

## СЕКЦІЯ 11

### ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Керівники секції: полковник Г.В. Кравченко;  
д.т.н. професор Б.Т. Кононов  
Секретар секції: к.т.н. майор А.О. Нечуас

#### ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТРЕНАЖЕРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

*Г.В. Кравченко, к.т.н. Г.І. Лагутін*

Згідно з оборонним бюлетенем „Біла книга 2008. Оборонна політика України”, оснащення військ (сил) тренажерами (розділ 3) дозволило б забезпечити більш високий рівень бойової підготовки та водночас – заощадити фінансові та матеріальні ресурси, які зараз витрачаються у процесі інтенсивного вивчення комплексів озброєння та військової техніки. При цьому слід відзначити, що наявність в Збройних Силах України тренажерів знаходиться на дуже низькому рівні, а тренажери систем електропостачання та їх складових відсутні взагалі. На базі спеціалізованої локальної мережі ПЕОМ з відповідним програмним забезпеченням можливе створення тренажерів дизель-електричних станцій (ДЕС), розподільно-перетворювального устаткування (РПУ) та комплексних систем електропостачання (СЕП) для комплексів озброєння та військової техніки. Ця робота може бути проведена в декілька етапів. **Перший етап.** Силові компоненти, системи управління та органи керування ДЕС, РПУ, СЕП цілком моделюються у ПЕОМ. При цьому необхідно добитись максимально наближення до об'єкту моделювання. **Другий етап.** Розширення системи, яке полягає у приєднанні до комп'ютерної моделі реальних елементів управління ДЕС, РПУ, СЕП та розробці підсистеми пошуку несправностей. **Третій етап.** Аналіз можливості використання складеної моделі для аналізу та вдосконалення алгоритмів управління ДЕС, РПУ, СЕП, можливості та доцільності використання цифрових елементів управління на базі програмованих мікроконтролерів.

#### МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАГНІТОКЕРОВАНОГО РЕАКТОРА ТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПУ

*к.т.н. А.О. Нечуас*

Магнітокеровані реактори широко використовуються в компенсаційних випробувальних установках, які потребують наявності силового індуктивного елемента, що має можливість зміни індуктивності, для отримання підвищеної напруги на об'єктах випробування з ємнісним характером. Зміна індуктивності реактора необхідна для досягнення резонансу напруг в силовому колі випробувальної установки. Особливістю роботи елементів компенсаційних установок є наявність стрибків напруги та струму в момент входження системи в резонанс, оскільки ферорезонансні системи мають релейний характер зовнішньої характеристики. Кидки струму викликають ударні електродинамічні явища, що необхідно враховувати при електромагнітних розрахунках реакторів. Задача розрахунку ускладнюється якщо котушки реактора мають специфічну конструкцію. Запропоновано математичну модель, що дозволяє отримати розподіл електродинамічних зусиль

між конструктивними елементами магнітокерованого реактора з врахуванням конструктивних особливостей магнітної системи та обмоток в типових режимах роботи компенсаційної випробувальної установки.

### **ВПЛИВ РОБОТИ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ ЗАЛІЗНИЦІ НА ДЕРЖАВНУ ЕНЕРГОСИСТЕМУ**

*к.т.н. А.М. Панченко*

Робота тягового двигуна електровоза в процесі пуску, гальмування та зміни навантаження вносить суттєві збурення в роботу підстанції, а отже і мережі в цілому. Визначення значень струмів в перехідних режимах роботи електрифікованих залізниць за допомогою існуючих математичних моделей викликає певні труднощі, пов'язані з тим, що швидкість руху електровоза змінюється в досить широких межах. Пропонується математична модель тягових двигунів залізничного транспорту, за допомогою якої можливо здійснити формалізацію представлення електромагнітних та електромеханічних перехідних процесів єдиною системою рівнянь. Отримана математична модель дозволяє враховувати перехідні процеси, що мають місце при початку руху електровоза, його гальмуванні в звичайному режимі та з застосуванням рекуперативного гальмування, а також моментів опору обумовлених рельєфом місцевості та впливу місцезнаходження локомотиву з врахуванням опору контактної мережі, який змінюється по мірі руху локомотива.

### **АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ РЕАКТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ СТАЦІОНАРНИМИ ВІЙСЬКОВИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

*О.М. Шевченко*

Реактивна енергія, що споживається стаціонарними військовими об'єктами, складає суттєву частку загальної кількості спожитої електричної енергії. В той же час, в більшості існуючих систем електропостачання не передбачено приладів обліку цього виду енергії, через що часто виникають розбіжності при звірках розрахунків між електропостачальними організаціями та військовими частинами. Крім того, при розрахунках за спожиту реактивну електричну енергію законодавством передбачено сплату за неприйняття заходів компенсації реактивної потужності споживачів. В той же час, при визначенні спожитої реактивної енергії, враховується саме приєднана потужність споживачів реактивної енергії, а регульовальний ефект навантаження та кабельних ліній електропередачі не враховується. Пропонується конструкція автоматизованого пристрою обліку електричної енергії з запам'ятовуванням на основі індукційного механізму, що дозволяє проводити розмежування спожитої активної та реактивної енергії. Фіксація значень потужності в часі дозволяє будувати графіки навантажень та визначати більш прийнятні заходи по компенсації реактивної потужності.

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДИЗЕЛЬ-ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ У ТРОПІЧНИХ ТА ПУСТИННИХ УМОВАХ**

*к.т.н. О.М. Малиш, к.т.н. С.М. Новічонок, к.т.н. М.Б. Старостенко*

Необхідність використання електростанцій у умовах пустелі або тропіків викликана їх залученням до складу миротворчих контингентів України. В той же час успадкована техніка СРСР яка стоїть на озброєні є придатною для використання у середніх широтах. Неврахування цього факту привело до надто швидкого зносу елементів електричних станцій. З цього положення є певні виходи. Наприклад, заку-

півля адаптованої техніки, доробка існуючої, освоєння випуску електричних станцій пустинного та тропічного варіантів. Аналіз показує, що доробка існуючих електростанцій (особливо приводних двигунів) можлива. Особливу увагу при розгляданні можливостей доробок було приділено системі фільтрації повітря та паливної системі. Окрім традиційних мір покращення властивостей фільтрів слід також звернути увагу на рідинні фільтри повітря. Перевагами таких фільтрів є постійна здатність до тривалого збереження ступеня фільтрації. При розгляданні можливості доробки паливної системи слід звернути увагу на забезпечення сталого потоку палива. Також необхідно розглянути можливість використання нетрадиційних видів палива.

### **МЕТОД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА**

*С.В. Ольховиков*

Разработка методов экспериментальной оценки степени заряженности химических источников тока с учетом их текущего технического состояния является актуальной научно-технической задачей, решение которой способствует продлению срока службы аккумуляторных батарей. Известные методы определения остаточной емкости аккумулятора, основанные на определении емкости путем регистрации величины разрядного тока, времени разряда и напряжения на зажимах аккумулятора, имеют низкую точность, так как не позволяют учесть саморазряд аккумулятора. Автором предложен универсальный метод определения остаточной емкости аккумулятора, основанный на регистрации изменения параметров переменного тока, протекающего через аккумулятор. При этом показано, что для повышения точности измерений целесообразно использовать диапазон низких частот от 0,001 до 0,6Гц, поскольку в этом диапазоне идет наибольший скачок параметров (амплитуды и фазы), следовательно, при фиксированной погрешности приборов относительная погрешность будет меньше. Достоинством применения данного метода является не только его точность, но и оперативность.

### **ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЕЙ И ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Е.А. Кононова*

Поддержание работоспособности образцов вооружения и военной техники – одна из основных задач эксплуатации, которая может быть успешно решена при условии проведения диагностирования их технического состояния. Учитывая то обстоятельство, что в Вооружённых Силах Украины имеется свыше трёх тысяч образцов дизель-генераторов и примерно такое же количество двигателей внутреннего сгорания, входящих в состав бронетанковой и автотракторной техники, выяснение того с помощью каких диагностических параметров можно проводить оценку их технического состояния, как проводить диагностирование и какие средства для этого необходимо использовать с помощью представляется важной задачей, имеющей существенное значение для поддержания боевой готовности вооружения и военной техники. Актуальность решения этой задачи обусловлена её практической направленностью, особо проявляющейся в условиях ограниченного финансирования Вооружённых Сил Украины. В обзорах, в которых сообщается о работах, проводимых по этому направлению за рубежом, описываются технические решения, принятые в тех или иных системах диагностирования. Анализ результатов отечественных и зарубежных исследований, посвящённых вопросам технического диагностирования, показывает, что до

настоящего времени не решены вопросы создания комплексных систем диагностирования дизелей и двигателей внутреннего сгорания, позволяющих производить оценку их состояния с требуемой полнотой и глубиной поиска. Автор сформулировала задачу выбора диагностического параметра для оценки технического состояния дизеля (двигателя внутреннего сгорания). Предложена логическая модель объекта диагностирования, на базе которой обоснован выбор диагностического параметра.

### **КОНТРОЛЬ ТА РЕГУЛЮВАННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*к.т.н. О.Д. Супрун, Д.О. Горбунова*

Обґрунтовано і виконана оцінка методів та способів контролю несиметричних режимів в системах електропостачання, а також методів та способів контролю нелінійних перекручувань в електричних мережах. А саме: 1) вимірювання симетричних складових по інтегральним значенням кусочно-гармонійних напруг; 2) вимірювання амплітуд та фаз симетричних складових методом послідовних зближень; 3) метод та спосіб контролю симетричних складових за ортогональними складовими; 4) цифровий метод та пристрій вимірювання прямої та зворотної послідовностей напруги; 5) вимірювання симетричних складових методом опорних точок; 6) кореляційний метод вимірювання коефіцієнта перекручувань синусоїдальності кривої напруги; 7) вимірювання коефіцієнта  $n - i$  гармонійної складової напруги по коефіцієнтам Фур'є. Проведено аналіз існуючих методів та способів вимірювання несиметрії напруги та струму при наявності в мережі нелінійних перекручувань та уходів основної частоти. Запропоновано цифровий спосіб, заснований на кореляційній обробці сигналів з попереднім перетворенням вихідної системи трифазних величин, який забезпечує необхідну точність. Схемна реалізація та процес виміру доволі прості та дозволяють суттєво скоротити час вимірювань та виключити похибку, обумовлену вимірюванням симетричних складових по різним реалізаціям дослідженої напруги.

### **РЕЗЕРВУВАННЯ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ**

*К.В. Панова, к.т.н. В.В. Тарасова*

Підвищення надійності електроживлення споживачів є одною з першочергових задач електроенергетики. Для її використання необхідно приймати міри по підвищенню надійності як систем енергопостачання, так і елементів, з яких вона складається. Для цього можуть використовуватися різні методи як на етапі проектування, так і на етапах монтажу та експлуатації електричного устаткування. Резервування є одним з таких методів. Види резервування можуть бути класифіковані за різними ознаками. Розглянуті декілька видів резервування, їх достойності та недоліки, а також їхні можливості в підвищенні надійності систем електропостачання.

### **АВТОМАТИЗОВАНІ МЕТОДИ Й ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ПОШКОДЖЕННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ**

*к.т.н. О.Д. Супрун, М.Ю. Платонова*

В роботі проведена оцінка ступеня досконалості автоматизованих методів й засобів визначення місць пошкодження ліній електропередачі за наступними критеріями: точність, час, надійність, капітальні вкладення. Проаналізовані дві основні групи методів визначення місць пошкодження ліній при запливаючому пробой,

які доповнюють один одного по вимогах швидкості й точності. Перша група топографічні методи, які задовольняють вимозі точності, але забирають значний час, друга група – дистанційні методи, що задовольняють вимозі швидкості, але менш точні в порівнянні з топографічними. Розроблена математична модель для визначення місця пошкодження. Запропонована методика визначення відстані до місця пошкодження. Приведені результати експериментальних досліджень методів визначення місць пошкодження в умовах експлуатації.

### **ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ТРИКОМПОНЕНТНИХ ДАТЧИКІВ АБСОЛЮТНОЇ ВІБРАЦІЇ ОПОР**

*А.І. Божко, Д.Г. Бацак, к.т.н. В.Г. Рукун*

Застосування тривимірних датчиків вібрації дозволяє одержувати інформацію з вібраційного стану турбоагрегату в найбільш повному вигляді. Аналіз інформації про вібраційний стан об'єкта проводиться не тільки по величині сумарної віброшвидкості, амплітуді та фазі оборотної гармоніки (як це прийнято в практиці вібродосліджень), але й по траєкторії руху вимірюваної точки в площинах і просторі, а також по формах коливань конструкції в цілому. Датчики даного типу дозволяють простежити зміну вібраційних характеристик об'єкта в різних точках виміру (зняти його контурну характеристику) і зрозуміти, як відбувається реальна взаємодія елементів конструкцій між собою. Встановивши зв'язок між ними, можливо, більш точно спрогнозувати результати віброналаштувальних робіт, особливо тієї її частини, що пов'язана з балансуванням об'єкту. Застосування трикомпонентних датчиків зменшує трудомісткість робіт зі збору вібраційних характеристик об'єкта вивчення, збільшує точність вимірів, через наявність одного чутливого елемента, що прямо впливає на якість подання інформації про вібраційний стан об'єкта вивчення й значно розширює можливості вібраційного аналізу і список заходів щодо поліпшення технічного стану енергетичного устаткування. Так одним датчиком за один вимір можна одержати вібраційні характеристики відразу по трьох напрямках (вісям), що при звичайному способі вимірів (три однокомпонентних датчики), як правило не є можливим через конструктивні особливості об'єкта вивчення й похибки вібраційних характеристик, отриманих звичайним способом.

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СИГНАЛЬНИХ ГРАФІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ВЕНТИЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ**

*П.В. Гажа, к.т.н. Д.С. Шумук*

Висловлюється суть методу сигнальних графів для опису електромагнітних процесів в схемах з вентиляними перетворювачами. Обгрунтований зміст допущень щодо лінеаризації нелінійних вольт-амперних характеристик напівпровідникових вентилів. Запропонована методика формування лінійних диференціальних рівнянь стану вентиляльних ланцюгів на окремих інтервалах лінійності характеристик вентилів, запропоновані математичні формулювання умов визначення станів провідності вентилів, обгрунтовано і показано обчислення моментів перемикання вентилів і визначення початкових умов для вирішення диференціальних рівнянь перебування на черговому етапі лінійності схеми. Викладена методика узагальнення результатів розрахунку миттєвих значень струмів і напруги у вентиляльних ланцюгах в перехідних і квазістационарних режимах. Запропонована методика дозволяє досліджувати вміст електромагнітних процесів у вентиляльних схемах в номінальних режимах і визначити вплив змін параметрів живлячої напруги, навантаження, власне елементів схеми на вміст миттєвих значень струмів і напруги в силовій частині вентиляльного перетворювача.