

Коэффициент k_p равен [5, 6]:

$$k_p = (0,7 \dots 0,8) \cdot \gamma / \gamma_1 \quad (7)$$

где γ – число эффективных проводников в секции; γ_1 – число эффективных проводников в секции, связанных с другими звеньями.

Числовые значения γ и γ_1 определяются по конкретной схеме обмотки трансформатора.

Таким образом, предложена схема параллельного и согласного соединения трех фаз обмотки высоковольтного трансформатора для реализации в испытательной установке при проведении профилактических испытаний его изоляции. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, подтверждающие целесообразность применения при профилактических испытаниях изоляции обмоток высоковольтных трансформаторов схемы в виде параллельного и согласного соединения трех фаз обмотки.

1.Бажанов С.А. Профилактические испытания изоляции электрооборудования высокого напряжения. – М.: Энергия, 1987. – 288 с.

2.Блушинский А.Б. Прибор для испытания витковой изоляции электрических машин и аппаратов. – М.: Информэлектро, 1982. –11 с.

3.Выбор аппаратуры для профилактических испытаний изоляции электрооборудования. ОРГРЭС. – М.: Энергия, 1982. – 247 с.

4.Глазков Ю.А., Горский А.Н. О схеме замещения обмотки электродвигателя в синусоидальном и импульсном режимах // Труды ЛИИЖТ. Вып.313. – Л., 1981. С.128-135.

5.Геллер Б., Веверка А. Волновые процессы в электрических машинах. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 485 с.

6.Кулаковский В.Б. Профилактические испытания и дефекты изоляции электрических машин. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Энергия, 1979. – 184 с.

7.Ясинский Ю.А. Повышение надежности высоковольтного электрооборудования. // Бумажная промышленность. – 1984. – №5. – С.28-29.

Получено 11.05.2007

УДК 621

В.С.СУЛИМА, канд. фіз.-матем. наук

Українська інженерно-педагогічна академія, м.Харків

МІСЦЕ І ЗНАЧЕННЯ ПИТАНЬ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Розглядаються актуальні проблеми ресурсо- й енергозбереження в економіці України, зокрема в житлово-комунальному господарстві, шляхи та засоби їх вирішення шляхом реалізації важливих державних програм.

Питання ресурсо- й енергозбереження для України дуже актуальні. У нас на одиницю ВВП споживається в три рази більше енергоресурсів, ніж у промислово розвинених країнах ЄС [1]. До того ж Украї-

на добуває недостатню кількість власних енергоресурсів, а ціни на імпортовані нафту і природний газ стрімко зростають, і їх стабілізації найближчим часом чекати не доводиться. Імпорт знижує енергетичну безпеку держави та рівень життя громадян України. Потреба в конкурентоздатній економіці загострюється в зв'язку зі вступом до СОТ.

Закон “Про енергозбереження” [2] покладає на вищі навчальні заклади завдання виховувати ощадливе ставлення до використання паливно-енергетичних ресурсів, популяризувати переваги енергозбереження. Для його виконання необхідна наполеглива цілеспрямована робота професорсько-викладацького складу, якою слід охопити весь контингент студентів.

Галузь ресурсо- й енергозбереження охоплює дуже широке коло питань. Відповідна інформація міститься в багатьох офіційних документах, численних публікаціях і періодичних виданнях, охопити і проаналізувати які спроможні лише фахівці галузі. Тому актуально сконцентрувати найважливішу інформацію.

Метою цієї статті є висвітлити найгостріші проблеми в енергозбереженні; надати різноманітну інформацію про сучасний стан енергозбереження, про результати останніх досліджень і розробок про ефективні заходи, які вживаються в масштабах країни і регіону, яка була б цікавою і корисною в роботі зі студентами.

За оцінками фахівців, потенціал енергозбереження в нашій державі складає близько половини від енергоспоживання. Практика показує, що сьогодні найдешевше і найчистіше “джерело” енергії – енергозбереження. Скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів досягається удосконаленням виробництва енергії, радикальним поліпшенням використання палива і енергії, а також заміною традиційних ресурсів (нафти і газу) відновлюваними.

Зважаючи на важливість проблеми, енергозбереженню нині приділяється увага на всіх рівнях. У 1994 р. прийнято Закон “Про енергозбереження”, який кілька разів переглядався. В 2007 р. у державному та місцевих бюджетах галузь виділена окремим рядком (держбюджет – 700 млн. грн., обласний – 60 млн. грн.). Для прикладу, наша Південна залізниця, за інформацією її керівника, планує витратити в поточному році на заходи з енергозбереження 30 млн. грн.

Основним джерелом енергії в країні і в світі в цілому є органічне паливо, запаси якого досить обмежені і ціни швидко зростають. На думку експертів, світ наблизився до максимального загального видобутку нафти, який найближчим часом може щорічно знижуватись на кілька відсотків. Економіка України споживає за рік близько 15 млн. т нафти, в той час як власний видобуток лише трохи перевищує 3 млн. т

[3]. Хоча розвідані запаси нафти в Україні перевищують 1 млрд. т [4], і безперечно, для забезпечення потреб економіки і скорочення імпорту треба збільшувати власний видобуток нафти, для чого вживаються певні заходи, але вони вимагають часу і значних капіталовкладень. Тому слід наполегливо вести роботу зі зменшення споживання нафтопродуктів, перш за все, шляхом їх заміни біопаливом.

Постановою Уряду [5] затверджено Програму розвитку виробництва дизельного біопалива, яка передбачає формування сировинної, технічної та технологічної бази, будівництва 23 нових заводів для його виробництва. Наші аграрії мають можливість збільшити посіви ріпаку – основної сировини для виробництва дизельного біопалива – до 10% загальної площі ріллі. Переробка 75% вирощеного врожаю та реалізація зазначеної Програми дозволить збільшити виробництво дизельного біопалива до 623 тис. т до 2010 р. До 2015 р. його використання повинно зрости до 15% всього пального.

Зокрема, в поточному році в Харківській області відведено 10 тис. га під посіви ярого ріпаку (не оброблялось і заростало бур'янами близько 65 тис. га із загальної площі ріллі 2 млн. га). Через півтора року в рамках державної програми повинно запрацювати підприємство “Колос” в с.Пересічне Дергачівського району, яке з виробництва соняшникової олії переходить на ріпак. За участі німецького інвестора в сел. Шевченковому буде споруджено нове сучасне підприємство з виробництва біодизелю.

Деякі сільгоспдприємства вирощують ріпак вже не один рік; він – прекрасна олійна культура, не виснажує ґрунт, як соняшник; є прекрасним попередником для будь-якої сільськогосподарської культури. Ярий ріпак дає 20 ц з гектару, озимий – всі 30. З 1 т ріпаку можна одержати біля 300 кг біодизелю. Технологія виробництва досить проста, собівартість можна знизити до 2,5 грн. за 1 л. Можливе раціональне використання побічних продуктів виробництва (в тваринництві, опаленні).

Викиди транспорту навіть з невеликою добавкою біодизеля до дизпалива істотно зменшуються. Дослідження показали, що біодизель не забруднює оточення – за місяць у воді та ґрунті практично повністю розпадається. І нарешті, рослинна сировина, на відміну від корисних копалин, є відновлюваним ресурсом.

Інша можливість зменшення споживання нафтопродуктів – використання суміші етанолу і бензину замість стандартного бензину. В нашій країні є надлишкова потужність спиртзаводів, яку можна легко використовувати з цією метою. В Харківській області Івашківський завод Золочівського району отримав держзамовлення на виробництво

10 тис. т біоетанолу. Автомобілі передових фірм світу випускаються у bi-fuel виконанні, тобто їх двигуни можуть працювати як на стандартному бензині, так і на суміші етанолу і бензину.

Ймовірне зниження світового видобутку нафти, про яке вже згадувалось, може свідчити про скінчення епохи її використання і необхідність переходу до нового енергетичного режиму. Його можна реалізувати комерційним використанням водню і технології паливних елементів. Великі автомобілебудівні компанії вже інвестували близько 2 млрд. дол. у проектування авто, які працюватимуть на водні.

Всі європейські держави і США прагнуть найближчим часом знизити залежність від імпорту нафти. США мають більше 100 заводів, які виробляють етанол зі злакових культур, зокрема кукурудзи, і в найближчі три роки доведуть їх число до 200. Дальше за всіх пішла Бразилія, в якій переважну більшість автомобілів вже давно управляють тростинним спиртом. У Німеччині виробляється близько 1,3 млн. т біопалива за рік, діють півтори тисячі біозаправок. Швеція поставила за мету до 2010 р. повністю відмовитися від використання нафти. Верховна Рада України також розглядає законопроект про обов'язкове використання біопалива транспортними засобами.

В сільськогосподарському виробництві ресурсозберігаючі технології дозволяють скоротити витрати пального, зменшуючи обсяг обробітку ґрунту і затрати матеріалів. Це і раціональна сівозміна (використання попередників) для поповнення дефіциту органічних добрив у ґрунті, застосування комплексних мінеральних добрив, крапельного зрошування тощо.

Рівень річного споживання природного газу в державі складає 75 млрд. м³. За цим показником Україна входить в першу п'ятірку країн світу, а за власним видобуванням посідає лише 26-е. Ціна імпортованого газу за останні роки зросла в три рази, може ще підвищитися в два рази. Звідси висновок – потрібно не лише збільшити видобуток (така можливість є), а й скорочувати витрати газу.

Так, зокрема, Україна займає восьме місце в світі серед виробників чавуну і сталі, що забезпечує значні надходження валюти в країну. В цій галузі потрібно скорочувати використання газу, впроваджувати ресурсозберігаючі і енергоєфективні технології, поступово відмовляючись від мартенівської технології в сталеплавильному виробництві за рахунок введення нових киснево-конверторних і електродугових потужностей, впровадження технології прямого відновлення заліза, яка використовує вугілля.

Прийнято Закон “Про газ (метан) вугільних родовищ”, що створює умови для широкого використання цього енергетичного ресурсу,

за запасами якого (близько 25 трлн. м³) Україна входить в першу десятку країн світу [4]. В США шахтний метан вилучають, транспортують, використовують для виробництва електроенергії, для опалення тощо, в загальному балансі видобутку блакитного палива він становить майже вісім відсотків. У нас така робота ведеться у дуже малих масштабах. На шахті ім.Засядька (Донецьк) запрацювала перша електростанція потужністю 66 МВт, проводиться вилучення вугільного метану на шахті “Краснолиманська”. Проте трагічні події в листопаді свідчать про значні проблеми галузі.

Близько чверті обсягу газу споживає комунальна енергетика. В ній експлуатується застаріле, малоефективне устаткування, що є причиною значних перевитрат газу, зростання тарифів. Поступова його заміна на сучасне, енергоефективне устаткування, використання альтернативних джерел енергії дасть змогу значно зменшити витрати газу. Як уже зазначалось, для цього в області передбачено на поточний рік 60 млн. грн.

Більшість будинків, які нині експлуатуються, мають недостатній рівень теплозахисту – втрати тепла через стіни, вікна та двері надмірні. Питомі витрати енергії на потреби опалення у нас порівняно з Німеччиною більші в середньому вдвічі, а порівняно з Швецією та Фінляндією – втричі. За рахунок використання сучасних архітектурних і будівельно-конструктивних рішень можна суттєво знизити витрати енергоносіїв для обігріву приміщень. У 1994 р. в Україні введені будівельні норми, які регламентують застосування в новобудовах (а також при реконструкції старих будинків) стін, покриттів і вікон, теплозахисні характеристики яких наближені до європейських вимог.

Підвищення вартості природного газу робить доцільним перехід від газифікації до електрифікації ЖКГ. Електроопалювальні акумуляційні установки вмикаються переважно вночі, коли тарифи на струм в чотири рази дешевші за денні; при цьому використовується надлишкова енергія від атомних електростанцій, яку в цей час нікуди дівати. Кабінет Міністрів прийняв розпорядження “Про переведення населених пунктів на опалення електроенергією”, яким передбачено масштабну електрифікацію обігріву об’єктів бюджетної та побутової сфери [6].

Ефективним, найперспективнішим засобом теплозабезпечення є теплонасосні установки (ТНУ), які можна вважати альтернативними джерелами нового покоління. Їх призначення – використання низькопотенціальних джерел теплоти навколишнього середовища (води, ґрунту, повітря, різноманітних викидів) для теплопостачання. Витрачаючи невелику кількість електричної енергії, вони підвищують потенціал

зазначених джерел до рівня, необхідного для передачі теплоти тілу з вищою температурою. Таким чином, тепловий насос (ТН) – це пристрій, який дає змогу передати теплоту від холоднішого тіла до більш нагрітого, використавши додаткову енергію. ТН характеризують робочим коефіцієнтом – відношенням генерованої ним теплової енергії до спожитої електроенергії. На практиці досягаються значення 2,5-5. Економічна ефективність ТНУ є тим вищою, чим дешевша електроенергія і дорожче паливо [7].

Теплонасосні установки широко застосовуються в США, Канаді, Японії, Швеції та в інших розвинених країнах. Більше 25 млн. штук використовують для опалення, гарячого водопостачання, кондиціонування, для обігріву теплиць, в технологічних процесах тощо.

За рубежем ТНУ випускаються серійно і мають термін окупності 2-4 роки; на роботи з їх розробки і вдосконалення витрачаються значні кошти. В Україні, як і в інших країнах СНД, серйозне відставання з їх впровадженням, у тому числі й через економічний чинник – співвідношення цін на електроенергію і тепло. Але воно вже змінилося у зворотний бік, що сприятиме поширенню ТН. Поки що, наскільки відомо зі ЗМІ, в їх застосуванні лідирує наша Південна залізниця, яка в попередньому опалювальному сезоні застосувала ТН для обігріву приміщень вокзалу станції Залютино і планує, за інформацією керівника залізниці, продовжити їх подальше впровадження.

Висока вартість тепла спонукає підприємства відмовлятися від послуг централізованого теплопостачання, встановлюючи у виробничих приміщеннях сучасні імпортні інфрачервоні газові пальники. Вони замість конвективного опалювання, коли спочатку “гріють повітря”, подібно сонячним променям обігрівають предмети, підлогу, людей. Таке обладнання дозволяє економити до 40% газу [8]. Модульні мінікотельні вітчизняного виробництва, зменшуючи витрати на транспортування теплоносія та втрати в тепломережах, також зменшують споживання природного газу.

Зменшити витрати органічного палива можна за рахунок використання енергії вітру. Підрахунки показують, що на площі, сприятливій для цього, можна спорудити в Україні ВЕС загальною потужністю до 35 тис. МВт [9] (на сьогодні в Україні встановлено 85 МВт потужностей, в Німеччині – близько 20 тис. МВт, в Іспанії – 12 тис. МВт). За планами ЄС у 2010 р. 12% всієї електроенергії буде генеруватись вітроустановками, а ще через десять років ця частка зросте до 20%. Якщо скористатись інвестиційними пропозиціями німецьких фірм, до 2010 р. в Україні можна спорудити і ввести в експлуатацію ВЕС загальною потужністю до 1000 МВт. За належної організації справи в наступні

десятиріччя до 2030 р. можна очікувати введення потужностей ВЕС 250-500 МВт/рік.

Важливим напрямом реалізації енергозбереження є залучення енергії сонячного випромінювання. На територію України надходить достатньо великий ресурс енергії сонячного випромінювання, який дозволяє зменшити негативний вплив енергетики на довкілля, використання нафти та природного газу. Сучасний рівень розвитку техніки дозволяє частково або повністю забезпечити гарячою водою у теплу пору року підприємства та побутову сферу і додавати електричну енергію в загальний баланс. На думку фахівців, за всебічної державної підтримки можна реалізувати широкомасштабне впровадження сонячної енергетики в народне господарство.

Виробництво електроенергії в 2006 р. становило 192 млрд. кВт-год [3]. (в УРСР досягало 300 млрд. кВт-год.). Зменшуються, хоча і повільно, витрати енергії на одиницю ВВП. Здійснюється експорт електроенергії до семи країн, і він постійно зростає. Розробляється Комплексна державна програма енергоефективності та енергозбереження. В цій підгалузі важливі питання раціонального використання електроенергії з метою скорочення, перш за все, витрат первинних органічних ресурсів, ціни на імпорт яких постійно зростають, та збільшення частки гідроенергетики, основного вітчизняного енергоносія – вугілля, використання альтернативних джерел – сонячної, вітрової, геотермальної.

Але за кількістю спожитої електроенергії на душу населення Україна відстає від успішних країн. Тому в “Енергетичній стратегії України на період до 2030 року” [9] передбачено зростання виробництва електричної енергії протягом 2005-2030 рр. в 2, 3 рази, зокрема на АЕС приблизно вдвічі. Для цього вже до 2016 року заплановано збудувати два нових атомних блоки потужністю 2 млн. кВт.

Очікується скорочення майже вдвічі енергоємності ВВП порівняно з сьогоdnішнім станом. У загальному обсязі споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів частка нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії складатиме близько 20%. Для досягнення цих результатів передбачається нормування питомих затрат ПЕР, застосування економічних санкцій за їх перевитрату і підвищення адміністративної відповідальності.

На сьогодні витрати електроенергії всіма споживачами не виправдано завищені. Для їх скорочення будуть задіяні економічні чинники і різні технічні засоби. Для сприяння економічному споживанню електроенергії населенням тариф протягом 2007 року планувалося підвищити на 30%, причому залишити незмінним за споживання в обсязі 125

кВт-год. на місяць, а за кожну наднормативно спожиту кВт-год. ціну підвищити. Було заплановано також підвищення оптової ціни на електроенергію на 14%. Тарифи будуть поступово зростати і впродовж наступних років (за прогнозами до 2015 р. ~ в 3,7 рази).

В галузі освітлення витрати електроенергії можна зменшити на 80% заміною традиційних ламп розжарювання компактними люмінесцентними, металогалогенними, натрієвими лампами високого та низького тиску [10]. Акціонерне товариство “Промавтоматика” налагодило випуск економічних антивандальних світильників, які вже освітлюють під’їзди багатьох житлових будинків. Харківський приладобудівний завод ім. Шевченка зробив наступний крок – розробив енергозберігаючу схему освітлення з їх використанням, яка вмикається з появою людини в під’їзді і вимикає поверх за поверхом, коли вона рухається сходами, та цілком, коли в під’їзді нікого немає.

Досягнення у виробництві напівпровідникових джерел світла та їх застосуванні вказують на можливість подальшого збільшення світловіддачі і потужності світлодіодів. Найбільші японські і американські компанії розробили програми з метою заміни традиційних ламп розжарювання і навіть люмінесцентних ламп світильниками нового типу на основі білих світлодіодів [10].

Застосування систем підлогового опалення здатне забезпечити щорічну економію енергії до 30-60% і комфортні умови в приміщеннях.

В промисловості можна досягти економії електроенергії ~30% оснащенням електродвигунів приводу перетворювачами, які оптимізують режими при зменшенні навантаження, та застосуванням нового покоління регульованих електроприводів з використанням вентильних електродвигунів. В США вже 10 років діє федеральний закон, який обмежує імпорт електродвигунів із заниженим ККД як окремо, так і в складі обладнання. ЄС для поліпшення енергоефективності електроприводу ввів класифікацію асинхронних двигунів за значенням ККД.

Впровадження системи електропостачання міського електротранспорту з рекуперацією електроенергії забезпечує ~20% економії енергії на тягу рухомого складу.

Питання енергозбереження вимагають постійної уваги. Незадовільний в цілому на сьогодні стан з енергозбереженням викликаний, поряд з іншими чинниками, нестачею кваліфікованих кадрів фахівців, які вміють ощадливо використовувати енергію, знаходити ефективні рішення на виробництві та в побуті, вести широку роз’яснювальну роботу серед населення про технічні та економічні аспекти реалізації ресурсо- та енергозбереження.

Організація і проведення ефективної роботи з енергозбереження на всіх рівнях – від загальнодержавного до окремого споживача – важливий обов'язок фахівців народного господарства, які працюють сьогодні і будуть працювати в майбутньому. Цілеспрямована робота в навчальних закладах сприятиме формуванню відповідного світогляду у майбутніх фахівців і підготовці їх до вирішення конкретних завдань з енергозбереження.

В рамках однієї статті охопити більшість питань і можливостей енергозбереження неможливо. Але і з наведеного видно, що зробити в цій галузі треба немало, причому не лише в масштабах регіону, енергетичних, промислових гігантів і великих міст, а й на кожному робочому місці, в кожній квартирі.

- 1.Ревенко А. Энергоресурси та макроекономіка // Дзеркало тижня. – 2007. – №21(650).
- 2.Про енергозбереження: Закон України зі змінами та доповненнями №74-94 ВР.
- 3.Статистичний бюлетень за 2006 рік / ДК статистики України. – К., 2007.
- 4.Гурський Д. Енергетичний потенціал України / УК № 212 (3625), 13.11.07.
- 5.Постанова КМУ №1774 від 22.12.2006.
- 6.Розпорядження КМУ від 28.09.2006. № 502-р.
- 7.Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довідки, енергозбереження / За заг. ред. проф. В.А.Маляренка. – Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.
- 8.Маляренко В.А. Шляхи підвищення ефективності комунальної енергетики // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2007. – №3. – С.3-13.
- 9.Енергетична стратегія України на період до 2030 року та дальшу перспективу / Мінпаливенерго України, НАН України. – К., 2001. – 203 с.
- 10.Айзенберг Ю.Б. Энергосбережение и техническая политика в области освещения // Светотехника. – 2005. – №6. – С. 4-9.

Отримано 22.10.2007

УДК 693.54

В.П.ШПАЧУК, д-р техн. наук, Е.И.ГОЛОВИНА
Харьковская национальная академия городского хозяйства

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КАК МЕРА ВЗАИМОУСИЛИВАЮЩЕГОСЯ ДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТ ВНЕШНЕЙ МНОГОМЕРНОЙ ВИБРАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Анализируется влияние параметров многомерного внешнего динамического воздействия на анализируемый механический объект пространственной структуры, проанализированы параметры синергетического эффекта, смоделированного ударным взаимодействием колесной пары трамвая с рельсовым путем в месте изолированной стыковой неровности с учетом геометрических параметров стыка, загрузки вагона пассажирами, его скорости движения и длины секций трамвайного рельсового пути.

Известные результаты исследований зависимости и взаимовлия-