технологии изготовления одежды при получении композиционных материалов, склеивании и нанесении защитных покрытий. Вредным проявлением адгезии является загрязнение текстильного материала при эксплуатации одежды. Для уменьшения загрязняемости текстильных материалов их подвергают специальной грязеотталкивающей обработке, которая снижает их адгезионные свойства.

Текстильные материалы (пряжа, ткань, нетканые и трикотажные полотна)— это сложные анизотропные материалы капиллярно-пористой структуры с развитой внутренней и внешней поверхностями. Текстильные материалы имеют неоднородный химический состав как на уровне первичных элементов— волокон, так и на уровне комплексного продукта — нетканного или трикотаж-ного полотна.

Особенностью клеев, применяемых для склеивания текстильных материалов, является их низкая адгезионная активность. Между функциональными группами основных видов клеев—полиамидных, акриловых, клеев-расплавов — и функциональными группами волокнообразующих полимеров возможно возникновение различных межмолекулярных связей.

В настоящее время используются в швейной промышленности такие клеи: поливинилацетатные клеи («ПВА», «ЭПВА», ПВБ-К-1), БФ-6, нитроцеллюлозные («АГО», «МЁКОЛ»), перхлорвиниловые («МАРС», «МЦ-1»), каучуковые («КР-1», «88Н», «88НП»), поливинилхлоридные смолы (пластикат в виде пленки или паста), полиамидные смолы 548, 54, полиэтилен высокого давления и др.

Для склеивания деталей вещей, часто подвергающихся стирке, используются клеи, дающие эластичный, прочный и неразрушающийся в воде шов. Для соединения элементов верхней одежды подходят клеи, обеспечивающие требуемые свойства швов при резких изменениях влажности и температуры, а также под воздействием химической чистки. Склеивая клеями ткань, необходимо принимать во внимание тот факт, будет ли человек непосредственно контактировать с изделием. В этом случае подойдут составы, не содержащие вредных для здоровья веществ и устойчивые к старению (изменению с течением времени структуры под действием кислорода, солнца, тепла и других факторов).

Поливинилацетатные клеи неводостойки, клеевой шов выдерживает не более трех стирок, однако в отличие от швов клея «БФ-6» он бесцветный (при использовании клея «БФ-6» образуется желтоватый шов) и более мягкий. Проведены исследования по увеличению водостойкости этих клеев.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДИФІКОВАНИХ МЕЛАМІНОФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ОЛІГОМЕРІВ І ПОЛІМЕРІВ

Лебедєв В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сцинтиляційний метод реєстрації різних видів випромінювань високих енергій у цей час знаходить широке застосування в ядерних і космічних дослідженнях, у геологічних пошуках, у медицині, біології й інших галузях. Як детекторів випромінювання в цьому методі використовуються сцинтилятори – неорганічні та органічні речовини, які здатні до люмінесценції.

У цей час пластмасові сцинтилятори виготовляються в основному з полімеризаційних пластиків – полістиролу, поліметилметакрилату, а сцинтиляторам на основі поліконденсаційних полімерів приділяється значно менша увага. Тим часом, в останніх значно легше регулювати молекулярну масу, просторову будову та склад.

У даній роботі проведено дослідження спектральних властивостей меламіноформальдегідних олігомерів модифікованих аліфатичними та ароматичними сполуками: гліцерином і п-толуолсульфамідом. Спектри власного поглинання в області 190-900 нм реєструвалися спектрофотометром Hitachi U3210. Джерелом світла була дейтерієва лампа потужністю 50 Вт. Спектри світіння та збудження люмінесценції одержували на флуоресцентному спектрофотометрі Hitachi F4010. У якості джерела світла виступала ксенонова лампа потужністю 150 Вт.

Об'єктом дослідження були пластини товщиною 1,0 мм отримані шляхом заливання в скляні форми та затвердження при 100-140 °С. Для визначення квантового виходу люмінесценції та часу життя макромолекул у збудженому стані досліджували 10⁻⁵ М спиртові розчини олігомерів. У якості еталона використовували 10⁻⁵ М спиртової розчин хініну.

У результаті проведених досліджень визначені: границя власного поглинання модифікованих меламіноформальдегідних олігомерів і максимум світіння люмінесценції. Наведені основні спектрально-люмінесцентні характеристики синтезованих меламіноформальдегідних олігомерів і полімерів, з яких видно, що зі збільшенням вмісту ароматичних фрагментів у складі олігомерів підвищується коефіцієнт екстинкції до 9000-10000 і відносний квантовий вихід люмінесценції до 7%, при цьому час світіння люмінесценції полімерів залишається на рівні 1-2 нс. Виходячи з цих спектральних показників меламіноформальдегідних олігомерів, установлене, що за своїми спектральними характеристиками вони можуть бути використані як основа для одержання пластмасових сцинтиляторів.

ПРОМИВАЧ ГАЗУ КОЛОН У ВИРОБНИЦТВІ КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ

Моїсєєв В.Ф, Грубнік А.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У виробництві кальцинованої соди перед викидом в атмосферу абсорбція аміаку із газів, що поступають після колон карбонізації через промивач газів колон-I здійснюється в багатоступінчатому промивачі газів колон-II (ПГКЛ-II). Апарат має 8 барботажних тарілок. Діаметр апарату 3 м. Висота однієї царги 1,3 м. Маса апарату близько 120 т.

Робота діючого барботажного промивача супроводжується бризкоунесенням розсолу. Для уловлювання бризків встановлюється допоміжний уловлювач. Для перспективних технологій бризкоунесення рідини повинно бути виключено практично на 100%.

Проаналізуємо фізико-хімічні основи інтенсифікації процесу абсорбції аміаку. При відсутності рівноваги між фазами відбувається перехід речовини із одної фази в іншу. Цей процес називається масопередачею.

Аміак є легкорозчинним газом та для абсорбції після колон карбонізації необхідний багатоступінчатий контакт фаз у протитоку між газом та рідиною. На заводах для цієї цілі застосовують вісім ступенів контакту фаз з барботажним принципом на кожному ступені. Абсорбцію аміаку ведуть розсолем. При газоочищенні концентрація аміаку в газі зменшується з 65-130 до 0,1-0,2 г/м³. Слабкий амонізований розсіл, що утворився після ПГКЛ-II самопливом перетікає на стадію отримання амонізованого розсолу високої концентрації в колону абсорбції аміаку високої концентрації. У цьому зв'язку другий промивач газів (ПГКЛ-II) виконує функцію утилізатору аміаку із газів, що відходять після колон карбонізації для забезпечення мінімуму втрат аміаку в атмосферу. Друга функція полягає в попередній підготовці амонізованого розсолу для основної технології виробництва соди.

Для прискорення абсорбції аміаку потрібні апарати, що забезпечують максимальне значення коефіцієнту дифузії та мінімальну товщину плівки, як газу, так і рідини. Тому для інтенсифікації процесу абсорбції аміаку розсолем необхідна підвищена турбулізація газової фази та швидке оновлення поверхні контакту фаз.

Отже, основною задачею промивача газів колон-II є уловлювання аміаку із газового потоку з ціллю його повернення у виробничий цикл.

АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОДЕРЖАННЯ СУЛЬФАТУЮЧОГО АГЕНТА У ВИРОБНИЦТВІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Наталічев Д.О., Подустов М.О., Дзевочко О.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одержання сульфатуючого агенту (низькоконцентрованого газоподібного SO_3) у виробництві поверхнево-активних речовин (ПАР) є одним з основних процесів, від результату на цій стадії залежить як якість кінцевого продукту так і екологічність всього виробництва ПАР вцілому.

Складність апаратурно-технологічного оформлення та швидкість процесів що протікають пред'являють високі вимоги до системи автоматизованого управління.

Високий ступінь перетворення SO_2 в SO_3 в автоматермічному двохкорпусному каталітичному реакторі можна досягти тільки при точній підтримці оптимальних умов протікання процесу, з цією метою запропонована система автоматизованого управління. Основними контурами контролю та регулювання якої є:

- регулювання температури на вході контактної вузла, температури на вході в адіабатичний шар каталізатору, температури на вході в політропічний шар каталізатора,
- контроль концентрації на вході і виході контактної вузла, тиску в апаратах, витрати газоповітряного потоку, температури газоповітряного потоку на виході з шарів та на 1/3 висоті політропічного шару каталізатора.

Автоматизована система управління забезпечує:

- збір поточної інформації про роботу устаткування від датчиків і контролерів;
- первинне перетворення зібраної інформації;
- збереження поточної інформації;
- представлення поточної інформації, та тієї що зберігається, у вигляді гістограм, таблиць, графіків і т.п.
- друк звітів і протоколів про роботу устаткування;
- передача й уведення команд керування оператора;
- використання поточної інформації для розв'язування завдань користувача;
- організація зв'язку з обладнанням, підключеним до інформаційної мережі.

Висновки. Розроблена система управління дозволяє значно підвищити якість продукту. Для покращення якості управління планується використання нечіткого регулювання.

РАЗРАБОТКА МАГНИТОДИЭЛЕКТРИКОВ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Попова Н.Г., Черкашина А.Н., Подгорная Л.Ф.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для полимеров, применяемых в качестве магнитодиэлектриков в электрических аппаратах, важными показателями являются магнитная проницаемость, теплофизические показатели, такие как теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, а также диэлектрические показатели, такие как тангенс угла диэлектрических потерь и удельное объемное электрическое сопротивление. Такие материалы позволяют повысить к.п.д. работы трансформаторов, снизить в них магнитные потери, увеличить диапазон регулирования.

Нами разрабатывались составы связующих для получения эластичных магнитодиэлектриков для трансформаторов, у которых определялись вышеуказанные свойства. В состав связующих входили кремнийорганические каучуки, кремнийорганические жидкости и катализаторы отверждения. Наполнителями служили магнитный порошок и тальк. Их количество варьировалось в пределах 100-350 масс.ч. Жизнеспособность композиций регулировалась количеством введенного катализатора и составляла 3-5 часов.

Было установлено, что такой показатель, как теплопроводность у исследованных магнитодиэлектриков мало зависит от природы каучука и существенно зависит от типа и количества применяемого наполнителя. В зависимости от температуры исследований его значение меняется от 0,05 до 0,1 Вт/(м·К). С введением наполнителя в количестве 100 масс.ч. значение теплопроводности приближается к теоретическому для данных систем и составляет 0,35-0,40 Вт/(м·К). При дальнейшем увеличении количества наполнителя показатель теплопроводности увеличивается до значения 0,7 – 0,75 Вт/(м·К). Это, очевидно, связано с увеличением плотности упаковки структуры наполненного полимера в зависимости от степени дисперсности наполнителя.

Значения коэффициента температуропроводности изменяются от 0,25 м²/с при содержании 100 масс.ч. наполнителя до 3,5-4,1 м²/с при наличии 350 масс.ч. наполнителя в связующем. Показатель теплоемкости исследованных наполненных систем с увеличением количества наполнителя уменьшается с 2,0 до 0,8 Дж/(кг·К).

Магнитная проницаемость полученных композитов находится в пределах 3-5.

По результатам всех проведенных исследований можно сделать вывод о том, что разработанные эластичные магнитодиэлектрики обладают хорошими диэлектрическими свойствами и повышенной магнитной восприимчивостью и могут быть рекомендованы для использования в работе трансформаторов в качестве прокладочных материалов.

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ФУРАНО-ЭПОКСИДНЫХ РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ ОЛИГОМЕРОВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ НАНОРЕАКТОРОВ

Рассоха А.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В последние годы направление изучения наносостояния материалов, нанохимии, физико-химии наносистем, нанотехнологии различных материалов, в том числе и фурано-эпоксидных композитов, признано приоритетным в науке, технике, индустрии. Нанотехнология имеет дело с отдельными элементами наномасштабного уровня, композитами на их основе и процессами, проходящими на наноуровне

Особый интерес в технологии получения фурано-эпоксидных композиционных материалов представляет использование нанотехнологического подхода при формировании межфазного слоя при структурировании реакционноспособного фурано-эпоксидного олигомера в композитах с применением концепции нанореакторов (поверхностный нанореактор). В квазиповерхностном нанореакторе осуществляются химические реакции структурирования элементов реакционноспособного олигомера (моно-, дифурфурилиденацетонов, оксирановых производных) в ограниченном объеме, размер которого не превышает 100 нм хотя бы по одному из измерений. При этом роль квазиповерхностного нанореакторов сводится к чисто геометрическому сужению реакционного пространства.

Для каждой конкретной химической реакции или реакционной серии реакций структурирования элементов фурано-эпоксидного связующего можно «сконструировать» определенный тип нанореактора, позволяющий целенаправленно осуществлять прохождение химических и физических процессов и формирование рациональной структуры межфазного слоя и прилегающих к нему объемных слоев фурано-эпоксидного связующего для получения композита с комплексом высоких прочностных, технологических и эксплуатационных свойств.

Основное назначение поверхностного нанореактора в данном случае способствовать формированию «переходного состояния» (активированного комплекса), преобразующегося реакционноспособный олигомер в элемент структуры наномасштабного уровня без существенных затрат на энергию активации.

Современные тенденции в развитии нанотехнологии композитов, в том числе и строительного назначения, базируется на принципе структурного многообразия системы взаимодействующих частиц, многообразия по качественным и количественным параметрам дисперсной фазы (наполнителя) и дисперсионной среды (фурано-эпоксидного связующего). Направленное формирование оптимальной структуры полимерных композиционных материалов на основе принципов нанотехнологии, оптимизация физико-химических основ технологии получения, технологических аспектов их производства требует системного изучения.

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОРРЕКТИРОВКИ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНО- СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ

Рассоха А.Н., Сендеров А.А., Дмитренко И.В., Сендеров Д.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

УкрНИИЦемент, г. Харьков

Подготовка современных специалистов по приготовлению цементно-сырьевых смесей предусматривает следующие этапы решения этой задачи, т.е.:

1) традиционная подготовка технолога-цементника, которому преподают химические процессы гидратации окислов цемента, основы технологии получения цемента, промышленные процессы и аппараты химической технологии;

2) современное общее представление о компьютерном управлении технологическими процессами, современные способы и приёмы непрерывного контроля за качеством приготавливаемой цементно-сырьевой смеси;

3) конкретное обучение процессам теории расчёта цементно-сырьевых смесей, обучение способам корректировки химического состава цементно-сырьевой смеси [1];

4) умение работать на реально-действующей компьютерной программе ведения технологического процесса в режиме «он-лайн».

Именно этим целям и служит процесс курсового проектирования, когда каждому студенту выдаётся индивидуальное задание, включающее в себя следующие этапы:

- один из видов расчета цементно-сырьевой смеси и необходимость выполнить этот расчёт, как в ручном режиме, так и в компьютерном;

- расчёт параметров и режимов работы перерабатывающих смесительных и гомогенизационных агрегатов;

- в обязательном порядке, работа в режиме реального времени «он-лайн» по приготовлению цементно-сырьевой смеси, с оформлением текущего протокола (т.е. компьютерной распечатки) этой работы.

В заключение этой работы, студенты оформляют пояснительную записку и проходят процесс защиты курсового проекта путём современной формы презентации с помощью компьютерной программы Power Point.

Литература:

1. А.Н.Рассоха, А.А.Сендеров, И.В.Дмитренко, А.И.Здоров, Д.В.Сендеров. Задача приготовления цементно-сырьевых смесей и пути её реализации. В сб. тезисов докладов XX международной научно-практической конференции Микрокад-2012, часть III, с. 23, Изд-во НТУ «ХПИ», 2012 г.

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОГО ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ РЕКОНСТРУИРУЕМОЙ ПОРЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНО-СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ

Рассоха А.Н., Сендеров А.А., Дмитренко И.В., Сендеров Д.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
УкрНИИЦемент, г. Харьков*

Как известно, в технологии получения цемента существуют два основных способа приготовления цементно-сырьевых смесей: поточный и порционный. При этом достоинством первого способа является высокая производительность, а достоинством второго способа - более тщательное перемешивание и гомогенизация сырьевых компонентов и самой смеси, хотя это влечёт за собой большие расходы электроэнергии на работу насосов. Это происходит из-за простоев, связанных с коррек-тировкой некондиционных промежуточных шламов, замалываемых в вертикальных баках, а также с докорректировкой готового шлама в го-ризонтальных шламбассейнах. Однако время простоев можно значи-тельно сократить, если весь процесс приготовления шлама контроли-ровать с помощью ПЭВМ, которая: 1) по специально разработанным алгоритмам и программам осуществляет прогноз колебаний химичес-кого состава промежуточных и готового шламов; 2) по результатам этого прогноза корректирует процесс приготовления промежуточных и готового шламов.

Поэтому, настоящая работа является продолжением и развитием работы [1], причём здесь рассматривается специфика организации и разработки современного WEB-интерфейса для удобного ведения процесса приготовления цементно-сырьевой смеси по порционной или реконструируемой технологи. Эта специфика сводится к следующим особенностям интерфейса:

- многоуровневость, позволяющая вести паралельно несколько взаимосвязанных технологических процессов;
- перенастраиваемость интерфейса под любые особенности конкрет-ной технологической схемы.

Литература:

1. Компьютерная оптимизация порционной технологии приготвл ения цементно-сырьевой смеси. И.В. Дмитренко, А.А. Сендеров, А.Н. Рассоха, Д.В. Сендеров, В сб. тезисов докладов XXII международной научно-практической конференции Микрокад-2014, часть III, с. 33, Изд-во НТУ «ХПИ», 2014 г.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ НАСІННЯ

Руднєва Л.Л., Бухкало С.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Комплексна раціональна переробка рослинної сировини припускає найбільш повне використання її вихідних компонентів для прискорення переходу на маловідходну й безвідходну технологію виробництва олії. Воскові речовини рослинних олій – це складні суміші з переважаючим складом рослинних восків – ефірів високомолекулярних жирних кислот і одноатомних високомолекулярних спиртів, а також спиртів каротиноїдної природи. В воскову фракцію ліпідів входять й вільні високомолекулярні жирні кислоти та спирти, стериди, вуглеводи, лактони та інші високоплавкі хімічні елементи. Воски в основному локалізовані в оболонці насіння (лушпинність насіння складає 23–26 %) і в процесі добування олії переходять в неї.

Метою даної роботи є вилучення з соняшникового лушпиння, восково-масляної суміші та олійного осаду воскоподібних речовин, аналіз виділених восків за всіма показниками, а також науково-обґрунтоване дослідження можливості їх практичного застосування у різноманітних галузях промисловості для виробництва продуктів харчового та технічного призначення.

Аналіз літературних даних дозволяє зробити висновки про наступні можливості застосування восків для потреб медичної, косметичної, електротехнічної, паперової промисловості, а також у виробництві ряду продуктів військово-технічного та космічного призначення, продукції шинної та гумово-технічної галузей. А також воски застосовують для хімічної модифікації у лакофарбовій промисловості (ЛФМ), що призводить до розширення галузей їх застосування, але залежить від технології їх виділення і очищення.

Результати дослідження ефективності та якості проведення процесу екстракції за розробленими нами методиками показали, що одержані з рослинної сировини воски можна виділити шляхом омилення воскомаляної суміші і екстракції за допомогою органічних розчинників. Визначені фізико-хімічні показники восків в лабораторних умовах співпадають з показниками, що наведені в технічній літературі. Встановлено можливість застосування одержаного рослинного воску в глянцевальній суміші для покриття кондитерського драже з метою надання йому блиску, захисту від зволоження, висихання, проникнення повітря в середину виробів; досліджена принципова можливість використання отриманих нами воскоподібних речовин у складі ЛФМ; показана ефективність використання цих речовин в якості добавок, які підвищують здатність неорганічних пігментів до диспергування; вважаємо доцільним продовжити роботу з оцінки впливу складу воскоподібних речовин на експлуатаційні характеристики плівок покриття на основі алкідних ЛФМ.

ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВТОРИННОЇ КОНДЕНСАЦІЇ АГРЕГАТІВ СИНТЕЗУ АМІАКУ В УМОВАХ ЗМІНИ ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Сахненко А.О., Бабіченко А.К., Деменкова С.Д.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В базових для України великотоннажних агрегатах синтезу аміаку серії АМ-1360 у блоці первинної конденсації застосовуються апарати повітряного охолодження. Внаслідок такого апаратного оформлення підвищення температури атмосферного повітря призводить до збільшення температури первинної конденсації, а отже і теплового навантаження на наступний у циркуляційній системі відділення синтезу блок вторинної конденсації. У цьому блоці конденсація продукційного аміаку здійснюється у двох паралельно працюючих аміачних низькотемпературних випарниках, один з яких включений до схеми роботи двох водоаміачних абсорбційно-холодильних установок (АХУ), а другий - до схеми аміачного турбокомпресорного холодильного агрегату (АТК) із споживанням електроенергії за проектом до 4,8 тис. кВт*год, що складає біля 40% від всієї електроенергії агрегату синтезу. За такого апаратного оформлення з підвищенням температури атмосферного повітря для забезпечення регламентної температури необхідно збільшувати холодопродуктивність АТК, що знижує енергоефективність агрегату синтезу в цілому. Визначення умов підвищення енергоефективності блоку вторинної конденсації за рахунок можливого виключення з роботи АТК та застосування системи керування для реалізації такої задачі і становило предмет досліджень та розробок.

За результатами пасивного реєстраційного експерименту в промислових умовах були отримані основні показники по ефективності експлуатації блоку вторинної конденсації за різних сезонних періодів. При цьому була визначена максимально досягаємо холодопродуктивність двох АХУ, яка у осінньо - зимовий сезон при температурі атмосферного повітря не вище 5° С склала біля 7 МВт, що відповідає температурі первинної конденсації 26° С і температурі циркуляційного газу на вході випарників 13° С. За такого розподілу температур при роботі двома АХУ і вилучення з роботи АТК забезпечується регламентна температура вторинної конденсації.

Встановлені функціональні залежності дозволили розробити систему автоматичного резервування (відключення) АТК, яка дозволяє знизити споживання електроенергії на 19кВт*год/т. аміаку.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТЬЮ В БЕЗМЕМБРАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ СИСТЕМАХ

Соловей В.В., Шевченко А.А., Зипунников Н.Н., Котенко А.Л.

*Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины,
г. Харьков*

Технологии получения водорода (H_2), базирующиеся на процессах разложения воды путем электролиза, широко применяются в различных областях современной техники. Существенным недостатком электрохимического метода получения водорода является большая энергоемкость процесса разложения воды. Поэтому весьма актуальной является проблема разработки электрохимических технологий генерации H_2 из воды с минимальными затратами электроэнергии, особенно в свете расширения сфер использования водорода в качестве экологически чистого энергоносителя и технологического сырья. В промышленности широко используются традиционные электролизеры с жидким щелочным электролитом обеспечивающие генерацию газов с давлением 0,05 - 1,6 МПа в диапазоне температур от 333 К до 353 К и плотности тока 1200 – 2500 А/м². При этом энергозатраты (в зависимости от температуры процесса, давления, качества электродов, конструкции электролизера и ряда других факторов) изменяются в пределах от 4,3 кВт·ч/м³ до 5,2 кВт·ч/м³ H_2 .

В Институте проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины разработана технология электрохимического получения водорода и кислорода (O_2) высокого давления с использованием газопоглощающего электрода в безмембранных конструкциях электролизеров. Разработанный электрохимический метод разложения воды является циклическим, состоящий из чередующихся во времени процессов выделения H_2 и O_2 . Диапазон рабочих температур разработанного процесса электролиза находится в пределах от 280 К до 423 К, а интервал давлений составляет 0,1 - 70 МПа. В качестве электролита предлагается использовать 25 %-й водный раствор щелочи (КОН).

Экспериментальным путем была исследована электрохимическая активность электродных пар: Ст.3 - Fe (губчатое), Ni - Fe (губч.), 08X18H10T - Fe. Наиболее эффективной является пара Ni - Fe (губч.). Однако, достаточно высокая стоимость никелевого электрода обусловило для практического использования рекомендовать пару 08X18H10T-Fe, которая занимает промежуточное положение между Ni - Fe (губч.) и Ст.3-Fe (губч.), ее применение позволит уменьшить стоимость электродной системы и исключить появление негативных продуктов реакции (H_2FeO_4). Оптимизация режимов работы путем управления пределами изменения напряжения протекания электрохимической реакции в диапазоне 0,3-1 В дает возможность минимизировать удельные затраты электроэнергии на процесс получения H_2 (O_2).

Рассматриваемая технология производства водорода и кислорода позволяет исключить затраты электрической энергии на переходное сопротивление разделительных мембран в связи с их отсутствием. При этом обеспечивается генерация H_2 (O_2) под высоким давлением, что создает необходимые условия для использования данного метода в бескомпрессорных автозаправочных комплексах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РАБОТЫ МУСОРОСЖИГАЮЩЕГО ЗАВОДА В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Стадник В.Ю., Тихомирова Т.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В Украине в целом и в Харьковской области в частности, полигоны для складирования твердых бытовых отходов (ТБО) переполнены практически в 3 раза, а количество складироваемых отходов каждый год возрастает на 8%. При этом в Украине перерабатывается всего 4% всех ТБО. Для сравнения в странах Европы эта цифра в среднем колеблется в пределах 50-60%, а в Швейцарии достигает 90%.

Переработка ТБО в Украине чаще всего подразумевает сжигание ТБО. Это позволяет существенно уменьшить объем ТБО, а также получить энергоресурсы. Однако из 4х существующих мусоросжигающих заводов (МСЗ) в Украине остановлены и законсервированы 3, в том числе и Харьковский.

Для возобновления работы Харьковского МСЗ необходимо решить две задачи. Первая – это приведение тарифов за вывоз мусора к экономически и экологически обоснованным. На сегодняшний день тариф за сжигание ТБО на единственном работающем МСЗ «Энергия» (г. Киев) составляет 127 грн за 1 тонну, в то время как складирование такого же количества ТБО на полигоне обходится в 90 грн. Однако в тариф за вывоз на полигоны не заложено никаких расходов на нейтрализацию негативного воздействия полигонов ТБО на окружающую среду, никаких расходов на их усовершенствование и капитальный ремонт. Как только такие расходы заложить в тариф, стоимость складирования на полигонах, по оценкам экспертов, возрастет до 300 грн за 1 тонну. А цена за сжигание останется прежней, ведь в ней заложены все необходимые расходы на нейтрализацию вредных выбросов в атмосферу и на решение проблемы использования золы, остающейся после сжигания. Вторая задача – это наладить первичную сортировку ТБО, которая должна происходить в месте образования отходов, т.е. у нас дома. Возле подъездов необходимо установить минимум 4 бака для раздельного сбора мусора (стекло, пластик, бумага и пищевые отходы). Сегодня мы покупаем 40% макулатуры для своих бумажных фабрик за рубежом, тогда как сами тонем в мусоре. А изготовление бумаги в принципе не возможно без использования макулатуры! Сортировка мусора необходима также для оптимизации технологического процесса сжигание, ведь раздельное сжигание различных по своим теплофизическим свойствам материалов позволяет экономить начальные энергоресурсы. На сегодняшний день в Харькове существует лишь один вид сортировки – это изъятие ответственными гражданами из общего мусора пластиковых ПЕТ-бутылок, которые мы можем выбрасывать в отдельные баки и которые потом поступают в цех по их переработке. Восстановлению работы Харьковского МСЗ является перспективным при условии решения двух указанных задач, так как мусора для него хватит, а единственный Дергачевский полигон в области должен был быть закрыт более 10 лет назад.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Тимонов В.В., Литвиненко И.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Один из ключевых моментов жизни любого города, является отведение и очистка сточных вод. Сеть водоотведения городских сточных вод состоит из коллекторов, различных типов колодцев и имеет достаточно большой объем. Для повышения эффективности работы этой отрасли, нужно проводить комплексную автоматизацию технологических процессов и оборудования водоочистных сооружений (ВОС).

Основные требования к системам автоматизированного контроля и управления: 1-автономность функционирования в пределах производственного участка; 2-высокая надежность за счет использования только современных технических средств и программного обеспечения; 3-открытость, т.е. возможность развития и расширения функций, интеграции дополнительно создаваемых систем в состав АСУ ТП объекта; 4-удобство работы персонала за счет наличия интуитивно понятного пользователю интерфейса.

Система управления насосными станциями предназначена для автоматического контроля технологических параметров и текущего состояния оборудования, автоматического или ручного дистанционного управления оборудованием насосных станций с целью поддержания требуемых значений давления и расхода в городской сети водоотведения.

Автоматизированный диспетчерский пункт (АДП) водоочистных сооружений предназначен для контроля основных технологических параметров и дистанционного управления технологическими процессами и оборудованием на производственных участках объекта. Щит управления АДП - это совокупность панелей управления, шкафов и систем входящих в состав АДП и расположенных в помещении диспетчерской.

С внедрением систем автоматизации на объекте, будет повышена эффективность водоотведения за счет полной и объективной информации о деятельности производственных участков, оперативного контроля и оптимального управления технологическими процессами водоочистки, повышения безопасности производства и улучшения экологической обстановки, снижение трудоемкости управления технологическими процессами, экономии химических реагентов, электроэнергии.

Литература:

1. Специализированное предприятие «Гражданская защита» [Электронный ресурс] / Д.Н. Трифонов, С.В. Понятов, Н.Н. Ольговская // "Водоснабжение и санитарная техника". – 2002. - №11. – С.23. – Режим доступа к статье : http://www.spgz.ru/article/2002_11.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У ПРОЦЕСАХ СТАБІЛІЗАЦІЇ НАФТИ НА НАФТОВИХ ПРОМИСЛАХ

Товажнянський Л.Л., Ульєв Л.М., Кержакова М.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У даній роботі був проведений аналіз сучасного стану нафтової галузі з перспективами її розвитку, дана оцінка актуальності застосування теплових насосів на нафтовому промислі.

Для нафтохімічної промисловості актуальними є каскадні теплові насоси. Основна їх перевага полягає в тому, що вони здатні покривати частину навантаження на пар.

У газопереробної промисловості основна частка витрат енергетичних ресурсів припадає на багатоступінчасті системи поділу та виділення продуктів виробництва (процеси ректифікації) - ШФЛУ, пропан, бутан, ізопентан та ін.

Великий потенціал має застосування теплового насосу для вдосконалення процесів ректифікації. Зокрема, можуть бути застосовані парокомпресорні ТН і ТН з механічною рекомпресією пара.

Принцип роботи насоса з механічною рекомпресією пара полягає в тому, що пароподібний верхній продукт при адіабатичному стисненні в компресорі нагрівається до температури, що перевищує температуру рідкого нижнього продукту. Для випаровування нижнього продукту в теплообмінник направляється верхній продукт, який при цьому конденсується і віддає тепло, витісняючи пар, що подається у випарник колони ректифікації.

Парокомпресійний ТН – це класичний ТН з використанням під внутрішньому циклі холодоагенту з необхідними термодинамічними і теплофізичними властивостями. Холодоагент циркулює по внутрішньому контуру ТН, де він закипає в випарнику ТН, охолоджує верхній продукт колони і конденсується в конденсаторі ТН, при цьому віддаючи своє тепло кубу колони. Таким чином, економиться пар в випарнику колони і знижується теплове навантаження на апарати повітряного охолодження верхнього продукту.

На основі проаналізованої інформації з вітчизняної і зарубіжної літератури сформульовані завдання подальшого дослідження.

Література:

1. Конахина И.А. Организация утилизационных систем теплохладоснабжения нефтехимических производств на базе тепловых насосов / И.А. Конахина // Проблемы энергетики - № 9-10 – 2003 – С. 35-47.
2. Янтовский Е.И. Промышленные тепловые насосы / Е.И. Янтовский, Л.А. Левин – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.
3. Bruinsma D. Heat pumps in distillation / D. Bruinsma, S. Spoelstra // Proceedings of distillation & absorption conference, Eindhoven, 12-15 Sept, 2010. – Eindhoven: ECN. – 2010. – P. 21-28.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОЦЕССОВ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕНЗОЛ-ТОЛУОЛ-КСИЛОЛЬНОЙ ФРАКЦИИ, ГИДРИРОВАНИЯ, ГИДРООБЕССЕРИВАНИЯ И ГИДРОТЕРМОПЕРЕРАБОТКИ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗОЛА

Ульев Л.М., Ильченко М. В.

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В данной работе определен энергосберегающий потенциал процессов выделения бензол-толуол-ксилольной фракции, гидрирования, гидрообессеривания и гидротермопереработки установки производства бензола.

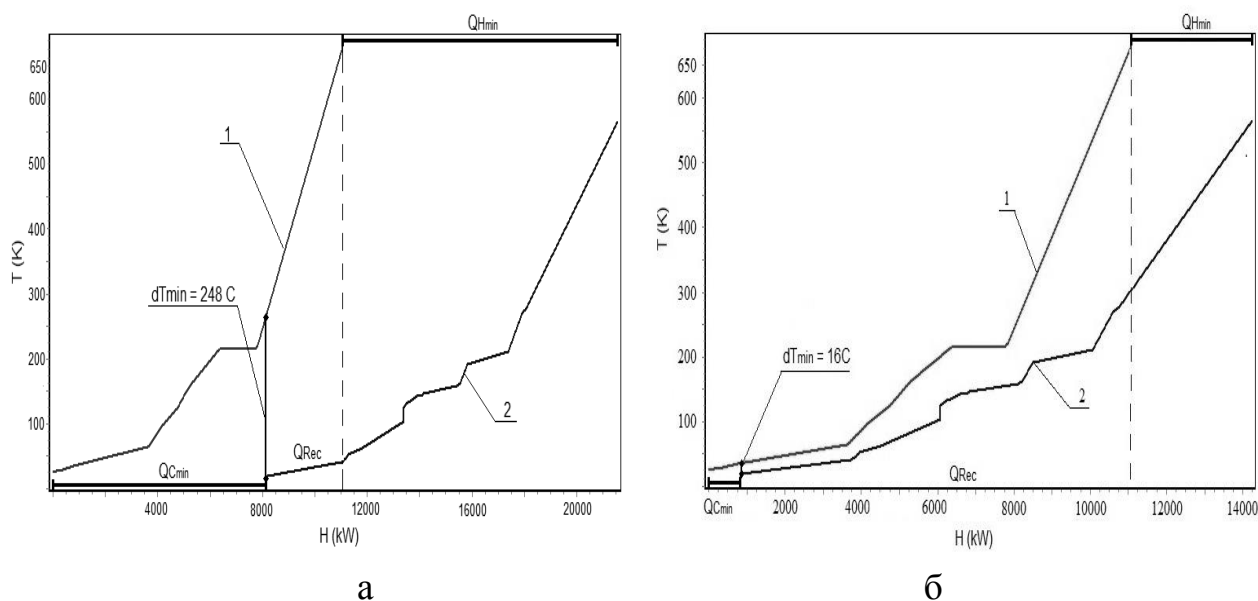


Рисунок 1 – Составные кривые для: а – существующего процесса, б – для предлагаемого проекта реконструкции; 1 – горячая составная кривая, 2 – холодная составная кривая; Q_{Cmin} , Q_{Hmin} – потребление холодных и горячих утилит, Q_{Rec} – мощность рекуперации, ΔT_{min} – минимальная разница температур.

В соответствии с принципами пинч-анализа были построены стоимостные кривые, определено оптимальное значение минимальной разницы температур, построены составные кривые для интегрированного процесса[1], определен экономический эффект пинч-интеграции (рис.1).

Результаты данной работы будут использованы для анализа и реконструкции существующего производства и проектируемых производств.

Литература:

1. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Харьков: ХГПУ, 2000. – 457с.

ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ПРОЦЕССОВ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОПАН-ПРОПИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ И РАЗДЕЛЕНИЯ ШИРОКОЙ ФРАКЦИИ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ ПИНЧ-АНАЛИЗА

Ульев Л.М., Маатоук А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В данной работе анализируется энергопотребление в процессах стабилизации пропан-пропиленовой фракции (ППФ), предназначенной для отделения легких фракций углеводородов, и процесс разделения широкой фракции легких углеводородов на установке газодифракционирования и компримирования (рис. 1).

ППФ подается в колонны К-401, К-402 (рис. 1а) с товарно-сырьевой базы. К-401, К-402 работают как одна колонна и предназначены для разделения пропан-пропиленовой фракции на фракцию легких углеводородов (C_1, C_2) и стабилизированную пропан-пропиленовую фракцию с последующей её подачей в колонну К-407А (рис. 1б) где происходит разделения ППФ на пропановую и пропиленовую фракции.

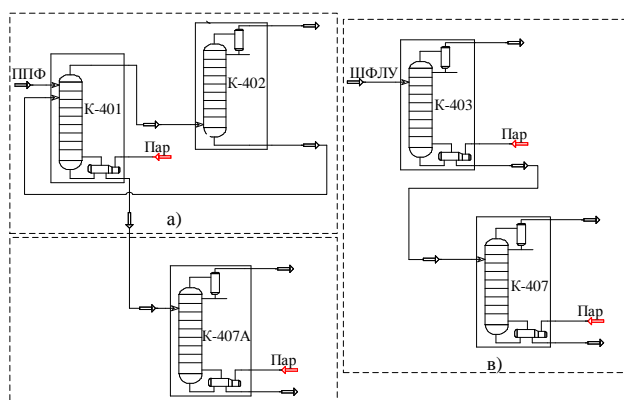


Рис. 1 – упрощенная технологическая схема: а – узел стабилизации ППФ; б – разделение ППФ на ГИК; в – разделение ШФЛУ на ГИК.

Предварительный анализ показал, что для существующего процесса тепловая мощность, необходимая для нагрева холодных потоков, составляет 67245,7 кВт, а мощность, необходимая для охлаждения горячих потоков, составляет 65839,9 кВт. Полученные результаты обследования установки систематизированы и занесены в таблицу, которая послужит основой для проведения пинч-анализа.

Этап подготовки был завершен успешно, на основе полученных данных можно проводить дальнейшие расчеты для вычисления необходимых целевых функций процесса.

Литература:

1. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Харьков: ХГПУ, – 2000. –457 с.

ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА И ОЧИСТКИ ОКСИ ЭТИЛЕНА

Ульев Л. М., Хохлов М. Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Данная работа посвящена анализу энергопотребления в процессах синтеза и очистки окиси этилена. Окисление этилена происходит в неподвижном слое тригерного катализатора (рис. 1).

В секции 100 нагретый природный газ подается в адсорбер D-140, после чего смешивается с этиленом, охлаждается и направляется в адсорбер D-150 для очистки от серосодержащих соединений. Далее поток этилена с метаном подается на узел смешения с кислородом. А после нагревается и поступает в верхнюю часть реакторов, где происходит прямое окисление этилена на серебряном тригерном катализаторе.

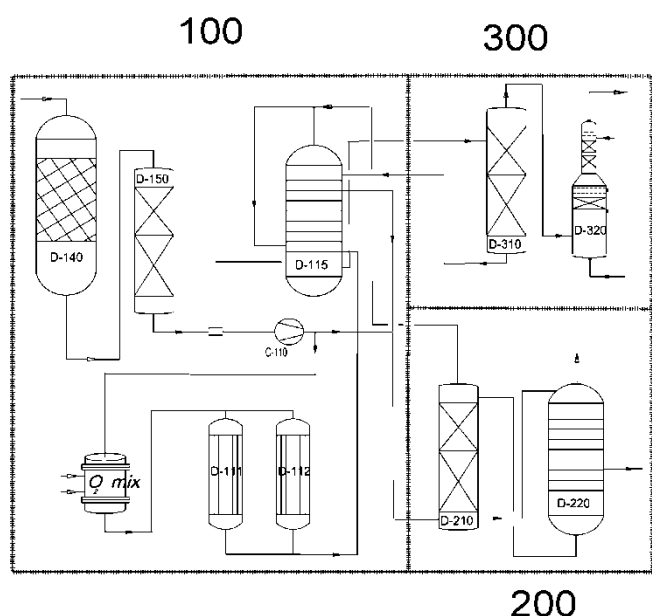


Рис. 1 – упрощенная технологическая схема: секция 100 – окисление этилена, абсорбция окиси этилена; секция 200 – очистка циркуляционного газа; секция 300 – десорбция и реабсорбция окиси этилена.

Охлажденный циркуляционный газ после реакторов направляется на абсорбцию окиси этилена в абсорбер, а затем нагревается и подается в секцию 300. Объединенный поток циркуляционного газа с обеих ниток синтеза подается в абсорбер D-210, где происходит прямая реакция поглощения. Освобожденный от двуокиси углерода газ охлаждается и смешивается с газом из верхней части абсорбера D-115. Из куба абсорбера D-210 раствор подается в десорбер D-220, где газ из верхней части колонны охлаждается и утилизируется, а конденсат выводится в куб десорбера секции 300. Газ с верха десорбера конденсируется и подается в нижнюю часть реабсорбера, откуда происходит утилизация абгазов с верха колонны и отвод раствора окиси этилена снизу.

В ходе анализа данного процесса были собраны и занесены в таблицу потоковые данные: начальная и целевая температура, расход, потоковая теплоемкость, тепловая нагрузка. Полученные данные будут использованы для определения энергосберегающего потенциала данного процесса, вычисления значений целевых энергетических значений и создания проекта реконструкции.

Литература:

1. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Харьков: ХГПУ, 2000. -457с.

ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ПИНЧ-ИНТЕГРАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА

Ульев Л.М., Яценко О.А., Шпилька В.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Представленная работа посвящена энергетическому обследованию процесса выпаривания карбамида (рис.1). Карбамид (мочевина) – это высокоэффективное гранулированное удобрение [1,2], содержащее в усвояемой форме необходимый для роста и развития растений питательный элемент азот (46%).

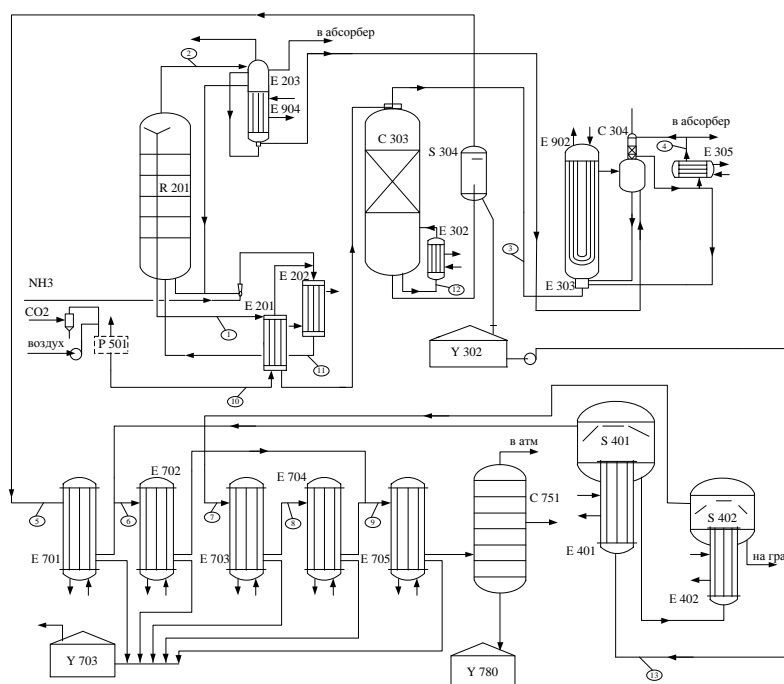


Рисунок 1 – Технологическая схема установки процесса производства карбамида

В процессе производства карбамида для теплоэнергетической интеграции выбрано 13 технологических потоков: 9 горячих и 4 холодных.

В результате изучения регламента, технологической схемы были определены параметры выбранных потоков и их теплофизические свойства. Это позволило составить потоковую таблицу. Данная таблица является основанием для проведения пинч-анализа процесса. С помощью данных этой таблицы построена сеточная диаграмма существующей системы рекуперации тепловой энергии.

Полученные данные в дальнейшем будут использованы для определения энергосберегающего потенциала рассматриваемого процесса.

Литература:

1. Горловский Д.М. Технология карбамида / Д.М. Горловский, Л.Н. Альтшулер, В.И. Кучерявый. – Л.:Химия, 1981.–320с.
2. Соколовский А.А. Краткий справочник по минеральным удобрениям / А.А. Соколовский, Т.П.Унацяц. – Москва: Химия, 1977.–376с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ИЗВЕСТКОВОЙ СУСПЕНЗИИ

Филоненко Д. В., Шестопапов А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Оной из основных проблем работы реактора-смесителя отделения дистилляции содового производства является необходимость использования малоактивной части известковой суспензии, которая по литературным данным может достигать 20-30% и представляет собой плохо обожженный известняк, содержащий примеси оксидов алюминия, железа, кремния, магния. Исследования пробы известковой суспензии, отобранной на одном из содовых заводов, показали, что малоактивная известь сосредоточена в фракциях твердой фазы и с возрастанием размера частиц доля примесей возрастает, а содержание активной извести снижается согласно уравнения, полученного в результате статистической обработки экспериментальных данных, %:

$$X_{\text{CaO.акт}} = 90,3447 \cdot \exp(-0,0124 \cdot d) \quad (1)$$

где d – размер частиц, мкм.

Анализ результатов исследования взаимодействия твердой фазы известковой суспензии, разделенной на ситах с размером ячеек 60, 80, 100, 150, 250, 500 мкм, с хлоридом аммония показывает (рис. 1), что с увеличением размера фракций реакционная способность малоактивной извести снижается, что свидетельствует о снижении концентрации в крупных частицах активных кальцийсодержащих компонентов и возрастанию доли малоактивной связанной извести. В результате этого за время пребывания реагентов в промышленном смесителе (в среднем 40 минут) можно утилизировать лишь ее небольшую часть.

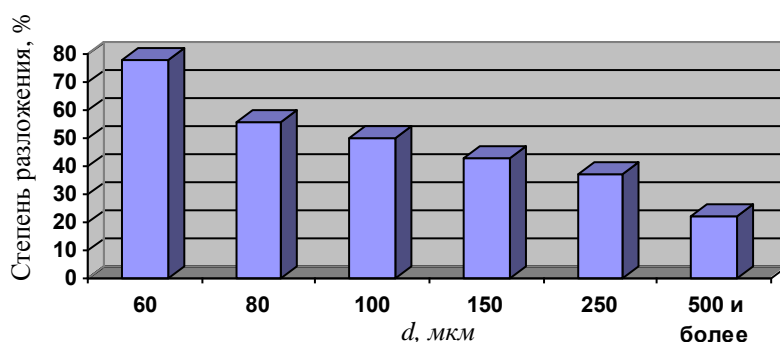


Рис. 1 Зависимость степени разложения малоактивной извести от диаметра частиц твердой фазы известковой суспензии за 40 минут

Таким образом, скорость растворения кальциевой части твердой фракции снижается с увеличением размера частиц, что позволяет рекомендовать увеличение времени ее пребывания в смесителе, например с помощью рецикла.

ПІНЧ-ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ НА УСТАНОВЦІ САРАТОВСЬКОГО НПЗ

Хіміч О.І., Каніщев О., Ульєв Л.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання щодо пінч-інтеграції Саратовської установки атмосферної перегонки нафти з блоком ЕЛЗУ на АВТ А12/6, визначені потоки, які будуть використані під час теплової інтеграції процесу.

Скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів в промисловості зв'язане з широкомасштабною реалізацією сучасних енергозбережних технологій. На даний час найбільш досконалими методами модернізації і оптимізації установок первинної переробки нафти є методи пінч-аналізу і пінч-проекування. Ці методи дозволяють оцінити додаткову кількість теплообмінників, їх площу поверхні теплообміну, а значить, і вартість їх установки ще до виконання самого проекту. А це і дозволяє оцінити необхідні інвестиції і термін їх окупності [1].

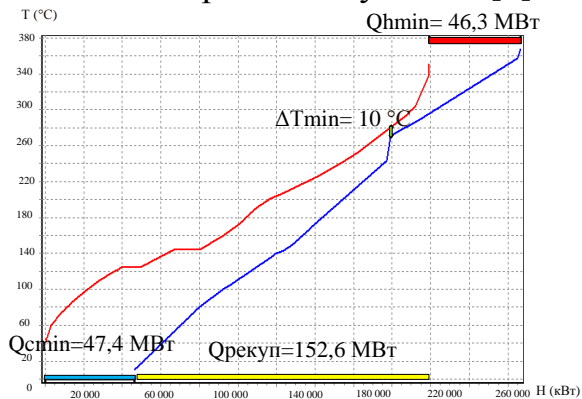


Рисунок 1 - Складові криві для інтегрованого процесу переробки нафти

Для процесу інтеграції використовуємо програму Pinch 2.02. Визначаємо, що для даного процесу $\Delta T_{\min}=10^{\circ}\text{C}$ є оптимальним значенням. Зрушуємо складові криві і отримуємо такий результат — рекуперация 153 MWt, значення гарячих і холодних утиліт 46 MWt і 47 MWt відповідно. На наступному етапі розбиваємо нашу систему на 2 підсистеми (вище і нижче пінча). За допомогою CP – правил, правил евристичної позначки, правил розщеплення потоків розставляємо теплообмінні апарати.

Важливою частиною є розрахунок теплообмінного обладнання. Для даної роботи ставимо 11 нових теплообмінних апаратів, після реконструкції площа поверхні складає 42 602 м².

У результаті запропонована модернізація існуючого виробництва за допомогою пінч-технологій, які дозволять максимально використовувати вже встановлене обладнання, але в нових робочих мережах, що знижує інвестиції в реконструкцію.

Література:

1. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульєв – Харьков: Х ГПУ, – 2000. – 457 с.
2. Ульєв Л.М. Екстракція даних процесу атмосферної перегонки нафти з блоком ЕЛЗУ на АВТ-А12/6 / Л.М. Ульєв, О.І. Хіміч, М.В. Каніщев. – “Наукові праці ОНАХТ”. – Одеса: ОНАХТ. – 2014, – вип. 45, том 3, – С. 130–134.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
У РЕАТОРАХ ДРУГОГО ПОКОЛІННЯ**
Чернецова Ю.О., Зінченко М.Г.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі досліджувався процес утворення біогазу у анаеробних реакторах другого покоління. Ціль роботи: оцінити можливості видобутку метану із тваринних та рослинних відходів шляхом анаеробного зброджування.

У якості задачі були виділено наступне: порівняти роботу двухступінчатого процесу, що складається із реактора із шаром вилужування у поєднанні з UASB-реактором за двома умовами: з регулюванням і без регулювання рН маси, що зброджується. В лабораторних дослідженнях був використаний силос (трави польові, солома, стеблі цукрового буряка). В якості активного іла був використаний коров'ячий навоз.

Лабораторний реактор із шаром вилужування – це пластиковий реактор (1000 мл) з безперервною рециркуляцією фільтрату при температурі $35(\pm 1)^\circ\text{C}$. UASB-реактор представляв собою скляний реактор в об'ємі 1000 мл об'єму рідини.

Фільтрат з реактору із шаром вилужування збирали у бункер, його далі розпилювали над UASB-реактором. Фільтрат із UASB-реактора був зібраний у іншому бункері, звідки він рециркулював у верхню частину реактора із шаром вилужування.

рН регулювався до 6 за допомогою 1 М соляної кислоти (HCl) перед подачею у реактор із шаром вилужування.

Графік з експериментальними даними зображений на рис.1.



Рис. 1. – Вихід метану з UASB-реактора при регулюванні значення рН фільтрату із реакторів

Як бачимо з графіку максимальна концентрація CH_4 становила 47% на 4 день роботи установки із регулюванням рН і це був найвищий показник з двох експериментів. Середнє значення виходу біогазу становило $1050 \text{ мл/добу}^{-1}$. Використання подібної установки дало значний вихід біогазу, що демонструє можливість використання подібних схем в альтернативній енергетиці.

Наукове видання

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я**

**Тези доповідей
XXIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
У чотирьох частинах
Ч. II**

Укладач *проф. Лісачук Г.В.*

Відповідальний секретар *Прісухіна Т.М..*

Формат 60×86 /16. Ум. друк. арк. 14.3 Наклад 100 прим.

Надруковано у ТОВ «Планета – Принт»
61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 16
Свідоцтво № 24800170000040432 від 21.03.2001 р.