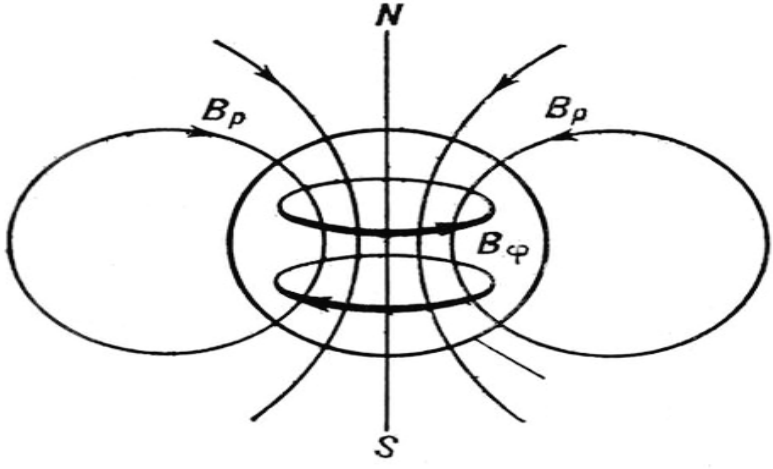
Видання присвячується 70 річчю Циганенка Володимира Олександровича

ІЗ ІСТОРІЇ СВІТОВОЇ ТА УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Циганенко В.О.



МП “ТЕНДЕР”

Київ -2012

УДК
ББК

Із історії світової та української енергетики. Циганенко В.О. - К., Тендер, 2012. - 84 с.: іл.

Інформація про події минулого, яка закладена в пам'ятках науки і техніки, має не тільки пізнавальний інтерес. Історія розкриває перед нами картину розвитку науки і техніки в їх матеріальному втіленні, вказує на результати творчої діяльності як відомих вчених та інженерів, так і невідомих майстрів, показує ту базу та основу, без якої не могла б успішно розвиватись сучасна енергетика.

Використані для видання матеріали розміщені на сайті
http://www.etar.com.ua/energoarchiv/index.htmi
і отримані з дозволу автора

Коректура, верстка, друк МП "ТЕНДЕР"
tender@mail.zp.ua

Підписано до друку 09.02.2012. Формат 60x84 1/16. Папір CLIO 80 g/m2. Друк цифр. Зам. № 2-12. Тираж 100 екз.

© Циганенко В.О., 2012
© ETAR, 2012
© МП "ТЕНДЕР", 2012

Коротко про себе

Народився 19 лютого 1942 року в с. Городецина, Поліського району, Київської області. Після отримання середньої освіти закінчив гірничо-промислове училище на Донеччині, отримав кваліфікацію машиніста - механіка гірничих комбайнів та гірничих машин.

Про роботу

Працювати розпочав у 1961 р. робітником очисного вибою на шахті 3-5 "Сокологорівка" тресту "Першотравеньвугілля", Луганської обл. Після служби у лавах Радянській армії в 1971 р. закінчив Київський політехнічний інститут та отримав кваліфікацію інженера-електрика з електрозабезпечення промислових підприємств, міст і сільського господарства. Після інституту був направлений на роботу в Київські міські електромережі. Працював інженером, з 1972 р. - старшим інженером, а у 1973 р. був призначений головним інженером Північного району Київської міської електромережі. 1976 р. переведений до Київміськбуду № 7 Головміськбуду на посаду головного енергетика тресту. У 1980 р. став працювати в центральній диспетчерській службі Київенерго на посаді диспетчера енергосистеми.

26 квітня 1986 року у складі зміни чергових диспетчерів енергосистеми, які приймали участь в ліквідації аварії на ЧАЕС, забезпечував сталу роботу енергосистеми. В 1995 році переведений диспетчером в Центральний регіональний диспетчерський центр (нині Центральна електроенергетична система НЕК "Укренерго").

Від 2001 року знову працює в Київенерго керівником групи аналізу і обробки науково-технічної інформації Кабельних мереж. З 2003 р. керівник групи відділу історії розвитку Компанії і департаменту громадських зв'язків, з грудня 2005 року на посаді начальника відділу інформаційного забезпечення Учбового центру Київенерго.

Про головне

Головне нині для Циганенка В.О. -

музейна справа, пропаганда історії розвитку енергетики. Під його керівництвом вперше в Україні створено сайт "Музей енергетичної тематики України" (поки що функціонує в Інтранет Київенерго), який дає можливість донести до кожного працівника Київенерго історію розвитку енергетики України, а також світової енергетики. У 2005 році за активною участю Циганенка В. О. створена і діє музейна експозиція в чотирьох залах "Історія розвитку Київенерго" на вул. Жилянській, 83/53.

Він брав активну участь у створенні видання "Енергія, що об'єднує серця", є автором наукових праць "Перші кроки енергетики України (до 40-х років XX ст.)" та "Становлення і розвиток енергетики м. Києва (кінець XIX - початок XX століття)".

В.О.Циганенко написав понад 150 статей з історії енергетики, про визначних вчених - електротехніків та енергетиків, про використання новітніх технологій в енергетиці нашого часу та сучасних інформаційних технологій в музейній справі. З роботами автора можна ознайомитися у різних громадських, галузевих виданнях та в Інтернеті.

Циганенко В.О.
cva@kievenergo.com.ua

Альтернативні сценарії розвитку української енергетики та необгрунтованість енергетичної стратегії України

9 березня 2007 року глави держав і урядів країн Європейського Союзу ухвалили план: до 2020 року підвищити енергоефективність та, відповідно, частку енергії, що отримується з відновлювальних джерел, до 20%. У затвердженому плані йдеться також про підвищення рівня використання біопального до 10% у транспортному секторі. Європейський Союз також прийняв одностороннє рішення до 2020 р. знизити на 20% викиди парникових газів проти рівня 1990 року. Європейські експерти вважають, що, крім екологічних переваг, це дасть змогу створити не менше, ніж 300 тисяч нових робочих місць у сільській місцевості.

Що зроблено в Україні в напрямку енергетичної незалежності - пошуку екологічночистих енергоносіїв для безпечного розвитку країни? Напередодні двадцятої річниці Чорнобильської катастрофи уряд України прийняв рішення щодо пріоритетного розвитку атомної енергетики та ухвалив Енергетичну стратегію України до 2030 р., яку було презентовано в березні 2006 р. Перед українцями постали реальні загрози побудови нових 22 атомних енергоблоків без їхньої згоди та за їх кошти.

У 2030 році, згідно з Енергетичною стратегію, Україна буде мати енергоємність ВВП значно вищою, ніж, наприклад, Польща зразка 2005 року, а частка відновлювальних та альтернативних джерел в енергобалансі складе аж 6%. Якщо порівняти такий план з нещодавнім рішенням західноєвропейських країн, відсталість української стратегії стає ще більш очевидною. У цьому документі важко знайти аналіз новітніх концепцій розвитку електроенергетики, Європи, США та інших країн. Натомість, бачимо звичайний план дій, що притаманий радянській школі енергетики. Як і в 60-70 роках минулого століття пропонується будівництво крупних електростанцій, які простіше планувати та контролювати, та передавання електроенергії на значні відстані замість локального виробництва та зменшення втрат і попиту.

На державному та міжнародному рівнях Україна декларує повну прозорість для громадськості та ґрунтовність процедури Державної екологічної експертизи таких об'єктів. Однак це не підтверджуються багаторічною практикою всеукраїнських громадських природоохоронних організацій - членів Громадської Ради при Мінприроди та організацій - членів Української річкової мережі НУО. Вони, навпаки, констатують непрозорість для громадськості проектів у сфері гідроенергетики, відсутність бажання деяких організацій та установ до конструктивного спілкування та громадського обговорення.

З таким станом речей не погодились громадські організації України ще у жовтні 2005 року та у березні 2006 р., які (8 організацій) ініціювали створення "Концепції неатомного шляху розвитку енергетики України".

Критика положень прийнятої стратегії була підготовлена експертами незалежних організацій і розповсюджена восени 2006 р. В Концепції обгрунтовується можливість неатомного сценарію розвитку енергетики України до 2030 р. Вона передбачає використання атомної енергії на рівні 2,1 млн. т. у. п./рік завдяки роботі двох блоків, які до 2030 р. ще не вичерпають основного терміну своєї експлуатації (РАЕС-4 і ХАЕС-2). Концепцією також передбачено обсяг споживання природного газу за вмістом енергії близьким до споживання вугілля (газ 33,3%, вугілля 35,4% загальної потреби в ПЕР); третє місце посідають відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) - 16,3%. Серед відновлювальних джерел енергії основний внесок дає енергія біомаси та вітру. Загалом за рахунок ВДЕ буде задовольнятися 11,7% (33,54 млн. т. у. п./рік) потреби в енергії, що співпадає з тенденціями розвинутих країн Європи і світу.

В Україні майже 50% електроенергії виробляється атомними станціями, але лише 30% ресурсів палива для них припадає на долю України. Вважається, що світових запасів урану для забезпечення потреб АЕС достатньо на 12-25 років (в Україні це 40-70 років). Але видобування, переробка і транспортування урану призводить до впливу різноманітних небезпечних факторів на персонал, населення та навколишнє середовище.

Але не лише викопне паливо створює екологічні проблеми енергетики. Одним з надзвичайно важливих природних чинників, що накладає суворі обмеження на розвиток атомної енергетики, і який практично не був врахований при підготовці Стратегії, є наявність і стан водних ресурсів України.

За записами місцевих водних ресурсів (1 тис. м3 на 1 мешканця) Україна вважається однією з найменш забезпечених у Європі країн (згідно класифікації Європейської Економічної Комісії ООН), а до середньо забезпечених за міжнародною класифікацією регіонів (6,19 тис. м3 на 1 мешканця) належить лише Закарпатська область. У Чернігівській, Житомирській, Волинській та Івано-Франківській областях цей показник низький (2-2,6 тис. м3 на 1 мешканця), а у решти - дуже низький і надзвичайно низький (0,11 - 1,95 тис. м3 на 1 мешканця).

За даними Державного комітету з водного господарства, загальний водозабір в Україні за рік сягає 15 млрд. м3. Якщо додати на санітарні витрати та випаровування - 29,8 млрд. м3, то отримаємо 44,8 млрд. м3. Ця величина відповідає стоку вкрай маловодний рік.

Уже сьогодні АЕС відчувають гострий дефіцит води у посушливі роки. Зрозуміло, що нарощування потужностей АЕС з огляду на обмежені водні ресурси не видається можливим, що відзначалося фахівцями ще за часів СРСР. Елементами енергокомплексу, тісно пов'язаного з АЕС, що також є залежними від водних ресурсів, є передбачені Енергетичною стратегією України до 2030 р. декілька великих об'єктів гідроенергетики (Ташлицька ГАЕС, Дністровська та Канівська ГАЕС), які планується використовувати як необхідні технологічні регулюючі потужності у зв'язку із зростанням в майбутньому, частки потужностей 22 атомних блоків.

Не говорячи про економічну доцільність реалізації цих дорогих, громіздких та морально застарілих проектів, економічну нездатність України самостійно їх реалізувати, можна відзначити, що безумовно, ці об'єкти є такими, що мають підвищену екологічну небезпеку. Їх будівництво буде пов'язано зі знищенням значних природних та культурних територій, ландшафтів, цінних природних ресурсів, руйнацією або подальшою деградацією екосистем найбільших українських річок, що може викликати значне погіршення якості життя та здоров`я населення та нести у собі техногенну небезпеку. Більшість з них пов'язана з міжрегіональними, а деякі і з транскордонними екологічними впливами. Тому ці проекти, згідно з чинним законодавством України, мають впроваджуватись за певними жорсткими державними процедурами та обов'язковим залученням зацікавленої громадськості до оцінки цих проектів, а також участі у прийняті рішень на початкових стадіях їх впровадження, як того вимагає Оргуська конвенція.

Кошти, що передбачались на будівництво нових 22 атомних блоків поділяються на дві складові: на будівництво сучасних 1-го, або максимум 2-х атомних блоків на заміну

блоків, які відпрацювали свій ресурс, щоб не знищити атомну енергетику на період повного впровадження неатомного шляху розвитку енергетики; а решту коштів віддати на розвиток енергозаощаджуючих технологій, нетрадиційних, відновлювальних та позабалансових джерел енергії. В рамках роботи над новим проектом Енергетичної стратегії необхідно підготувати альтернативні сценарії розвитку енергетики України з урахуванням змісту Концепції на перспективу неатомного шляху розвитку енергетики України. Уряд повинен провести широке громадське обговорення проекту Стратегії та альтернативних сценаріїв із залученням всіх зацікавлених сторін у прийнятні терміни, які дозволять їх детальний розгляд.

P.S.

У зв'язку з поставленим завданням - створити музей енергетики Київської енергосистеми - автору статті останні 10 років довелося комплексно займатися всіма проблемами енергетичної галузі. Найважливішою передумовою для створення музею було органічне поєднання зібраного натурного матеріалу, що відображує розвиток енергетики, та інтерактивної експозиції, яка виставлена на внутрішньому сайті в локальній мережі АК "Київенерго". Музей налічує також солідну збірку відеофільмів, зібраних за допомогою посольства США і медійних компаній України, в яких розкрито стратегії розвитку енергетики провідних країн світу на найближчі 50-100 років.

З метою ознайомлення з досвідом провідних країн світу, автор звернувся 28 лютого 2008 року до Голови парламентської комісії при Верховній Раді України з підготовки Стратегії розвитку енергетики України з пропозицією відвідати музей Київенерго і переглянути відеофільми, в яких відображене практичне використання новітніх енерготехнологій, оновлювальних джерел енергії, охорони навколишнього середовища тощо. Пропозиція відвідання музею була сприйнята позитивно,

на жаль, відвідання музею представниками від парламентської комісії так і не відбулося...

Україна стоїть зараз перед проблемою: як перевести застаріле енергозатратне енергетичне господарство на нові рейки із залученням кредитних ресурсів, страхових, іпотечних, лізингових та інших важелів ринкового регулювання з дотриманням законів охорони навколишнього середовища.

Ват, калорія, аршин, метр...або яким "аршином" київські можновладці "міряють" жителів міста

З перших хвилин свого життя кожна людина безпосередньо має справу з вимірюванням. Як правило, друге питання близьких родичів новонародженого після традиційного "хто?" - хлопчик чи дівчинка - виникає само по собі: "скільки?", після чого чуєш у відповідь щось, наприклад "п'ятдесят два, три п'ятсот". Ці два числа, які позначають зріст і вагу, протягом кількох років ретельно відмічаються на стінці, наличнику або записуються у зошиті, блокноті. А скільки дивовижних відкриттів і винаходів було зроблено тільки завдяки вимірюванням! Однією з перших мір довжини первісного мисливця був крок (до речі, ця величина широко застосовувалася ще на початку двадцятого століття - на більшій кількості гвинтівок і кулеметів прицiли було проградуйовано саме кроком!). З часом, помітивши, що навіть у однієї й тієї ж людини крок може змінюватися, за міру довжини взяли "більш сталі" довжини ліктя, ступні, пальця. Під час будування славетних пірамід єгиптяни застосовували як основну міру довжини лікоть - довжину руки від ліктя до кінчиків витягнутих пальців, який приблизно дорівнював 46,3 см. У Давньому Вавилоні еталоном міри і ваги застосовувався порожнистий куб, в якому довжина ребра була мірою довжини, об'єм води в кубі - мірою об'єму, вага води - мірою ваги, а час, за який вода витікала з куба, - мірою часу. Під час будування укріплень і фортець у давнину сторожові башти ставили на відстані польоту стріли з лука, що давало змогу не тільки покарати будь-якого порушника, але й забезпечити надійний зв'язок між стрільцями. Пізніше, у 1324 році, англійським законом було встановлено, що дюйм - це довжина, яку складають три круглі і сухі ячмінні зернини, вилучені із середньої частини колосу та укладені на всю довжину.

Згідно з указом англійського короля Генріха I 1100 року ярд (91, 44 см) вважався відстанню від кінчика носа до кінця відігнутого великого пальця витягнутої руки. Карл Великий же затвердив одиницю довжини, а саме фут (30,49 см), який дорівнював довжині власної ступні монарха. У Давній Русі "еталонами" довжини теж були розміри деяких частин людського тіла: звичайний лікоть, звичайний сажень (відстань між кінцями великих пальців рук, розведених у боки на висоті плечей), п'ядь (відстань між кінчиками розведених великого й вказівного пальців руки), вершок (довжина двох фаланг вказівного пальця), косий сажень (дорівнював довжині мотузки, кінці якої досягали землі, а середина була перекинута через зігнуту під прямим кутом руку, притиснуту до грудей).

Петро I "прив'язав" традиційні для Русі міри до англійського фута, взявши такі співвідношення: сажень = 3 аршинам = 48 вершкам = 7 футам (2,1336 м). Ця схема існувала в Росії аж до кінця XIX століття, поки у 1892 році Депо зразкових мір і ваг очолив Д. І. Менделєєв (з 1892 року він став керуючим Головною палатою мір і ваг), який був прихильником метричної системи. Металевий еталон метра застосовувався аж до жовтня 1960 року, коли було прийнято нове визначення метра. На теперішній час, починаючи з 1983 року, метр дорівнює довжині шляху, що проходить у вакуумі світло за 1/299 792 458 частку секунди. Зазнав зміни і еталон секунди. Якщо від давніх-давен до 1956 року секунду визначали як 1/86400 частку середньої сонячної доби, то з 1967 року секунда - це час, що дорівнює 9 192 631 770 періодам випромінювання, яке відповідає переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію-133. Ампер, Ват, градус Кельвіна, градус Цельсія мають сучасні, дуже точні, визначення в системі фізичних величин СІ. Яка точність!

Здавалося б в наш час освоєння людиною мікрокосмосу і відкриття нових видів матерії проблем з такими буденними видами виміру, як наприклад, спожитої теплової та електричної енергії не буде. Але сьогоднішній

тариф на теплову енергію для енергетиків столиці нижчий від собівартості на її виробництво. Тому на 17 травня поточного року борг міського бюджету м. Києва перед АК "Київенерго" з компенсації різниці між існуючими тарифами на тепло та реальними витратами Компанії на його виробництво складав 1 мільярд 868 мільйонів гривен. Загальний борг всіх споживачів Київенерго за теплову та електричну енергію становить 2 млрд. 239 млн. 474 тис. грн. Збиткова діяльність компанії спричинена тим, що чинні тарифи на теплову енергію, які затверджені розпорядженням КМДА, не відшкодовують рівень економічно обґрунтованих витрат Компанії.

У свою чергу, Київенерго постачає киянам теплову енергію, яка обчислюється в гігакалоріях. За визначенням, 1 калорія відповідає кількості тепла, яке потрібно щоб нагріти 1 куб. сантиметр води на 1 градус Кельвіна. Енергетики використовують одиницю Гкал/год (гігакалорія за годину), яка визначає кількість теплової енергії, виробленої енергообладнанням за одиницю часу, тобто відповідає тим затратам, які компанія витрачає на нагрівання теплоносія на ТЕЦ. Але, поки цей теплоносій "добіжить" до квартири споживача, він буде не таким "гарячим" як на виході з ТЕЦ. Пояснюється це зношеними тепломережами, які Київенерго вже десятки років не може модернізувати. З іншого боку, озброївшись олівцем та калькулятором, цікаві розрахунки реальної вартості теплоносія можна зробити самому, знаючи ціну 1 кубометра газу за якою Київгаз продає Київенерго цей товар.

Для цього варто завітати на сайт http://golosa.info/node/1546.

Тож нині у нас як у давньому Вавилоні, де еталоном міри і ваги застосовувався порожнистий куб, а куби були різні і оплата виконаної роботи була умовною.

09.06.2010 р.

Вивчення вченими природних сил електромагнітної взаємодії дали поштовх до інтенсивного розвитку обертальних електричних машин

Як відомо, щоб досконало розібратися в закономірностях будь-якої галузі знань, необхідно знати історію її розвитку. Вивчення вченими-науковцями природних сил електромагнітної взаємодії, які вважались сучасникам абстрактними, надзвичайно повчальні і заслуговують особливої уваги та розуміння.

Отже, коротко... Людині електричні та магнітні властивості тіл були відомі досить давно. Першою науковою роботою про електрику був трактат "Про магніт, магнітні тіла і великий магніт - Землю", написаний відомим англійським вченим У. Гільбертом у 1600 р. У. Гільберт назвав "електричними" тіла, що здатні електризуватися і ввів термін "електрика". За визначенням У. Гілберта "електрика" - це сукупність явищ у яких існують і перебувають у русі і взаємодії заряджені частинки. Століттями термін "електрика" змінював своє визначення, але і зараз для сучасної людини навіть з вищою освітою, електрика не є повністю зрозумілою і вивченою, - особливо її вплив на живі організми, в тому числі її дії в лікувальних властивостях, та вплив на навколишнє середовище рослинного світу тощо.

О. Геріке в 1660 р. описав першу електричну машину тертя, яка складалась із виготовленої з сірки кулі, що при обертах натиралась долонями рук. На початку XVIII століття Ф. Гауксбі замінив кулю із сірки пустою скляною кулею.

У 1743 р. в машину було введено ковзний контакт, який знімав електричні заряди і машина стала постійно віддавати електричні заряди. У Києві така електрична машина вперше була установлена в 1783 році у кабінеті при бібліотеці Києво-Могилянської академії завдяки сприянню І. Я. Фальковського.

В кінці XVIII століття було створено ємнісну електричну машину, ротор якої було виконано у вигляді диску діаметром 2 м. Ця машина створювала іскру довжиною біля 2 м.

У XIX і XX століттях ємнісні машини тертя, або електрофорні машини продовжували розвиватися, але, як силові електромеханічні перетворювачі, використовувались лише індуктивні машини - а про ємнісні електричні машини майже забули.

Прийнято вважати, що історія електричних машин має свій початок відтоді, коли у 1821 р. М. Фарадей (1791-1867) створив електричний двигун, який складався із постійного магніту, навколо якого обертався провідник, закріплений зверху над магнітом, по якому протікав постійний струм живильної батареї гальванічних елементів. Ковзний контакт забезпечувався ртуттю, налитою в скляну чашу.

В двигуні М. Фарадея при постійному струмі у провіднику і постійному магнітному полі, створеному постійним магнітом, відбувалося перетворення електричної енергії в механічну.

Виключно плідною і важливою частиною роботи М. Фарадея стало уявлення про електричне поле.

М. Фарадей вперше вводить поняття про магнітні силові лінії. На першому етапі розвитку електротехніки, на конструкцію електричних машин, значно вплинули успіхи в створенні парових двигунів, в яких зворотно-поступальний рух поршня перетворювався в обертаючий рух валу. Алгоритм створення електродвигуна на принципі зворотно-поступального руху був перенесений в явища електромагнітної взаємодії безпідставно і виявився хибним шляхом, забрав багато часу, неймовірних зусиль у винахідників електричних двигунів і не дав позитивного результату.

В 1831 році американський фізик Д. Генрі запропонував двигун зворотно-поступального руху, в якому рухливий електромагніт притягувався до постійних магнітів і відштовхувався від них, з'єднував і роз'єднував контакти батареї гальванічних елементів. Двигун Д. Генрі здійснював 75 коливань на хвилину і мав потужність 0,04 Вт. Були й інші спроби створення електродвигунів зворотно-поступального руху, але майбутнє було за електричними машинами, в яких використовуються явища електромагнітної взаємодії і перетворюються в обертаючий руху ротора електричної машини взаємодією на нього електромагнітного обертаючого поля, створеним в обмотках статора машини.

В 1832 році брати Піксіс, на основі робіт М. Фарадея, створили генератор з обертаючими постійними електромагнітами. В нерухомих котушках з вітками ізольованих дротів, при обертанні постійних магнітів, з'являвся змінний струм. Це був один із перших генераторів змінного струму. Проте змінний струм в ті часи не знаходив використання, а для перетворення струму у постійний, використовувались механічні комутатори.

В 1834 році Санкт-Петербурзький академік Б.С. Якобі створив і описав електродвигун, який працював за рахунок наближення і відштовхування 4-х підковоподібних електромагнітів. Не будемо вдаватися у подробиці конструкції цього двигуна, а приведемо тільки приклад його використання.

В 1838 році Б.С. Якобі об'єднав 40 таких електродвигунів, які працювали на два вали боту (по 20 двигунів). Джерело живлення електродвигунів складалось з 320 гальванічних елементів. Бот, який разом з 12 пасажирами плавав по р. Неві декілька годин, при сильному вітрі і проти течії. Це було перше практичне використання електричних машин!

Тільки через 100 років електричні двигуни, як приводний механізм гвинта, стали використовувати на пароплавах, а двигуни, запропоновані Б.С. Якобі, не знайшли використання.

В 1838 році Е. Ленц експериментально показав можливість роботи машини постійного струму в режимі електродвигуна і режимі генератора.

В 1873 році Ф. Гефнер-Альтенек і В. Сименс створили генератор постійного струму з барабанним якорем, який мав всі основні елементи сучасного генератора постійного струму.

В Києві у 1890 р. споруджено електростанцію постійного струму в районі Національної опери і прокладено міську електромережу.

В кінці 80-х років XIX століття М. Тесла і Г. Феррарі, в результаті своїх досліджень, показали, що дві котушки з вітками ізольованого дроту, розміщених під прямим кутом одна до одної і підключені до джерел змінного синусоїдального струму, створюють вектор сумарної магнітної індукції в точці перетину вісі цих котушок, який отримує рівномірний обертаючий рух не змінюючись по абсолютній величині. Так, було відкрито, що за допомогою двох, або більше змінних синусоїдальних струмів, можливо отримувати постійно обертаюче магнітне поле.

В 1889 році видатний електротехнік М.Й. Доліво-Добровольський запропонував трифазну систему змінного синусоїдального струму і в цьому ж році створив перший трифазний генератор, асинхронний двигун, ротор якого обертається внаслідок взаємодії його з постійно обертаючим магнітним полем, створеного в трифазній електричній системі змінного струму, та трансформатор змінного струму. Геній М.Й. Доліво-Добровольського спочатку інтуїтивно довів те, що в трифазній системі змінного струму створюється економічно найефективніша передача електричної енергії на усякі відстані і подальше збільшення числа фаз являється недоцільним, так як воно приведе до значного збільшення витрат міді на провідники. Водночас в трифазній системі змінного струму створюється симетричне обертаюче електромагнітне поле, яке обертається пропорційно частоті змінного струму. Його геніальна ідея була підтверджена пізніше математичним шляхом та побудовою різних векторних діаграм. На цьому принципі електромагнітної взаємодії працюють всі електро-

двигуни змінного струму в різних галузях діяльності людства всього Світу.

У Києві у грудні 1898 р. почала діяти перша, на теренах Росії, електрична станція трифазного змінного струму загального користування на вул. Андріївській, 19.

Трифазна система змінного струму з початку 90-х років XIX ст. назавжди увійшла в енергетику. Розпочалося використання потужних природних сил електромагнітної взаємодії в промисловості, і в усіх сферах діяльності людства взагалі.

На черзі споконвічне торжество істини, мудрості, знання, застава прозріння інших форм і властивостей матерії...

Виникнення ідеї передавання електричної енергії на відстань

Історію передавання електричної енергії на відстань можна почати з 1873 р. Коли на виставці в м. Вена французький електротехнік Іпполіт Фонтен здійснив перше передавання потужності в 1 кінську силу (біля 0,7 кВт) по телеграфним дротам довжиною 4 км з використанням постійного струму. Відома наукова робота російського військового інженера штабс-капітана Ф.А. Піроцького, який в 1874 р. запропонував на перший погляд, відому і зрозумілу думку для сучасників "Механізм для передачі роботи на усяку відстань" має свою цікаву історію. А щоб до неї дійти відомому винахідникові Федору Аполлоновичу Піроцькому, потрібно було багато працювати над собою і бути спостережливою людиною. Винахідницька робота нашого земляка Піроцького Ф.А. дала людям бажані результати. Запропонувавши "Механізм для передачі роботи на усяку відстань", - це був не винахід лише для особистої мети, а універсальне вирішення проблеми для великої промисловості. Об'єктивною основою такого зв'язку є єдність теорії і практики, ідеальної та матеріальної діяльності конкретної людини-винахідника.

Піроцький Ф.А. народився 17 лютого 1845 року в сім'ї відставного військового лікаря в Лохвицькому повіті Полтавської губернії. У 1863 році він вступає до спеціальних класів Костянтинівського кадетського корпусу, потім - до Михайлівського артилерійського училища в Петербурзі. 1866 року, після закінчення училища, Федір Піроцький у чині поручика розпочав службу в Київській фортеці. Тут він товаришував із сапером-підпоручиком Павлом Яблочковим. Саме Яблочков, винахідник "свічки Яблочкова", пробудив у Піроцького інтерес до електротехніки. У 1869 році Федір Піроцький вступає до Михайлівської артилерійської академії. Викладачами в академії були професор Анкудович (математика), академік Ленц Е.Ж., професор Петрушевський В.Ф. (фізика), професор Вишнеградський І.А. (механіка). Після закінчення Михайлівської академії Ф.А.Піроцький служить у Головному артилерійському управлінні (ГАУ) у Петербурзі. Він мав доступ до матеріалів Головного артилерійського полігона на Волковому полі і достовірну інформацію про досліди із застосуванням електрики у військовій справі. У службових справах він часто виїздив у відрядження, або, як тоді говорили, "екскурсії", на військові заводи. Під час однієї з таких "екскурсій" у Фінляндії Піроцький побував на водоспаді річки Іматра. Водоспад викликав у винахідника захоплення і здивування. Буйство стихії він сприйняв як велике марнотратство енергії. У 1874 році він подає ГАУ доповідну записку "Механізм для передачі роботи на усяку відстань", у який пише: "У Росії пропонований механізм особливо може бути придатним, змусивши воду, що нині падає з високих скель біля озер Фінляндії, працювати на заводі, розташованому в будь-якому місці Росії, для цього завод той треба лише з'єднати дротом із водяним колесом (або турбіною), поставленим на озері". І далі: "Пропонований механізм дає можливість встановлювати парові машини в місцях, де пальний матеріал дешевий, наприклад, де добувається кам'яне вугілля, і роботу (тобто енергію) цих машин передавати у віддалені місця на ті фабрики і заводи, у місцях розташування яких паливо дороге". У ті часи така думка була новаторською, дані в наведеній записці Піроцького не мають аналогів ні в Росії, ні в інших країнах. Новаторську ідею Піроцького Ф.А. підтверджує і висновок професора Вишнеградського І.А.: "Вже давно відомі приклади, що служили для одержання струму через витрати механічної енергії, а також давно відомі і прилади для оберненого перетворення. Але для передачі руху між віддаленими місцевостями, - це подвійне перетворення дотепер не вживалося". Думка про передачу роботи (енергії) "на усякі відстані" залишалася у Піроцького Ф.А. на все життя. Слід зазначити, що в той час електротехніка ще не використовувала змінний струм, який легко трансформується і передається на велику відстань. Ще потрібно було винайти засоби, методи і технології такої передачі. Розвиваючи ідею передачі електроенергії, винахідник зупинився тільки на одному її варіанті - на методі збільшення площі перетину провідника. Він вважав, що при значному збільшенні площі перетину провідника можна буде передавати електроенергію на будь-які відстані.

Нащадки у великому боргу перед Федором Піроцьким. В Україні, на його батьківщині,

немає жодної пам'ятної дошки, жодного пам'ятника, не написана навіть його повна біографія. У Києві, де почалася служба Федора Піроцького, цілком достатньо місця, щоб відкрити меморіальну дошку нашому землякові і відомому винахіднікові, що розробив теорію про передачу роботи (енергії) "на усякі відстані", створив і випробував електричний трамвай.

Енергетики м.Києва у Музеї енергетики

відвели належне місце цій Великій людині Українського народу. В 1875 році Піроцький Ф.А. запропонував використовувати залізничні колії, як електропровідники, переріз яких в 600 разів перевищував переріз телеграфного провідника. У 1880 р. професор фізики Петербургського лісного інституту А. Лачинов (1845-1902) математично довів: для того, щоб зберегти ККД передачі, при збільшені опору в n разів, необхідно в √n разів підняти напругу на генераторі. Подібно до такого висновку дійшов, через рік, французький інженер Марсель Депре (1843-1918). М. Депре один із перших систематично почав вирішувати проблему передавання енергії на відстань. У 1881 р. в Парижі на виставці продемонстрував передавання електроенергії від однієї динамо-машини. У 1882 р. На Мюнхенській виставці М. Депре передав електричну енергію від гідротурбіни, яка обертала динамо-машину, на відстань 57 км. У 1886 р. Іполіт Фонтен вдосконалив установку М.Депре. Він з`єднав послідовно 4 динамо-машини, отримав потужне джерело постійного струму напругою 6 кВ. Швейцарський інженер Рене Тюрі запропонував електроенергію передавати постійним струмом при послідовному включені в лінію джерел і споживачів енергії. Найбільша лінія постійного струму по системі Р. Тюрі була збудована в Швейцарії у 1892 р. на відстань180 км. Напруга на полюсах лінії була 57 кВ, по який була передана потужність 5 МВт з ККД 25%.

Київські енергетики не використовували передавання електричної енергії постійного струму, до споживачів, по системі Р. Тюрі, а перейшли на трифазний змінний струм, побудувавши на вул. Андріївській, 19 електростанцію трифазного змінного струму загального користування, - першу на теренах колишньої Російської імперії.

Від коваля до "Електрогефеста"

Зварювальні технології беруть початок з періоду кам'яного віку. Каменем із самородків золота, срібла, міді кували пластинки, гострі леза, шкребки. Таким технологічним прийомом з'єднували декілька деталей з металу. А це вже був один з видів зварювання металів в холодному стані. Спосіб холодного зварювання удосконалюється і знаходить ефективне застосування у наш час для з`єднання мідних і алюмінієвих провідників, оболонок електричних кабелів, кабелів зв'язку і т.п. А в ті далекі часи цей спосіб найчастіше застосовувався для роботи із золотом - металом, що має хорошу пластичність і має тонку окисну плівку. Ударами по складених разом самородках золота вдавалося отримати їх міцне з`єднання.

Підігрів металу до пластичного стану, який здогадалися робити набагато пізніше, полегшував з`єднання куванням. Тому він називається ковальським зварюванням.

Металографічні дослідження виробів трипільських племен, що жили на території Південно-Західної України і Бессарабії в IV-III тис. до н.е., показали, що при виготовленні шила, долота, амулетів та нашивних брошок застосовували ковальське зварювання міді. При виготовлені мідних бус кінці зігнутої на круглій оправці штаби з'єднували внахлест і зварювали ковальським способом. Застосування ковальського зварювання в епоху енеоліту у трипільських племен було тому, що місцеві майстри ще не знали техніки плавлення і відливання металів.

В епоху енеоліту бронза стала основним матеріалом для виготовлення найбільш відповідальних знарядь праці та зброї. Знайдені вироби з бронзи свідчать, що в V - III тис. до н.е. виготовлялося декілька сортів бронзи, які відрізнялися за складом на десяту частку відсотка. Відомо, що існували технології, за якими доводили міцність інструментів із бронзи до міцності сучасних стальних інструментів,

технології, в яких використовувався електричний струм, сплави алюмінію. А як відомо, алюміній у чистому вигляді можна отримати тільки електролізом.

Як трактувати речі побуту, з недосяжною точністю обробки поверхні, хімічного складу, та зображення непрочитаних до цього часу написів на плитах, яким близько 12 тисяч років, що знаходяться в історико-археологічному музеї-заповіднику "Кам'яна могила" у Мелітополі Запорізької області?

Ця проблема, так само як й інші, які відносяться до епохи енеоліту та вивчення попередніх високотехнологічних суспільств, їх світоглядів, чекають на свого дослідника.

На початку залізного віку коваді робили зброю і предмети із заліза. В ті ж віддалені часи вироблялись навички зварювати окремі частини заліза для з`єднання деталей і при ремонті зламаних залізних засобів праці та зброї шляхом нагрівання і наступним проковуванням.

Ремесло ковалів було в пошані в усіх народів світу. Така уява людей була викликана тим, що коваль міг змінити форму самого міцного матеріалу в природі та володів секретами його обробки.

Знайдена на місцях зруйнованих римських фортець та піднята із затоплених кораблів, велика кількість залізних мечів зберігається у різних музеях світу. Дивовижні за своєю конструкцією особливо мечі, виготовлені в I - III ст. Клинки мечів неоднорідні за своєю товщиною вони зроблені із великої кількості тонких стрічок. Майстри своєї справи добре розуміли властивості сталі та знали, що кожна стрічка має певні властивості. Така робота потребувала оволодіння зі сторони коваля всіма тонкощами зварювання, великого досвіду та інтуіції.

Набагато більше значення для розвитку техніки оброблення чорних металів мало зварювання заліза з різним вмістом вуглецю з метою покращення якості леза ріжучої зброї. У всіх цих випадках зварювання виконане на високому рівні, так як зварні шви можна побачити тільки на мікрошліфах. При такому способі зварювання для кращого з`єднання кінці однієї з'єднувальної деталі робили з фігурним вирізом у вигляді "ластівчиного хвоста".

Уроблені та доведені до досконалості способи з`єднання металу, цегли, каменів і дерев`яних деталей при будівництві житла, фортець. Людство користується до цього часу деякими технологічними прийомами і матеріалами, що застосовувалися у давнину. А деякі способи з`єднання ґрунтовно змінились або взагалі зникли з ужитку.

Цікаво, що саме Україні належить винахідник кінця дев'ятнадцятого століття, який відкрив для людства новий спосіб зварювання металів. У травні 1881 р. Микола Миколайович Бенардос, перебуваючи в Парижі, у лабораторії російського фізика Миколи Івановича Кабата, вперше здійснив дугове зварювання металу, спочатку свинцю, а потім заліза.

В глушині Херсонської губернії в Бенардосівці 8 липня 1842 р. народився Микола Миколайович Бенардос, якому судилося прославити рід Бенардосів. Інтерес його до обробки металів передався від прадіда по матері - знаменитого коваля Микити Демидова. Свій спосіб зварювання він назвав "електрогефестом" на честь старогрецького бога коваля Гефеста.

І в наші часи технічне обслуговування, ремонт, технічне переозброєння, реконструкція та розвиток всього енергокомплексу України по забезпеченню надійного і безперебійного енергопостачання для споживачів були б неможливими без відповідальної професії електрозварювальника.

12.05.2010 р.

Віденське світло

Відомо, що в 1482 році Леонардо да Вінчі (1452-1529) запропонував для підсилення тяги повітря бляшану трубу, яка згодом була замінена на скляну, над гнотом масляних та жирових ламп. Це вдосконалення давало більш яскраве освітлення...

Освітлювальні пристрої в оселях та на вулицях м. Києва згадуються ще з кінця XVIII століття. Джерелом світла у перших ліхтарях були смолоскипи, великі свічки, масляні, олійні та жирові гноти, пізніше, гасові та газові лампи. Гасові лампи з`явилися в 1853 році в найбільшій у Галичині аптеці "Під золотою зіркою" у м. Львові. Юрба львів'ян, що зібралася березневого вечора 1853 року в аптеці, затамувавши подих, з цікавістю і захопленням спостерігала за тим, як до циліндричної посудини, спорудженої зі слюди і жерсті, що стояла у вітрині підійшов аптекарський пра-

цівник. Посудина була заповнена прозорою жовтуватою рідиною, у яку був опущений досить товстий гніт, скручений із клоччя. Працівник нахилився над посудиною, чиркнув сірником, і через секунду гніт не баченого досі світильника спалахнув яскравим, рівним полум'ям і освітив не тільки всю вітрину аптеки, але й вихопив із сутінків, що опускалися, значну частину самого приміщення.

Так вперше у світі спалахнуло світло гасової лампи. Лампи, якій призначено було незабаром підкорити увесь світ, здійснивши революцію в справі освітлення людського житла, витиснувши відтіля майже всі джерела світла, що використовувалися до того часу. Позиції основного джерела світла гасова лампа міцно утримувала аж до появи електричної лампочки. І навіть після появи останньої та випуску в 2010 році енергозберігаючих світильників на СД-модулях (світло-діодах), налагодженого на Івано-Франківському державному підприємстві виробничого об'єднання "Карпати", які споживають енергії на 80 відсотків менше, ніж тра-диційні лампи розжарювання, а служать у 20-25 разів довше. І цінова політика, для завжди бідної комунальної сфери, яка є основним споживачем цієї продукції, вносить свою лепту в програму реформування житлово-комунального господарства та розв'язання проблеми зменшення споживання енергоресурсів у ЖКГ, не переконала остаточно відмовитись від гасової лампи, яка залишається нашим вірним слугою і донині.

А почалося все задовго до березневого вечора 1853 р. з багато інших подій, на перший погляд ніяк не пов'язаних з народженням лампи. Переплітаючись між собою незбагненим чином, вони всі разом і привели зрештою до появи того, що пізніше у всьому світі стали називати "віденським світлом".

Нафта в Прикарпатті була відома ще з XIII століття. З давніх-давен на поверхню землі в районі нинішнього Борислава просочувалася густа, маслянисто - чорна в'язка рідина зі своєрідним запахом. Придатною була "бісова юшка" і для обігріву гуцульських хат замість дров, горіла добре і пекуче.

Серед тих аптекарів, які займалися дослідженнями бориславської нафти в середині XIX століття у Львові особливою наполегливістю і завзятістю відрізнялися двоє: ополячений вірменин - львів'янин Ігнатій Лукасевич (Лукасян) (пол. Ignacy Lukasiewicz, 08.03.1822 -07.01.1882) - польський фармацевт, хімік-технолог, бізнесмен, винахідник гасової лампи (1853), і, насамперед, батько нафтової промисловості, який винайшов метод отримання гасу шляхом дистилювання сирої нафти, пробурив першу нафтову свердловину (1854) та збудував перший нафтопереробний завод у

Польщі (1856). Був лідером спільноти та одним з найвідоміших філантропів в Галичині. Сприяв створенню садів, будівництву доріг і мостів, шкіл, лікарень, боровся з бідністю та алкоголізмом у регіоні. Його колега - чех Ян Зег приїхав сюди із Самбора. За примхою долі наприкінці 1840-х років обидва вони зустрілися в аптеці "Під золотою зіркою", що належала також чеху, вихідцеві з Моравії, Петеру Мікулашу (Петрові Міколашу) (1805-1873рр.). Хто знає, якби не зустрілися ці чоловіки в аптеці Міколаша, можливо, довго чекали б цього винаходу. До кінця 1852 року ці троє дослідників, після тисяч експериментів із ропою вчені Зег і Лукасевич розробили методику дистиляції та очистки нафти, виділивши шляхом дистилювання продукт, що був визнаний цілком ідентичним так званій "білій кам`яній олії"(Oleum Petrae Album). Нарешті в березні 1853 року друзям вдалося виділити летку і горючу фракцію з досліджуваних, напівфабрикатів, яку вони назвали "камфіна". Це й був той продукт, який ми сьогодні всі знаємо як гас. Заради справедливості слід відзначити, що Зег і Лукасевич були не першими, хто намагався застосувати очищені продукти нафти для потреб освітлення. Та лампи, що заправлялися такою рідиною, дуже часто ви-

бухали і призводили до лиха. За кресленнями, зробленими Зехом, львівський бляхар Адам Братковський виготовив з товстої міцної жерсті і слюди дослідний зразок нової лампи. Речовина, якою вона заправлялася, у дії проявила себе чудово: давала рівне, сильне і чисте світло, горіла майже без кіптяви. Але, незважаючи на явні й очевидні переваги нового світильника перед усіма попередніми, розважливі й ощадливі львів`яни від захоплення ойкали, а ось придбати новинку не поспішали. А вже 31 липня того ж року, коли потрібно було вночі в шпиталі зробити термінову хірургічну операцію пацієнтові Владиславу Холєцкому, при світлі нових ламп, блокада недовіри стосовно нового винаходу була прорвана, і з кожним днем бажаючих придбати гасницю ставало усе більше й більше.

Кажуть, мистецтво вимагає жертв. На жаль, і винаходи - теж. За свої успіхи на шляху прогресу людству доводиться платити данину власними життями. Нестала винятком і гасова лампа. Того страшного вечора 12 лютого 1858 року дружина Зега, 21-річна Дорота Облочинська і її молодша 17-річна сестра Терміна, лягаючи спати, не загасили на ніч лампу, що стояла на столі. Конструкція тих перших ламп була настільки надійною, що для того, щоб трапилося лихо, потрібно було лампу навмисно перекинути. Ми зараз уже так і не дізнаємося, що ж відбулося насправді: чи то провиною всьому стало маленьке дурне кошеня, що стрибнуло на стіл і необережно скинуло лампу, чи то рвонув у ній недостатньо добре очищений гас... Так чи інакше, але спалахнула пожежа, яка не тільки забрала життя обох сестер, але спопелила вщент будинок. Після цієї страшної трагедії попит на гас, і на самі лампи в країні різко впав. Для Зега не тільки сама згадка про ці дві речі стала нестерпною, але навіть й саме подальше перебування у Львові було неможливим. Він назавжди виїхав з міста і ніколи більше не повертався до справ, пов'язаних зі своїми винаходами. Він осів у Бориславі, де згодом відкрив аптеку, а в 1876 році одружився з третьою із сестер Облочинських - Марією. Коли й у якому віці він помер точно невідомо.

Ігнатій Лукасевич був нагороджений орденом Залізної Корони і папським орденом св. Григорія, золотою медаллю 25-ліття нафтового промислу, почесним громадянством Кросна та Ясна. У Львові на вул. Вірменській, 18 (біля ресторації-музею "Гасова лямпа") стоїть пам'ятник винахідникам гасової лампи Ігнатію Лукасевичу та Яну Зегу роботи скульптора Володимира Цісарика. Справу якісного освітлення осель, промислових приміщень, вулиць міст, сіл завжди продовжували інші винахідники, які долали дуже великі труднощі для того, щоб їх винаходи були втілені в життя.

1844 р. Жан Бернар Леон Фуко (1819-1868)

створив першу дугову лампу з регулюванням вугільних електродів.

1845 р. Вперше електрична дуга використана в Парижі в опері для імітації сходу сонця. Успіх був шалений.

1872 р. Олександр Миколайович Лодигін (1847-1923) створив електричну лампу розжарювання.

15 квітня 1876 року в Лондоні, на виставці фізичних приладів винахідник Павло Миколайович Яблочков здійснив публічну демонстрацію свого винаходу електричної свічі з нерегульованими вугільними електродами. Наступала нова ера електричного світла!

1879 р. Томас Альва Едісон (1847-1931) створив лампу розжарювання з вугільною ниткою, з гвинтовим цоколем і патроном для промислового виготовлення.

1882 р. Томас Альва Едісон (1847-1931) збудував в Нью-Йорку першу електростанцію постійного струму загального користування за своїм проектом потужністю 540 кВт, яка використовувалась для освітлення помешкань споживачів на території 2,6 км2. Розробив кабельну і освітлювальну арматуру та захист освітлювального електрообладнання від перевантаження струмом.

1878 р. Відомий інженер О.П. Бородін у приміщенні залізничних майстерень, розташованих поблизу залізничного вокзалу, на території теперішнього Київського вагоноремонтного заводу, вперше встановив чотири електричні дугові ліхтарі, основними компонентами кожного з яких були два вугільні стержні (електроди) і прошарок ізоляційного матеріалу (пластинка каоліну), розміщеного між стержнями. Живлення кожного ліхтаря здійснювалося від окремої динамо-машини.

1890 р. У Києві в районі Національної опери почала діяти перша міська електростанція постійного струму, потужністю 150 к.с. (110,3 кВт). Вона освітлювала театр та через електрокабель живила 14 ліхтарів на Хрещатику. (театр згорів 1895 року).

Ера електричного світла продовжує свій переможний крок у в співдружності з гасовою лампою!

***

Відновлювальна енергетика України: історія розвитку, сучасний стан та перспективи

Людство не може існувати без енергії. Уся історія людства - це тернистий шлях пізнання законів природи і опанування доступними різними видами енергії з використанням енергетичних ресурсів Землі. Багато мільярдів років на Землі відбувалися процеси накопичення і перетворення різних видів енергії: гідро- і геотермальної, приливної, теплової (сонячної), ядерної. Поклади вугілля, торфу, сланцю, нафти, природного газу - також запаси енергії.

З появою людини, період у 3 мільйони років поспіль характеризується використанням біоенергії - мускульної людей, тварин, а також теплової від спалювання органічного палива. Через деякий час була опанована енергія падаючої води, каміння, пружності гілок дерева, швидкості вітру, приливів і відпливів в морях і океанах. Для виробничих процесів значна частина цих видів енергії перетворювалася в механічну. З XIX ст. людство почало використовувати електричну енергію. Енергетичні витрати людства весь час зростають.

Необхідність використання енергії відновлювальних джерел, надалі (ВДЕ) в економіці розвинених країн зумовлюється не лише обмеженими запасами викопних палив, але й вимогами щодо зменшення викидів в атмосферу парникових газів, перш за все, діоксиду вуглецю.

Протягом XIX століття в Україні періодично виконувалися певні розробки джерел енергії альтернативних традиційним, головним чином у напрямку використання відновлюваних природних джерел і відходів. Серед них найбільше розповсюдження отримали методи з переробки деревини на паливний газ, у складі якого є чадний газ, водень та ін. Ще в XIX ст. в металургійній промисловості, а пізніше у хімічній та для енергетичних потреб використовувалися газогенератори. Від 30-х до кінця 40-х років минулого століття газогенератори достатньо широко використовувалися в автомобільному транспорті. У 90-х роках газогенератори знову почали вважати перспективними джерелами енергії.

Найважливішим для України у сучасний період є розвиток вітроенергетики. Адже Україна має великі площі з потужним вітропотенціалом. Відповідний парк вітрових електростанцій надалі (ВЕС) спроможний генерувати електроенергії не менше 5 трильйонів кВтг на рік. Це у 20-30 разів більше потужності Об'єднаної енергетичної системи України. Першу вітроелектричну станцію потужністю 100 кВт було збудовано 1931 р. поблизу Севастополя. В 30-х роках в УкрНДІ промисловості

лової енергетики, під час гігантоманії і необмеженої влади над пролетаріатом зі сторони однопартійності в колишньому СРСР, під керівництвом Ю.В. Кондратюка (О.Г. Шаргея) був створений проект найпотужнішої у світі (12000 кВт) Кримської ВЕС та розпочато її будівництво на горі Ай Петрі в Криму. Проект Ю.В.Кондратюка був прийнятий, а всі інші не змогли конкурувати з його пропозицією. Шефство над будівництвом вів Серго Орджонікідзе, який відповідав у ті часи за всю важку промисловість. Коли Орджонікідзе не стало (застрелився у 1937 р.), почалися репресії, Ю.В. Кондратюка біда минула, але будівництво вітрової станції назавжди зупинили. Подібної ВЕС потужністю 12 МВт ще немає у світі і сьогодні (правда в Німеччині є ВЕС потужністю 10 МВт).

Наприкінці 40-х років коли багато сільських районів УРСР ще не було електрифіковано, невеликі вітроелектростанції використовувалися на машинно-тракторних станціях. Було також налагоджено виробництво вітроелектростанцій "Циклон", які забезпечували електроенергією для виробничих потреб колгоспів. Але, оскільки в Україні була здійснена повна централізована електрифікація, вітроелектроагрегати не знайшли широкого використання.

Електрична енергія гідроелектростанцій відноситься до відновлювальних джерел енергії. На території України, яка входила до складу колишнього СРСР, здійснювалася широка програма будівництва потужних гідроелектростанцій на Дніпрі. У жовтні 1955 р. дала струм Каховська ГЕС потужністю 312 МВт. Протягом 1960-х - 1970-х років завершилося будівництво дніпровського каскаду гідроелектростанцій. Разом з Київською ГЕС під Києвом у Вишгороді було збудовано першу в країні гідроакумулюючу електростанцію. Гідроенергетика в Україні має гарантований відновлювальний енергоресурс та найменшу собівартість виробництва електроенергії серед традиційних видів її виробництва. У загальному балансі джерел енергії гідроенергетика складає 12% (2700 млрд кВтг). Можливості гідроенергетики майже вичерпані, підвищити її ефективність можна не набагато.

Але є і негативний наслідок такого будівництва каскаду гідроелектростанцій на Дніпрі: зникли районні й місцеві запруди на яких випасалося мільйони поголів'я свійських та диких тварин, зникли гідроелектростанції і млини на малих річках. Яка ж доля після Чорнобильських подій 1986 року чекає на Київське море та ГЕС побудованих на річці Дніпро? За даними вчених, за ці роки у Київському морі накопичилося понад 500 млн. тонн високорадіоактивних нашарувань мулу. Щороку на нього доводиться твердого стоку, в середньому, 20 млн.м3. Неважко підрахувати, через скільки років воно на 50% наповниться твердим стоком і Київська ГЕС вийде з ладу. Слідом за нею така ж доля чекає і Канівську ГЕС, у водосховище якої Десна несе 8 млн3 твердого стоку за рік, а після виходу з ладу Київської ГЕС додається ще й твердий стік Дніпра...

Надзвичайні аномальні температурні зміни в навколишньому середовищі України в 2010 р., в зимній і літній періоди у річці Дніпро визивали екологічну катастрофу, пов'язану з задухою сотень тонн рибних запасів України, є ще раз переконливим свідченням того, до чого приводить гігантоманія та безвідповідальність посадових осіб. У XXI-XXII ст. наших нащадків чекають справи з ліквідації цих ГЕС і водосховищ.

В нашій країні, станом на кінець 2008 року використовується близько 10% потенціалу малої гідроенергетики - в експлуатації знаходиться 78 малих ГЕС потужністю близько 110 МВт, що виробляють щорічно 300-390 млн. кВтг електроенергії залежно від водності сезону.

Загальні першочергові завдання розвитку малої гідроенергетики України визначено на основі конкретних напрацювань і на кінець 2030 року оцінюються на рівні 1250 МВт потужності з річним обсягом виробництва електроенергії 3,75-4,2 млрд. кВтг/рік, що дозволить отримати економію органічного палива в обсягах, еквівалентних 1,5 млн. т у.п./рік. За умови кредитів в економічній системі Кіотського Протоколу, мала гідроенергетика в Україні може розвиватися практично без вкладання державних коштів за рахунок внутрішніх і зовнішніх інвестицій.

З 1980-х років розробкою і виробництвом ВЕС почали опановувати спеціалісти найбільш наукоємної галузі - ракетобудування в конструкторському бюро "Південне" і виробничому об`єднанні "Південний машинобудівний завод". У 1996 р. була розроблена комплексна програма будівництва ВЕС. На початку XXI століття в Криму і Донецької області вже діяло шість промислових ВЕС загальною потужністю понад 80 МВт, по всій території України змонтовано багато промислових і побутових ВЕС невеликої потужності (серед них є і ліцензійні ВЕУ USW-56-100 (107,5 кВт). Крім того, на українських ВЕС встановлені ВЕУ АВЕ-250 С (200 кВт), ВЕУ-220 (220 кВт), ВЕУ-500 (500 кВт), ЕСО-0420 (420 кВт).

В Україні розроблено програму державної підтримки розвитку нетрадиційних, відновлювальних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики, яка схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 31.01.1997 р.

Україна за рівнем освоєння енергії вітру знаходиться на 21 місці серед країн Європи і на 30 серед країн світу. Встановлена потужність ВЕС на кінець 2007 року складала 87 МВт, з початку експлуатації українських ВЕС було вироблено та передано в електромережі близько 270 млн. кВт електроенергії.

Практично невичерпним джерелом енергії є сонячна радіація, і удосконалення фото енергетичної системи надалі продовжуються, зокрема в Інституті транспортних систем і технологій НАН України (С.В. Плаксін, Ю.В. Шкіль та ін.).

Потенціал сонячної енергії в Україні є дос-

татньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично на усій території. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м2 поверхні, на території України знаходиться в межах: від 1070 кВтг/м2 в північній частині України до 1400 кВтг/м2 і вище на півдні України.

В галузі фото енергетики Україна має великі можливості для організації виробництва фото батарей, оскільки в колишньому СРСР заводи із виробництва напівпровідникового кремнію були зосереджені саме в Україні. Щорічно в Україні виробляється фотоелектричних елементів загальною потужністю близько 150 МВт, що практично повністю ідуть на експорт - щорічно обсяги впровадження в Україні становлять лише близько 100 кВт.

Сонячне теплопостачання в Україні має достатній досвід використання (впроваджено близько 45 тис. м2 сонячних колекторів) і розвинену нормативну базу для проектування,

а технологічний потенціал промисловості дозволяє вирішити завдання масового виробництва геліотехнічного обладнання. В даний час вартість сонячних колекторів, що відповідають світовому технічному рівню, складає 200-400 дол. США за 1 м2.

В Україні потенційні геотермальні ресурси становлять 27,3 млн.м3/добу теплоенергетичних вод, а їх теплоенергетичний потенціал з урахуванням особливостей термальних вод, як теплоносія - 64 млн. Гкал/рік. Залучення до паливно-енергетичного комплексу України розвіданих родовищ геотермальних вод і, в першу чергу, існуючих на цих родовищах свердловин, надасть можливість створити геотермальні теплогенеруючі установки сумарною тепловою потужністю 200 МВт (з них 140 МВт на основі існуючих свердловин). До 2030 року цілком реально створення енергогенеруючих геотермальних установок сумарною тепловою потужністю 2160 МВт, електричною - 400 МВт.

До перспективних джерел енергії відносять і приливні електростанції, що перетворюють енергію морських та океанських приливів на електричну. Перша в світі така електростанція почала працювати в 1966 р. у Франції. В 1988 р. в бухті Великий Утриш на Чорному морі було випробувано дослідну установку, що розвинула потужність до 5 кВт. Але в Україні промислові приливні електростанції в XX ст. не будувались.

Багато експертів вважають, що перспективним з екологічної точки зору є виробництво і застосування спиртів, біодизельного пального, метану та іншого палива з рослинної сировини, як замінник традиційного органічного палива. Загальні річні обсяги відновлення ресурсів біомаси в Україні складають 115 млн.т. Крім того має використовуватися енергія надлишкового тиску природного газу, шахтного метану, теплова енергія стічних і ґрунтових вод, енергія сланців.

В цілому ж на кінець століття в усіх країнах відновлювальними джерелами енергії покривали до 6% потреб людства на енергію.

03.09.2010

Відновлювальні джерела у паливному балансі України: проблеми та перпективи впровадження

Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів розробило "Державну цільову економічну програму енергоефективності на 2010-2015 роки". Про те, яка мета, що очікують від її реалізації, що вже зроблено на виконання програми та з якими проблемами може зіткнутися агентство?

Серед головних завдань - створення умов для наближення енергомісткості валового внутрішнього продукту України до рівня розвинутих країн і стандартів ЄС, а також підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і посилення конкурентоспроможності національної економіки.

Поставлена мета скоротити рівень енергомісткості ВВП упродовж дії програми на 20% по-рівняно з 2008 р. - щорічно на 3,3%.

Передбачається оптимізація структури енергетичного балансу країни завдяки скороченню в ньому частки імпортованих викопних органічних видів енергоресурсів та заміщення їх іншими видами, зокрема вторинними та отриманими з альтернативних джерел енергії.

Що можна очікувати від реалізації програми?

Наведемо лише дві красномовні цифри. Це зменшення на 15-20% шкідливих викидів у навколишнє природне середовище та на 50% втрат теплової енергії в житлових будинках і будівлях бюджетних установ за рахунок проведення їх модернізації, де економічно доцільно, та утеплення.

На яких джерелах відновлюваної енергії потрібно зробити акцент?

Інвесторів нині цікавить вітроенергетика, а також сонячна енергетика, адже за останні кілька років собівартість виробництва електроенергії на сонячних станціях зменшилася втричі. В деяких країнах ціна виробництва електроенергії з сонячного випромінювання з урахуванням первинних витрат наближається до ціни енергії, видобутої з традиційних джерел.

У розвиток обладнання для видобутку енергії з відновлювальних джерел сьогодні спрямовуються великі кошти. Наприклад, цього року США виділили майже 2 млрд. на розвиток сонячної енергетики з федерального бюджету. Щодо України, то нинішнього року передбачено спрямувати 250 млн грн на реконструкцію електромереж для прийому енергії з малих джерел, а, отже, до надходжень інвестицій у сонячну та вітрову енергетику в тих місцях, де є найбільший потенціал.

У зв'язку з прийняттям закону, що стосується "зеленого тарифу", доцільно очікувати найбільше інвестицій саме в цю галузь. Знаючи можливості енергосистеми України, та опрацювання публікацій фахівців Мінпалив-

енерго, стосовно цієї важливої проблеми, ми можемо бути не готові до прийняття інвестицій у галузь.

Чому? Тому що нашу енергосистему будували з розрахунку на потужні одиничні джерела енергії - великі електростанції. Ця система була зав'язана на великих споживачів і не розрахована приймати електроенергію від малих джерел, якими є електростанції, що працюють на відновлюваних джерелах. Тому потрібно прийняти рішення сконцентрувати цю роботу в тих місцях, де працюють інвестори.

Часто складається така ситуація, що перепоною для будівництва об'єктів відновлюваної енергетики стають питання землекористування. Наскільки проблема суттєва?

Не думаю, що хтось з реальних інвесторів міг отримати відмову. Але йдеться не про відмову. Сама процедура землевідведення наразі досить складна...

На управлінські перешкоди в суспільстві ще мало хто звертає увагу, а ті управлінські структури, яким належить по законодавству вирішувати цю болючу проблему, думають ніби тут все нормально. Але вони є у фінансовій, соціальній, виробничій, адміністративній, юридичній і ринкових сферах діяльності й можуть бути повністю скасовані, або знівельовані лише при відповідних законодавчих діях для вдосконалення управління.

Звичайно, недоліки існують, але вони можуть бути усунуті. Сподіваємость, прийняття Верховною Радою закона, згідно з яким інвестування в енергетику дає змогу знизити ставки оренди землі на 70 %. Це один із шляхів надання преференцій інвесторам, щоб послабити гостроту проблем, пов'язаних із земельними питаннями.

Нині відновлювальні джерела енергії складають менше 1% у загальному енергобалансі країни. Згідно з Державною цільовою економічною програмою з енергоефективності, у 2015 році планується довести цей показник до 5%. Чи реальні такі плани?

Разом з роботою над програмою енергоефективності ми досліджували і нашу Енергетичну стратегію до 2030 р. і дійшли висновку, що в ній приділено надто мало уваги відновлюваним джерелам енергії. Згідно з нею передбачалося отримувати з відновлюваних джерел лише 2% електроенергії, тоді як вимоги Євросоюзу становлять від 20 до 50%.

Вітчизняний потенціал відновлюваних джерел енергії, визначений природними умовами, вдвічі перевищує нашу потребу в електроенергії. До того ж, світові тенденції розвитку технологій дають змогу говорити про те, що до 2030 р. витрати на виробництво енергії з відновлюваних джерел будуть значно нижчими, ніж на виробництво з традиційних енергоносіїв. Тобто, якщо ми тепер вкладемо гроші, аби зробити преференції для інвесторів, то до 2030 р. отримаємо дешеві джерела енергії. Але першочергове завдання державної політики у сфері енергетики - знизити енергоємність ВВП.

Якщо узагальнити, то, на наш погляд, головне завдання - розвиток енергоефективності, можна розділити на два рівні. Перший - це макрорівень, тобто те, що можна зробити на рівні держави. Другий - це те, що можна зробити на рівні промисловості, підприємств, ЖКГ, побутового сектору. Якщо хочемо розвивати відновлювані джерела енергії, то це передусім завдання держави щодо перебудови енергосистеми і переведення її у стан здатності приймати енергію з відновлюваних джерел.

Потрібна спеціальна структура енергомережі та генеруючих потужностей. Нині наші генеруючі потужності мають здатність "покривати" піки енергоспоживання для того, щоб воно було збалансованим. Електроенергія - це єдиний товар, який має вироблятися в обсязі, в якому він споживається на даний момент. Якщо в існуючу мережу буде включено, наприклад, 10% енергії відновлюваних джерел, що працюють нестабільно (тобто залежно від наявності вітру та сонця), то не завжди буде можливість нормально збалансовувати енергосистему. Потрібні певні заходи, аби мати таку можливість, щоб інвестори були впевнені: їхня електроенергія не пропаде і буде куплена. Образно кажучи, у теперішній ситуації буде товар, але його неможливо продати. Якщо на державному рівні не розв'язати цю проблему, то не знизиться споживання традиційних енергоресурсів і не буде виконано завдання щодо підвищення енергоефективності.

Співпраця з багатьма зарубіжними установами в сфері енергоефективності може дати хороший результат. Хто працює наполегливо той інвестує, будує, отримує прибутки... Нам достатньо бути відкритими й готовими забезпечити надійне підгрунтя для інвестицій.

А вихід на підписання угоди з ЄС у частині допомоги з питань енергозбереження в Україні - цього року в бюджеті закладені кошти на допомогу від Євросоюзу в розмірі 310 млн. грн., які вже включені до Програми енергоефективності. Ті цілі та завдання, які перебувають на стадії вирішення, повністю підтримуються Євросоюзом. Це свідчить, що програма з енергоефективності - актуальний та своєчасний документ.

Головна проблема енергоефективності за минулі роки - відсутність фінансування. Цього року держава виділила на енергозбереження рекордну кількість коштів. Якою мірою це дасть змогу впоратися з покладеними на

НАЕР завданнями? Покаже час.

У 2010 р. на енергоефективність виділено 910 млн грн. Півмільярда гривень - то гроші спецфонду, 100 млн. - виручені від продажу квот на викиди парникових газів і 310 млн. грн., гроші допомоги ЄС. Але бюджет не може розв'язати всі проблеми та завдання тільки за рахунок державних коштів, тому потрібно подати сигнал інвесторам: сьогодні можна і потрібно інвестувати в енергоефективність. Програма та кошти держбюджету і є таким прямим сигналом для інвесторів. Коли вони бачать, що держава витрачається на енергоефективність, то розу-міють, що в них з державою однакові цілі та завдання, і це знижує ризики вкладання коштів. За весь термін дії програми буде залучено 285 млрд. грн. інвестицій. Якщо ці плани та пропозиції, на які потрібно звернути особливу увагу, будуть реалізовані то й буде результат.

P.S. Etar. Поки в Україні на цю тему продовжується "велика балаканина", за кордоном фахівці роблять великі справи. Так, італійські дизайнери Франческо Коларосси, Джованна Сарацино та Луїза Сарацино розробили вражаючу структуру, під назвою "SolarWind". Ще більш вражає те, що цей проект може стати реальністю.

Структура є мостом з великими вітровими турбінами, встановленими під ним між його колонами. Міст пройде через долину з великим відкритим простором і вітрові турбіни працюватимуть на великій висоті, де швидкість вітру вища, таким чином істотно зросте ефективність вироблення електроенергії.

Крім того, "SolarWind" буде в змозі використовувати сонячну енергію, оскільки вся його дорога буде покрита густою мережею сонячних батарей. Останні будуть покриті прозорим і високостійким пластиком.

Оскільки міст буде знаходиться на жвавому маршруті, дизайнери також запропонували Сонячний парк на мосту, де люди зможуть насолоджуватися панорамою місцевості, повідомляє NewItalianBlood.

За словами дизайнерів, їх міст буде здатний генерувати 40 млн кВт/год у рік.

***

Відносна твердість металів: хронологія досліджень та роль енергетики при визначенні цього поняття

Відносна твердість матеріалів була відома з давніх часів. Ще під час правління династії Юань (XIII ст.) у Китаї була створена шкала твердості різних порід дерева, що йшли на будівництво кораблів, а саме - "відносна твердість" - тобто, у порівнянні їх між собою. Відомий німецький вчений Георг Агрікола (1494-1555) у своїй праці, яка вийшла з друку в 1556 році, "Про гірничу справу і металургію" (De re Metallica) описав, як можна використовувати тверді матеріали. 1640 року Альваро Алонсо Барба (1569-1662) запропонував визначати твердість матеріалів обпилюванням досліджуваного тіла стальним напилком, тобто, власне, він "прив`язав" твердість матеріалів до твердості сталі. Свого часу твердістю матеріалів зацікавився відомий фізик Генріх Герц (1857-1894). Він запропонував користуватися поняттям "абсолютна твердість". Надалі виявилося, що це не зовсім коректно, тому що "абсолютна твердість" одного і того ж матеріалу змінювалась зі зміною його температури та діаметра випробувальних куль.

Неоднозначність стосовно питанні визначення механічних властивостей металів ще наприкінці XIX ст. спонукала Національне Бюро Стандартів США до запровадження державного "тестування" матеріалів на твердість як "нестійкої сукупності властивостей матеріалу, більш-менш пов'язаних між собою". Але конструктори термін "твердість" віднесли до показників пластичності матеріалів і він почав означати опір заглибленню у нього тіла. Поступово, на основі вже накопиченого досвіду, з`явилося розуміння того, що за міру твердості необхідно приймати відношення металу до величини деформації.

На початку XX ст. під твердістю вже однозначно розуміли опір, що його чинить тіло проникненню в нього іншого тіла.

У 1900 р. шведський інженер-металург Іоганн Август Брінель запропонував статичний метод визначення твердості металів, що широко застосовується й сьогодні. У1914 р. британські інженери Стенлі (1886-1940) та Хью Роквела розробили метод визначення твердості, пізніше названий їх прізвищем. Він застосовується аналогічно методу Брінеля, але за його допомогою досліджують і тверді матеріали, шліфовані поверхні.

У 1925 р. англійськими інженерами Р.Л. Смітом та Г.Е. Сендлендом розроблено ще один із найбільш відомих сьогодні статичних методів вимірювання твердості металів і сплавів. На честь концерну, в якому вони працювали, він був названий методом Вікерса. Суть його полягає у вдавлюванні у поверхню

виробу правильної чотиригранної алмазної піраміди з кутом 136' між протилежними гранями. На відміну від методів Брінеля і Роквела, він застосовується для визначення твердості металів широкого діапазону пластичності, а також тонких деталей.

Як видно з фактів, наведених вище, твердометрія протягом усього XX ст. постійно вдосконалювалась. За цей час з`явилося багато нових методів визначення твердості металів, і не тільки статичних (можна відмітити методи: Лудвіка (1907 р.), Лідса (1936 р.), Цейса-Ганемана (1940 р.), М.С. Дрозда (1956 р.), Бірбаума (1920 р.), Хенікса (1923 р.), Григоровича (1949 р.), Налея, Хрущова, Скворцова, Альохіна, Терновського, Шоршорова (1968-1973 рр.) та ін.)

У післявоєнний період розвиток теплової енергетики пішов по шляху створення станцій з використанням устаткування високого тиску понад 10 МПа і високих температур (понад 480'С). Це підвищувало ККД електростанцій, дозволяло створити установки з великою одиничною потужністю і відносно низькою металоємністю, але з іншого боку призводило до частих поломок обладнання. Не можна сказати, що до появи високотемпературних установок устаткування не пошкоджувалося. Ще в довоєнних директивних документах були описані проблеми пошкоджень робочих лопаток останніх перепадів тиску турбін, поверхонь нагрівання, пароперегрівачів котлів, поломок обертових механізмів. Але поява устаткування, що працює при високих температурах, докорінно змінила ситуацію: за законами фізики, при високих температурах, у металі відбуваються незворотні процеси, що призводять до погіршення його властивостей і руйнування. Пізніше це явище було названо "вичерпання ресурсу". Інвестори почали вимагати від виробників енергообладнання гарантії безпеки. В результаті наукових та практичних дослідів енергетики прийшли до висновку про необхідність створення служб спостереження за станом металу і зварних з'єднань. Це й стало основною причиною швидкої уніфікації існуючих методів визначення твердості і, врешті-решт, дозволило своєчасно зупинитися на декількох з них, як на більш-менш універсальних.

З 1946 р. в РЕО "Київенерго" здійснювався контроль металу для обладнання електростанцій. Ці роботи здійснював Ш.Ц.Голянський (1907-1983) - інженер - раціоналізатор, організатор, а в подальшому (з 10.02.1954 р.) і начальник однієї із перших лабораторій металів РЕО"Київенерго" в енергосистемах колишнього СРСР. Компетентний фахівець, інженер за покликанням, він зумів підібрати людей і створити колектив фахівців. Це був дійсно творчий колектив. Досвіду було мало, його набиралися в процесі роботи. Створювалися нові засоби контролю, яких раніше не було. Уже через 6 років на Виставці досягнень народного господарства в Києві демонструвалися створені в лабораторії металів прилади для відбору проб, які використовуються при спектральному аналізі, вихровий дефектоскоп, переносні металографічний мікроскоп і твердомір (їхні автори одержали медалі виставки), пізніше були створені установки для іспитів на розрив при робочих температурах і іспитів на гарячу твердість.

В 1961 році в Україні на Придніпровській ДРЕС (м. Дніпропетровськ) почалося будівництво першого енергоблоку, потужністю 300 МВт на надкритичні параметри пари: тиск 25,5 МПа (255 ат), температура перегріву пари 565'С. Цей блок був введений в експлуатацію в 1963 році. До середини 1960-х років накопичений досвід приніс серйозні здобутки: за результатами досліджень лабораторії металів РЕО "Київенерго" був виконаний перехід на підвищену (з 510'С на 540'С) температуру поверхонь нагрівання котлів першої черги Дарницької ТЕЦ, потім заміна в пароперегрівачах котлів Чернігівської ТЕЦ аустенітної сталі на перлітну, що різко знизило пошкоджуваність. А потім з'явилися й інші напрямки дослідження стану металу: проблема надійності гибів, ерозійний знос, кутові зварені з'єднання і багато чого іншого, що постійно вимагало вивчення, освоєння нових прийомів контролю, а найчастіше і їхню розробку.

Багато робіт були зроблені вперше і принесли відчутні результати. Серед них слід зазначити такі роботи: удосконалювання методики ультразвукового контролю зварних з'єднань труб поверхонь нагрівання. Це дозволило практично припинити пошкодження стиків після ремонту. Вперше в Міненерго СРСР, без демонтажу, проконтрольовані шпонкові пази в дисках турбін Т-100 і виявлені тріщини. За участю фахівців лабораторії металів РЕО "Київенерго" розроблялися галузеві інструкції з контролю зварних з'єднань і гибів трубопроводів. До речі, ці інструкції

застосовуються дотепер у Мінпаливенерго України.

Для оцінки стану металу в процесі тривалої експлуатації був розроблений комплекс методів контролю, що не руйнують діючого устаткування. Це - металографічний аналіз за допомогою переносного мікроскопа, визначення твердості переносними твердомірами з розрахунком міцних властивостей металу, визначення хімічного складу стилоскопіюванням, дефектоскопія за допомогою радіоактивних ізотопів. Методики була вперше застосовані при монтажі устаткування Трипільської ДРЕС, київських: ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, КГЕС, КГАЕС, Кан ГЕС, ЧАЕС та ін. і застосовується до сьогоднішнього дня при діагностуванні довгостроково працюючого устаткування.

Багаторічна експлуатація енергетиками Києва сучасних енергетичних котлів надкритичних параметрів пари, паропродуктивністю 1000 тонн пари на годину, 255 кгс/см2 (25,5 МПа), температурою пари 545'С засвідчує їх високий професіоналізм і те, що вони достойно тримають підняту планку експлуатації вітчизняної теплоенергетики попередніми поколіннями завдяки контролю зі сторони фахівців лабораторії металів АК "Київенерго". Нині фахівці лабораторії металів АК "Київенерго" були і залишаються відомими в масштабах Мінпаливенерго України. За їхньою участю розроблялися практично всі редакції інструкцій зі спостереження за металом, у т.ч. і нині діюча в Україні типова інструкція. Працівники лабораторії металів брали участь у створенні системи контролю металу в АК "Київенерго", в організації всіх лабораторій металів станцій і теплових мереж. Фахівці лабораторії навчили роботі майже 90% персоналу цих лабораторій.

В останнє десятиліття інтенсивно розвивалося технічне діагностування устаткування:

організовані дослідженя, що спрямовані на розробку методів і засобів виявлення зародження і розвитку найбільше небезпечних дефектів валопроводу турбоагрегату (в тому числі і тріщини на основі аналізу крутильних коливань);

оснащено турбоагрегати, що відпрацювали парковий ресурс, стаціонарними системами автоматичного діагностування вібраційного стану на базі сучасних вітчизняних інформаційних і комп'ютерних технологій, які дозволяють у реальному часі виявляти небезпечні ситуації та попередити їх розвиток;

розроблені науково обґрунтовані методики, математичних моделей й алгоритмів оперативного комп'ютерного моніторингу теплового та напруженого-деформованого станів високо-температурних роторів і корпусів турбін за результатами визначення параметрів пари у ЦВТ і ЦСТ і температури металу їхніх корпусів в обмеженому числі точок для засобів підтримки оптимального керування перемінними режимами та розрахункової оцінки індивідуальних: спрацьованого і залишкового ресурсів цих елементів.

створено автоматизовані системи моніторингу і діагностики теплового і термонапруженого станів, які дозволяють в режимі реального часу оцінювати спрацювання ресурсу високотемпературних роторів на змінних режимах експлуатації, що обумовлені ринковими умовами. Поєднання їх з автоматизованими системами аналізу і діагностування вібраційного стану турбоагрегатів для створення комплексної системи оцінки надійності експлуатації турбіни.

Від звичного терміну "контроль" воно відрізняється тим, що визначається не тільки стан устаткування, але й термін подальшої його надійної роботи. Над створенням нормативних документів з розрахункового оцінювання ресурсу високотемпературних роторів і корпусів парових турбін ТЕС, безперечно, працюють фахівці Інституту проблем машинобудування (ІПМаш) НАН України. У цьому напрямку фахівці лабораторії металів АК "Київенерго" теж мають свої напрацювання в т.ч. вони знайшли вираження у нормативних документах енергетичної галузі і Держнаглядохоронпраці. Дослідження тонкої структури і пошкодження металу дозволили розробити нові методи оцінки залишкового ресурсу обладнання. Впровадження методів оцінки тріщиностійкості енергетичного лиття дозволило виконати систематичне обстеження корпусних деталей турбін високого тиску й у ряді випадків показати можливість їхньої експлуатації навіть з появою тріщин.

Розроблені і застосовуються методи оцінки залишкового ресурсу труб пароперегрівачів, визначення тривалої міцності сталі і гарячої твердості, оцінка корозійного зносу латунних труб теплообмінників та ін. Ведеться постійний пошук новітніх методів прогнозування надійної експлуатації та експертної оцінки фактичного стану різних вузлів устаткування. За результатами дослідження лабораторії

було виведено з роботи велику кількість дефектних вузлів, забраковано багато труб і інших деталей при вхідному контролі, що дозволило уникнути багатьох поломок устаткування.

Від надійності металу устаткування і його працездатності багато в чому залежить надійність роботи електростанції і теплових мереж, тому девіз роботи працівників лабораторії і станційних лабораторій: від розробок - до практичного впровадження на діючому устаткуванні.

Лабораторія металів існує й активно працює вже 56 років. За довге життя вона мала різні назви: лабораторія, служба. Не міняється одне - служіння енергетиці на базі накопиченого досвіду і міцних знань колективу, відданого своїй справі. Зараз, на підході до свого 60-річчя служба металів являє собою сильний за технічними можливостями колектив, здатний вирішити практично будь-яке завдання, пов'язане з контролем металу. Сьогодні це єдина служба в Україні. яка виконує роботи з оцінки залишкового ресурсу по тріщиностійкості і пошкоджуваності методом прецизійного зважування. У 1997 році служба металів АК "Київенерго" була визнана Держнаглядохоронпраці України, як спеціалізованою організацією з технічного діагностування.

Він тримав у своїх руках енергетику радянської держави.

На мальовничих берегах Малого Супою, який відділяє хутір реєстрового козака Непорожнього (пізніше Тужилів) від с. Кулябівки, що в 5-ти кілометрах від міста Яготина Київської області у багатодітній сім'ї Степана Непорожнього 13 липня 1910 року народився хлопчик, якому судилося виконати велику місію сучасного Прометея, даруючи мільйонам людей тепло, світло та життєдайну енергію для сучасників та прийдешніх поколінь. (див. фотогалерею)

У 1924 році Петро Непорожній закінчує місцеву школу, і їде на навчання в Переяслав до школи ФЗО. Потім з успіхом закінчує Київську політехніку і продовжує навчання у Ленінградському інституті водного транспорту. 1933 року з відзнакою закінчує цей вуз і отримує диплом інженера. У роки війни Петро Непорожній займав відповідальні посади на енергетичних об'єктах СРСР. У 50-ті роки, працюючи головним інженером на будівництві найбільшої на той час Каховської ГЕС, забезпечив її дострокове введення в експлуатацію. Йому довіряють великий державний пост - Голови Держбуду України, а потім Першого заступника міністра електростанцій СРСР. 1962 року П.С.Непорожнього було призначено Міністром енергетики і електрифікації СРСР.

У ці роки в Україні під безпосереднім керівництвом Петра Непорожнього розпочалося спорудження найбільших теплових електростанцій, що працюють на надкритичних параметрах пари потужністю до 3,6 млн. кВт, оснащених турбогенераторами потужністю 200-300 і 800 МВт, що не мали аналогів у світі. Серед них Ладижинська, Слов'янська, Придніпровська, Криворізька, Вуглегірська та ін. Під керівництвом Петра Непорожнього була успішно виконана програма будівництва атомних електростанцій в Україні, таких як Рівненська, Запорізька. Швидкими темпами споруджується каскад гідроелектростанцій на Дніпрі. Серед них на Київській ГЕС вперше у світовій практиці здійснено пуск капсульних гідрогенераторів і проведено реконструкцію зі збільшенням потужності флагмана гідроенергетики України - ДніпроГЕС. Інтенсивно велося будівництво електричних мереж. Створювалися лінії електропередачі на високу і надвисоку напругу 220, 330, 500 і 750 кВ, що об'єднували енергосистеми України і Росії з іншими країнами РЕВ. Єдина енергосистема України через енергосистему "Мир" дозволила здійснити паралельну роботу з європейськими енергосистемами. У період діяльності Петра Степановича було повністю забезпечено потребу в електроенергії усіх галузей народного господарства України, підвищено надійність роботи електростанцій і енергосистем, значно збільшилося виробництво електроенергії, а питомі витрати палива знизилися в 1,5 рази. Це був час розквіту енергетичної науки. Кількість науково-дослідних і проектних інститутів перевищила сотню, бага-

то з них отримали міжнародне визнання. Як учений 1947 року Петро Степанович захищає кандидатську дисертацію, а у 1959-му отримує ступінь доктора технічних наук, а з квітня 1978 року його обирають "членом-кореспондентом національної інженерної Академії Сполучених Штатів Америки". У 1979 році його було обрано членом-кореспондентом Академії Наук СРСР, а 1995 за великий вклад у справу всього людства його обирають дійсним членом Міжнародної енергетичної Академії.

Петро Степанович знаходив час і для педагогічної роботи. Понад 30 років у статусі професора він очолював кафедру енергетики в Одеському і Московському політехнічних інститутах, був ініціатором розвитку міжнародних зв'язків вітчизняної енергетики, головою постійної комісії РЕВ з електроенергетики, президентом її Національної Ради. Петро Степанович виховав цілу плеяду талановитих енергетиків, висококваліфікованих фахівців і керівників.

Визначний енергетик колишнього СРСР та України Петро Степанович Непорожній очолював галузь з 1962 по 1985 роки. Під його керівництвом у Радянському Союзі було створено практично всю енергетичну галузь, якою вона залишилється і нині. Заслуги Петра Степановича гідно оцінені. Він нагороджений понад 30 урядовими нагородами та багатьма міжнародними нагородами і преміями. Постановою Ради міністрів України у 2000 році ім'я П.С.Непорожнього присвоєне Каховській ГЕС, де він працював. За ініціативою РАТ "ЄЕС Росії" у 2002 році найбільшій в Росії Саяно-Шушенській гідроелектростанції було присвоєне ім'я П. Непорожнього. У музеї будівництва Саяно-Шушенської гідроелектростанції зберігаються його особисті речі, подаровані сім'єю Непорожніх. Це людина-легенда, яка протягом 70 років трудової діяльності жила за девізом - "Серце моє - енергетика".

В м. Яготині Київської області на його батьківшині П. С. Непорожньому встановлено пам'ятник-погруддя, в музеї Енергетики Києва до сторіччя з дня народження нашого земляка відкрито експозицію.

У пам'яті поколінь Петро Степанович назавжди залишиться "повелителем світла", непохитним у досягненні високої гуманістичної мети, невтомним у подвижницькій праці. Народившись з аурою, яка відсічувала Любов до людей, Петро Степанович Непорожній, як людина-титан заслуговує від усього людства на величезну пошану.

12.05.2010.

***

Вони були першими творцями парових турбін

Італійський архітектор Джовані Бранка у 1629 році сконструював парове колесо для приводу повільно-діючого ударного млина, яке стало майже через 260 років прототипом активних парових турбін. Неможливість повного використання потенційної енергії пари в рівну їй кінетичну енергію при витіканні пари через циліндричну насадку надовго затримало розвиток парових турбін.

Ряд спроб створення парових турбін розпочався ще 1791 року (Садлер) і продовжувався до 1837 року (Жакме). Досліди Сен-Венана і Вінтцеля над виходом пари показали, що проблема полягала у високих швидкостях пари. В опублікованій в 1853 р. праці Делоншана писалося, що "...пара, яким би низьким не був її тиск, має надзвичайно велику швидкість при виході із об'єму, в якій вона знаходиться. Для того, щоб мати хороший К.К.Д., швидкість на ободі колеса, приведеного до рух парою, не повинна бути менше половини швидкості пари, і ці обставини заважають до цього часу використання реактивного колеса. В дійсності, водяна пара при 5 атм. початкового тиску, виходить в повітря із швидкістю 500 м/сек. Колесо, яке цим паром приводиться в рух, має швидкість на ободі біля 300 м/сек. Звідси, якщо діаметр колеса дорівнює 0,95 м, то воно обертається із швидкістю 6 000 об/хв. а вісь колеса при будь-якому діаметрі буде обертатись з такою швидкістю, при якій не могли б витримати ніякі підшипники, так як вони були б виплавлені через незначний проміжок часу".

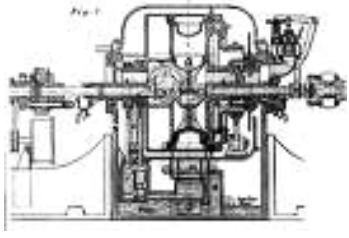
Таким чином, перед винахідниками парових турбін постали два шляхи: пошуки способів зниження числа обертів парових турбін, - без зниження К.К.Д. і розробка конструкцій, здатних працювати на великих обертах (декілька тисяч об/хв.)

Перший шлях був запропонований Леруа ще в 1840 р. Він передбачав використання декількох перепадів тиску в турбіні. Більш ґрунтовно принцип перепадів тиску був розкритий в записці Турнера, яка була розглянута в 1853 р. на засіданні в паризькій академії наук: "...можна уникнути цих труднощів примушуючи газ, або пару, втрачати свій тиск або повільно, або окремими частинами і діяти декілька разів на лопатки парових турбін, розташованих відповідним чином....". Окрім Турнера, декількох перепадів тиску був запропонований низкою винахідників (Жирар,1855 р., Перриго і Фарко,1864 р., Едвардс, 1871 р. та багато інших).

Над створенням парових турбін протягом довгого часу працювали винахідники різних країн.

З 1880 по 1890 р. в Англії було видано 52

патенти на парові турбіни. А з 1890 по 1900 р. вже 186. Але найбільш вдале технічне рішення знайшли швед Карл Густав Патрик де Лаваль і англієць Чарлз Парсонс.



І тільки після використання поступово розширеного надзвукового сопла шведському інженеру К. Лавалю в 1889 році вдалося вирішити цю проблему. Карл Густав Патрик де Лаваль (1845-1921) - шведський інженер і винахідник, за національністю француз, народився в Блазенбурзі (Швейцарія). Закінчив технологічний інститут і університет в Упсалі в 1872 році зі званням доктора філософії. Працюючі на хімічному заводі, в 1878 році сконструював відцентровий сепаратор для молока, приводом для якого в 1883 році К. Лаваль запропонував спочатку використання простої турбіни у вигляді геронівсь-кого "еоліпіла", що працювала на реактивному принципі, показаним Героном Олександрійським в його "еоліпіле" в Єгипті біля І століття нової ери. Намагаючись підвищити К.К.Д. турбіни, К. Лаваль в 1889 р. сконструював сопло, що мало поступове розширення. Сопло Лаваля дає можливість знизити тиск пари нижче критичного, надавши йому при цьому надзвукову швидкість і можливість підвищувати початковий тиск пари і економічність парової турбіни (в критичній точці теплота пароутворення дорівнює нулю, в цій точці рідинна і парова фази води не відрізняються). Відмінною особливістю, поступово розширеного сопла є те, що тиск пари на виході із сопла, може бути доведений до тиску середовища, в яке пара входить. Сопла Лаваля дають можливість використовувати різні перепади тиску. Пар виходить із сопла з надзвуковою швидкістю і з рівномірним розподіленням по об'єму, енергія якого може використовуватись для обертів турбіни. Турбіна Лаваля складалася з рухомого робочого диска невеликого діаметру з одним рядом робочих лопаток, корпуса турбіни, по колу якого установлювалися поступово розширені нерухомі сопла, в які із котла подавалася пара. В соплах відбувалося перетворення кінетичної енергії пари в механічну роботу на лопатках рухомого робочого диска турбіни. Мала потужність, значні витрати пари (8-9 кг/кВт) в активних турбінах К. Лаваля обмежували їх використання в промисловості (для порівняння: в сучасних парових турбінах витрати пари 3-4 кг/кВт). Вони використовувались в основному для приводу малопотужних агрегатів. Свою турбіну Карл Густав Патрик де Лаваль запатентував у 1883 р. У 1889 р. К. Лаваль створив нову, більш складну з одним перепадом тиску активну турбіну.

З одним перепадом тиску високообертові активні турбіни для з`єднання з електрогенератором вимагали дорогої зубчатої передачі.

Реактивні турбіни запропонував Чарлз Алджернон Парсонс (1854-1931), англійський інженер і підприємець, член Лондонського королівського товариства. Він народився у Лондоні, закінчив коледж Сент-Джон Кембриджського університету в 1876 році. З 1877 р. працював на заводі Амстронга інженером в галузі машинобудування. В 1884 -1889 р.р. став партнером компанії Амстронга. В 1889 р. заснував підприємство з будівництва парових турбін своєї системи у Хітоні.

Реактивні турбіни, запропоновані Ч. Парсонсом, виготовлялись з перепадами тиску і являли собою ряд нерухомих і рухомих робочих лопаток. Розширення пари відбувалося не тільки в соплах, до надходження його на робочі лопатки, як в активній турбіні, але й у період проходження пари поміж робочими лопатками.

Для зменшення окружної швидкості робочих лопаток реактивної турбіни та зменшення числа обертів Чарльз Парсонс запропонував початковий тиск пари використовувати не в одному перепаді тиску, а розділити на декілька перепадів тиску. У 1884 році він отримав патент на реактивну турбіну з багатьма перепадами тиску потужністю 8 кВт при швидкості в 1000 об/хв. З'єднавши турбіну з валом електрогенератора Ч. Парсонс отримав перший турбогенератор для електростанції.

Реактивні турбіни Ч. Парсонса почали широко використовуватись з 1900 року, коли в Німеччині на Ельбертфельдській електростанції були встановлені і випробувані дві турбіни потужністю 1000 кВт при 1500 об/хв. Турбіни працювали при середньому тиску пари 1,05 МПа і температурі 200'С та мали витрати пари 8-9 кг/кВт при повному навантажені (для порівняння: в сучасних парових турбінах використовується максимальний середній тиск, в циліндрах високого тиску 25,5 МПа, при максимальній середній температурі 555'С. Загальна витрата пари в трьох циліндрах турбіни 3-4 кг/кВт).

Для зменшення кругової швидкості робочих лопаток турбін американський інженер Чарльз Кертіс в 1896 році увів у практику турбінобудування перепади швидкості. Принцип перепадів швидкості полягає в тому, що

кінетична енергія пари перетворюється в механічну на робочих лопатках не одного ряду, а 2-3 рядів, поміж якими стоять нерухомі лопатки для зміни напрямку руху пари. В активних турбінах з перепадами швидкості ефективно зменшується кругова швидкість, але вони мають низький К.К.Д., який зі збільшенням числа перепадів знижується. А тому диск Кертіса зберігся в сучасних турбінах тільки як перший диск турбіни.

Для активних турбін перепади тиску вперше були запропоновані на практиці французьким професором Огюстом Ратто, який у 1900 році побудував на французькому заводі Сотте-Гарле першу активну турбіну з перепадами тиску потужністю 1000 к.с. Збільшенням числа перепа-дів тиску можна зменшити швидкість обертів ротора до потрібної величини при збереженні високого К.К.Д. турбіни.

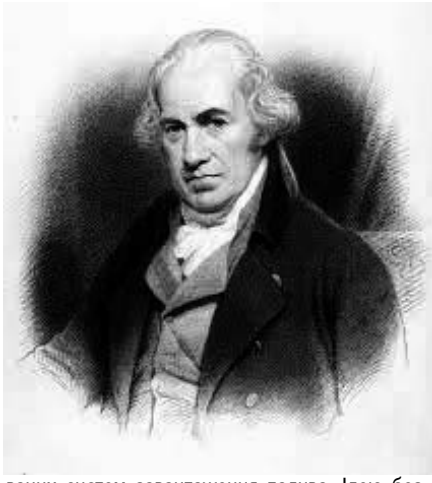
Швейцарський інженер Генріх Целлі вдосконалив турбіну О. Ратто, використав в 1903 році насадки (сопла) з косим зрізом. За рахунок цього вдалося збільшити швидкість пари на виході із сопла і зменшити число перепадів тиску до 5-8. Були внесені зміни і в конструкцію робочих дисків, які збільшувалися в діаметрі в залежності зі зниженням тиску пари (для порівняння: в сучасних парових турбінах використовується в середньому до 27 перепадів тиску, в трьох циліндрах парових турбін).

Не дивлячись на величезні запаси паливних ресурсів і наявності найбільших джерел водної енергії, царська Росія, до складу якої входила Україна, займала одне з останніх місць у світі у виробництві електроенергії. У 1913 році Росія виробляла у 2,5 рази менше енергії, ніж Німеччина і в 15 разів менше, ніж у США. Невелика кількість електромашинобудівних і електричних заводів, які знаходились у Росії, належали в основному закордонним компаніям і працювали як складальні, використовуючи імпортні деталі. На прикінці 1920 року в колишньому СРСР попит на це обладнання завдяки творчим конструкторським та інженерно-технічним і проектним колективам, які використали світовій практичний досвід в будівництві парових турбін, вдалося повністю задовольнити. Ленінградський металічний завод та завод "Електросила" опанували випуск великих для того часу парових турбін потужністю 50 МВт на 3000 об/хв. У 1937 році були розроблені проекти для випуску турбіни потужністю до 100 МВт. А 26 липня 1938 р. на Харківському турбогенераторному заводі виготовлена парова турбіна потужністю 100 МВт на 3000 об/хв. і генератор до неї. Велику роль у розвитку енергетики і енергомашинобудуванні відіграли заводи і підприємства України, і зокрема Харківські заводи Турбоатом, Електроважмаш, Електромеханічний завод (ХЕМЗ). На Харківських енергомашинобудівних заводах нині випускаються турбогенератори широкої номен-клатури потужностей до 500 МВт.

На сьогодні комплексного вивчення розвитку енергомашинобудування в Україні не проводилось, творчий пошук когорти талановитих інженерів, конструкторів будівельників парових турбін широко не висвітлювався у громадських виданнях, а то й взагалі був недоступним для висвітлення деяких конкретних етапів цього розвитку. Вважаю необхідним у подальшому викладення цілісної картини розвитку цієї важливої галузі, що стосується розробки, освоєння та підготовки до широкого впровадження нових технічних рішень і технологій. Виконання досліджень з обґрунтуванням можливості продовження в індивідуальному порядку терміну експлуатації турбін, у роторах яких виявлені тріщини або з найбільшою ймовірністю можна чекати накопичення найбільших значень пошкодження в порівняні з іншими турбінами цього типу. Створення автоматизованої системи діагностики циліндрів, що забезпечує безупинний контроль зміни радіальних зазорів у проточній частині при старт-стопних і перехідних режимах роботи турбін ще попереду.

Вплив фізичних факторів на запалювання та горіння твердого палива та газових суміші: історія досліджень в Україні

Ще первісні люди обігрівали свої помешкання, готували харчі, користуючися вогнем при спалю-вані різного палива. Але значного прогресу при спалюванні твердого палива було досягнуто у 1784 р., коли Джеймс Уатт (1736-1819) збудував універсальну двоциліндрову парову машину, яка швидко завоювала увесь світ. Наступив "Вік її Величності Водяної Пари", і перед теплотехніками виникла проблема - як економічно вигідно спалювати тверде паливо та газові суміші, які утворювалися при цьому? Винахідниками було запропоновано використання різноманітних за конструкцією колосникових решіток та автоматизо-



ваних систем завантаження палива. Ідею безперервного завантаження палива у топку запропонував Джеймс Уатт, який у 1785 р. отримав патент на піч з механічним завантаженням палива.

Для зручного обслуговування колосникова решітка розміщувалася на висоті 700-800 мм від підлоги і мала довжину не більше 2500 мм. Для ефективного створення полум'я і повного спалювання газових сумішей, які утворювалися при цьому, висота простору над решітками котлів повинна була бути не менше 1000 мм. Простота конструкції топок з можливістю використання колосникових решіток для спалювання різних твердих палив, відкрило шлях до широкого їх використання і до сьогодення. Необхідне повітря для спалювання палива підводилося горизонтально. До 1900 р. було запатентовано і поставлено під котлами значну кількість різних механічних топок.

Досягнення царської Росії при дослідженні впливу фізичних факторів на спалювання твердого палива та газових сумішей пов'язані з ім`ям ученого інженера Олександра Бородіна (1848-1898). У 1877 р. він був призначений керуючим Києво-Брестською залізницею. При Київських головних майстернях О.П. Бородін 1879 р. створює першу на теренах царської Росії хімічну лабораторію. 1881 року лабораторія була переведена в орендоване приміщення по вул. Безаківській (нині Комінтерна) площею в 120 м2, яке мало водо- та газопостачання та було обладнане сучасними на той час приладами. Завідував лабораторією старший хімік Іван Адамович Бардівський.

Під керівництвом гірничого інженера М. Печківського тут виконувалися дослідження якості різних сортів вугілля і дров на стаціонарному паровому котлі в Київських головних майстернях. Ці дослідження з урахуванням результатів, отриманих в хімічній лабораторії (хімічний склад палива, калориметричний аналіз), дали можливість визначити порівняльні характеристики порід дров і вугілля, зупинитися на тих сортах вугілля, які дають найбільшу паропродуктивність котлів і відмовитися від сортів, які містили велику кількість сірки і негативно впливали на стан котлів. Таким чином, вдалося замінити англійське вугілля російським без збільшення його маси і зменшити шкідливий вплив на котельне обладнання.

Розширяючи поступово свою діяльність і удосконалюючися, хімічна лабораторія досягла свого повного розквіту 1898 р. і була переведена у спеціально збудоване нове приміщення площею в 424 м2.

До теперішнього часу збереглася будівля хімічно-технічної лабораторії служби тяги і майстерень Південно-Західної залізниці (м. Київ, вул. Фурманова, 3/8). Тут, як і раніше, знаходиться хіміко-технічна лабораторія.

Перше успішне використання пиловугільного палива відноситься до 1896 року, коли товариство з виготовлення портландського цементу "Atleis Portland Cement Co" почало використовувати пиловугільне паливо для цементних печей.

Факельне спалювання пиловугільного палива в камерних топках отримало широке поповсюдження лише в XX сторіччі.

В Україні 8 жовтня 1926 року було введено в експлуатацію першу чергу Штерівська ДРЕС потужністю 20 тис. кВт. Це була перша в світі електростанція, яка використовувала пиловугільне паливо - антрацитовий "штиб" з копалень Донбасу.

Сьогодні установлена потужність теплових електростанцій (ТЕС) України становить 36,3 млн. кВт, з яких 26,1 млн. кВт розміщено на твердопаливних ТЕС. Це дозволяє розглядати твердопаливну енергетику як основу теплової. До того ж при рівні видобутку вугілля 100-120

млн.т на рік його балансових записів в Україні вистачить більш, ніж на 450 років, що значно перевищує резерви рідкого і газоподібного палива. Встановлено, що запаси солоного вугілля Богданівського, Новомосковського і Петриківського родовищ складають приблизно 10 млрд. т. Домінуючими засолюючими домішками у вугіллі є водорозчинні сполуки натрію. З урахуванням низької зольності, помірної вологості, високого виходу летучості і теплоти згоряння, невеликої глибини залягання і того що українське солоне вугілля не потребує збагачення, його можна назвати найбільш перспективним кам'яним вугіллям для теплових електричних станцій. При сьогоднішніх рівнях видобутку розвіданих запасів природного газу (1120 млрд. м3) достатньо на 50-60 років, а нафти (227 млн. т) - на 40-50 років.

Наведені факти дають підставу вбачати у вугіллі єдиний енергоносій органічного походження, запасів якого в Україні достатньо на тривалу перспективу. У структурі виробництва електроенергії вугілля також відіграє істотну роль. Питання ефективності використання вугілля слід розглядати у контексті сучасного стану твердопаливної енергетики. У 1990-х роках в Інституті вугільних енерготехнологій НАНУ за результатами наукових досліджень українськими вченими було розроблено низку нових високоефективних вугільних технологій. Серед таких досліджень слід відзначити наступні:

"Процеси зміни фізико-хімічних властивостей високозольного антрациту у ході термохімічної обробки в процесі його спалювання." (Ю.П.Корчевой, Н.И. Дунаевская, Я.И.Вовчук, А.Ю.Майстренко). Були встановлені закономірності змін дисперсного складу, пористої структури, вуглемінеральних зростків, умов займання частинок пилоподібного антрациту.

"Вплив різних параметрів (діаметра та концентрації частинок, тиску та швидкості газу тощо) на процес горіння коксозольних частинок." (Ю.П.Корчевой, А.Ю.Майстренко, Б.Б. Рохман). Встановлено, що за певних початкових умов виникає внутрішньотопкова циркуляція газу. Було вивчено її вплив на процеси переносу у надшаровому просторі. Показано, що кільцева зона внаслідок малої концентрації окиснювача практично не бере участі у горінні, а виконує роль екрана, який захищає реакційну зону (ядро потоку) від впливу холодної стінки.

"Моделювання процесів спільного спалювання біомаси та вугілля." (Ю.П.Корчевий, Н.І. Дунаєвська, Я.І.Засядьмо, Т.С.Худло)

"Застосування когенераційних енергетичних установок з використанням паливних елементів дозволяє збільшити коефіцієнт використання органічного палива з одержанням термічного ККД понад 90%." (О.М.Дудник, Ю.П. Корчевой, Г.В.Мухопад, С.В.Оніщенко, А.Р. Щокін). На таких енергоустановках одержано найкращі показники з електричної та теплової ефективності у порівнянні з іншими енергетичними установками потужністю 1-600 кВт.

"Технології попередньої термічної підготовки вугілля, спалювання в "арочних" топках, котлоагрегатах атмосферного циркулюючого киплячого шару, парогазових установках з внутрішньоцикловою газифікацією та спалюванням вугілля." (Ю.П.Корчевой, Г.Г.Півняк). Наведено приклади впровадження деяких з цих технологій на ТЕС України та дані щодо розширення паливної бази енергетики за рахунок залучення до енергетичного балансу бурого та "солоного" вугілля, а також відходів вуглезбагачення - шламів і мулів.

"Оцінка приросту ефективності вловлювання частинок пилу електростатичним фільтром під час впровадження системи попередньої зарядки дисперсних частинок у коронному розряді в умовах змінної швидкості потоку димових газів." (Ю.П.Корчевой, И.А.Вольчин, В.А. Ращепкин, С.Г.Доманский, Н.Г.Гусар). Запропоновано спрощену модель попередньої зарядки у випадку встановлення коронувальних електродів на дільниці газорозподільної решітки електрофільтра. Одержано аналітичні висновки, що пов'язують приріст ефективності електрофільтра зі швидкістю димових газів та рівнем попередньої зарядки дисперсних частинок. Відзначено, що за умови застосування системи попередньої зарядки може бути досягнуто збільшення ефективності вловлювання частинок електрофільтром до 1%.

Досліджено було також сучасні факельні методи спалювання вугілля із системами сірко- і азотоочистки димових газів.

Початок досліджень і вивчення запалювання, горіння та вибухів газових сумішей починається з праць Хемфрі Деві (1776-1829). 1815 року він започаткував основні напрямки щодо спостереження вибухів газових сумішей від електричних іскор та умов поширення горіння в трубках малого діаметру.

В Україні напевно першим, хто почав вивчати процеси горіння газових сумішей, був М. Чернай. Він працював у хімічній лабораторії Імператорського Харківського університету. Підсумком його спостережень за явищами запалювання та розподілу кисню при неповному згорянні газових сумішей стала книга, яку було надруковано в 1876 році.

М. Чернай, вивчаючи твори Хемфрі Деві (1776-1829), Бунзена, Мейера та інших, робить самостійні дослідження з вивчення здатності газових сумішей до запалювання. І відзначає, що на запалювання суміші мають вплив: 1) тиск, з зростанням якого суміші, які не запалювалися, набувають цю властивість; 2) температура, підвищенням якої можна сприяти запалюванню; 3) кількість та якість компонентів газової суміші.

На початку XX століття бурхливо починає розвиватися іонна теорія запалювання та горіння газових сумішей. Початок досліджень у цьому напрямку заклав Дж.Дж.Томсон, котрий у 1897 р. був відзначений Нобелівською премією за відкриття електрону. Томсон висунув гіпотезу, що у полум'ї виникають електрони і саме вони є джерелами поширення полум'я, тобто відіграють роль передавачів енергії.

В Україні, починаючи з 1920 року, центром досліджень з фізики горіння та вибуху стають лабораторії Дніпропетровського гірничого та фізико-технічного інститутів. Саме з праці професора Г.В. Єврєінова 1923 р. починається бурхливий розвиток досліджень впливу фізичних факторів на запалювання та горіння газових сумішей. Г.В. Єврєінов описує дослідження іноземних вчених, що вивчали іонні процеси запалювання та горіння, і ґрунтуючися на цих працях, самостійно намагається теоретично пояснити ці процеси з іонної точки зору. В 1934 р. продовжили розвивати іонну теорію А.Е. Маліновський, В.С. Россіхін, В.П. Тимковський, П.П. Піроцький, М.В. Поляков, М.М. Семенов. Таким чином, з другої чверті XX століття в Дніпропетровську починає працювати декілька наукових груп, які вивчають процеси запалювання, горіння та вибуху газових сумішей. Потрібно відзначити, що в цей період розвиток фізики горіння і вибуху в Україні виходить на європейський рівень.

У європейському контексті великий внесок у становлення фізики горіння та вибуху зробив А.Е. Маліновський. Він вперше експериментально встановив можливість гасіння полум'я горючої газової суміші електричним полем, розробив методику отримання нерухомого полум'я при різних значеннях тиску вибухової газової суміші; виконав безліч досліджень, за допомогою яких встановив іонний характер запалювання газових сумішей, вплив змінного та постійного електричних полів на швидкість поширення вибухової хвилі та на швидкість горіння вибухових газів, які широко використовуються в сучасній енергетиці.

Геотермальні джерела: перспектива будівництва невеликих геотермальних електростанцій

Як відомо основним джерелом геотермальної енергії є постійний потік тепла від розжарених надр в центрі Землі, спрямований до поверхні Землі. Цього тепла достатньо, щоб розплавити гірські породи під земною корою, перетворюючи їх на магму. Більша частина магми залишається під землею і, подібно до печі, нагріває оточуюче середовище. Якщо підземні води стикаються з цим теплом, вони можуть нагріватися до температури понад 370°С. Температура ядра Землі сягає близько 5000°С. У середньому температура підвищується на 3°С через кожні 100 м заглиблення в Землю. Розрахунки показують, що всередині Землі тепла набагато більше, ніж можна було б добути його у ядерних реакторах при розщепленні всіх земних запасів урану і торію. Якщо людство буде використовувати лише геотермальну енергію, мине 40 млн. років, перш ніж температура надр Землі знизиться тільки на півградуса. У деяких місцях, особливо на межах тектонічних плит материків, а також у, так званих, "гарячих точках" тепло підходить так близько до поверхні, що його можна добувати за допомогою геотермальних бурових свердловин. Використання цієї енергії навіть у невеликих обсягах може значно поліпшити енергетичний баланс України на перспективу.

Високотемпературні свердловини України

Свердловини	Область	Глибина заміру температури, м	Виміряна температура, °С
1. Залузька 3	Закарпатська	405	210
2. Мостицька	Львівська	1950	128
3. Октябрська 5	Крим	2407	158
4. Глібівська 7-Н	Крим	1036	127
5. Новомечебілівська 2-р	Харківська	3800	152
6. Шевченківська 8	Харківська	3100	168
7. Горобцівська 12	Полтавська	4470	146

Геотермальну енергію давно і широко використовують Ісландія, США, Нова Зеландія, Франція, Угорщина та багато інших країн. У м. Рейк'явік (Ісландія) геотермальна опалювальна система потужністю 350 МВт обслуговує понад 100 тис. жителів. В Угорщині площа геотермальних теплиць сягає 1,5 млн. м^2. На ці та інші потреби кожного року використовується 30 млн. Гкал геотермальної енергії. Одна із найпотужніших у світі геотермальних електростанцій 1400 МВт знаходиться у районі Гейзере (США). Цей вид геотермальної енергії широко застосовується у країнах Європи і США для опалення будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок. Це дає можливість економити до 50-70% тепла, яке використовується для створення температурного режиму у приміщеннях.

Геотермальні води характеризуються ба-

гатьма факторами. Зокрема, за температурою (слабко-термальні - до 40°С, високотермальні - 60-100°С, перегріті - понад 100°С), мінералізацією, кислотністю, газовим вмістом, тиском, глибиною залягання.

Використання геотермальної енергетики особливо перспективне у зонах вулканічного поясу, де на поверхню виходить перегріта пара. Вулканічні термальні свердловини (глибина залягання термічної енергії в них незначна) вже дають промислову енергію в США, Японії, Новій Зеландії і Ісландії.

В Україні значні запаси геотермальних вод є на Закарпатті, у Криму, а також у Львівській, Донецькій, Запорізькій, Луганській, Полтавській, Харківській, Херсонській, Чернігівській та інших областях. Ці запаси вже сьогодні рентабельно використовуються не тільки для теплопостачання різних споживачів, а й для виробництва електроенергії. Доцільність розвитку геотермальної енергії на вищезгаданих територіях, які за своїм тепловим еквівалентом перевищують запаси традиційного енергетичного палива, очевидна на перспективу. Ціни на енергоносії і перспективи їх росту роблять економічно вигідним будівництво геотермальних електростанцій у згаданих регіонах у найближчий час. Значно покращити ситуацію з теплопостачанням споживачів дозволить використання потенціалу навіть слаботермальних вод (від +30°С), запаси яких у багатьох регіонах країни доволі значні. Показники ефективності енергії найбільш перспективних в Україні площ в інтервалі глибин 3-10 км відповідають близько 15 трлн. т умовного палива (у. п.), до 7 км - 3 трлн. т у. п.

Найбільш перспективним в Україні для розвитку геотермальної енергетики є регіон Закарпаття, де за геологічними та географічними показниками на глибині 6 км температура гірських порід сягає 230-275°С.Тут доцільно використовувати геотермальні бурові свердловини глибиною від 55 до 1500 м, у яких температура води в гирлі свердловин сягає 40-60°С, а при глибинах до 2000 м температура зростає до 90-100°С. Варто відзначити економічну доцільність використання геотермальних вод таких родовищ як Брегівське, Косинське, Залезьке, Береблян-ське, Велятинське, Велико-Паладське, Велико-Бактянське, Ужгородське. Тепло цих родовищ можна використовувати за допомогою створення підземних циркуляційних систем.

На Закарпатті є унікальне місце площею 30 км2 - у районі с. Защелочі з температурою сухих порід + 200°С на глибині 4 тисяч метрів. Цих запасів вистачає для роботи невеликих геотермальних електричних станцій і тепличних агро-промислових комплексів. Ще у 70-ті роки XX сторіччя Інститутом "Атомтеплоелектропроект" розроблено техніко-економічне обґрунтування геотермальної електростанції потужністю до 10 МВт на базі Залезької геотермальної площі з перспективою розширення енергетичних потужностей. Для розвитку геотермальної енергетики немає потреб створювати нові підприємства енергетичного машинобудування. Обладнання для геотермальних установок і систем можуть виробляти заводи, які вже існують.

Значні ресурси геотермальної енергії має Крим, де потенційні експлуатаційні запаси геотермальних вод на глибині до 3000 м у межах Причорноморського басейну оцінюються Держкомгеологією України величиною до 27300 тис. м3. Найперспективнішими є Тарханкутський та Керченський півострови, де спостерігаються невеликі геотермальні градієнти, а температура гірських порід на глибині 3,5-4 км може сягати 160-180°С. На початку 80-х років XX сторіччя в результаті пошукових робіт у Сакському і на півдні Первомайського районів на глибині 1100-1200 м були досягнуті водоносні горизонти з температурою 50-60°С. У межах Сімферопольського і Красногвардійського районів були виявлені геотермальні води з температурою 80°С, що дозволило забезпечити теплом села Сизовку, Ільїнку, Трудове. Для покращення енергопостачання у Криму заплановано будівництво геотермальних електростанцій потужністю по 6 МВт у західній частині півострова, де на глибині 4 км є вода з температурою 250°С. Їх загальна потужність сягатиме понад 100МВт.

У Дніпровсько-Донецькій западині і в Донбасі в інтервалі глибин 4-10 км прогнозують ресурси геотермальної енергії у 9 трлн. т у. п., у тому числі до 7 км -1,9 трлн. т у. п. Щільність ресурсів на технологічно доступних глибинах 4-5 км сягає 7 млн. т у. п./км2.

Переваги геотермальної енергії визначаються тим, що геотермальна енергетика є екологічно чистою, економічно вигідною, відновлювальною і практично безвідходною при комбінованому способі використання (видобуток електроенергії та обігрів), вона повністю незалежна від умов навколишнього середовища, добових і річних циклів. Недоліками є необхідність зворотного закачування відпрацьованої води у водоносний горизонт, оскільки у високо мінералізованих термальних водах міститься велика кількість солей токсичних металів (бору, свинцю, цинку, кадмію, миш`яку тощо) і хімічних сполук (аміаку, сірководнів, фенолів), що виключає скид цих вод у природні водні системи, розміщені на поверхні. Тож дослідники вказують на якість теплоносія, який вимагає додаткових витрат для зворотного закачування у водоносний горизонт, збільшення вартості спорудження свердловин зі збільшенням глибини, ймовірного засолення зе-мель тощо. Над усуненням цих недоліків працюють вчені усього світу.

До 25-річчя Чорнобильської трагедії: наслідки катастрофи та проблеми використання ядерної енергетики

26 квітня 1986 року, Чорнобиль. Ця дата перевернула життя тисяч людей. Вона стала мірилом людських можливостей та людської гідності, часом прийняття неординарних науково-технічних рішень, часом роботи в екстремальних умовах людей і техніки. 1986 року вся Україна жила проблемами Чорнобиля, в подальшому до них звикли, а щороку про це згадують все менше та менше. Проте, Чорнобильська катастрофа залишила незгасаючий біль в серцях кожного, кого торкнулося це лихо. Постраждало понад 3,5 млн. жителів України. Це ще один привід проаналізувати наслідки аварії та ще раз привернути увагу суспільства до проблем Чорнобиля та ядерної енергетики в цілому.

Нині ми відзначаємо сумну дату - 25-ту річницю Чорнобильської трагедії та вшановуємо пам'ять тих, хто ціною власного життя приборкав атомну стихію.

В державних установах України розробляється стратегія розвитку енергетики держави на перспективу, тому існує нагальна потреба ще раз нагадати про те, до яких наслідків приводить безвідповідальність при експлуатації АЕС та по новому подивитися на стан та можливий розвиток атомної енергетики. Передбачити ризики в майбутньому та звести їх можливі наслідки на мінімуму. Про те що не можна беззастережно довіряти науковій еліті, яка озброїла людство науково-технічними досягненнями та поставила homo sapiens над природою, показали нещодавні події в Японії. Адже ще невідомо про реальні наслідки аварії на АЕС "Фукусіма" та про стан, в якому перебуває пошкоджений реактор на четвертому (гірка іронія долі) блоці цієї станції.

Але згадаємо сторінки історії з розвитку ядерної енергетики СРСР. 5 травня 1965 року академік Петро Капиця у своїй Стокгольмській доповіді висловив думку про те, що математичні розрахунки ймовірності аварій на атомній електростанції надійними бути не можуть, бо їм бракує такого фактора, як ентропійність людської поведінки, та й просто ентропійність. У відповідь академік Александров вручив колезі "Правила ядерної безпеки на ядерних станціях"...

Атомна енергетика - дуже молода галузь науки і техніки. Вона бере свій початок 27 червня 1954р., коли в Радянському Союзі перша у світі АЕС у м. Обнінську була залучена до московської енергосистеми. Жодна галузь техніки не розвивалася так швидко, як ядерна енергетика. Звичайним електростанціям знадобилося 100 років, щоб досягти такого рівня інженерної техніки й експлуатації, якого досягла вже до 1970 р. ядерна енергетика.

Автор цієї статті 1981 року протягом 15 діб проходив навчання на ЧАЕС і спостерігав як виконувалися будівельні та електромонтажні роботи на 4-му блоці станції жіночою

бригадою під керівництвом Ткаченко Н.І., спілкувався з її працівницями. Слід зауважити, що у 1973 р. для електромонтажних та налагоджувальних робіт електрообладнання і спеціальних систем ЧАЕС Трипільська дільниця "Гідроелектромонтаж" була переведена у м. Прип`ять і отримала назву "Чорнобильська". Незвичайним було те, що у складі цієї дільниці, яка за штатом нараховувала 50 - 60 осіб, 90% становили жінки бригади Надії Іванівни Ткаченко, які були задіяні на роботах з комутації контрольних кіл для організації управління, диспетчеризації атомного реактора з його всією інфраструктурою. Працювали у дві зміни по 12 - 14 годин (у передпусковий період атомних енергоблоків). Надія Ткаченко користувалася незаперечним авторитетом в середовищі своїх підлеглих, керівництво її поважало і цінило. Певною гарантією якості виконаних робіт цією жіночою бригадою була чітка організація електромонтажу та налагодження, в процесі якого виявлялися і усувалися приховані недоліки монтажних робіт, проектів і обладнання.

Давно відомо, і це незаперечний факт, підтверджений багатьма науковими установами світу, що жінки, в більшості, до своїх обов`язків відносяться більш відповідально і роботу та різні положення і інструкції виконують ретельніше, аніж чоловіки. Є такі галузі у промисловості де може бути використана робота лише жінок.

До 26 квітня 1986 р. на ЧАЕС жіночою бригадою Ткаченко Н.І. були змонтовані, налагоджені і введені в експлуатацію всі пристрої контрольно-вимірювальних приладів, обладнання дозиметричного контролю, систем управління, захисту і автоматики усіх чотирьох блоків та передані в експлуатацію станційному персоналу, в чергових змінах яких, до речі, переважала чоловіча стать.

26 квітня 1986 року

Усе було майже звичним, 4-й блок зупиняли

в поточний ремонт згідно регламенту і нормативних документів (25 і 26 квітня 1986 року з 8.00 до 20.00 автор був у складі зміни чергових диспетчерів ВЕО "Київенерго", які напередодні цих подій погоджували згідно інструкцій та давали дозвіл на зупинку 4-го енергоблоку ЧАЕС лише для профілактичного поточного ремонту, брали участь у оперативній ліквідації аварії на ЧАЕС, виконуючи рішучі заходи для забезпечення сталої роботи енергосистеми УРСР та в цілому СРСР, у зв'язку з вимушеною ситуацією втрати надзвичайно значної генеруючої потужності ЧАЕС - 3000 МВт). Але поряд з цим без дозволу диспетчера енергосистеми виконувалися запропоновані "теоретиками" не проектні, не погоджені, згідно нормативних документів та інструкцій роботи, а експерименти, пов`язані зі зміною режиму роботи реактора і розраховані більше "на авось". Критична ситуація склалася на початку нічної зміни, коли в режимі зниження потужності реактора від 700 теплових мегават потужність була знижена нижче 30 МВт, а нейтронна потужність знизилася до нуля і залишалася такою протягом 5 хв. (судячи з показників самописця нейтронної потужності в реакторі). Розпочався процес виділення теплової енергії від ланцюгового ділення атомних ядер короткоживучих ізотопів (процес експлуатаційни-ки називають розвитком, так званого, ефекту "отруєння реактора"). Сам по собі цей процес ніякої ядерної загрози не несе, адже коефіцієнт ефективного розмноження нейтронів Кеф<1 і настає так званий підкритичний стан, що приводить до затухання і припинення самопідтриманої ланцюгової ядерної реакції ділення. Навпаки, в міру його розвитку здатність реактора підтримувати ланцюгову реакцію ділення ядер палива весь час зменшується до повного його зупинення, незалежно від волі оператора. У всьому світі при таких режимах роботи реактор просто зупиняють, згідно регламенту, і 3-4 доби чекають поки він не відновить свою спроможність до нормальної роботи. А потім запускають знову. Як правило, оператори при такому режимі (ефекту "отруєння реактора") обов`язково зупиняють реактор. Процедура ця є звичайною і ніяких труднощів для досвідченого персоналу IV блоку станції не являла.

Особи, відповідальні за проведення цього сумнівного електротехнічного експерименту, і оперативний персонал чергової зміни, який тількино заступив на зміну, вирішували дилему: або зупинити реактор, тобто відмовитися від проведення сумнівного експерименту, який не мав особливої перспективи на подальше його використання в експлуатаційній практиці, і тим самим відкласти здійснення запропонованої так званої "програми" на невизначений час; можливо, надовго, оскільки ранком, згідно регламенту, передбачалося зупинити реактор на профілактичний поточний ремонт; або якнайшвидше, не допускаючи занадто глибокого розвитку процесу зниження здатності реактора, підтримувати ланцюгову реакцію ділення ядер палива до повного його зупинення, вивести теплову потужність реактора на заданий рівень, запропонованої так званої "програми".

У першому випадку очікувалися б "чергові" прикрості, тому що запланована робота виявилася б невиконаною. Інший варіант зберігав можливість виконати завдання, до того ж такого роду керування реактором вважалося в середовищі операторів ознакою особливої майстерності - "вищим пілотажем".

Біля блокового щита керування у ці хвилини перебували, окрім осіб оперативного персоналу зміни, заступник головного інженера станції 2-ї черги, оператори, що очікували рейсовий нічний автобус, і стажери попередньої зміни. Рішення було прийняте швидко, оператори отримали вказівку про виведення теплової потужності реактора на необхідний рівень, запропонованої так званої "програми", усіма підручними засобами, теоретично знаючи, що ці дії робити вкрай небезпечно. При підготовці програми проведення електротехнічного експерименту, а також в процесі його проведення, було допущено низку грубих порушень правил безпечної експлуатації ядерного реактора. При розслідувані цієї планетарної техногенної катастрофи досвідчені експлуатаційники нарахували цілих сім грубих порушень!...

Безвідмовно, всупереч інструкцій та теоретичним знанням, спрацювала звична готовність виконати розпорядження, - прагнення завершити почате. При цьому свою фатальну роль зіграла і впевненість у високій надійності реактора, у неможливості серйозної аварії. Пристрої відображення інформації і введення команд із блокового щита керування дозволили вивести процеси далеко за межі регламенту (адже були змонтовані жіночою бригадою надійно), але не дали своєчасної інформації про масштаби ускладнень, що насуваються, - така робота реактора інструкцією заборонялася!

Оператори, незважаючи на гарні показники їхніх операторських якостей (за 36 секунд були виконані два основні виміри, і, як з`ясувалося пізніше, успішно), просто не мали можливості зрозуміти, що все-таки відбувається в реакторі. Нарешті, настав момент, коли вони вже не змогли справитися з надзвичайно швидкою мінливою ситуацією...

Протягом 10 секунд відбулось декілька послідовних вибухів в 4-му блоці, про що засвідчували практично усі очевидці і показники приладів до моменту, коли вони ще працювали. При такій кількості вибухів більше за все могла створитись критична маса

ланцюгового розпаду урану-235, аномально збагаченого до 60% (тоді як звичайне паливо збагачено 1,8%).

Виникло питання, яким чином, частина ядерного палива урану-235 отримала таке збагачення і була викинута вибухом із реактора? Було знайдено і кратне перевищення складу плутонія-239 в ядерному паливі, а це також матеріал для атомних бомб. Так, критична маса ланцюгового розпаду ядерного палива напевно і створилась в активній зоні реактора в нижній частині 3-го квадранта (південно-східного). Дійсно мають місце такі свідчення: "потужність реактора в цій частині збільшилась в "е" разів (2,718281... раз) за 0,33 секунди, а за одну секунду - більше ніж у 20 разів, але ця секунда як раз і була 9-ю або 10-ю секундою вибухового процесу.

Таким чином, можна стверджувати, що на 4-му блоці мав місце квазі-ядерний вибух - адже відомо, що справжній ядерний вибух з повним виділенням енергії за такої ситуації (і максимальними нейтронними потоками) не міг статися, тому що об'єм реактора вже був розкритим. Такого типу вибухи та викиди відбувалися на території колишнього СРСР (05.03.1949, хімічний комбінат "Маяк", Челябінська обл., масовий викид в річку Теча високоактивних рідких радіоактивних відходів, найбільшу дозу опромінення отримали 28100 осіб. В річці Теча середня еквівалентна доза сягала 210 мЗв/с, 29.09.1957, хімічний комбінат "Маяк", Челябінська обл., вибух, в навколишнє середовище потрапили радіонукліди загальною активністю 20 млн. Кі/км2, на загальній території довжиною 300 і шириною 50 км), і за кордоном: (1955, 1961, 1966, 1971, 1979, 1982, 1986 рр. в США; 1952, 1983 рр. в Канаді; 1957 р. в Англії; 1968 р. у Швейцарії; 1969 р. у Франції; 1981, 1986, 1999, 2002, 2004 рр. в Японії; 1986 р. в ФРН). За повідомленнями як експериментаторів, так і очевидців, ці аварії мали місце при випадковому створенні критичної маси ланцюгового розпаду радіоактивних елементів, зокрема на радіохімічних підприємствах.

Ці факти цілком пояснюють послідовність подій 26.04.1986 р., а саме: епіцентр вибуху знаходився на висоті 0,5-0,7 м від днища реактора і створена плазмова хмара, практично миттєво, підвищила температуру навколишнього середовища тіла активної зони реактора до декількох тисяч градусів, тому відбулося розплавлення (а можливо і випаровування?) не тільки активної зони, а і частини днища реактора, через яке в під реакторне приміщення і проникла відома ЛПЗМ (лавиноподібна паливозберігаюча маса). А більшість об'єму активної зони реактора, яке знаходилось вище епіцентру вибуху, виконало роль "снаряду" перевернуло не тільки кришку реактора (ту саму знамениту "Єлену"), а і всю верхню частину блоку (а це більше двох тисяч тонн), частина його відштовхнулась від "Єлени" і впала до блоку, а частина вилетіла назовні. Причому найбільш важкі частини було розкидало порівняно недалеко від блоку, а інші викинуло на висоту у вигляді тієї плазмової хмари, про яку розповідали риболови на річці Прип'ять.

Створилася радіоактивна хмара, яка розпочала свою подорож навколо Землі, сіючи радіоактивні частинки, забруднюючі велетенські території на своєму шляху. Окрім того, при останньому вибуху виник потужній потік заряджених іонів, які спричинили надвисокі електричні струми в близьких електромережах, зруйнувавши запобіжники електричного струму, електрообладнання блоку що привело до зникнення напруги. Точніше можна сказати що відбулось явище, яке виникає при ядерних вибухах і називається ЕМІ (електромагнітним імпульсом), але в даному разі в значно обмеженому замкненому об'ємі.

Дотепер, важке враження справляють фотознімки, що ілюструють розкидані блоки графітової кладки реактора четвертого блоку ЧАЕС...

До ранку стали більш ясними масштаби аварії. Деякі керівники розгубилися, боялися вийти із захищених від радіації помешкань, перекладали свої обов`язки на плечі інших, а то і давали просто безглузді розпорядження. Але набагато більше виявилося тих, хто не не маючи певних повноважень, діяв найрішучішим і доцільним чином, виконуючи будь-яку небезпечну роботу. Імена таких людей, як А. Ситніков, А.Акімов, стали легендою, символом мужності, честі і мучеництва.

Нащадкам залишилися смертельно небезпечні радіонукліди нептунію-237, плутонію-239, америцію-242, кюрію-244, технецію-99, цезію-127 та багато інших. Період розпаду деяких із них становить від сотень тисяч до мільйонів років. А яка небезпека причаїлась в зоні? 800 могильників із радіаційної землі, знесених сіл, техніки, обладнання...

Яка доля Київського моря і ГЕС побудованих на Дніпрі? За даними вчених за ці роки у Київському морі накопичилось понад 500 млн. тонн високорадіоактивних нашарувань мулу. Щороку до нього додається в середньому 20 млн. м3 твердого стоку. Не важко підрахувати через скільки років воно наполовину наповниться твердим стоком і Київська ГЕС вийде з ладу. Слідом за нею така ж доля чекає і Канівську ГЕС, у водосховище якої Десна несе понад 8 млн. м3 твердого стоку за рік, а після виходу з ладу Київської ГЕС додається ще й твердий стік Дніпра. У XXI-XXII століттях наших нащадків чекають справи з ліквідації цих ГЕС і водо-сховищ.

Постійно з об`єкту "Укриття" відбувається "неорганізований" викид аерозольних радіо-

нуклідів... На сьогоднішній день максимальний рі-вень потужності експозиційної дози гамма-випромінювання всередині об`єкту "Укриття" 3300 Р/год, що відповідає потужності поглинутої дози 28,941 Дж/кг/с, або потужності еквівалентної дози 28,941 Зв/с.

Події минулого та їх учасники призвели до невідворотності таких сценаріїв майбутнього, де не має місця безвідповідальності, професійній недбалості і некомпетентності, а той й

просто злочинним діям.

Сьогоднішні події на атомних станціях в Японії, які постраждали в результаті землетрусу, а також переосмислення Чорнобильської трагедії ставлять на порядок денний питання - бути чи не бути атомній енергетиці?

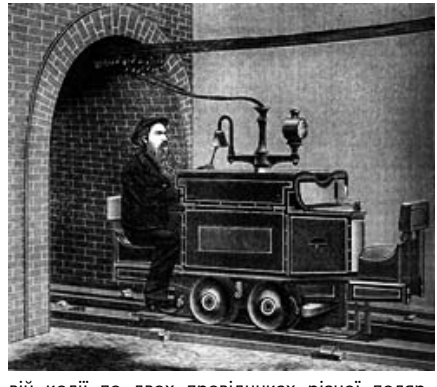
Нині світова спільнота у своїх країнах розробляє стратегію розвитку енергетики з широким використанням природних та поновлювальних джерел енергії. А наша держава в стратегії розвитку енергетики продовжує спиратися на активне використання атомної енергетики.

Наслідки тієї трагедії, які сталася у квітні 1986 року на ЧАЕС та у березні 2011 року в Японії, ставлять перед людством нові виклики. Насамперед, це питання щодо подальшої долі Чорнобильської атомної станції зокрема, та усіх атомних станцій у світі взагалі. Існує концепція довготривалого зберігання та консервації. Воно може розтягнутися на 100 років. Є концепція, яка дозволяє завершити ці роботи достатньо швидко - через декілька десятків років просто зупинити всі атомні станції. Можна сміливо стверджувати, що в Україні м. Славутич та станція "не вмирають". Про це не може бути й мови. Чи існують проекти спільної роботи з іноземними партнерами в Чорнобилі? Це ж такий природний полі-гон... Розмов достатньо, є бажаючі розгорнути там виробництво спеціальних протипожежних потягів, є наміри створення СП з виробництва приладів для вимірювання температури та тиску при енерговиробництві. Бажань багато, були б кошти щоб це здійснити. Щодо Японії - там питання трагічно відкрите...

Електротехніка розвивалась завдяки спільній роботі вчених і винахідників-практиків

Становлення електротехнічної промисловості було незначним в перше десятиліття після її виникнення, тобто після 1831 р. Надзвичайно бурхливий розвиток електротехнічної промисловості розпочався лише з впровадженням електричного освітлення та машинобудування. Спочатку в якості електродвигуна використовували звичайну динамо-машину, поки не винайшли електродвигун, який, на жаль, у головних деталях не відрізнявся від динамо-машин. В розвитку електродвигунів у конструктивному відношенні багато було зроблено американцями, яким в цій області належала першість на протязі двадцяти років, паралельно з цим електродвигуни активно розповсюджувалися в Америці.

У 1876 р. на Петербурзькій кінно-залізничній дорозі інженер Ф.А. Піроцький вперше випробував рейковий одноколійний шлях для передачі електроенергії на відстань по рейко-



вій колії по двох провідниках різної полярності, які живили розміщений у вагоні електродвигун. Він вперше використав на кінці валу двигуна зубчате колесо, яке з'єднувалося з великим зубчатим колесом, наглухо надітим на вісь з колесами вагона. До цього обертальний рух від електродвигунів здійснювався за допомогою ремінної або поясної передачі. Своєю ідеєю Ф.А. Піроцький поділився з усіма

зацікавленими особами через журнал "Инженерный весник". Серед останніх виявилися представники електротехнічного товариства братів Сіменс. Вже назабаром представники товариства Siemens & Halske негайно відправили статтю голові товариства Вернеру Сіменсу в Німеччину. 1879 року товариство Siemens&Halske на Берлінській промисловій виставці використало ідею Ф.А. Піроцького, але окрім двох рейок, які використовувалися зворотнім контактом, для забезпечення руху причеплених 3-х вагонів було прокладено збоку рейковий контакт для живлення електродвигуна невеликого вагона-локомотива (електрокара). Три невеликих вагони перевозили 18 пасажирів, які сиділи в незручних позах і використовувалися для катання по території виставки. Швидкість сягала 6,5 км/год., використовувався постійний струм напругою 150 В, потужність електродвигуна становила 3 к.с. (кінські сили).

Після серії проведених дослідів, які Ф.А. Піроцький, не маючи ніякої підтримки від царського уряду Росії, здійснював за свої кошти, 22 серпня 1880 р. о 12 годині дня в Петербурзі на Пісках, на перехресті Болотної вулиці та Дегтярного провулку вперше в Росії було перевірено можливість руху трамвайного вагону. Того ж року Ф.А. Піроцький вперше спроектував і збудував лінію електропередачі постійного струму від водяного млина.

1881 року Ф.А. Піроцький запропонував удосконалену схему своєї електричної залізної дороги на електротехнічній виставці в Парижі. Після успіху на виставці В. Сіменс приступає до будівництва електричної трамвайної лінії протяжністю 2,5 км. в берлінському передмісті Ліхтерфельде по схемі Ф.А. Піроцького. Електродвигун вагона отримував струм напругою 100 В через дві рейки і мав потужність 5 кВт. Максимальна швидкість руху сягала 20 км/год. У 1881 р. перший трамвай, побудований товариством Siemens & Halske, пройшов по залізній дорозі між Берліном та Ліхтерфельдем. У 1883 році Ван-Депулем (США) було запропоновано спосіб живлення електродвигуна від верхнього контактного провідника та рейок таким чином було відкрито трамвайний рух, який почали використовувати в усьому світі.

Використання електричної енергії у колишній царській Росії зводилось до освітлення міст та окремих фабрик і заводів. Перша електрична установка зовнішнього освітлення (дуговими лампами Яблочкова) у Петербурзі була включена 10 травня 1880 р. на Літейному мосту. У грудні 1883 року в Петербурзі почала працювати перша електростанція загального користування. Станція була розміщена на баржі, пришвартованій на березі ріки Мойки біля Поліцейського (нині Народного) мосту. На станції було встановлено 3 локомобілі і 12 динамо-машин загальною потужністю 35 кВт.

Перший електричний трамвайний рух на теренах колишньої царської Росії і восьмий в Європі відкрито 1892 року в Києві.

Виробництва динамо-машин, електродвигунів і трансформаторів в царській Росії майже не існувало. Єдиний завод в товариства Siemens & Halske в Петербурзі випускав електродвигуни для електричної тяги в невеликій кількості. На заводі працювало до 150 робітників, випускалося щорічно динамомашин і двигунів загальною потужністю до 6000 кВт.

Електричні двигуни постійного струму мають особливість, яка знайшла застосування і в інших електродвигунах, а також в динамомашинах. Це заміна колекторних щіток, що під-водять струм до двигуна, на вугільні пластини.

У 1883 р. бельгійсько-американський електротехнік фон Деноєло при будівництві першої електричної дороги в Америці запропонував змінити мідні дротові щітки вугільними пластинками, які ковзають по колектору. В результаті було вирішено проблему пошкодження мідних щіток при утворенні іскри на колекторі.

З того часу вугільні щітки використовуються не лише в електродвигунах постійного струму, але й в динамо-машинах. Вугілля має цінну властивість - знешкоджувати утворення іскри між щіткою і колектором. Завдяки шліфовці утворюється якісний контакт з колектором, його поверхня залишається чистою, а вугільні щітки стираються рівномірно та більш помірно на відміну від мідних.

У 1889 році видатний електротехнік М.Й. Доліво-Добровольський запропонував трифазну систему змінного синусоїдального струму і того ж року створив трансформатор змінного струму, перший трифазний генератор та асинхронний двигун, ротор якого обертається внаслідок взаємодії його з постійно обертаючим магнітним полем у трифазній електричній системі змінного струму.

Геніальність М.Й. Доліво-Добровольського дозволила йому інтуїтивно довести, що у трифазній системі змінного струму має місце економічно найбільш ефективна передача електричної енергії на будь-які відстані, а подальше збільшення числа фаз є недоцільним, бо це призводить до значного збільшення витрат міді на провідники та на їх ізоляцію. У трифазній системі змінного струму створюється симетричне обертаюче електромагнітне поле, яке обертається пропорційно частоті змінного струму.

Його геніальна ідея була реалізована 1891 року на Всесвітній електротехнічній виставці у Франкфурті-на-Майні (Німеччина), де було проведено експеримент з передавання елек-

тричної енергії на відстань 175 км з максимальним ККД 78,9%, лінійною напругою 15 кВ (до речі, сучасний ККД передавання електроенергії складає майже 90%, максимальна лінійна напруга трифазного змінного струму в Україні 750 кВ).

Експеримент з передачі електроененргії з Лауфена до Франкфурта-на-Майні приніс М.Й. Доліво-Добровольському світове визнання, адже трансформатори і електродвигун, за умовою, мали бути випробувані на виставці. Унікальне електрообладнання для проведення цього експерименту виготовлялось за проектами М.Й. Доліво-Добровольського (на той час електрообладнання такої потужності ще не випускалося: гідротурбіна 300 к.с., трифазний генератор змінного струму 230 кВА, 150 об/хв., 95 В, з'єднання обмотки-зірка) було виготовлено на швейцарському заводі "Ерлікон". Трифазний електродвигун 75 кВт і трифазні 2-х обмоткові трансформатори змінного струму (3 од. 150 кВА з коефіцієнтом трансформації 154 в Лауфені і 116 у Франкфурті) та інше лінійне обладнання було виготовлене товариством АЕГ (Німеччина).

Пізніше науковцями було підтверджено математичним шляхом та побудовою різних векторних і кругових діаграм правильність висновків М.Й.Доліво-Добровольського. Теоретично існування кругової діаграми для асинхронної машини довів у 1894 р. О.Гейланд. Точну кругову діаграму, враховуючу усі витрати електроенергії у трифазній машині змінного струму, побудував у 1899-1900 рр. Осанна. 1900 року К.О. Круг дав ґрунтовне математичне доведення кругової діаграми. На цьому принципі електромагнітної взаємодії працюють усі асинхронні та синхронні електродвигуни змінного струму.

Отже, перші винахідники прагнули якомога швидше втілити в життя свої винаходи: струм, передачу струму на відстань та отримання механічної енергії від струму. Їх досягнення в цьому напрямку підтримували та розвивали багато вчених, інженерів, винахідників-практиків, які не зупинялися перед різними фінансовими, бюрократичними та фізичними перешкодами, що дало можливість використовувати електроенергію у різних галузях діяльності людини.

Енергетика майбутнього

Проблематика енергетики майбутнього є дуже цікавою, економічно доцільною, екологічно необхідною для широких верств сучасного.

Вчені-енергетики постійно шукають нові джерела енергії та шляхи ефективного забезпечення нею людства виробництво у таких сферах:

традиційна атомна енергетика;

так званий електроядерний метод (коли сам реактор перебуває у підкритичному стані і нейтрони, необхідні для керованої ланцюгової реакції поділу ядер, вводяться в активну зону за допомогою прискорювача протонів;

термоядерний синтез;

використання енергії припливів;

використання енергії тепла землі (прогнозовані ресурси геотермальних джерел тільки у Закарпатті становлять 239 тис. м^3 за добу, тепловідбір - 492,6 Мвт при температурі води +60'С і глибині залягання запасів - до 2000 м);

вакуумна енергетика (компактні генератори енергії, засновані на реалізації вакуумних ефектів, розташованих у місцях використання енергії);

термо-молекулярна енергетика (використання електромагнітної природи сил поверхневого натягу, які діють на великих міжфазових поверхнях) та інші.

При цьому не помічають, що у XXI столітті, на думку Германа Шеєра*, головною має стати сонячна енергія.

Якщо говорити про один із найбільш загальних для економіки кожної країни показ-

---

*Герман Шеєр (Hermann Scheer) - голова Всесвітньої ради з відновлюваних джерел енергії, засновник і керівник Європейської асоціації відновлюваних джерел "Єврософар", автор багатьох публікацій з проблем та перспектив розвитку відновлюваних джерел енергії. За діяльність в області освоєння сонячної енергії Герман Шеєр в 1999 році став лауреатом міжнародної премії "За гідний спосіб життя", яку ще називають альтернативною Нобелівською премією.

ників енергоефективності - енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП), яка визначається як обсяг споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) для задоволення енергетичних виробничих і невиробничих потреб країни на одиницю ВВП, то цей показник, за попередніми даними, був для економіки України у 2010 році у 6-10 разів вищим, ніж для розвинених країн Західної Європи. Це лягає важким тягарем на національну економіку, тим більше в умовах її енергодефіцитності. При цьому питомі витрати умовного палива на ТЕС України сягнули до 409 г у.п./кВтг, а на де-яких блоках сягали 420-450 г у.п./кВтг і більше. Для порівняння питомі витрати умовного палива на ТЕС Європи складають 280-320 г у.п./кВтг.

За ці роки мало що змінилось. Таким чином, енергозбереження та використання відновлюваних джерел енергії, першоджерелом яких є сонячна енергія, енергії вітру,

води та біомаси повинно стати визначальним фактором енергетичної стратегії України на перспективу.

В Україні дослідження в галузі відновлюваних джерел енергії проводяться давно. Ці дослідження перспективні, потрібні людству, їх актуальність весь час зростає. Використання практично невичерпної, економічно чистої енергії відновлювальних джерел на потреби людства є важливим елементом культури сучасних і майбутніх господарників.

На думку відомого німецького вченого, громадського діяча і політика Германа Шеєра, яку він виклав у своїй праці "Стан перспективи, розвиток нетрадиційних джерел енер-гії", розвиток людської цивілізації з точки зору використання джерел енергії проходить у трьох перехідних фазах.

Перша фаза, яка тривала до XVIII сторіччя була дотехнологічна, яку можна назвати сонячною фазою. В цей час використовувалась енергія, джерелом якої було Сонце. Це мускульна енергія, енергія води та вітру.

Друга фаза, яка розпочалася з початком промислової революції і триває дотепер - це фаза коли енергія добувається з викопних матеріалів. Ці джерела енергії обмежені, їх використання супроводжується виділенням отруйних речовин. "Наше суспільство можна назвати викопним суспільством".

Третьою фазою у використанні джерел енергії має стати сонячна фаза, але вже технологічна сонячна фаза. Сьогодні люди мають змогу користуватися всіма благами цивілізації завдяки тому, що видобувають енергоносії із земних надр, за рік спалюючи те, що природа накопичувала мільйони років.

За думкою багатьох вчених у XXI-XXIV століттях викопні джерела енергії закінчаться (при рівні видобутку вугілля 100-120 млн. т на рік його балансових запасів в Україні вистачить понад 450 років, що значно перевищує резерви рідкого і газоподібного палива. При нинішніх рівнях вироблення розвіданих запасів природного газу (1120 млрд. м^3) вистачить на 50-60 років, а нафти (227 млн. т) - на 40-50 років.

Надії, які покладали на ядерну енергію не виправдалися, практичне використання керованого термоядерного синтезу переноситься на більш віддалені терміни. Вакуумна енергія, над освоєнням якої працюють вчені США, Швейцарії, Англії та Японії теж не може у найближчій перспективі стати у нагоді.

На думку Г.Шеєра, сьогодні важливо - чи вдасться протягом наступних 50 років замінити викопні джерела енергії сонячною енергією. Сучасна техніка дозволяє ствердно відповісти на це запитання.

Вже зараз можна побудувати будинок на енергопостачання якого буде використовуватися лише енергія Сонця. Г.Шеєр мешкає саме в такому будинку!

Талановитий дослідник сонячно-земних зв'язків О.Л.Чижевський писав: "Безперечно, що головним збудником життєдіяльності Землі є випромінювання Сонця".

Так, на широтах Ашхабада і Ташкента на квадратний кілометр падає опівдні потік сонячної енергії, рівний потужності Дніпрогесу 1538,2 МВт. Звичайно в Україні сумарна густина сонячної енергії в середньому становить 700 Вт/м2. Найбільша пряма сонячна енерія в південних областях (Одеській, Миколаївській, Херсонській), на рівні моря досягає 1 кВт/м2 або 0,1 Вт/см2.

Найвизначнішим заходом здійсненим в Україні у галузі використання сонячної енергії, є зведення сонячної електростанції в Криму потужністю 55 МВт (СЕС-5).

Зокрема, Г.Шеєр повідомив, що зараз у Німеччині загальна потужність вітроенергетичних установок складає понад 11600 МВт. Сумарна потужність вітрових електричних установок (ВЕУ) сьогодні в Україні наближається лише до 35 МВт.

Говорячи про нові технології використання енергії води, Г.Шеєр вказав на перспективність невеликих ГЕС. (На сьогодні в Україні

цьому питанню приділяється значна увага. Автор статті у 2002 році був на відновлених Корсунь-Шевченківській та Стеблівській ГЕС).

На думку Г.Шеєра, зараз недооцінюють значення енергії біомаси. За його словами, якщо за рік спалюють 8 млрд. т палива, в тому числі 3,5 млрд. т нафти, то щорічно на земній кулі утворюється біомаса, яка містить 220 млрд. т сухої речовини. Якщо вирощувати на площі 4-5 млн. км^2 ліс і використовувати деревину як джерело енергії, то нею можна було б замінити всі викопні енергоносії.

Щодо перспектив застосування відновлюваних видів енергії в Україні Г.Шеєр підкреслив, що на його думку, навіть Німеччина може у майбутньому перейти на використання виключно відновлюваних видів енергії. А оскільки в Україні площа території більша, а клімат тепліший, то потенціал відновлюваних видів енергії в Україні значно більший. До речі, Європейський банк реконструкції і розвитку запускає Програму фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF), яка передбачає кредитне фінансування в обсязі 50 млн євро для українських компаній, що інвестують у відновлювальні джерела енергії.

Можливо, ті, хто займається розробкою тих чи інших поновлюваних джерел енергії, не почули якихось технічних деталей, що їм невідомі. Але у своїх працях Г.Шеєр зумів передати те, чого в спеціальній літературі можна і не знайти - своє переконання в тому, що дослідження альтернативних джерел енергії сьогодні є одним з найважливіших напрямків науково-технічної творчості. XXI сторіччя має стати сторіччям переходу до відновлюваних джерел енергії.

Енергетика тримається саме на "трьох китах"

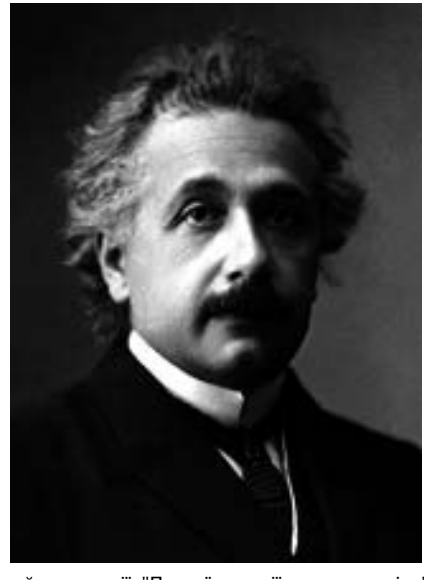
Пригадуєте шкільний плакат з трьома китами, які тримають на собі Землю? Чи не усміхалися ми над наївністю давніх китайців, щодо їхніх уявлень про світобудову? Мало хто з чистою совістю зможе дати заперечну відповідь. Проходять роки і той, хто далі цікавиться влаштуванням нашого світу починає помічати, що чомусь число три відіграє суттєву роль. Три зрізи часу: минуле, теперішнє, майбутнє; три просторові координати - Всесвіт складається з простору, матерії і часу. Весь світ ми ділимо на "Я", "Не - Я" та відношення між "Я" і рештою світу.

Без води, повітря, землі під ногами - людина немислима. Життя торжествує завдяки тому, що безперервно перепускає крізь себе три нероздільні потоки - речовину, енергію, інформацію. Людині потрібна: Батьківщина, любов, свобода...

В численних релігіях число три відіграє чи не найголовнішу роль і т.д. І лише тоді стає зрозуміло, що "кити" - то символи, які відображають принципи побудови нашого світу, і в цьому розумінні світ справді тримається саме на трьох (а не на одному чи двох) "китах".

Зараз ми ледве наближаємося до розуміння природи часу, але впевнено можна сказати, що час тісно пов'язані з простором і всіма тілами та явищами нашого світу. Вочевидь простір, матерія та час (своєрідні три "кити" нашого Всесвіту) тісно взаємопов'язані між собою. Не тільки перебіг будь-якої події відбувається в часі, а й час у свою чергу пов'язаний з усіма явищами, що відбуваються у природі.

Саме так просторово-часові уявлення змінилися завдяки розробленої в 1905 р. А. Енш-



тейном теорії "Повної енергії рухомого тіла" (E), яка дорівнює масі тіла (m) помножену на квадрат швидкості світла у вакуумі (c^2). Ми бачимо, що три параметри відіграють головну роль.

Вже після появи теорії А. Енштейна американський астроном Едвін Хаббл у 1929-1931 рр. обнародував результати своїх спостережень руху галактик. Виявилося, що галактики розбігаються (об`єктивними властивостями Всесвіту є червоне зміщення у спектрах випромінювання інших галактик, пропорційне відстаням до них). Це відкриття було розтлумачено на основі ефекту Допплера, як взаємне віддалення галактик) - тобто Світ і насправді розширюється та змінює свої три просторові координати. Фізики-теоретики в 1998 р. під-

твердили висунуту гіпотезу А. Енштейном про існування негативного притягання галактик, яке діє тільки на величезних астрономічних відстанях і в гігантських об`ємах космічного простору, та розсуває галактики і галактичні скупчення, дедалі більше віддаляє їх одна від одної. Швидкість розсування галактик (Y) дорівнює константі Хаббла (H) помножену на відстань між галактиками (r). Отже маємо знову три суттєві параметри.

У чому ж полягає сама ідея того, що енергетика "тримається саме на трьох китах" і чи може вона якимось чином перегукуватися з базовими ідеями наших предків? Спробуємо стисло обгрунтувати запропоноване ствердження.

Як же побудована енергетика? Як правило, більшість уявлень про неї (не враховуючи фахівців-енергетиків) не виходять за рамки споживача, якого мало цікавить - за рахунок якого джерела енергії рухаються потяги, трамваї, горить світло у містах та селах, подається тепло в оселі тощо.

Отже, енергетичний котел (К), парова турбіна (Т), генератор (Г) - три "кити" (узагальнені символи).

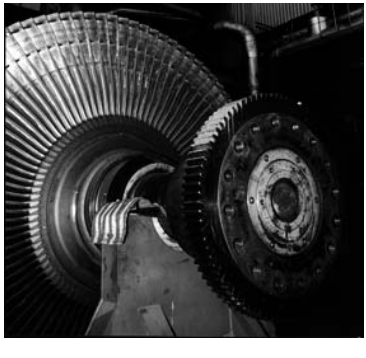
Цікаво простежити далі.

Робота (l0) в довільному циклі теплового двигуна дорівнює підведеній теплоті до робочого теплоносія (q1) мінус відведену теплоту від робочого теплоносія (q2). Як бачимо знову узагальнені три параметри.

Ентальпія насиченої пари теплоносія (i") перевищує ентальпію живильної води енергетичного котла в умовах насичення (i') точнісінько на величину теплоти пароутворення (r). Також три параметри.

Після енергетичного котла енергоносій - перегріта пара, при проходженні через парову турбіну також постійно розширюється та змінює свої три параметри: тиск (P), температуру (t) та ступінь сухості (x).

Коефіцієнт корисної дії парової турбіни (k) дорівнює відношенню використаного теплоперепаду теплоносія в турбіні (Hi) до теплоти теплоносія на вході у турбіну (H0). Знову узагальнені три параметри.



Трифазний генератор змінного струму виробляє потужність: активну (P), реактивну індуктивну (QL), реактивну ємнісну (QC) - три потужності!

Доцільно нагадати, що з усіх природних і штучно створених елементів періодичної системи Д.І.Менделєєва ланцюгова реакція поділу практично здійснена у промислових масштабах, в тому числі і для енергетики, тільки: в урані - 235, урані - 233, плутонії - 239!

В природі існують три ряди радіоактивних перетворень (або сімейств), родоначальниками яких є уран - 238 (ряд урану), торій - 232 (ряд торія) і уран 235 - (ряд актиноурана). Кінцевими продуктами у всіх трьох випадках є ізотопи свинцю:

в першому випадку Pb - 206;

в другому випадку Pb - 208 ;

в третьому випадку Pb - 207, знову узагальнені три ізотопи.

Енергія, що вивільняється при поділі атомів, перетворюється на тепло, потім воно за допомогою спеціальних технічних пристроїв - ядерного реактора використовується для одержання теплоносія - пари, далі турбіна (Т), генератор (Г). Знову три узагальнені символи.

В гідроенергетиці: рухома річка, водяна турбіна, генератор - три узагальнені символи...

Сподіваємося, що ми переконали читача у нашому ствердженні і думаємо, він сам згадає багато прикладів, як в енергетиці, так і в інших галузях сучасних знань, які відповідають ствердженню давніх китайців. Неправильне розуміння того, що залишили нам у спадок мудрі предки дозволило нам у душі зверхньо насміхатися над їхньою мудрістю. Чи не ховається за скепсисом нерозуміння (або спотворене розуміння) самої базисної ідеї?

Ернест Резерфорд розкрив гносеологію атома та попередив людство

Основи атомістики були закладені античним філософом Левкліппом (V в. до н.е.). Великий вчений і античний філософ Демокрит (біля 460-370 р. до н.е.) розвинув вчення античної атомістики, виходячи з вічності матерії: ніщо не створюється з нічого, всякі зміни - це лише роз'єднання і з'єднання частинок. Основу всього складають незмінні і нероздільні атоми, які находяться в невпинному русі, діючі один на одного за допомогою ударів та тиску.

Майже 2500 років людство не використовувало терміну "атом".

Але щасливий збіг обставин допоміг з'явитися на світ знаменитій моделі атома. Вважають, що в науці є велика краса, і вчений у своїй лабораторії не тільки технік перед явищем природи, він відчуває такі почуття

наче мала дитина годує лебедя з рук. Прозріння відвідує вчених по-різному, наприклад, випадкове спостереження може обернутися чудовим відкриттям.

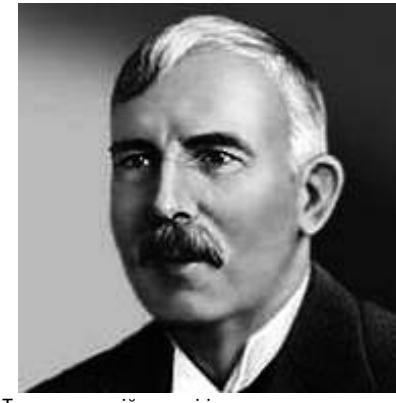
Саме так американський радіоінженер Карл Янський відкрив радіохвилі зоряного походження, а його співвітчизники Арно Пензіас та Вілсон Роберт Ратбан виявили космічне реліктове випромінювання, яке стало найвагомішим доказом справедливості теорії Великого Вибуху. Збіг обставин виявляє себе і раптовим осяянням блискучою ідеєю, і зустріччю з гарними партнерами по роботі, а то й просто знайомими.

А буває й інакше. Великий французький математик і механік Жозеф Луї Лагранж (1736-1813) називав Ісаака Ньютона (1643-1729) не тільки геніальним за всю історію, але також і везучим, оскільки Ісаак Ньютон розкрив систему світу, а таке можна звершити лише одного разу.

У цьому Жозеф Луї Лагранж помилився - ньютонівська єдина фізична програма опису всіх фізичних явищ, на базі механіки, пішла в минуле. "Щасливий, пізнавши причини" Ісаак Ньютон був в іншому. Йому випало з'явитися на світ саме тоді, коли молода європейська наука була вагітна двома великими революціями: математичною (розробка диференціального та інтегрального обчислення) та фізико-астрономічною (відкриття принципів класичної механіки і пояснення на їх основі законів з руху планет Коперника та Кеплера).

З цими завданнями міг впоратися лише геній - і він з'явився у свій час і на своєму місці. На початку 60-х років XVII століття щасливий випадок привів обдаровану молоду людину Ісаака Ньютона з англійської провінції до Кембриджського університету, де він отримав прекрасну освіту і реалізував свій фантастичний інтелектуальний потенціал. Сконструйований Ісааком Ньютоном у 1671 р. телескоп-рефлектор став перепусткою для обрання його в січні 1672 р. членом Лондонського королівського товариства, де з 1703 р. і до кінця життя він був незмінним президентом. У цьому Ісаак Ньютон був насправді успішним.

Не менш успішним був і новозеландець Ернест Резерфорд (1871-1937). Його заслужено називають батьком ядерної фізики і найбільшим фізиком-експериментатором XX століття. Ернест Резерфорд народився 30 серпня 1871 року в містечку Спрінг Гроув на Південному острові Нової Зеландії. У 1890 році він вступив у Кентербері-коледж, який закінчив з відзнакою в 1894-му році та отримав стипендію для продовження освіти в Кембриджі. Він працював над дисертацією у знаменитій Кавендишській лабораторії, яку тоді очолював Джозеф Джон Томсон (1856-1940), який у 1997 р. відкрив електрон. У 1919 році Резерфорд замінив Джозефа Джона



Томсона на цій посаді і залишався директором лабораторії до останнього дня свого життя - 19 жовтня 1937 року. У Кембриджі аспірант, Ернест Резерфорд з Нової Зеландії, спочатку займався електромагнітними явищами і, зокрема, в лютому 1896 зібрав найчутливіший у світі детектор електромагнітних хвиль з радіусом дії в декілька сотень метрів, трохи випередивши Попова Олександра Степановича (1859-1905) і Марконі Гуільєльмо (1874-1937). Він міг би стати одним з винахідників радіо, але доля розпорядилася інакше. Джозеф Джон Томсон доручив Ернесту Резерфорду дослідження електропровідності іонізованих рентгенівськими променями газів. У ході роботи Резерфорд задумався над особливостями іонізації газів під дією тоді ще зовсім таємничого постійного випромінювання урану, яке французький фізик Антуан Анрі Беккерель (1852-1908) виявив 1 березня 1896 року, і яке ще називали променями Беккереля. Вибір виявився доленосним - молодий Резерфорд на все життя захопився цими променями, надалі (радіоактивністю і пов'язаними з нею) явищами. Марія Склодовська-Кюрі, після того, як у 1898 році спільно з П'єром Кюрі відкрила випромінювання торію, промені Беккереля назвала радіоактивними променями. Це був чудовий час - народжувалася нова наука про мікросвіт. Коли Резерфорд працював у Томсона, той поклав початок наукових досліджень і пошуку та ідентифікації субатомних об'єктів, зовсім не відомих науці.

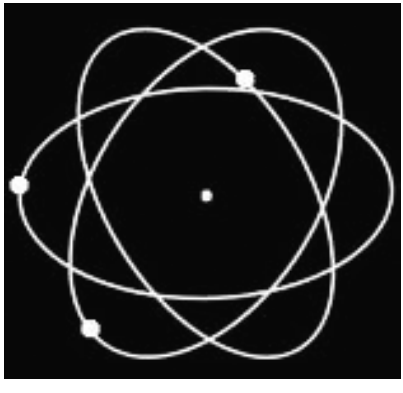
У 1897 році Резерфорд встановив, що катодні промені являють собою потік негативно заряджених частинок, маса яких в 2000 разів менша за масу атома водню. Так відбулося відкриття елементарної частинки номер 1 - електрона (цю назву трохи пізніше запропонував великий голландський фізик Хендрік Антон Лоренц (1853-1928), використавши введений термін "електрон" давньогрецьким філософом Фалесом Мілетським за

600 років до н.е. А наступний крок зробив вже сам Резерфорд. У 1899 р. Ернест Резерфорд відкрив неоднорідність випромінювання урану - легко захоплену частину випромінювання він назвав альфа-променями, з менше захоплену - бета-променями. 1898 року фізиками Канади йому було запропоновано очолити Мак-Гільську лабораторію і він залишив Кембридж, ставши першим аспірантом-дослідником, який не закінчив цього прославленого англійського університету. У Канаді він працював у 1898-1907 рр. на посаді професора Мак-Гільського університету Квебеку. У 1907-1919 рр. Резерфорд професор Манчестерського університету і директор фізичної лабораторії. З 1919 р. стає професором Кембриджського університету і директором Каведишської лабораторії.

Природа бета-променів була досліджена в 1899 році, коли Фріц Гейзель, Беккерель і Марія Складовська-Кюрі (1867-1934) прийшли до висновку, що це просто миттєві електрони. Проблему альфа-часток в основному вирішив сам Резерфорд у щасливому для себе 1908 році, який приніс йому Нобелівську премію з хімії. Він довів, що там, де присутнє джерело альфа випромінювання, з'являються атоми гелію (зараз навіть школяр знає, що альфа-частинки - це ядра гелію (He), але тоді поняття атомного ядра просто не існувало).

В інтер-валі між цими подіями француз Поль Віллар відкрив в урану ще один вид випромінювання, яке той же Резерфорд позначив третьою літерою грецького алфавіту "гамма" (згодом з'ясувалося, що гамма-промені - це електромагнітні кванти високих енергій).

Через два роки після повернення до Англії Резерфорд радикально оновив свою дослідницьку програму. Ще в Канаді використавши Демокритівську теорію, він почав здогадуватися, що "...атоми, діючі один на одного за допомогою ударів..." що альфа-частинки можна використовувати для зондування структури атомів, однак зайнявся цим на практиці вже в Манчестері. Ернест Резерфорд першим зрозумів, як влаштований атом, першим ідентифікував протон як самостійну елементарну частку (дав їй назву) і першим здійснив штучну ядерну реакцію, перетворивши азот на кисень.



У Манчестерському університеті працював німецький фізик-експериментатор Ганс Вільгельм Гейгер (1882-1945), який став головним помічником Резерфорда. У 1909 році він сказав шефові, що старшокурсник Ернест Марсден (1889-1970) шукає тему дипломного дослідження. Резерфорд згадав про свій канадський задум і запропонував Ернесту Марсдену зайнятися відбиттям альфа-частинок від металевих поверхонь.

Марсден спроектував експериментальну установку і сам же її виготовив. Це була герметична свинцева камера, всередині якої лежав шматочок радію. Альфа-частинки, які випускав радій, проходили через вузький отвір у свинцевій пластині, з них утворювався добре колімірований пучок, який падав на мішень з найтоншої золотої фольги. Перед початком чергової серії спостережень з камери викачували повітря. У ній був покритий сірчистим цинком пересувний екран, що випускає під ударами альфа-частинок дуже слабкі спалахи світла. Змінюючи положення екрану, можна було реєструвати частинки, що відбилися від мішені під будь-яким кутом. Спалахи спостерігали через віконце у стінці камери за допомогою 50-кратного мікроскопа. Здавалося, що результати повністю відповідають очікуванням: частинки-снаряди легко пронизували фольгу, незначно змінюючи напрямок (пізніше Гейгер обчислив, що найбільш ймовірний кут розсіювання при товщині фольги 0,4 мікрона складає 0,87 градуса). На цьому експеримент міг би закінчитися, але Резерфорд запропонував подивитися, чи не йдуть альфа-частинки на великі кути. Пізніше він згадував, що не дуже вірив у цю можливість. Як би там не було, невдовзі сталося те, що Резерфорд назвав найнеймовірнішою подією свого життя. Виявилося, що деякі альфа-частинки не тільки розсіюються перпендикулярно до початкового пучка (для золотої фольги товщиною 0,4 мікрона приблизно одна з двадцяти тисяч), але навіть відкидаються назад. Модель Томсона такого практично не допускала. За словами Резерфорда, це було все одно неначебто п'ятнадцятидюймовий снаряд відбився від паперової серветки. Результати Гейгера і Марсдена були опубліковані в наукових журналах, але сенсації не спровокували. А ось Резерфорд поринув у роздуми. Протягом усього 1910 року він намагався підібрати для них пояснення, але завдання виявилося важким. Проте в грудні Резерфорд написав американському дослідникові радіоактивності Бертраму Бордену Бол-

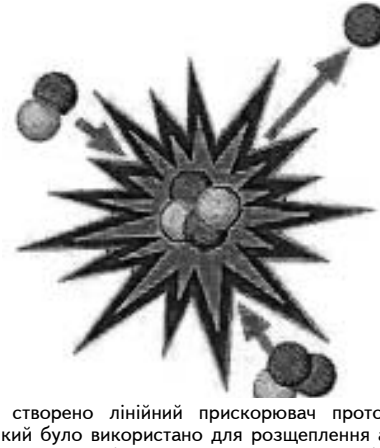
твуду (1870-1927), що розраховує незабаром запропонувати нову модель атома, набагато кращу, ніж Томсонівська. Вже через чотири місяці він відправив до філософського журналу статтю з докладним аналізом результатів своїх співробітників та інших вчених, отриманих при дослідженні розсіювання альфа-часток і електронів на різних металах. У кінці цієї роботи він констатує: "*При розгляді даних в цілому, мабуть, найбільш простим є припущення, що атом має центральний заряд, розподілений по дуже малому об'єму*".

Це і було первісне формулювання резерфордівської ядерної моделі атома. Про те, що електрони обертаються навколо ядра на зразок планет, тут немає й мови, це питання Резерфорд залишив відкритим - і не випадково. Згідно з електродинамікою Максвела, будь-який заряд, що обертається, зобов'язаний випромінювати електромагнітні хвилі, а цього атом у спокійному стані не робить. Таке випромінювання повинно викликати втрату енергії і, отже, дезінтеграцію атома, чого теж не відбувається. У ці нетрі Резерфорд лізти не захотів, адже його гіпотеза і так вже переступила загальноприйняті уявлення про структуру атома. Об'єднавши рівняння ньютонівської механіки з законом Кулона, Резерфорд обчислив, з якою ймовірністю рухома в полі точкового заряду заряджена частинка відхиляється на певний кут від первісного напрямку. Це і була знаменита формула Резерфорда, вперше опублікована у цій же статті. Точний її вигляд наводити не обов'язково, досить сказати, що шукана ймовірність обернено пропорційна четвертому ступеню синуса половини кута розсіювання. Дані Гейгера і Марсдена чудово укладалися в цю математичну залежність. Жодна з конкуруючих моделей атома не змогла запропонувати настільки ж сильного доказу своєї справедливості. Ось тепер настала черга головного моменту істини. Справа в тому, що розсіювання мікрочастинок на інших частках чи атомних ядрах - чисто квантовий процес. Для його опису необхідне рівняння Шредінгера Ервіна (1887-1961), якого в 1911 році ще не було. Зокрема, перетин такого розсіювання залежить від спінів часток, що зіштовхуються, а в класичній фізиці такого поняття не існує. Так чому ж формула Резерфорда так добре узгоджувалася з експериментом? Виявляється, рішення рівняння Шредінгера приводить до тієї ж формули, що і рівняння Ньютона, якщо розсіювання відбувається за рахунок сили, величина якої обернено пропорційна квадрату відстані! При будь-якому іншому потенціалі класична і квантова механіка дають різні результати. Тому справедливість формули Резерфорда для розсіювання альфа-частинок на металевій фользі виявилася лише дуже щасливою випадковістю. А що якщо б природа розпорядилася інакше і результати вимірювань Гейгера і Марсдена не вклалися у резерфордівську формулу, хоч з точки зору колишніх фізичних уявлень вона була бездоганною? У цьому випадку Резерфорд міг би й не запропонувати свою модель, яка і так відверто вибивалася з теорії електродинаміки Максвелла. А тоді не було б і трьох геніальних статей Бора у 1913 році про квантову теорію одно-електронного атома. Звичайно, врешті-решт ці проблеми були б вирішені, але ким, коли і як, можна тільки гадати. Коротше кажучи, фортуна Резерфорда сильно прискорила появу на світ квантової механіки та привела до розщеплення атомного ядра і штучного одержання радіоактивних ізотопів. Везе ж іноді геніям!

Дослідження учнів Резерфорда і співробітників дали такі результати:

було винайдено іонізаційний лічильник заряджених частинок, Йоганес Гейгер (1882-1945);

виявлено взаємозв'язок між місцем елемента в періодичній таблиці і спектром його рентгенівського випромінювання, Генрі Гвін Джефріс Мозлі (1887-1915);



створено лінійний прискорювач протонів, який було використано для розщеплення атомного ядра і штучного одержання радіоактивних ізотопів, Джон Кокрофт (1897-1967) і Томас Уолтон (1903-1995);

відкрито нейтрон, Джеймс Чедвік (1891-1974);

виділено гелій та тритій, Оліфант Маркус Лоренс Ельвін (1901 -1964) і Пауль Хартек);

отримано надсильні магнітні поля, Петро Капіця (1894-1984).

Це далеко не повний перелік. Але була в житті вченого ще одна, зовсім особлива удача, про яку нечасто згадують історики науки. Його найбільший внесок у фізику - модель

атома, центром якої є ядро атома остаточно сформувалася на початку 1911 року. Щоб її сформулювати, крім геніального прозріння була потрібна виняткова сміливість - адже з точки зору класичної електродинаміки Максвелла Джемма Кларка (1831-1879) такий атом просто не міг існувати!

Цей гордіїв вузол розрубати вдалося лише іншому улюбленому учню Резерфорда - Нільсу Хендріку Давіду Бору (1885-1962), який через два роки по тому, за допомогою квантових уявлень, повернув резерфордівському атому право на життя. При цьому Резерфорд запропонував теорію, що процес випромінювання, за своїм характеру квантовий. Він обґрунтував свою модель за допомогою формули, яку сам же запропонував і яка носить його ім'я. Але сьогодні відомо, що передумови, якими Резерфорд скористався для цього висновку, не відповідали фізичній реальності. І все ж у цю формулу, як не дивно, чудово вкладалися результати експериментів! Звідси не випливає, що модель атома, представлена Резерфордом, базувалася на його уяві - за чистою випадковістю її фундамент виявився міцним гранітом. Взагалі, батько ядерної фізики в своїх прогнозах і наукових уявленнях ніколи не помилявся і на цей раз він був абсолютно впевнений в своєму прогнозі. За 4 роки до своєї смерті в 1933 р. Ернест Резерфорд дав інтерв'ю своєму біографу і послідовнику Оліфанту Маркусу Лоренсу Ельвіну: "Безперечно ці радіоактивні перетворення перш за все цікаві науковцям. Але ми, можливо ніколи, не зможемо використовувати атомну енергію на такому рівні, щоб вона мала комерційну цікавість! І можливо ніколи не зможемо зробити цю роботу. Нас перш за все цікавить ця проблема з наукової точки зору...".

Цей прогноз, попередження Резерфорда був сприйнятий світовою науковою спільнотою, як помилковий. Але автор цієї статті так не вважає. Від того, якою буде точка зору у вдумливого читача після всіх трагічних подій в кінці XX та на початку XXI сторіччя, пов'язаних з використанням атомної енергетики у світі, та після широких протестів громадськості проти використання атомної енергетики, залежить майбутнє.

P.S. Ернест Резерфорд народився четвертою дитиною із 12 дітей в сім'ї колісного майстра і шкільної місцевої вчительки Нової Зеландії. Переживши трагедію у молоді роки свого життя (у 19 років померла його єдина донька) свої батьківські почуття він віддавав улюбленим учням: Нільсу Бору та Петру Капиці. Хоча за свого життя Ернест Резерфорд не мав особливих розчарувань, але інколи відчував зверхнє відношення до себе представників панівної еліти, яка не вважала його "своїм". Однак нині з повним правом можна констатувати, що це був успішний та геніальний вчений.

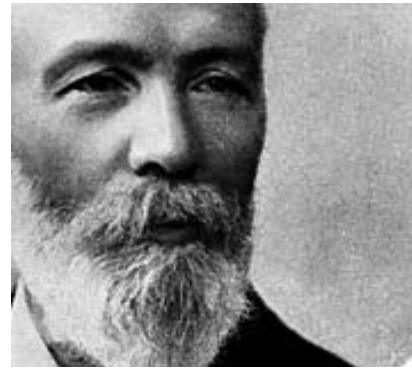
Іван Пулюй - визначна постать в українській історії

Він мав п`ятнадцять дочок і синів,
По світу не пустив нікого у свитині,
Отак би й нині незалежній Україні Бог дав
таких новітніх Пулюїв!
Петро Іванов.

Про людину, яка у другій половині XIX - на початку XX століть формувала нинішній духовний світогляд та може служити взірцем для наступних поколінь, ми зобов'язані нагадати людям, хоча б зараз, добрими словами, світлою пам'яттю про людину.

2 лютого 2012 року виповниться 167 років від дня народження великого енергетика, серед плеяди українських енергетиків - Івана Пулюя. Це ім`я великого українського вченого, яке повертається до нас із забуття, як і багато інших постатей, які не з власної волі змушені були працювати поза межами України.

Іван Пулюй народився у 1845 р. в невеликому галицькому містечку Гримайлові на Тернопільщині. Під час навчання в гімназії, найбільш хист Іван виявив до фізики та математики. У 1864 році він закінчив гімназію з відзнакою та вступив на теологічний факультет Віденського університету, який успішно закінчив у 1869 році.



Іван Пулюй знав 15 мов, але на священика не висвятився, так як переміг потяг до електротехніки. (Щоб згладити провину перед батьками, оскільки він не став священиком, він написав українською мовою "Молитовник" (1869, 1871 рр.), який задумав написати ще 1865 року, навчаючись в гімназії.

Іван Пулюй разом з Пантелеймоном Кулішем дали українському народові Біблію українською мовою в супереч усім забо-

ронам і утискам української мови. Повний переклад Старого і Нового заповіту Куліша, Пулюя і Нечуй-Левицького вийшов уперше друком у Відні 1903 р.

Перші зацікавлення електротехнікою І. Пулюй виявив у 1883 р. Керуючи виробництвом освітлювальних ламп розжарення власної конструкції в одній із електротехнічних фірм, він видав брошуру, присвячену питанням масового електричного освітлення.

Є цікава згадка про дружину Івана Пулюя Катерину Стозітську. Свого часу, коли Іван, вже відомий вчений, займався проблемою тривалості свічення електроламп, то він навіть експериментував з використанням людських волосинок, і саме майбутня дружина, пожертвувала йому для дослідів своє волосся і, напевне, цим фактом освітила їхнє прекрасне сімейне життя, їхню любов.

В 1885 р. у Паризькому журналі "Technigche Blatter" виходить його ґрунтовна стаття з глибоким і широкомасштабним висвітленням проблем електроенергетики, із своїм баченням шляхів її розвитку. Іван Пулюй виступив на засіданні Німецького політехнічного товариства в Чехії, та Празького електротехнічного товариства, де твердо відстоював як економічні, так і екологічні переваги концепції будівництва потужних електростанцій змінного струму. Велика заслуга Івана Пулюя полягає у створенні вперше в Європі електростанції, що працювала на змінному струмі (в Празі), і запуску низки електростанцій на постійному струмі в Австро-Угорщині.

А до цього була велика пошукова робота та узагальнення. Крім електростанції, яка мала забезпечити електроенергією прилеглих районів, по ствердженню Пулюя, треба, щоб на тому місці була наявна природна дешева сила, наприклад, - сила води. В іншому випадку слід вирішувати проблему передачі енергії на великі відстані.

На той час ще не були йому відомі можливості використання трансформаторів. Цю проблему він запропонував вирішити за допомогою батарей або так званих акумуляторів, в яких електрична енергія нагромаджується у формі хімічної енергії. Майбутнє застосування акумуляторів він бачив таким чином, що вони заряджаються на центральній станції і далі транспортуються до віддалених місць, де й використовуються споживачами.

Пізніше у нього з`явилася ідея з`єднання електростанцій з віддаленими об`єктами за допомогою провідників, і тоді електростанції заряджають акумулятори, що підключені один до одного. В будь-якому випадку уникнути електричного зв`язку за допомогою металевих провідників, без транспортування дуже важких, навіть до цього часу, акумуляторів навряд чи вдасться, - була хибна думка Івана Пулюя, від якої скоро він відмовився.

Треба визначити переваги такого обладнання з акумуляторами на той час, так як це давало змогу використовувати електричну енергію весь день у віддалених районах споживачів, та зменшувало термін амортизації обладнання...

Серед п`яти альтернативних проектів будівництва електростанцій у Празі переміг проект, підтриманий Іваном Пулюєм. Пулюй стає найбільш авторитетним експертом з питань проектування і будівництва електростанцій та електромереж на території Чехії. Крім Празької електростанції, що успішно працює до сьогоднішнього дня, він керував спорудженням електростанцій у Цвікау, Маріенбаді, Францесбаді та інших містах Чехії. У 1869 році почалося проектування найбільшої в Чехії гідроелектростанції поблизу міста Гогенфурт, з великим перепадом рівнів води (94,5 м) та використанням реактивних турбін. Головним експертом від уряду за наглядом проектних та будівельних робіт було призначено Івана Пулюя.

Аналізуючи все вище сказане, можна зробити такий висновок, що Іван Пулюй дійсно був найбільш авторитетним експертом при проектуванні та будівництві гідроелектростанцій. Детальний опис окремих і навіть дрібних конструкцій Гогенфуртської ГЕС говорив про те, що Пулюй досконало до найдрібніших деталей володів всіма питаннями проектної документації даної ГЕС. Саме при будівництві цієї станції Іван Пулюй запропонував схему безпечного телефонного зв`язку між ГЕС, трансформаторними підстанціями та споживачами.

Іван Пулюй - це рідкісне поєднання унікальних здібностей експериментатора з високим інтелектом теоретика, і поряд з найвищими досягненнями, дозволяє вважати Івана Пулюя одним з таких вчених, які наприкінці XIX століття заклали фундамент новітньої фізики та електротехніки.

Про подвижницьку працю Івана Пулюя, направлену на розвиток культури в Україні, ми можем дізнатись з праці "Оруський університет у Львові". У 1909 року він закликає українську інтелігенцію до культурної праці так:

"*Організуйте народні кадри, щоб в тих кадрах високо стояв стяг непорочної честі і щоб під тим стягом була між людьми єдність і вірність для свого народу, пам`ятаючи, що згода будує, а незгода руйнує... За котрим народом вища культура і освіта, за тим і побіда*".

Помер Іван Пулюй 31 січня 1918 року, через дев`ять днів, після проголошення Української Народної Республіки.

Постав у камені Іван Пулюй на Тернопіллі, у Гримайлові, в Гусятинському районі. Стоїть тепер там велична скульптура, яка, на мою думку, могла би бути окрасою і для Києва.

До речі, вже дійшли були згоди з тодішнім столичним головою О. Омельченком про встановлення тут пам`ятника знаменитій трійці - першоперекладачам Біблії Пулюєві, Кулішу та Нечуєві-Левицькому. На жаль, такі постаті як колишня, так і нинішня влада не помічає. Хоча вже виготовлено чудовий макет пам`ятника. Коли він втілиться у камінь чи бронзу - невідомо.

Історія винаходу електричної дуги

Італійський фізик Олександро Вольта (1745 - 1827) в 1799 році сконструював першу електричну батарею, яка була названа його іменем. Складалась Вольтова батарея з срібних та цинкових дисків, відокремлених між собою прошарком ізоляції - знаменитий Вольтовий стовп. З його використанням винайдено нове електричне явище - постійний електричний струм.

У 1802 році професор Санкт-Петербурзької медико-хірургічної академії, фізик експериментатор В.В. Петров удосконалив Вольтовий стовп, створивши гальванічну батарею, яка складалась з 4200 (2100 мідних і 2100 цинкових) дисків, між якими були прошарки паперу, просочених водним розчином нашатирного спирту.

За допомогою цієї батареї В.В. Петров 17 травня 1802 року публічно продемонстрував ефект електричної дуги. Подібно легендарному Прометею, В.В. Петров створив яскраве електричне освітлення і також подарував людям.

Цей винахід, як завжди перші винаходи в усі часи історії людства, був використаний у військовій справі. 1812 року уродженець м. Ревеля (Таллінна) Павло Львович Шиллінг використав електричну дугу для підриву їм же створеної електричної міни. У період російсько-турецької війни 1829 році цей спосіб підриву мін був вперше використаний на практиці.

14 вересня 1847 року в маєтку Сердобського повіту, Саратовської губернії народився майбутній винахідник електричної свічі - Павло Миколайович Яблочков.

1866 року після закінчення Миколаївського інженерного училища в Санкт-Петербурзі П.М. Яблочков в чині підпоручика прибув до 5-го саперного батальйону Київської фортеці. В цей же час, випускник Михайлівського артилерійського училища в Санкт-Петербурзі підпоручик Федір Аполлонович Піроцький отримав призначення до Київської артилерії. (Артилерист електротехнік Ф.А. Піроцький - винахідник електричного трамваю). Підпоручики Яблочков і Піроцький потоваришували та постійно обмінювалися науковою інформацією в галузі електрики. Мабуть вже тоді, вони не раз обговорювали плани застосування електрики для потреб людства.

Через рік Яблочков звільнився, але Київ не залишив. В 1869 році він знову прийнятий на військову службу в той же 5-й саперний батальйон Київської фортеці і призначений на посаду начальника гальванічної команди батальйону. Завдання команди були дуже обмежені, вони не давали можливості заглиблюватися в розробку різних електротехнічних проблем стосовно мирного використання електричної дуги, якими марив Яблочков. До того ж на нього було покладено багато різних адміністративних обов`язків, пов`язаних з господарчими справами і з веденням звітності. З таким положенням Павло Миколайович Яблочков змиритися не міг і, як тільки скінчився термін трьохлітньої служби, 11 вересня 1872 року він звільнився в запас в чині поручика, попрощавшись з армією назавжди.

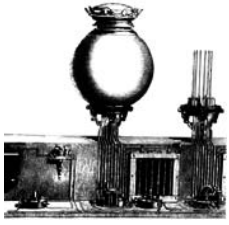
Крок, на який зважився П.М. Яблочков, суттєво змінював весь уклад його життя, тож талант винахідника-електротехніка взяв перевагу. Все подальше життя П.М. Яблочкова було присвячене винахідницькій діяльності. У Києві він одружився з молодою вчителькою Любов'ю Ільїнічною Нікітіною. Відправивши дружину з дітьми в Саратовську губернію до батьків, Яблочков у жовтні 1875 року поспішив за кордон. Поїхав один назустріч своїй долі - назустріч світовому визнанню!

На початку весни 1876 року перша модель елект-ричної свічки була готова. 23 березня 1876 року Павло Миколайович Яблочков отримав на неї французький патент № 112024, в якому був короткий опис приладу та форма його виготовлення.

15 квітня 1876 р. в Лондоні, на виставці фізичних приладів здивовані мешканці міста були в захваті, коли винахідник провів публічну демонстрацію свого винаходу. На невисоких металевих стовпах, установлених на великій відстані один від одного, Яблочков поставив чотири вугільні свічі, обгорнуті в аз-бест. До світильників був від динамомашини підведений струм, яка знаходилась у сусідньому приміщенні. Поворотом рубильника струм було подано в мережу, і в той же час величезне приміщення було залито яскравим сяйвом, ледь блакитного кольору. Чисельна публіка, яка зібралася в залі, прийшла в захоплення, пролунали вигуки здивування. Це була сенсація, яка увійшла в історію електро-

техніки!

Майже всі присутні вперше побачили електричне освітлення. Свічки горіли півтори години і весь цей час відвідувачі не розходились, жваво обговорювали чудо віку.



"Вік Його Величності Пари" був ще в повному розквіті, а наближення "Віку Електрики" уже відчувалося...

Нині ми не можемо стверджувати, чи перебували у Києві П.М.Яблочков та Ф.А.Піроцький після цих подай. Але достеменно відомо, що винахід Яблочкова через 3 роки повернувся до Києва у вигляді електричної дуги для освітлення вулиць, а винахід Піроцького через 12 років було використано для потреб міста в якості електричного трамваю.

P.S. 1878 р. відомий інженер-технолог, вчений Олександр Парфенійович Бородін (1848-1898) у приміщенні залізничних майстерень, що знаходились поблизу залізничного вокзалу на території теперішнього Київського вагоноремонтного заводу, вперше встановив чотири електричних дугових ліхтаря, основними компонентами кожного були два вугільних стержня (електроди) і прошарок ізоляційного матеріалу (пластинка каоліну), розміщеного поміж стержнями. Кожний ліхтар живився від окремої динамомашини.

1892 року завдяки відомому підприємцю Стру-ве Амонду Єгоровичу (1835-1898) вперше в колишній Росії у м. Києві почав рухатись електричний трамвай за маршрутом Поділ - Олександрівський майдан - Хрещатик з двома вагонами на одноколійному шляху.

8/20 Історія виникнення автоматичних пристроїв

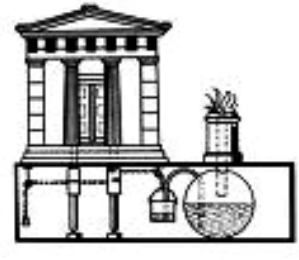
У зв`язку з удосконаленням енергетичного обладнання та прискоренням науково-технічного прогресу в енергетиці все більшої актуальності набувають питання розвитку різноманітних пристроїв, устав, агрегатів тощо. Доречним буде, на наш погляд, частково розкрити історію виникнення автоматичних пристроїв далекої давнини і зрозуміти еволюцію зародження і становлення їх залежно від розвитку продуктивних сил і виробничих відносин за первіснообщинного ладу та до сучасності. Людина намагалася вижити за цих умов не тільки за рахунок, власне, полювання на звірів, вилову риби і рільництва, але й шляхом удосконалення примітивних знарядь "автоматичних пристроїв", які послужили в подальшому базою інтенсивного розвитку сучасної автоматизації виробничих процесів в суспільстві взагалі і в енергетиці зокрема.

Багато тисяч років тому назад земля була вкрита густими лісами. Люди збирали плоди і ягоди, полювали на звірів, ловили рибу. Щоб спіймати звіра мисливці робили ями-самолови в землі, снігу, льоді. Сама природа підказала людині як зробити пастку, використати енергію каменю, що скочується з гори, або ж дерево, що падає, або ж нахиленого стовбура чи його гілок.

З часом застосовували самолови і для риби, які майже не відрізнялися від пасток для звірів. Риба, потрапивши в сітьовий конічний мішок самолова, що лежав на дні водойми, намагалася вибратися із нього. Багаторазово наштовхуючись на сітку, натягувала її і врешті решт висмикувала кілочок з дна. Гілка дерева, що звільнилася, різко підтягувала сітьовий мішок з рибою вверх.

Таким чином, пастки, що з`явилися майже 20 тисяч років тому, нагадували найпростіші автомати і мали в історії людської культурі більше значення, ніж навіть винайдення колеса. Цікавим був і принцип дії пастки. Пастка починала працювати після зовнішньої дії (звіра) на неї, тобто необхідно було штовхнути палку, колоду тощо, попасти в петлю. Палка, петля тощо являли собою "чутливі елементи". Вони передавали дію "виконавчим елементам" - каменю, стовбуру дерева, стрілі лука, які діяли на звіра.

Якщо порівняти пастку із сучасними автоматичними пристроями в енергетиці, можна виявити подібні за призначенням вузли. Адже сучасні автоматичні пристрої в енергетиці мають чутливі і виконавчі елементи: перші реагують на зовнішню дію і перетворюють її часто в електричні або пневматичні сигнали, а інші - виконують команду. Чутливі елементи сучасних автоматичних пристроїв в енергетиці мають призначення те саме, що і чутливі елементи пастки. У сучасних автоматичних пристроях вузли взаємопов`язані між собою і разом з об`єктами, на яких вони встановленні, утворюють замкнуті системи, подібні системі "звір-пастка".



В I-II ст. до н.е. було покладено початок пневматичній і гідравлічній автоматиці. Цей "чародійник" описаний знаменитим вченим глибокої древності Героном Олександрійським у праці "Пневматика" біля 120 р. до н.е.

Одного разу жителі єгипетського міста були здивовані: двері храму самі відчинилися перед ними. На вівтарі храму жрець розводив вогнище. Піднявши руки доверху, він молився богу. Після закінчення молитви двері храму, на подив юрби, що зібралася, самовільно зачинилися.

Будова дверей, які самовільно відчинилися і зачинилися, була, за сучасними поняттями, досить простою. Під тиском нагрітого повітря вода із сферичної посудини перетікала у відро, що своєю масою рухало систему блоків, які й відчиняли двері. Звичайно, ніхто про це не здогадувався. Люди думали, що боги відкривали двері храму. "Чародійство" укріплювало віру в бога, а це було вигідно жрецям.

Чародій-автомат працював, використовуючи енергію повітря і води.

До багаточисельних винаходів Героном Олександрійським належить і створення таксометра-автомата. Він укріплювався на осі коліс і зубчатою передачею обертав диск лічильника. Значно пізніше лічильник-автомат був удосконалений одним із римських офіцерів, який винайшов пристрій, що дозволяв перед кожним новим рейсом встановлювати лічильний пристрій на нуль. Через кожні десять обертів диска в спеціальному віконці з`являлася відповідна велика цифра. Таким чином, римляни ознайомилися з так званою десятинною передачею, що застосовується і донині в різних лічильниках взагалі та в енергетиці зокрема.

Прикрасою столу у багатьох заможних власників осель, понад 2 тис. років тому назад вважалася лампа з фігурками звірів і птиць. Проте лампа була вартою уваги не тільки завдяки своєї краси, але і автоматичному пристрою подачі гнота. В ній не потрібно було періодично подавати гніт в світильник, як це традиційно робили в гасових лампах в середині XIX століття, після їх винаходу, і продовжують періодично подавати гніт в гасових лампах і по нині. Пристрій всередині лампи, з фігурками звірів і птиць, виконував це без участі людини, тобто автоматично. При витрачені масла, його рівень в лампі знижувався і поплавок опускався. Зубчастий стержень, зв`язаний з поплавком, переміщувався по направляючим і знаходячись в зачеплені з зубчастим колесом, примушував його обертатися. Обертаючись, зубчасте колесо переміщувало зубчасту дугоподібну обмотану гнотом рейку, розташовану на дні лампи, і гніт подавався в світильник.

Так вперше в історії автоматики була застосована пара: зубчасте колесо і рейка, поплавок - чутливий елемент, зубчасте колесо і рейка - виконавчий механізм. Таким чином, в глибині віків невідомим винахідником був створений алгоритм проектування найсучасніших автоматичних регуляторів прямої дії, які широко використовуються в різних галузях суспільства взагалі та в технологічних схемах енергетичного обладнання і в системах протиаварійних автоматичних пристроїв в енергетиці зокрема.

Отже, в глибині віків невідомим винахідником і був створений алгоритм проектування найсучасніших автоматичних токарних верстатів (для обробки тіл обертання діаметром до 6 м, вагою до 250 т) та технологій їх виготовлення, виробництво та впровадження з високою конкурентоздатністю на світовому ринку.

Робота верстатів базується на фундаментальних наукових дослідженнях з механіки, теорії суцільних середовищ, гідравліки, гідродинаміки, механотроніки, фізико-механічних процесів прецизійного формоутворення деталей. На створених важких токарних верстатах з числовим програмним керуванням підвищеної точності можна виготовити найбільш великі й відповідальні деталі прокатних станів, надпотужних турбін і генераторів морських суден та інших машин.

Верстати, відрізняючись високою продуктивністю, точністю, надійністю й довговічністю, забезпечують новий якісний етап у розвитку важкого, транспортного й енергетичного машинобудування, чорної металургії й інших галузей промисловості, дозволяють звільнитися від імпорту подібного устаткування й розширити експорт важких токарних верстатів і продукції важкого машинобудування. Висока продуктивність верстатів забезпечується за рахунок автоматизації всіх операцій обробки і залучення сучасних засобів безконтактного виміру якості оброблених деталей. Важкі токарні верстати за технічними показниками знаходяться на рівні кращих світових зразків і успішно конкурують з верстатами провідних європейських фірм. Їх засто-

сування дозволяє підвищити продуктивність обробки деталей на 30 %. Випущені верстати нового покоління, які поставляються за кордон та українським підприємствам, успішно працюють в Україні, Росії, Болгарії, Італії, США, Японії, Китаї.

Розробка, створення, освоєння серійного виробництва та впровадження гами високоефективних конкурентоспроможних важких токарних верстатів нового покоління, має суттєві особливості, які полягають в розмірах і масі деталей. Одним з лідерів світового верстатобудування є Відкрите акціонерне товариство "Краматорський завод важкого верстатобудування", який випускає токарні верстати та інше обладнання, що призначене для обробки найбільш важливих деталей основного і допоміжного обладнання металургійних підприємств. Створення обладнання, що забезпечує обробку заготовок діаметром до 2000 мм, довжиною до 8000 мм і масою до 20 тонн при забезпечені необхідних показників точності і якості поверхонь, вимагало від розробників розв'язання складних конструктивних задач. Досягнуті результати були б неможливі без об'єднання зусиль виробничників з вченими Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ, Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАНУ та вищих навчальних закладів - Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" та Донбаської державної машинобудівної академії МОН України та Науково виробничого комплексу "Завод ім. Г.І.Петровського".

Історія досліджень методів вимірювання запилених потоків

Історія дослідження методів вимірювання запилених потоків - від вагових методів до сучасних, заснованих на електростатичній електризації тертям частинок пилу металевого електрода (трибоелектризації) - сягає понад 100 років. А проблема витрат вугільного пилу на пальниках котлів і сьогодні є актуальним завданням і потребує значних зусиль в приладобудуванні та науково-дослідній.

Перше успішне використання пиловугільного палива (запилений потік) відноситься до 1896 року, коли товариство, яке займалося виробництвом портландського цементу "Atleis Portland Cement Co", почало використовувати пиловугільне паливо для опалення цементних печей.

Факельне спалювання пиловугільного палива отримало широке розповсюдження тільки в XX сторіччі. Штерівська ДРЕС, яка була введена в експлуатацію 8 жовтня 1926 року, вперше у світі використала в якості палива антрацитовий штиб з копалень Донбасу.

Установлена потужність теплових електростанцій (ТЕС) України становить 36,3 млн. кВт, з яких 26,1 млн. кВт розміщено на ТЕС, які спалюють вугілля. Спочатку це вугілля у вугільних млинах перетворюють в пиловугільний стан (запилений потік). Це дозволяє розглядати вугілля як основне паливо для теплової енергетики. До того ж при щорічному видобутку вугілля в 100-120 млн. т його балансових запасів в Україні вистачить понад 450 років, що значно перевищує резерви рідкого і газоподібного палива.

При сьогоднішніх світових рівнях виробления розвіданих запасів природного газу (1120 млрд. м3) достатньо на 50-60 років, а нафти (227 млн. т) - на 40-50 років.

Наведені факти дозволяють вважати вугілля єдиним енергоносієм органічного походження, запасів якого в Україні достатньо на тривалу перспективу. У структурі виробництва електроенергії вугілля й надалі буде відігравати суттєву роль.

Проте, на цьому напрямі розвитку ТЕС існує багато локальних технічних проблем. Так, одним із найважливіших технологічних параметрів, що визначає ефективність використання вугільного палива (а значить і ККД котла) є співвідношення паливо/повітря. Існуючі системи автоматичного регулювання цього співвідношення не враховують таких чинників, як поточні зміни якості палива (калорійність, зольність, вологість, густину запиленого потоку та ін.), вологість повітря, системи пилоприготування і пилоподачі (тонкості помолу, об`ємного ККД пиложивильників), а також зміну режиму пальникових пристроїв і неможливість регулювання паливного процесу факелу кожного пальника.

На практиці при експлуатації котлів через недосконаліть автоматичної системи автоматичного регулювання "паливо/повітря" спостерігаються великі коливання в паливному

процесі, що зумовлює коливання поточного значення ККД і відбивається на надійності поверхонь нагрівання та концентрації екологічно шкідливих викидів.

Важливим питанням сьогодення є розробка

та виготовлення витратомірів вугільного пилу (запиленого потоку) для теплових електростанцій (ТЕС). При цьому помилка при вимірювані не повинна перевищувати 5% (зниження похибки на 1% підвищує ККД теплосилової установки на 1%).

Всі масові витратоміри, що рекомендовані для запилених потоків базуються на вимірах однорідних середовищ. Принципи виміру витрати запилених потоків розділяються на прямі та непрямі.

Перші дозволяють вимірювати миттєву витрату безпосередньо, другі використовують незалежні виміри швидкості і концентрації твердих частинок в потоці транспортуючого однорідного агента (повітря, газ).

Прообразом одного з перших приладів була крильчатка, підвішена в горизонтальній трубі. Такий прилад використовувався у 1923 році для виміру кількості вентильованого повітря на одному з золотих рудників Південної Африки. В ньому використовували дві крильчатки: одну на чистому повітрі, другу - після введення вугілля в трубопровід. Порівнюючи показання приладів, встановлювали про витрату пилу. Прилад виявився неефективним через значний опір при передачі руху крильчатці на тертя вугілля.

У цей же час спробували використовувати трубку Піто, але вона нормально працювала протягом короткого часу і метод виявився не придатним для практики. Діафрагма в запиленому потоці не відчувала наявності твердих частинок, водночас на перепад тиску

на соплі вугілля здійснювало значний вплив. Це підштовхнуло думку створити комбінацію діафрагма - сопло Вентурі. Незважаючи на недоліки (значний опір, необхідність прямої ділянки між приладами та ін.) діафрагми і сопла Вентурі були розповсюдженими витратомірами у потоках з твердими частинками.

В роботах С.Н.Сиркіна (1943 р.) і С.Грачика (1968 р.) продемонстрована можливість визначення витрати пилу по перепадах на трубі Вентурі спеціальної конструкції.

У 1956-1957 рр. А.Шатілем та Н.А.Антікайном дослідження двох сопел Вентурі показали, що концентрацію вугільного пилу можливо розраховувати за відношенням перепадів на соплах (запилений потік/чисте повітря).

Г.Д.Гібсоном, Г.Е.Фашингом, Д.Е.Блюманом запропонований прилад, який є комбінацією труби Вентурі з мішенню (діаметром 0,5-0,9 діаметра трубопроводу), що сприймає опір твердих частинок у транспортному повітрі.

Для вимірювання сили, яка діє на мішень, використовувалися тензодатчики. Цей прилад було рекомендовано для контролю потоків вугілля, муки, цементу, хімікатів та ін. з метою керування дозуванням твердої фази в газовий потік.

Оригінальний витратомір для твердих матеріалів, рідини і шламів, розроблений в США (прилад Лі). Цей прилад подібний до відцентрової помпи з вертикальною віссю. В результаті прискорення матеріалу на виході колеса виникала реактивна сила, пропорційна ваговій витраті матеріалу. Похибка вимірювання сягала 1%.

Але у промисловості прилад Лі не знайшов широкого впровадження (порушення стабільного потоку та викривлення його руху). З цих же причин не знайшли розповсюдження турбінні витратоміри, які широко використовуються при вимірах однорідних потоків.

Були проведені дослідження ударних витратомірів з похилою жорсткою пластиною, закріпленою на кінці горизонтального важеля. Гранульований матеріал падає на верхній край пластини, утворюючи момент сили відносно точки опори, пропорційний ваговій витраті матеріалу. Робота з вдосконалення витратомірів цього типу продовжується.

Широке використання отримав метод перепаду тиску на прямолінійних та вигнутих ділянках трубопроводів (Придніпровська ДРЕС, НТУУ "КПІ" та ін.). Дослідження підтвердили достатню точність та доступність методу для промислових вимірів вугільного пилу (похибка 2-4%).

В енергетиці досліджено метод вимірювання витрати вугільного пилу по температурі аеросуміші на ділянках пилопроводу. Метод знайшов використання на котлах ТПП-210А при технології пилоподачі на пальники з високою концентрацією (під тиском) і експлуатується в системі автоматичного регулювання пилоподачі протягом 20 років. Відомі також спеціальні методи вимірювання витрат запилених потоків, до яких відносяться:

звуковий (рівень звуку в твердих частинках при пневмотранспорті може бути показником витрат частинок в потоці);

оптичний (візуально підраховуються частинки, які пересікають вузькій світовій промінь повернутий під кутом до світловоду);

електростатичний (ефект електризації), відкритий Су, який помістив перешкоду в потік і виявив, що вона зарядилася від потоку, при цьому заряд пропорційний заряду твердих

частинок. Л.О.Гріффеном запропоновано прилад, побудований на електростатичній електризації при терті частинок пилу відносно металевого електрода (трибоелектризація). Автором розроблено датчик, що забезпечує сигнал для роботи регулюючого пристрою, існує в різних модифікаціях та використовується в промисловості;

індуктивний (заснований на тому, що у пиловугільному паливі знаходяться металеві частинки від зносу активних елементів промислового млина, які розподіляються рівномірно), тому визначивши кількість металу у розрізі потоку можна приладом з індуктивним датчиком і електронним підсилювачем визначити витрати пилу;

ємнісний (заснований на протіканні потоку однорідних матеріалів через ємнісний датчик, який являє собою пластини конденсатора). При протіканні матеріалу між пластинами у датчику з`являється складова струму, пропорційна витраті матеріалу. Ці дослідження здійснювалися в Японії, СРСР, США, Німеччині та в Україні;

радіаційний (полягає у вимірі густини пилоповітряного потоку при поглинанні променів від радіоактивного джерела).

Нині дослідження та розробки з вдосконалення методів вимірювання витрат порошкових матеріалів в транспортних трубопроводах продовжуються.

Історія кабелю: від якірного каната до структурованих кабельних систем

Рубіж XVIII - XIX ст. ознаменував собою кардинальні зміни всього суспільного життя людства. Швидкий розвиток систем дистанційного управління та передачі інформації на відстань, зростання індустріального та міського населення, професійна диференціація сприяла, зокрема, засобів доставки інформації за допомогою електричних сигналів. У зв'язку з цим тема розвитку електричних кабелів є дуже цікавою та заслуговує особливої поваги та розуміння. Цікаво, що історія появи визначення "кабель" прослідковується за схемою: "кабельтов" - канат - трос - кабель. Тобто це поняття визначає функцію зв'язку та відстані, яка ще й сьогодні має пріоритет при проектуванні комунікаційних систем.

Телеграфія, як відомо, належить до перших електротехнічних відкриттів. Перші телеграфні лінії 40-х рр. XIX ст. були повітряними із залізних дротів. Голі дроти в землі прокладали в дерев`яних колодках; ізольовані просоченим шовком - у металевих або глиняних трубах. В 1842 р. у Росії Якобі Моріц Герман проклав телеграфний кабель з мідного дроту, який був обгорнутий папером з покриттям у декілька прошарків смоли, воску та сала. Кабель розміщували у скляній трубці, яка швидко руйнувалася. Ці лінії не знайшли практичного використання.

Потреба у кабелях виникає майже одразу. Перші телефонні апарати Зьоммерінга, Шиллінга, Морзе, що давали візуальну інформацію, літеродрукувальні апарати Юза, Уітстона, Бодо, Сименса потребували багатодротового зв`язку між станціями передавання і приймання електричного сигналу. Відомий з давніх-давен термін "кабель" - трос, якірний канат - було перенесено на термінологію електротехніки.

"Kabeln tr" означало телеграфувати по ка-

белю. Кабельний провід призначений для електричної проводки стає подібним за технологією виготовлення та конструкцією до тросу, якірного канату.

Більш ефективним стає вивчення електротехнічної продукції завдяки ознайомленню з історією виникнення електричного кабелю.

Задовго до нашої ери люди виготовляли дріт, розплющуванням металу на листи, з подальшим розрізанням на тонкі нитки. Зразки дроту, виготовленого у такий спосіб за вісім століть до нашої ери, зберігаються у Кенсінгтонському музеї, в Лондоні.

Волочіння дроту почали застосовувати значно пізніше.

Дроти в канат довгий час не скручували, а зв`язували пучками.

Канати подвійного скручування називали тросами, потрійного - кабельними.

Перенесення технологій електротехнічної продукції з слабких (телеграф, телефон) на сильні струми (освітлення, передавання електричної енергії), дало поштовх у застосуванні нових матеріалів для електричної ізоляції, захисту, покриття конструкції кабелю.

У 80-ті роки XIX ст. основними технологічними досягненнями у виготовленні кабельної електротехнічної продукції були: ізоляція підводних кабелів шарами гутаперчі або гуми, захист бронею з дротів або залізних стрічок, або просоченим прядивом; використання волокнистої просоченої ізоляції для підземних кабелів (спочатку з коконів індійської рослини джуту, пізніше - паперу) і захисних свинцевих

оболонок; вакуумне сушіння кабельної ізоляції.

До значних винаходів треба віднести прес Сіменса Е.В. для кабельної безшовної гутаперчевої ізоляції (1847); прес для неперервного накладання свинцевих оболонок (швейцарський інженер Бореллі, 1879). (Гутаперча - отримується з широко розповсюдженої в Україні та в Білорусії рослини - бересклет бородавчий, інколи його називають бруслиною. Він є прекрасним гутаперченосом. У корі його коріння міститься 10-12 % гути).

Перші використання кабельної продукції для потреб електроенергетики і електрифікації пов`язують із побудовою першої в світі центральної електростанції (Нью-Йорк, 1882) та з ім`ям Едісона Томаса-Альва. Низьковольтна підземна мережа мала основні елементи сучасних кабельних ліній, з`єднувальні і відгалуджувальні муфти тощо. Монтаж такої мережі був негнучким.

Силовий кабель являв собою залізну трубу, в яку вкладалися дві або три мідні штанги, ізольовані між со-бою і від труби бітумною

масою.

Підземні кабелі із джутовою ізоляцією та свинцевою оболонкою були гнучкими і досить надійними, але мали напругу пробою не вище, як 2 кВ. Лише використання просоченого паперу, що запропонував італієць Ферранті Себастьян-Ціані (1890), дало змогу англійській фірмі Коллендерс (1890) прокласти між Лондоном і Дептфордом пер-ший кабель на робочу напругу 10 кВ.

Як і у канаті, у кабелі окремі елементи розміщуються навколо стренги (Strenal f), що символізує жорсткість, твердість, надійність. Все разом скріплює широка стрічка (Band n) - бандаж, пов`язка (Bandage f). Кожна, з роз-

Всѣ провода высокаго напряженія-подземные

По разсмотрѣніи схемы подземной электроосвѣтительной сѣти для токовъ высокаго напряженія въ Техническомъ Отдѣленіи ввѣреннаго мнѣ почтово-телеграфнаго округа къ означенному устройству препятствій не встрѣчается, но съ тѣмъ, чтобы:

1) по Бибиковскому бульвару подземныя линіи были прослежены по лѣвой сторонѣ, считая отъ Крещатика къ бульвару;

2) по прорѣзной же улицѣ по правой сторонѣ, считая отъ Крещатика;

3) предъ началомъ работъ заблаговременно увѣдомлять Управленіе округа для предварительнаго совмѣстнаго осмотра и назначенія контроля за правильнымъ производствомъ работъ.

Августа 28 дня 1901 года.

Начальникъ Кіевскаго почтово-телеграфнаго Округа Цецыніов

Главный Механикъ Инженеръ А. Хаш

Русское Электрическое Общество „Уніонъ."

глянутих систем, в тій чи іншій мірі сприяла бурхливому розвитку електричних кабельних мереж для надійної і безперебійної передачі електричної енергії споживачам.

У Києві за проектом професора КПІ М.А. Артем`єва - видатного фахівця енергетика, в 1890 р. почала діяти перша міська електростанція постійного струму, потужністю 150 к.с. (110,3 кВт), в районі Національної опери та прокладено першу низьковольтну підземну кабельну мережу, напругою 110 В для освітлення вул. Хрещатик. Вона живила 14 електричних дугових ліхтарів.

Принципово нову конструкцію мастило-наповненого кабелю розробив італієць Емануель Л. У 1923 р. італійська фірма Піреллі виконала дослідну мережу 130 кВ однофазного кабелю цієї конструкції, а у 1927 р. в Нью-Йорку та Чикаго прокладено дві промислові лінії мастило-наповнених кабелів на 132 кВ.

У Києві 1959 р. введено в експлуатацію першу в колишньому СРСР кабельну мережу 35 кВ, а у 1977 р. - кабельну мережу 110 кВ.

Нині сучасна промисловість випускає більше 500 марок електрокабелів на різну напругу, до 500 кВ включно, які широко застосовуються в промисловості, зокрема в електроенергетиці.

Так, Київські кабельні мережі мають у своєму розпорядженні 8979,9 км кабельних ліній 0,4 - 110 кВ, 1360,3 км повітряних ліній електро-передачі 0,4 - 110 кВ, 59 підстанцій 35 - 110 кВ, 165 розподільчих пунктів 10 кВ, 3045 трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ, що об`єднані в єдину мережу.

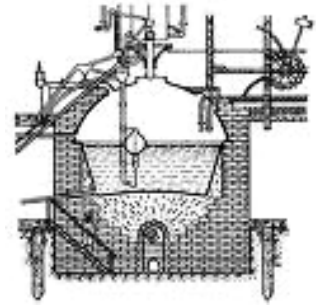
14.06.2010 р.

Київ довгі часи був центром науково-технічного прогресу розвитку теплоенергетики СРСР

Техніка - це "друга навколишня природа". Її об`єкти створюють ту техносферу, в середовищі якої люди існували і існують з самого початку і до тепер. Але переважна більшість технічних засобів, що забезпечували і забезпечують життя суспільства, в цілому, відносяться до засобів виробництва, з якими значна частина людей взагалі не стикається. Ті ж, що мали і мають до них безпосереднє відношення у своїй професійній діяльності, обмежені вузьким колом того роду засобів, які характерні для певної сфери виробництва. Спробуємо коротко зупинитись на історії розвитку науково-технічного прогресу теплової енергетики, а саме котлобудування в Києві.

Проблема теплообміну і генерації пари увібрала в себе стільки достойних опису подій та участі багатьох визначних вчених, творчих колективів, наукових співробітників, інженерів, техніків, що про них обов`язково потрібно інформувати суспільство. Саме допомогти в цьому і є основним об`єктивним завданням істориків-енергетиків.

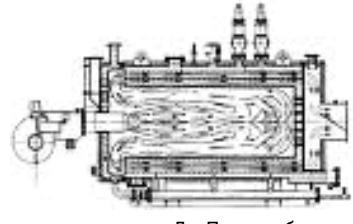
Водяна пара, як рушійна сила, вперше була



використана в I ст. н. е., коли грецький інженер Герон Александрийський створив іграшку - металеву сферу, наповнену водою. Сферу з водою підігрівали на вогнищі. Коли вода закипала, пара виривалася із двох отворів, розташованих на протилежних сторонах сфери, і вона оберталась...

XIX століття в історії техніки признане "століттям водяної пари". Така назва пов`язана з тим, що в цьому столітті водяну пару почали широко використовувати як енергоносій, здатний виконувати механічну роботу. Цю здатність пари помітив ще в 1680 - 1690 рр. французький фізик Дені Папен, який експерементально показав, що пара може піднімати в циліндрі поршень, навантажений вагою. Для своїх досліджень Д. Папен пристосував побутовий чавунний котел, який закрив герметичною кришкою і змонтував в ній поршневий клапан з важелем, на який підвішувалася вага. За допомогою такого пристрою у котлі стало можливим підтримувати різний тиск пари.

В історії розвитку парових колів прийнято

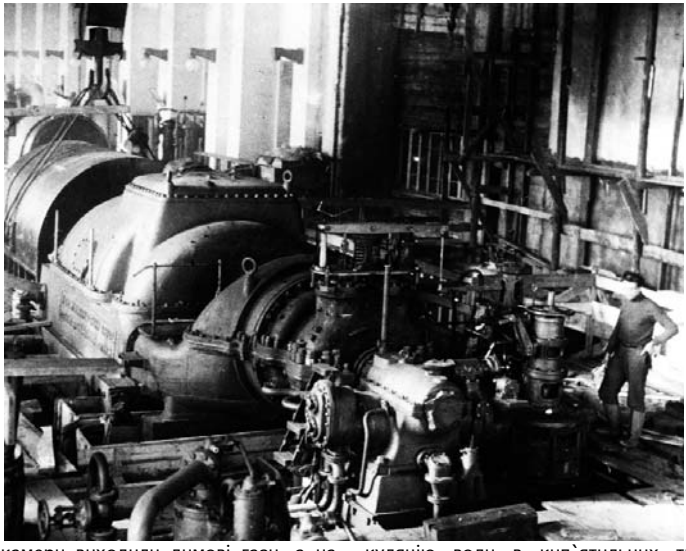


вважати, що котел Д. Папена був першим паровим котлом, пристосованим для отримання насиченої пари з попередньо заданим тиском (з урахуванням міцності конструкції котла).

Визначальний поштовх для розвитку парової техніки дав 1768 року англійський механік Джеймс Уатт, який сконструював одноциліндрову парову машину, окремо від парового кот-

ла і яка стала більш пристосованою для використання в ткацькій промисловості та на транспорті.

З цього часу почався шлях інтенсивного розвитку і вдосконалення парової техніки, як нового перспективного джерела механічної енергії широкого використання. Так, вже в першій половині XIX століття парові котли виготовлялися здебільшого в трьох видах конструкцій: жаротрубні (горизонтальний циліндричний котел з пропущеною через нього горизонтальною жаровою трубою великого діаметру), димогарні (модифікація жаротрубного, яка мала багато жарових трубок, по яким із



топочної камери виходили димові гази, а на зовнішній поверхні трубок кипіла вода), водотрубні (мали конструкцію подібну димогарному, тільки трубки ставились під невеликим кутом до горизонту (15-20°); в середині трубок кипіла вода, а зовнішня поверхня омивалась димовими газами - прототип сучасних енергетичних котлів!).

В кінці XIX століття і на початку XX століття в Києві на електростанціях, підприємствах, Київському політехнічному інституті (КПІ) в парових котлах випаровувальні поверхні конструктивно компонувались у вигляді нахиленого пучка кип`ятильних труб, які розміщувались впоперек газового тракту котла, омивались у більшості випадків по протитічній 4-х ходовій подовжно-перехрестній схемі. На той час використовувались котли компаній: "Бабкок-Вількокс", "Штайн Мюллер", системи Лукіна, Неера, Галловея, Гере, Фішбейна, Маль`є, Фербера, Боргиз, заводів: "Фіцнер і Гампер", "Ладд-Бельвіль" та інші). Кут нахилу пучка кип`ятильних труб до горизонту складав приблизно 10-15 градусів. Труби пучка входили в парозбірні і водозливні плоскопаралельні камери прямокутного перерізу: вхідну (задню відносно газоходу котла), через яку в кипятильні труби входила вода з барабана котла, і вихідну - передню з боку топки, в якій збиралась пароводяна суміш і направлялася далі в барабан котла. Така компановка випаровувальних поверхонь мала суттєвий недолік пов`язаний з тим, що малий перепад висоти між розташованими вхідною і вихідною камерою не давав змоги розвинути достатню циркуляцію води в кип`ятильних трубах. Цю складну інженерну проблему інтенсифікацію циркуляції в залежності від конструктивних параметрів, як самого котла, так і інтенсифікаторів циркуляції (емульсіора Дюбіо і циркулятора Кнарика), - у 1903-1928 рр. почав всебічно досліджувати Олексій Якович Ступін, професор, завідуючий кафедрою парових котлів Київського політехнічного інституту. На кафедрі працювали видатні, на той час, фахівці-теплоенергетики професори Т.Т.Усенко, Г.С.Жирицький, Н.О.Ладиженський, Е.І.Ромм (тоді ще інженер-проектант, який виконав проект першого вітчизняного вертикально-водотрубного котла), ст. н. с. В.В. Синецький та інші. Викладачами кафедри в той період було підготовлено низку наукових і навчальних праць. Головні з них були написані О.Я.Ступіним: "Прилади для штучної циркуляції води в парових котлах" (1905 р.), "Курс лекцій по паровим котлам" (1909 р.), "Експеременталь-

роботи по дослідженню кам`яного вугілля і антрациту Донецького басейну" (1914 р.), "Паливні елементи для спалювання українських торфів" (1916 р.), "Парові котли" (1925 р.).

В 1930 році вийшла книга випускника КПІ Е.І. Ромма "Розрахунки парових котлів" (який пізніше став двічі лауреатом Державної премії СРСР).

У 1930-1931 роках було прийнято рішення установити в Києві замість іноземних котлів котли вітчизняного виробництва.

Проект такого котла було виконано інженером Е.І.Роммом, а виробництво його було передано на Ленінградський металургійний завод (ЛМЗ).

Виготовлений у Ленінграді 2-х барабанний вертикально-водотрубний котел ЛМЗ потужністю 6 тонн пари на годину, тиском 35 кгс/см2 (3,5 МПа), температурою нагріву 320°С 1932 року було встановлено у котельні КПІ. Це був перший котел в СРСР, що мав такі високі параметри пари і цільноковані барабани, що також було новинкою в технології вітчизняного котлобудування. А через рік на київській КРЕС-2, після реконструкції, також вперше в СРСР, було виконано екранування найбільш напруженої задньої стінки котла, а потім і екранування решти стінок котла і підвісного склепіння. Ця робота виконувалась під керівництвом інженерів Д.С. Жевахова, О.Ю. Черткова та інш. Велику допомогу в реконструкції КРЕС-2 надали вчені КПІ В.І. Толубінський, М.А. Кондак, П.Т. Сердюков.

У 1946 році перед енергетиками Києва було поставлено завдання - переозброїти енергетику столиці Української РСР на новій технічній основі. Серед перших електричних станцій, на яких за планом Міністерства електрофікації СРСР передбачалось "встановити агрегати високого тиску" було включено й київську КРЕС-2. До монтажу обладнання високого тиску на КРЕС-2 приступили у 1946 році.

Установка складалася з двох котлів "Борзиг", паропродуктивністю по 105 тонн пари на годину кожен, 85 кгс/см2 (8,5 МПа) і температурою нагріву пари 505 °С.

Нове обладнання мало ряд недоліків. Освоєння нового обладнання відбувалось протягом двох років. Без перебільшення можна сказати, що основна заслуга при освоєнні нової техніки належала колективу робітників і інженерно-технічних працівників електростанції КРЕС-2, Київського відділу "Теплоелектропроект", тресту "Київпроменергомонтаж". Інженери: В.П.Шанін, С.Ц.Голянський, П.Д. Швецов, Д.О. Перлін, Т.С.Вишневський, В.М.Янкелевич та інші немало попрацювали для отримання позитивного результату.

А проблема була, як потім виявилось, в кількості циркулюючої води у водяному економайзері, при розпалюванні котла і виході його на повне навантаження.

Інженер КРЕС-2 С.Ц. Голянський розробив простий і надійний пристрій у вигляді водяного ежектора, працюючого за принципом елеватора абонентських вводів тепломережі. Впровадження цього винаходу створило необхідну циркуляцію води в водяному екомайзері і майже повністю усунуло небезпеку появи свищів.

В 1949-1951 рр. на КРЕС-2 (ТЕЦ-2) асистентом Ю.Г. Дашкиєвим і студентами старших курсів КПІ, під керівництвом зав. кафедрою В.І.Толубінського було виконано розрахунково-теоретичне дослідження циркуляції в поверхнях нагріву теплоносія в котлах станції. В результаті були виявлені причини частого пошкодження поверхонь нагріву теплоносія і надані рекомендації. В цей час за кордоном працювали блоки на надкритичні параметри пари (в критичній точці вода має тиск Ркр = 22, 115 МПа ~225,6 кгс/см2 і температуру tкр =374,12°С).

У 1957 році процеси генерації пари надкритичних параметрів, теплообмін і гідродинаміка в цих умовах, характер внутрикотлових процесів, працездатність металу і зварювальних швів залишалися далеко не вивченими. Перші підрахунки можливості спорудження в КПІ котельної установки (першої в Європі) з експерементальним котлоагрегатом (на надкритичні параметри пари: паропродуктивністю 8 тонн пари на годину, тиском 400 кгс/см2 (40 МПа), температурою перегріву пари 700°С) були виконані 1957 року студентами-дипломниками В.Г.Тонким, Ю.Г.Клименком, О.П.Подобєдом (академічна група ТК-35) у своїх дипломних проектах. Їх ідея була втілена у життя в КПІ. У 1963 році котел на надкритичні параметри пари з тунельною компоновкою ПК-31 було введено в експлуатацію. В 1964 році для наукових досліджень котел ПК-31 було переведено на цілодобову експлуатацію. Це дало змогу створити на його базі широкі експериментальні можливості для дослідження наукових тем у різних напрямах теплоенергетики і теплофізики. На на той час в КПІ працювали визначні теплоенергетики України: чл. кор. АН УРСР проф. В.І.Толубінський, д.т.н., проф., заслужений діяч науки і техніки УРСР О.П. Орнатський, д.т.н., проф. Ю.Г.Дашкиєв, В.Р. Шелег та багато інших.

В 1961 році в Україні на Придніпровській ДРЕС (м. Дніпропетровськ) почалося будівництво першого енергоблоку потужністю 300 МВт на надкритичні параметри пари з тиском 25,5 МПа (255 ат), температурою перегріву пари 565°С. Цей блок було пущено в експлуатацію у 1963 році.

Багаторічна експлуатація сучасних енергетичних котлів на надкритичних параметрах пари, паропродуктивністю 1000 тонн пари на годину, 255 кгс/см2 (25,5 МПа), температурою пари 545°С засвідчує високий професіо-

налізм енергетиків Києва, які достойно тримають високу "планку" надійної експлуатації теплоенергетичного обладнання.

Микола Бенардос та Михайло Сікорський: про відроджені імена та пам'ять поколінь

Інформація про події минулого, яка закладена в пам'ятках науки і техніки, має не тільки пізнавальний інтерес. Історія розкриває перед нами картину розвитку науки і техніки в їх матеріальному втіленні, вказує на результати творчої діяльності як відомих вчених та інженерів, так і невідомих майстрів, показує ту базу та основу, без якої не могла б успішно розвиватись сучасна енергетика.

До такої когорти людей належить винахідник кінця дев'ятнадцятого століття Микола Миколайович Бенардос, якого у 1981 році світ удруге відкрив для себе. Його ім'я стало відоме широкій світовій громадськості з календаря ЮНЕСКО, куди заносяться найбільш пам'ятні події в історії людства.

Майже 80 років після відкриття електричної дуги вчені намагалися використати дуговий розряд для зварювання, доки геніальний винахід М.М. Бенардоса не вирішив це найскладніше завдання - "примирив" тисячеградусну плазму з холодним металом. Вже майже через 80 років після смерті винахідника на його батьківщині були відкриті пам'ятники та створені музеї.

За силою і глибиною винахідницького таланту, широтою інтересів, надзвичайною наполегливістю в роботі і працездатністю Микола Миколайович Бенардос справедливо займає одне з перших місць серед винахідників світу. За неповними даними, йому належить близько 120 винаходів. Світову славу Бенардосу принесло винайдення електричного дугового зварювання і різання металів - одного з найважливіших сучасних технологічних процесів.

Особливо багато уваги він приділяв дуговому зварюванню вугільним електродом, яке дістало назву "Спосіб Бенардоса". Бенардоса справедливо вважають родоначальником дугового електрозварювання, бо він визначив головні напрями його розвитку, розробив основні принципи багатьох сучасних методів дугового зварювання. Крім того, він створив багато конструкцій зварювальних автоматів, розробив способи дугового зварювання різними електродами, дугового різання, підводного зварювання та різання, зварювання на вертикальній поверхні. Винахідник запровадив механізацію і автоматизацію зварювальних процесів, також висловив ідею зварювання в газовому струмені й під флюсом. Він винайшов оригінальні способи точкового і шовного контактного електрозварювання.

Бенардосу належить також багато винаходів в інших галузях техніки, зокрема у залізничному й водному транспорті, енергетиці, військовій справі, сільському господарстві, виготовленні акумуляторів, побутовій техніці...

На жаль, важка доля випала цій людині. Його дід Пантелеймон Єгорович Бенардос, який хлопчиком переїхав з Греції, у 1781 р. закінчив військове училище в С-Петербурзі, поступив на службу в російську армію. Приймав участь в російсько-турецьких війнах кінця XVIII ст., відзначився при штурмі Очакова і Ізмаїла.

В чині генерал-майора П.Є.Бенардос брав участь у війнах з наполеонівською Францією 1805-1807 рр., Вітчизняній війні 1812 р. і закордонних походах російської армії в 1813-1814 рр.

Портрет генерала П.Є.Бенардоса помістили в Військовій галереї 1812 р. у ленінградському Ермітажі.

Сам генерал разом з дружиною Ганною Семенівною Воробйовою і сином Миколою поселився в Херсонській губернії, де на безлюдних землях заснував села Бенардосівка і Аннівка.

Микола Пантелеймонович, як і батько, вибрав військовий шлях і в 1824 році, закінчивши кадетський корпус, почав службу в російській армії. Під час Кримської війни 1853-1855 рр. командував артилерією сухопутної армії, а у 1856 року пішов у відставку.

У Бенардосівці 1842 року у Миколи Пантелеймоновича і Катерини Василівни Свєшнікової народився син - Микола. Судилося йому ще більше прославити рід Бенардосів. Тільки слава його буде трудова, а інтерес його до обробки металів можливо передався від прадіда матері - знаменитого коваля Микити Демидова - соратника Петра I.

Знатна сім'я, яка жила тільки за рахунок військової платні, після смерті полковника Миколи Пантелеймоновича швидко зовсім збідніла. Мати намагалася дати хороше виховання синам Миколі і Володимиру. В глушині Херсонської губернії вони одержали неповну гуманітарну освіту. Після домашнього навчання, мати посилає сина на навчання в Київ на ме-

дичний факультет до університету Св. Володимира. Наукові інтереси майбутнього винахідника виходили за рамки навчальної програми. Тож у 1866 році він інтенсивно вивчає механіку, фізику, електротехніку, гірничу справу. Природні краєвиди м. Києва, Дніпро та кручі позитивно впливали на творчу працю, розвивали винахідницьку жилку молодого М.М. Бенардоса. Наприкінці 1866 року М.М. Бенардос перейшов працювати у Московську Петровську землеробську та лісову академію, де займається в гуртку відомого фізика Столєтова.

Через рік він їде на літні канікули в Костромську губернію, де на околиці м. Лух отримує спадщину від матері, будує маєток і створює майстерні, в яких займається винахідницькою справою. Тут він одружується на Ганні Олексіївні Лебєдевій. В Лусі народилися його діти.

У травні місяці 1881 р. М.М.Бенардос, перебуваючи в Парижі, в лабораторії російського фізика Миколи Івановича Кабата вперше здійснив дугове зварювання металу, спочатку свинцю, а потім заліза. Свій спосіб зварювання він назвав "електрогефестом" на честь старогрецького бога коваля Гефеста. Заповзятливі закордонні ділки одразу ж збагнули чого варте його відкриття. Винахідникові пропонували продати своє дітище за кордоном, але він відмовився. Повернувшись додому, він робить все, щоб новинка служила вітчизняній науці.

За великі відкриття в галузі електротехніки Електротехнічним інститутом Миколі Миколайовичу Бенардосу 1899 року в Петербурзі було вручено почесний диплом інженера-електрика. Всесвітнє визнання М.Бенардоса підтверджене різними документами. У Франції, Австро-Угорщині, Данії, Швеції, Норвегії, Фінляндії, США були видані патенти на його винаходи. Сотні підприємств використали його винаходи при будівництві електростанцій, ремонті котлів, другого енергетичного обладнання, паровозів і вагонів, кораблів та інше.

Про спосіб М. Бенардоса писали в газетах і журналах, доповідали на конгресах, конференціях. Спосіб демонструвався на багатьох виставках. Але у царській Росії його не зрозуміли...

Довгим та важким був шлях до визнання вченого на батьківщині. Поки дійшло до "Привілею на спосіб з'єднання і роз'єднання металів безпосередньо дією електричного струму", довелося все спродати: і маєток, і лабораторію.

В кінці 1899 р. винахідник розорився, виїхав з Петербургу і поселився в м. Фастові (Київська губернія) у однієї багатої знайомої. Вона надала притулок винахідникові, обладнала у флігелі маленьку лабораторію, де він продовжував досліди. Микола Миколайович був освіченою людиною і знав, як колись, ще за Київської Русі, будівельники покривали храми свинцевою покрівлею. Тож винахідник шукав ці храми у Переяславі-Хмельницькому, бо цікавився свинцем для своїх досліджень.

На вершині слави і без засобів до існування М. Бенардос був змушений працювати робітником-зварювальником на заводі В. Брандта та фастівському депо. У Фастові він одержав декілька патентів на нові винаходи. Довелося йому мешкати у селі Бишів Макарівського району у своєї доброї знайомої і покровительки.

(В 1980 році археологи АН УРСР зробили розкопки в селі Бишів на місці того будинку,-знайшли металеву плиту, на якій електрозварним швом вчений написав одне-єдине слово "Бенардос". А ще відкопали деякі знаряддя праці винахідника).

На батьківщині вченого вперто не визнавали. Доведений до відчаю, важко хворий свинцевим отруєнням, він потрапив до лікарні. Але навіть і там марив своїм відкриттям. Холодного осіннього дня 8 (21) вересня 1905 р. видатний винахідник тихо відійшов з цього життя, залишивши Вітчизні всі свої двісті проектів та винаходів, і найголовніший з них - електрозварювання. Похований М. Бенардос у Фастові.

З того часу минуло понад вісімдесят років, і ім'я видатного електромеханіка дещо призабулося. Лише напередодні столітнього ювілею, в день народження дугового електрозварювання, про вченого заговорили на повний голос у нас та за кордоном. Потрібно віддати належне потомку Бенардоса - О.М. Корнієнку, представнику Інституту електрозварювання імені Е.О.Патона АН УРСР та подвижнику, родоначальнику та керівнику низки прекрасних українських музеїв у Переяславі-Хмельницькому - Михайлу Івановичу Сікорському. У травні 1981 року Михайло Іванович, долаючи шалені труднощі, з нагоди столітнього ювілею народження дугового електрозварювання відкрив у Переяславі-Хмельницькому музей Миколи Миколайовича Бенардоса.

P.S. Автору статті випала нагода в травні місяці 2002 року спілкуватись із потомком БенардосаМ.М. та директором Переяславських музеїв СікорськимМ.І. Ці зустрічі були надзвичайно цікавими.

Михайло Іванович Сікорський був особливою людиною, відданою музейній справі, своєму місту, своїй роботі. Де живе така людина там вирує життя, вона вбирає в себе пам'ять поколінь, який передає потомкам та зберігає безперервність духовної палітри історичної спадщини...

Михайло Іванович Сікорський був переконаний у тому, що втративши під час Полтавської битви чимало регалій, цінностей, козаки відступили до Переяслава. Тяжко пережи-

ваючи поразку, зраду соратників, сподіваючись повернутися, Іван Мазепа заховав чимало цінностей, в основному золото, срібло, коштовну зброю, монети, в якомусь секретному підземному ході, недалеко від якоїсь церкви. Директор музею Михайло Іванович Сікорський, будучи фанатичним збирачем старовини, та й ще досвідченим археологом, вирішив знайти цей скарб. Працював в архівах, вивчав схеми, стіни церков. Знайшов один підземний хід. Спробували копати - все обвалюється. Небезпечно. Тож розкопки закінчили. А даремно... Скарби були десь поруч! - авторитетно заявляв козацький біоенергетик генерал Валерій Пильник. Користуючись своєю методикою, він просканував те місце і встановив, що скарб так ніхто і не забрав, він і досі лежить десь у недосліджених підземеллях Переяслава. Михайло Сікорський був за крок від цього...

На превеликий жаль, Михайло Іванович Сікорський помер у жовтні 2011 року.

Наприкінці хочеться порадити всім небайдужим: не марнуйте життя, завітайте до славного краю! Кожен українець повинен побувати у Переяславі, і хтось знайде скарб, полишений колись Мазепою.

Микола Тесла: міфи та реальність

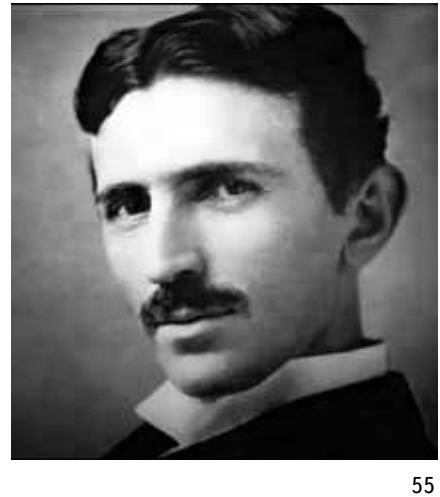
Зростання інтересу до історії техніки стало однією з характерних рис сучасної епохи. Історія становлення і розвитку техніки все більше привертає увагу інтелігенції різних країн. Досліджуючи шляхи і логіку пізнання, процес зародження і розвитку теорії та методів у пізнанні історії техніки збагачує мислення вченого, сприяє уточненню і розвитку теоретичних основ сучасної науки і техніки, розв'язанню їхніх методологічних проблем. Історія науки і техніки виступає сьогодні своєрідною формою критичного аналізу шляхів і методів пізнання природи. Багато учених та дослідників і діячів кіноіндустрії різних країн цікавляться постаттю Миколи Тесла. Про нього знімають фільми, пишуть доповнення до біографії, вивчають біографічні події, намагаються у лабораторних умовах відтворити досліди з лінійними і кульовими блискавками.

Микола Тесла народився 10 липня 1856 в с. Смільяни, Австро-Угорщина, нині Хорватія, помер 7 січня 1943 р. в США. Дослідники його біографії стверджують, що у світовій історії було два генії - Леонардо да Вінчі (1452-1529) та Микола Тесла, інші називають його умілим містифікатором, який добре володів прийомами самореклами.

Інформація, у тому числі і в Internet, настільки суперечлива, що важко сказати, ким насправді був Микола Тесла: надзвичайно талановитою людиною чи шарлатаном? Як би там не було, але Галілео Феррарріс (1847-1897) повідомляв, що спосіб отримання обертаючого магнітного поля він відкрив у 1885 році, але вперше повідомив про своє відкриття в доповіді Туринській академії наук у березні 1888 року. Двома місяцями пізніше, в травні того ж року з повідомленням своїх відкриттів виступив Микола Тесла, але ідея про безколекторний електродвигун змінного струму у нього з'явилася ще в 1882 році.

Так було з'ясовано відкриття ефекту створення обертаючого магнітного поля за допомогою двох (або більше) котушок з обмотками, з ізольованих дротів в осях їх перетину, розміщених перпендикулярно одна до одної з живленням змінним синусоїдальним струмом. Мінімально необхідне для отримання цього явища число струмів дорівнює двом. Вивчення багатофазних систем розпочалося з двохфазної системи. Подальше вивчення, та математичний аналіз Галілео Феррарріса роботи двохфазного електродвигуна змінного струму призвело його помилкового висновку.

Іншим шляхом пішли деякі винахідники, і



серед них найбільших успіхів мав Микола Тесла. Він, не ставлячи завдання отримати необхідну різницю фаз в самому електродвигуні, дійшов висновку, про доцільність побудови такого генератора, який би зразу давав в готовому вигляді два струми з різницею фаз в 90'. М.Тесла побудував двохфазний генератор змінного струму, від якого відбу-валося

живлення двохфазного асинхронного двигуна.

Основним конструктивним недоліком генераторів і електродвигунів М.Тесла було явнополюсне їх виконання, що приводило до великого магнітного опору, так як магнітні силові лінії, на великих відрізках, замикалися по повітряним пустотам в самій конструкції індуктора і якоря електричної машини. Це було наслідком того механічного перенесення в техніку змінного струму конструктивних елементних схем електромашин постійного струму.

Помилковим був вибір Теслою двохфазної системи струмів, яку він безпідставно захищав, як основну систему для подальшого розвитку всієї світової енергетики на далеку перспективу. В то й же час, коли М.Тесла і його співробітники в Америці намагалися вдосконалити двохфазну систему, в Європі Михайлом Йосиповичем Доліво-Добровольським (1862-1919) була розроблена більш досконала та економічно ефективна система трьохфазного змінного струму. Вище було відмічено, що М.Тесла не зміг створити вдосконалені конструкції двохфазних електричних машин, довгий час він не міг знайти шляхи до зв'язаної трьохфазної системи, зупинившись перед необхідністю збільшення числа лінійних провідників.

Найбільших результатів у розвиток багатофазних систем досяг М. Й. Доліво-Добровольський, який зміг надати своїм розробкам практичного використання і став фундатором техніки трьохфазного змінного струму.

Новий етап розвитку в дослідженнях бездротового зв'язку розпочався після публікації наукових робіт Джеймса Кларка Максвелла (1831-1879) "Трактат про електрику в магнетизмі" (1873 р.) у якому теоретично було доведено існування електромагнітних хвиль і їх вільне розповсюдження в просторі з кінцевою швидкістю.

Найбільш переконливі експериментальні докази справедливості теорії Д. К. Максвелла були отримані в 1886-1889 рр. Генріхом Герцом (1857-1894), який показав, що електромагнітні хвилі, подібно світлу, мають властивості: відбиття, інтерференції, дифракції і розповсюдження в просторі зі швидкістю світла.

З початку1890-х років Микола Тесла приділяв значну увагу питанням вивчення властивостей електромагнітних хвиль і високочастотної техніки. Він збудував електричні генератори на частоти 5-20 кГц, трансформатор високої частоти ("трансформатор Тесла") в своїй Нью-Йорській лабораторії, а також почав вивчати проблему бездротового передавання сигналів і енергії на відстань .

Вивчення історії техніки завжди дає позитивний ефект при вивченні фізики, робить її більш живою, природною та близщою до людей. Екскурс в історію часто дозволяє відшукати цікаві ідеї, які за тих чи інших обставин не були реалізовані на практиці. Адже ще нашими пращурами був придуманий крилатий вислів: "нове - це добре забуте старе". Неможливо зробити якесь відкриття, не спираючись на раніше відомі наукові факти: їх або підтверджують, або спростовують. Ще Ісак Ньютон (1643-1727) справедливо відзначав: "Якщо ми бачили далі інших, то це тому, що стояли на плечах гігантів".

Винахідницька діяльність Миколи Тесла є настільки яскравою й неймовірно простою та водночас геніальною, що не може залишатися без уваги. Але при вивченні змінного струму, в силу невідомих причин, у вищих закладах освіти в курсах електромагнетизму та електротехніки вклад Миколи Тесла у цю галузь майже не згадується. На нашу думку творчі інженери, студенти не повинні лишатися осторонь цієї проблеми. Тому основним завданням статті є знайомство їх із творчим спадком відомого винахідника. Його відкриття лягли в основу усієї електротехніки: індукційний двигун, багатофазні трансформатори, однопровідникова лінія, бездротова передача енергії, телеуправління та автоматика, високовольтні резонансні трансформатори, люмінесцентні лампи, відкриття біологічного впливу електромагнітних полів, тощо.

Постать Миколи Тесла оповита містикою. Тому вивчення його винахідницької діяльності: бездротова передача енергії, електромобіль, так звані "промені смерті" та багато іншого відкриває широкі перспективи для цікавих захоплюючих досліджень. М.Тесла вважав цілком безпечним можливість використання електричної енергії Землі як величезного сферичного конденсатора.

А яку наукову цікавість може викликати

електромагнітна теорія Миколи Тесла, яка жодного разу не була пояснена, чи висловлена публічно. Вона не користується загальноприйнятими поняттями, такими як "енергія", "довжина хвилі", "частота", а замість них вводяться ним нові поняття: "вібрація спіралеподібних систем", "електричний тиск", "пропорція передачі", "ефір", "динаміка електромагнітного флюїду", "геометричні можливості трубки". Ми майже шоковані самобутністю теорії М. Тесла, яка дає підстави для роздумів, порівнянь, інтуїтивного розуміння, і може спонукати творчих особистостей для проведення різних пошукових експериментів.

М.Тесла вважав, що світ - це єдине безперервне електромагнітне середовище, а матерія - одна з проявів електромагнітних коливань, які описуються математичними алгоритмами. Він вважав, що закон резонансу є найбільш загальним природним законом і що всі зв'язки між явищами встановлюються виключно шляхом різного роду простого і складного резонансу - узгоджених вібрацій фізичних систем.

М.Тесла свого часу стверджував, що електричний струм певної напруги і частоти можна використовувати з лікувальною метою, що можна впливати на думку й емоції людини за допомогою електромагнетизму. Як стверджують його сучасники, безпечність цього методу М.Тесла доводив, показово пропускаючи через своє тіло струм напругою близько двох мільйонів вольт. Важливе місце серед роздумів М.Тесла займає управління метеорологічними явищами (ураганами, атмосферним тиском тощо). Винахідник пропонував освітлювати великі міста за допомогою штучного "полярного сяйва", обробляючи іоносферу високочастотними електричними полями. Індуктивні котушки М. Тесла до цього часу використовуються для отримання штучних блискавок. Доречним буде нагадати про те, що в 1859 р. Генріх Даніель Румкорф (1803-1877) створив індуктивну котушку, яка утворювала на клемах іскри довжиною 50 см. За це відкриття в 1860 р. він отримав 50000 франків від Імператора Франції Наполеона III.

У наш час проводяться експерименти з надзвуковими і надвисокими частотами коливань, особливих модуляцій, що входять до складу випромінювання іоносфери. Усі можливі наслідки цього ще невідомі. Наскільки це можливо? Чому ця ідея не була втілена в життя? Такі питання, на нашу думку, здатні зацікавити творчих інженерів та студентську молодь, мотивувати їх до навчально-пошукової діяльності, міркувати нестандартно, абс-трактно, відмовитися від стереотипних схем і підходів.

Безперечно, М. Тесла є цікавою постаттю з точки зору на перспективу використання на практиці його нетрадиційних ідей. Сербському генію вдалося залишити помітний слід в історії науки і техніки.

Його інженерні розробки знайшли використання в галузі електроенергетики, електротехніки, кібернетики, біофізики, медицині. Діяльність винахідника оповита містичними розповідями, серед яких треба обрати саме ті, у яких міститься правдива інформація, дійсні історичні факти, наукові досягнення і конкретні результати.

Питання, якими переймався Микола Тесла, залишаються актуальними і сьогодні. Їх розгляд дає змогу творчим інженерам та студентам фізичних спеціальностей ширше дивитися на проблеми сучасної науки, відмовитися від шаблонів, навчитися відрізняти правду від вигадки, узагальнювати і структурувати матеріал.

Тож погляди М. Тесла можна вважати актуальними нині не лише для досліджень в галузі історії науки і техніки, але, і як досить дієвий засіб пошукових робіт, винайдення нових технологічних процесів і використання новітніх технологій.

Народжені українською землею

Наукову громадськість, як і значну частину нашого суспільства, дедалі більше цікавить життя і творчість людей науки і техніки, віхи біографії яких, творча діяльність набула знаковості ще за їх життя. Певною мірою це пов'язано з характером епохи, в яку судилося формуватися особистості. XX століття виявилося напрочуд багатим на злами та круті повороти історії цілих народів та континентів. І зовсім не випадково, що саме серед таких, відмічених долею та часом людей, помітне місце займають вчені взагалі, визначні постаті керівників та інженерів провідної галузі енергетики, зокрема, народжені українською землею у Прилуках, Золочеві, Іванівці та у інших населених пунктах України, або тих, хто тісно, родинно пов'язані з українською землею.

Хто вони, нобелівські лауреати, лауреати різних нагород та особистості світового визнання?

Зельман Ваксман (США) - премія в галузі фізіології та медицини 1952 р. Народився у

Прилуках Чернігівської області.

Ілля Мечников (Франція) - премія в галузі фізіології та медицини 1908 р. Народився в с. Іванівка на Харківщині, закінчив Харківський університет, багато років працював в м. Одесі.

Тадеуш Рейхштейн (Швейцарія) - премія в галузі фізіології та медицини 1950 р. Народився у Влоцлавені, дитинство пройшло в м. Києві.

Рональд Хофман (США) - премія з хімії 1981 р. Народився в Золочеві на Львівщині.

Шмуель Йосип Агнов (Ізраїль) - премія з літератури 1966 р. Народився у м. Бучачі Тернопільської області.

Саймон Кузнець (США) - премія в галузі економіки 1971 р. Народився в Харкові.

Українське коріння (або тривалий час проживали в Україні) мають ще сім нобеліатів:

Гербер Браун (США) - премія з хімії 1979 р. Народився в Лондоні. Батьки - вихідці з України.

Петро Капиця (Росія) - премія з фізики 1978 р. Мати - з української родини Стебницьких.

Лев Ландау (Росія) - премія з фізики 1958 р. Навчався в Кіровограді, викладав у містах Сімферополі та Одесі.

Михайло Шолохов (Росія) - премія з літератури 1965 р. Мати - українка.

У свій час на Нобелівську премію були претендентами і наші письменники: І. Франко, М. Рильський, П.Тичина.

Багато знаменитих вихідців з України, можливо, й не дуже згадували про землю, що дала їм життя. Натомість, добре відомо про антиукраїнські настрої Олександра Солженіцина і Йосипа Бродського, Михайла Булгакова, доля яких була пов'язана з нашим краєм.

Та українська земля продовжує народжувати геніїв. Навіть сьогодні, в час економічних негараздів та значного впливу світової економічної кризи, наша країна має ким і чим пишатися.

Не потрібно замовчувати, що *відкриття рентгенівського проміння належить галичанину* (фізику, електротехніку, будівельнику електростанцій, професору, доктору технічних наук *Івану Пулюю*, а не німцю К. Рентгену, якому 12 листопада 1901 р. було присуджено Нобелівську премію. На жаль, поведінка Рентгена залишилася незрозумілою. Пулюєві прийшлося змиритися. Як тут не згадати важливі слова Альберта Ейнштейна, з яким був добре знайомий Іван Пулюй (вчений неодноразово відпочивав на дачі у Пулюя, вони поруч мешкали у Празі у 1911-1912 роках): " Не можу Вас нічим втішити: що сталося - то сталося. Хай залишається при Вас сатисфакція, що й Ви вклали свою частку в епохальне відкриття. Хіба цього мало? А коли на тверезий розум, то все має логіку. Хто стоїть за Вами, рутенійцями, - яка культура, які акції? Прикро Вам це слухати, та куди дінешся від своєї долі? А за Рентгеном - уся Європа".

А все ж таки чому приховувалася інформація про доробок Пулюя у відкритті Х-променів? Можна сказати так: багатьом, на жаль, і вченим, і урядовцям впродовж довгого часу не хотілося, щоб український народ на прикладах своїх представників науки міг усвідомити свою велич.

Б.П. Грабовський (його винахід довго замовчувався) - син відомого українського поета-класика П.А.Грабовського. Дитячі та юнацькі роки якого пройшли в Україні в селі Пушкарному (тепер Грабовському) Краснопільського району Сумської області. Згідно з правилом міжнародної конвенції про винаходи і додатковий патент №16733 підтверджують пріоритет Бориса Гра-бовського на першу в світі цілковито елек-тричну систему телебачення. І коли вмикаєте телевізор, згадайте, що до цього дива причет-ний наш співвітчизник - Борис Грабовський.

Ю.В. Кондратюк (Шаргей) - великий син українського народу, один з теоретиків світової космонавтики, та промислової вітроенергетики, народився у Полтаві.

Дослідження історії науково-технічного прогресу в енергетиці неможливе без виявлення, збереження, вивчення та популяризації пам`яток енергетичного обладнання, галузевої науки і техніки та особистостей, які внесли вагомий доробок в розвиток вітчизняної і світової енергетики.

Федір Аполлонович Піроцький, уродженець Полтавської губернії, в 1874 р. науково першим запропонував передавання "Механічної роботи на усяку відстань" за допомогою використання постійного струму шляхом подвійного перетворення електричної енергії в механічну. Був творцем першого електричного трамваю.

Геній *Миколи Миколайовича Бенардоса*, уродженця Херсонської губернії, в 1881 р. зміг першим примирити високу температуру плазми електричної дуги з холодним металом і здійснив електричне зварювання металів.

Інформація про події минулого в енергетиці, рівень матеріально-технічного розвитку її, не тільки викликає значний пізнавальний інтерес, а й служить справі виховання, зберігає й акумулює досягнення суспільства, визначає шляхи його подальшого прогресу взагалі і розвитку енергетики зокрема.

Одним із засновників атомної енергетики, ядерного ракетобудування став колишній Президент академії наук СРСР, акад. О.П.Александров, який народився у м. Тараща, Київської області, закінчив Київський державний університет імені Т.Г.Шевченка. Міністри енергетики колишнього СРСР (вихідці з України): А.Майорець - бувший директор Запорізького трансформаторного заводу, Ю.К.Семенов - бувший керівник Донбасенерго, П.С.Непорожній - Великий Син хутора Тужилів маленької Яготинщини на Київщині, який 23 роки незмінно керував міністерством.

13.07.2010 р. енергетичною спільнотою України було відмічено 100 річчя з дня народження Петра Степановича Непорожнього.

Цей перелік можна продовжувати дуже довго. А скільки ще потрібно повернути із небуття прізвищ видатних енергетиків, які внесли вагомий вклад в енергетику України?

Про це повинні знати учні, студенти, широкий загал суспільства для гідного вшанування їх пам'яті.

Буде доцільним згадати великих людей, які жили на нашій землі. Це і Ярослав Мудрий, який дбав про розвиток науки та суспільства. Відомо те, що Чарльз Дарвін є нащадком київської княжни Анни Ярославни. Видатний англійський учений Френсіс Гальтон у книзі "Спадковість генія" пояснював мудрість британського природознавця тим, що він (учений) походить від найрозумнішої жінки свого часу - королеви Анни, доньки Ярослава Мудрого.

Саме сьогодні ми можемо по справжньому ознайомитися із інтелектуальними здобутками інших народів і побачити досягнуте нами. Пора не насичувати західні ринки найкращим, що є у нас - нашими дорогими співвітчизниками.

Українське суспільство володіє високим потенціалом наукової і зокрема технічної думки у галузі енергетики та високоефективними технологіями, і сподіваюсь наступить той час, коли в генетично талановитій державі будуть реалізовані наукові здобутки, а світ належатиме тому, хто матиме демократичну, високоосвічену батьківщину. В українській державі обов'язково будуть Нобелівські лауреати, лауреати різних нагород та особистості світового визнання.

Наш земляк - знакова постать свого часу

В останні роки стараннями окремих дослідників і подвижників (створюються технічні музеї) почалося повернення незаслужено замовчуваних видатних інженерів, які внесли вагомий внесок в розбудову Києва взагалі, стояли у витоків початку будівництва електричних станцій та тягових підстанцій для залізничного і трамвайного транспорту м. Києва зокрема. А прикладів байдужого ставлення місцевих органів влади до своєї науково - технічної спадщини, на жаль, можна навести багато. Хоча деякі зрушення в останні роки все ж таки відбулися.

В травні 2003 р. в парку Хрещатий в колишній водонапірній вежі та в підземному резервуарі, які існують з кінця XIX ст., за підтримки Київської міської держадміністрації, Київського водоканалу в тісній співпраці з Данським міністерством екології та за допомогою деяких приватних спонсорів, було відкрито Водно-інформаційний центр, який користується великою популярністю як у місцевих жителів, так і у гостей нашого міста.

Про людину, видатного вченого, адміністратора, виробничника, керуючого Київською каналізацією (1896-1899 рр.), талановитого інженера шляхів сполучення, члена Правління Акціонерного товариства "Київська міська залізниця", Абрагамсона Артура Адольфовича, якому в 2011 році виповнилося 157 років з дня народження, і який вніс значний вклад у справу розвитку міського господарства м. Києва взагалі і у розвиток міського водного та енергетичного господарства зокрема, у Водно-інформаційному центрі місця не знайшлося. Мало про нього історичних та суто біографічних та інформаційних матеріалів в енергетичній галузі того періоду, коли він стояв у витоків її створення у м. Києві.

Абрагамсон А. А. народився 3 березня (за

ст. ст.) 1854 р. в Одесі в родині службовців. Його батько, Адольф Бернардович, був доктором медицини. Мати, Бела Йосипівна, присвятила себе вихованню дітей. Абрагамсон А. А. активно залучився до громадського і наукового життя Києва, де він мешкав на вул. Олексіївській, 13 і де остаточно сформувався як талановитий, високоосвічений інженер, вчений, активний і неперевершений організатор.

Місцевим відділенням Російського технічного товариства його було обрано головою механіко-будівельного відділу. Спільно з відомим інженером Бородіним О. П., Демчинським М. О. та Волковим Д. К. він заснував у 1881 р. технічний журнал "Инженер", який почав видаватися друком з 1882 р. Після смерті голов-

ного редактора Бородіна О. П. у 1898 р. ці обов`язки до 1917 р. виконував Абрагамсон А.А.

За його проектом і під наглядом в 1902-1903 рр. було споруджено, на місці тимчасової електростанції, яка на початковому етапі забезпечувала експлуатацію першого у Східній Європі електричного трамваю, будівлю Центральної електростанції Акціонерного товариства "Київська міська залізниця" за нинішньою адресою Набережне шосе, 2. За його проектами споруджувалися добротні будівлі тягових підстанцій для залізничного та трамвайного транспорту в м. Києві та в м. Єлизаветграді.

Деякі із цих добротних будівель тягових підстанцій збереглися в м. Києві. Всередині тягові підстанції будувалися з великими приямками - каналами нижче нульової відмітки будівлі для силових трансформаторів, великогабаритних масляних вимикачів, ртутних випрямних агрегатів РМНВ - 500х6. Це необхідно було для потреб експлуатації вищезазначеного електрообладнання та обслуговуючого персоналу.

З 1904 р. на території трамвайного парку на вул. Фрунзе існувала тягова підстанція, збудована за проектом і під наглядом Абрагамсона А. А. "Їй не було б зносу, - розповідає колишній працівник енергогосподарства Борис Воронько. - Зазвичай, по понеділкам у нас проходила політінформація, як і тоді в період подій Куренівської трагедії 13 березня 1961 р. Вранці ми всі займалися відкачкою води, яка почала поступати з урочища Бабиного яру і стала заливати всю територію Куренівки, а на тяговій підстанції, силовий трансформатор. Ми хотіли зберегти народне добро та забезпечити електроживленням трамвайні маршрути. Віктор Панченко, після вибуху газорозподільної підстанції, яка була зруйнована валом грязі, побачивши багатометровий вал грязі (висотою біля 7 м), який швидко наближався, крикнув: Спасайся! З будівлі підстанції зміг вискочити тільки Іваненко Яша ...".

Будівля тягової підстанції завалилася. Загинули всі шестеро осіб обслуговуючого персоналу підстанції. Чудом врятувалася лише Бузиновська (Сусліна) Рима Костянтинівна. Вона стояла в одному із каналів підстанції. Її розкопали через шість годин... (Загальна кількість жертв Куренівської трагедії сягала біля 1500 осіб).

За проектами Абрагамсона А. А. і під його наглядом було споруджено декілька будинків, включно з будинком Міжнародного банку на розі Хрещатика та вул. Інститутської (на жаль, не зберігся).

Абрагамсон А. А. був головним інженером, завідувачем будівництва трамвая у м. Єлізаветграді. Він був у складі будівельної комісії, яка в жовтні 1898 р. розглянула проект академіка архітектури І. Кітнера на будування Київського Політехнічного інституту. За особистою участю Абрагамсона А. А. 30 червня 1902 р. у м. Києві почала свою діяльність медична рятувальна станція.

Навчаючись в Цюріхському політехнікумі, студент Абрагамсон А. А. побачив в альпійській республіці канатні підйомники. Ідея ця здалася йому підходящою для київського рельєфу. Вирішено було зв`язати фунікулером трамвайні шляхи в районі Михайлівської та Поштової площі. Розроблені ним кліщові гальма для київського фунікулера на канатних дорогах використовуються в усьому світі. Ідея будівництва на схилах Дніпра механічного підйомника з канатною тягою виникала у київських інженерів неодноразово. Одним з перших її оприлюднив у 1883 році інженер Артур Абрагамсон. Однак реалізація ідеї була відкладена аж до 1902 року, коли міська управа доручила під керівництвом Абрагамсона інженерові Миколі Пятницькому розробити механізм фунікулера, а архітекторові Олександру Баришнікову спроектувати павільйони станцій. При будівництві був використаний новий у ті часи матеріал - залізобетон, а все механічне обладнання й вагони було виготовлені у Швейцарії. Відкриття "Михайлівського підйому", як його тоді називали, відбулося 7 травня 1905 року. У перші дні публіка буквально брала приступом новий вид транспорту. Судячи з показань спеціальних лічильників, встановлених на вході у посадковий майданчик, тільки 8 травня 1905 року послугами підйому скористалися 22 тисячі людей. Довжина траси підйомника тоді становила 200 метрів. Кожний із двох вагонів вміщував по 65 людей і мав два відкриті майданчики й три закриті купе із сидіннями. Рейс тривав близько 3 хвилин.

А.А. Абрагамсон стояв також біля витоків вітрильного руху у Києві. У 1887 році було створено перший Київський річковий яхт-клуб. До засновників яхт-клубу приєдналося ще 30 осіб членів, включно з членами Імператорського російського технічного товариства. Серед них були інженери Абрагамсон А. А., Струве

А., А. і О. Страус. У 1910 р. Абрагамсон А. А. виїхав до Москви. Помер він 1924 року.

Відомий громадський та політичний діяч Вітте С. Ю. у своїх спогадах назвав Абрагамсона А. А. "інженером у квадраті". А через його наполегливість до навчання та отримання освіти у трьох вузах значно точніше було б визначення "інженер у кубі".

Нетрадиційний погляд на енергоресурси та енергозбереження

В сучасній енергетиці існує нерозривність завдань - енергозабезпечення, наявність енергоресурсів та їх раціональне і безпечне використання. Ці завдання прийняті світовою спільнотою, як основний аргумент політичної стабільності в державі, її енергонезалежності та сталого розвитку. Наша держава не є виключенням з низки країн світової спільноти і не може не враховувати світові тенденції. Досягти успіхів у цьому напрямку можна лише за умови, якщо будуть зняті існуючі перешкоди а саме:

а) технологічні - перешкоди неефективного і застарілого технологічного виробництва, перетворення, передавання, розподілення та не економічно обґрунтованого споживання енергії;

б) управлінські - перешкоди організаційного виконавського характеру.

Подолання *перешкод технологічного характеру* потребує змін відповідного технологічного обладнання та самих технологій на всіх технологічних етапах термодинамічних процесів перетворення, при спалювані палива або використання існуючої теплової енергії, і не зважаючи на те, що вони є зрозумілими для кожного, хто використовує ті чи інші застарілі технології, але вдосконалення існуючих на сьогодні застарілих технологій майже не проводиться. Технологічні зміни для отримання енергоефективності, як правило, потребують значних капіталовкладень або залучення інвестицій (заміна або капітальний ремонт обладнання, зниження питомих витрати палива або теплової енергії на випуск одиниці продукції шляхом підвищення якості автоматичного регулювання технологічних процесів на енергооб`єктах (за критерієм мінімізації питомих витрат палива або теплової енергії), введення нових більш енергоефективних генеруючих потужностей, заміна споживачами свого технологічного устаткування або технологій на більш енергоефективні тощо).

Управлінські перешкоди, які виникають за участю людського впливу на їх створення, потребують значно менше коштів, але значно більшої уваги до організаційних, науково

обґрунтованих перетворень, до запровадження ринкових важелів та до відповідальної поведінки і виконавської культури в діях енергозбереження на всіх управлінських рівнях суспільства. Адже при вивченні управлінських питань виявилось, що серед більшості чинників, які не дають досягнути бажаних серйозних результатів в енергозбереженні існує значна частка неузгодженостей управлінського характеру, що в свою чергу породжує відсутність матеріальної зацікавленості.

На управлінські перешкоди в суспільстві нині мало звертається уваги, а ті управлінські структури, яким належить за законодавством вирішувати цю болючу проблему, вважають ніби тут все нормально. Але вони існують у фінансовій, соціальній, виробничій, адміністративній, юридичній і ринкових сферах діяльності й можуть бути повністю скасовані, або знівельовані лише при відповідних законодавчих ініціативах.

Для досягнення ефективного енергозбереження в широкому значенні цього поняття необхідно розробити стратегію, яка враховуватиме наведені вище пропозиції, і дозволить подолати всі бар`єри на цьому шляху.

Скорочений варіант Концепції енергозбереження

Енергетична система України при постійному нормальному збалансованому режимі передбачає поступове посилення децентралізації енергопостачання з доведенням коефіцієнта децентралізації не менше 0,2 до 2030 року та 0,3 у 2050 році. Для цього слід законодавчо (за рахунок матеріального стимулювання) сприяти впровадженню виділення енергоблоків за принципом використання місцевих енергоресурсів та за умови можливого їх використання для збалансованості енергосистеми України.

Ціноутворення та тарифи на енергію мають базуватися на відповідних обґрунтованих витратах. Цінові механізми мають бути зрозумілими і прозорими для споживачів.

Доречним буде відмітити те, що в розвине-

них країнах світу середня потужність нових енергоблоків, які встановлювались зменшилась з 600 МВт в середині 1980-х років до 100 МВт в 1992 році та 21 МВт в 1998 році. У відомому в світі виданні "Bisiness Week" в 1999 р. у публікації з назвою "21 ідея для 21 сторіччя" локальні, "персональні" електростанції були першими в списку.

Вирішити питання щодо підвищення ефективності використання традиційного палива з місцевих джерел, поширити практику децентралізованого енергопостачання шахтарських малих міст та селищ за рахунок безпосереднього впровадження енергоблоків на ряді шахт, де видобувається енергетичне вугілля, за схемою "видобуток - генерація" для власних потреб і виробничих процесів та покриття місцевих потреб населення, з можливістю включення до енергосистеми.

Враховуючи те, що власного вугілля в Україні, при рівні видобутку вугілля 100-120 млн. т на рік, його балансових записів вистачить більш, ніж на 450 років, що значно перевищує резерви рідкого і газоподібного палива, нагальною потребою є:

значно збільшити обсяги науково-дослідних та конструкторських робіт, що відносяться до розробки сучасних технологій видобутку та безпосереднього використання спалювання вугілля і метану;

проводи закупівлю ліцензій на сучасні технології видобутку та використання вугілля при необхідності швидшого впровадження їх у життя.

За таких умов вже через 15-20 років вугілля стане гарантом енергетичної безпеки України.

Врешті решт створити умови для практичного використання поновлювальних джерел енергії, оскільки для цього є всі необхідні передумови, крім наявності нормативних, організаційних заходів та фінансових ресурсів.

Законодавчо забезпечити послідовність реалізації правил енергоринку: активізацію конкуренції, поступове послаблення втручання держави, тобто збільшення свободи ринкових механізмів.

Якнайшвидше всюди використовувати автоматизовані системи обліку енергії та розрахунків, які мають відповідати достовірності обліку щодо потужності та спожитої енергії.

Взаємовідносини між постачальником та споживачем енергії повинні бути відповідні "Нормативні правила купівлі-продажу енергії та надання послуг".

Реформувати систему субсидій, яка повинна бути адресною за відповідними критеріями.

Ціноутворення та тарифи на енергію мають базуватися на відповідних обґрунтованих витратах і бути зрозумілими і прозорими для споживачів енергії.

Забезпечити надання інформації споживачам енергії про можливі тенденції в майбутньому ціноутворенні на енергію в країні, це буде стимулювати споживачів до енергозбереження.

Потрібно негайно скасувати та замінити існуючу нормативну базу централізованої планової економіки щодо адміністративного нормування енергії, яка немає аналогів собі в світі. Замість неї має бути введена система енергетичного менеджменту, яка успішно працює в країнах ЄС. Там кожний тиждень здійснюється моніторинг та нормалізація енерговикористання. В основу покладено постійний контроль та порівняння реальних питомих та встановлених на підприємствах індикативних показників енерговикористання (стандарт підприємства, організації), при виявлені відхилення, отриманих показників, здійснюється нормалізація енергоспоживання. В Україні поки що діє система адміністративного (примусового нормування енергоспоживання) від якого необхідно відмовитись на законодавчому рівні.

Введення в дію нового збору (податку) для тих видів виробництва і підприємств, які мають низькі показники питомого енергоспоживання в порівнянні з країнами ЄС. Назва такого збору може бути "екологічно-кліматичний збір". Він повинен стати основним джерелом наповнення і функціонування Екологічно-кліматичного фонду енергоефективності. Основні принципи формування збору мають враховувати:

1. рівень енергоефективності на виробництві, пов'язаний з об'ємом випуску продукції, енергоресурсами, що витрачаються;

2. дані про аналогічні показники в країнах ЄС;

3. середні показники викидів парникових газів на вироблення однієї кВт·год, (Гкал) енергії для міста, області, регіону;

4. вартість тони викидів парникових газів на світовому ринку (або внутрідержавні, регіональні, галузеві ціни).

Потрібно удосконалити законодавство для виділення фінансової підтримки та стимулювання енергозбереження.

Активно впроваджувати програми підготовки, перепідготовки кадрів, постійного інформування населення і популяризації енергозбереження в ЗМІ.

Ввести обов'язкову систему навчання для всіх осіб, відповідальних за енергозбереження в промисловості та у сфері послуг.

Усвідомлення окремими людьми всіх стратегій та практичних дій в значній мірі пов'язана передусім з екологічними вимогами в питаннях енергозабезпечення:

ядерна безпека на діючих АЕС повинна бути пріоритетним напрямком політики в галузі енергетики а "Енергетична стратегія розвитку енергетики...", на перспективу, повинна бути розроблена з урахуванням неа-

томного шляху розвитку енергетики України;

важливим є постійний контроль і намагання зменшення викидів шкідливих речовин і газів в навколишнє середовище;

постійна увага до впровадження програм енергозберігаючих проектів на базі відповідних сертифікованих квот на скорочення викидів парникових газів;

створити умови на законодавчому рівні, за яких додаткові витрати, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, усунення екологічних наслідків при виробництві, передачі, розподілі або споживанні енергії, будуть покриватися забруднювачами, а не, як сьогодні, - суспільством;

ціноутворення та тарифи на енергію та субсидіювання мають враховувати можливі екологічні наслідки.

Прискорювач готовий знайти поки невиявлену гіпотетичну частинку

Великий адронний коллайдер (ВАК) набрав достатню кількість даних, які дають можливість відчути бозон Хіггса - гіпотетичну частинку, пошук якої є одним із головних завдань прискорювача.

Згідно даним, які виводяться на онлайновий монітор стану коллайдера, прискорювач досяг значення інтегральної світимості в п'ять зворотних фемтобарн. Інтегральна світимість виражається в зворотних пікобарнах або зворотних фемтобарнах. Один зворотний фемтобарн відповідає приблизно 70x1012 зіткненням частинок.

Для "вловлювання" бозона Хіггса вчені повинні накопичити достатньо велику статистику - набрати достатню велику інтегральну (накопичувальну) світимість, - данні про зустрічні удари частинок у прискорювачі. Шанси відкрити бозон Хіггса будуть великі, якщо коллайдер досягне інтегральної світимості від п'яти до 10 зворотних фемтобарн.

Ймовірність тієї або іншої події у фізиці частинок залежить від перерізу захоплюючого процесу, або, грубо кажучи, площі зіткнень.

Бозон Хіггса - останній невиявлений елемент сучасної теорії елементарних частинок, так званої Стандартної моделі.

Це гіпотетична частинка відповідає за маси всіх інших елементарних частинок.

Але теорія не дає можливість точно визначити масу бозона Хіггса. Вчені розраховують на те, що виявити цю частинку (або переконатись в тому, що її не існує) дадуть проведені експерименти на Великому адронному коллайдері (ВАК).

P.S. Великий адронний коллайдер, скор. ВАК (англ. Large Hadron Collider, скор. LHC) - прискорювач заряджених частинок на зустрічних пучках, призначений для розгону протонів і важких іонів (іонів свинцю) і вивчення продуктів їх зіткнень. Коллайдер побудований в науково-дослідному центрі Європейської ради ядерних досліджень (фр. Conseil Europeen pour la Recherche Nucleaire, скор. CERN), на кордоні Швейцарії і Франції, неподалік від Женеви. ВАК є найбільшою експериментальною установкою у світі. Керівник проекту - Лін Еванс. У будівництві та дослідженнях брали і беруть участь більше 10000 вчених та інженерів з понад 100 країн світу. Назвою “великий” коллайдер завдячує своїм розмірам: довжина основного кільця прискорювача складає 26659 м; адронним - через те, що він прискорює адрони, тобто важкі частинки, що складаються з кварків; коллайдером (англ. collider - зіштовхувач) - через те, що пучки частинок прискорюються в протилежних напрямках і зіштовхуються у спеціальних точках зіткнення.

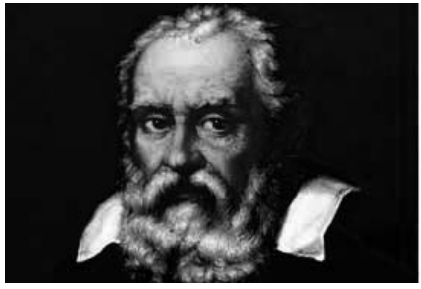
Розвиток приладів, які вимірюють найважливіші параметри технологічних процесів в енергетиці

Температура завжди відігравала і буде відігравати надзвичайну роль, як в повсякденному

житті, так і в пізнанні природи, дослідженні нових явищ. Наприклад, сучасні теплові електростанції, гідроелектростанції, розподільчі пристрої тепло - та електричного забезпечення не можливі без температурного контролю. Згідно вітчизняних статистичних даних біля 40% від усіх вимірів припадає на виміри температури.

В енергетиці температурні виміри складають біля 70% від всієї кількості вимірювань.

Необхідність у вимірах температури з пізнавальною метою виникла лише в середині XVI ст. Величину температури не можна виміряти безпосередньо так, як вагу чи довжину. Її можна визначити тільки по зміні будь - якої фі-зичної властивості, яка характеризує робоче тіло і міняється з температурою однозначно і монотонно. Найперше для вимірювання температури була використана зміна об'єму. Тому, перш за все, для вимірювання температури були використані прилади з газовим робочим тілом. Найпростішими приладами, ос-нованими на цій властивості газів, були термометри. Так, ще в 1597 році італійський вчений Галілей визначив температуру за зміною об'єму повіт-

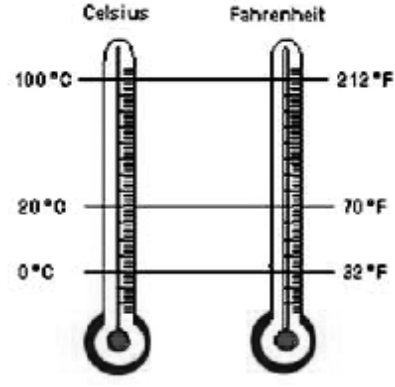


ря в колбі, яка шийкою була перевернута у посудину з рідиною(водою чи спиртом). Такий термометр назвали термоскопом. Недолік його - чуттєвість до зміни атмосферного тиску. Використовуючи термічні властивості розширення води в 1631 р. французький лікар Ре запропонував свій термометр. Конструкція рідинно-скляного термометра, подібна сучасній, створена в 1654 р. учнем Галілея герцогом тосканським Фердинандом II. Вона представляла собою герметично запаяний сосуд з вертикальним капілярним показником, а робочою рідиною служив винний спирт. У самі суворі дні такий термометр показував 80 градусів, в снігопад - 20.

Вчені вважають, що метрологічну основу термометрії заклав в XVII ст. падуанський лікар Санкторіо. На основі термоскопа Галілея він ввів дві абсолютні точки і регламентував систему повірок. На початку XVIII ст. вносяться багато пропозицій, щоб в термометричній шкалі встановити дві опорні точки, які пізніше

були названі реперними. В 1701 р. Ньютон запропонував зв'язати шкалу з температурою танення льоду та тілом людини. В 1730 р. французький зоолог і фізик Реомюр запропонував шкалу, в якій точка розставання льоду позначалась через 0, а кипіння води - 80. Термометр Реомюра заповнювався 80% водяним розчином етилового спирту.

Гданський склодув Фаренгейт у 1736 р. встановив, що температура суміші льоду з водою має стабільний характер при значній варіації зовнішніх умов, а температура води залежить від барометричного тиску. Вже у



1736 р. шкала Фаренгейта набула широкого розповсюдження. Точки замерзання - 32°, а кипіння води - 112° при фіксованому барометричному тиску стали основними для всіх шкал. Шкалу, в якій точка танення льоду відповідає 0°, а точка кипіння води - 100°, на честь шведського вченого назвали шкалою Цельсія, а градуси відповідно - градусами Цельсія.

Шкали Фаренгейта, Реомюра та Цельсія відрізняються лише значеннями фізичних властивостей рідини, але мають однакові реперні точки. Їх можна перерахувати одна в іншу за допомогою формули: °C = 0,8 n° R =

(1,8 n + 32)° F.

Найбільшого розповсюдження через зручність у використанні набули термометри з шкалою Цельсія.

Всередині XIX ст. почали проводити досліди по термометричних властивостях, які показали, що властивості у газів на відміну від рідких і твердих тіл менш залежить від температури. Дослідники зупинились на температурних газових шкалах, зокрема, на шкалі водневого газового термометра. Еталон визначився для вимірювання температур в інтервалі від - 25° до 100°С.

Поняття абсолютної температури, та термодинамічну шкалу температур, математично довів У. Томсон в 1848 р. Згодом за великий внесок в розвиток науки У. Томсон, в 27 років, став членом Лондонського королівського товариства і йому було присвоєно титул лорда Кельвіна. А термодинамічну шкалу назвали шкалою Кельвіна. В її основу покладений термодинамічний цикл С. Карно ідеальної теплової машини.

С. Карно довів, що коефіцієнт корисної дії теплової машини не залежить від властивостей робочого тіла, а визначається тільки температурами нагрівача і холодильника.

Найменшу температуру Кельвін назвав абсолютним нулем і прийняв за початкову точку абсолютної термодинамічної шкали температур. Температура танення льоду в цій шкалі 273,15°К.

В 1887р. Міжнародний комітет мір і ваги прийняв рішення прийняти за "нормальну" термометричну шкалу стоградусну шкалу газового термометра, наповненого воднем з постійним об'ємом, початковим тиском 1000 мм рт.ст. і двома основними точками. Першою точкою була температура танення льоду; другою - температура насичених парів води при тиску 760 мм. рт. ст. на широті 45°. В 1889 р. на Міжнародній конференції ця термометрична шкала була покладена в основу всіх теплових вимірів.

В середині XX ст. широко почали застосовуватись біметалеві елементи або пластини. Принцип їх дії ґрунтується на зміні форми твердих тіл при їх нагріванні або охолоджені.

Ще в 1821 р. англійський хімік Хемфрі Деві відкрив залежність електричного опору різних провідників від їх довжини, поперечного перерізу та температури. На цій підставі в 1887р. Каллендаром були побудовані електричні термометри опору. Матеріалом для виготовлення електричних термометрів опору затвердили платину, а для малого інтервалу (від 0° до 100°С) - мідь. Крім платини та міді термометри опору виготовляються із заліза та нікелю.

В 1948 р. компанія "Дженерал моторс" (США) випустила першу партію термометрів, чутливий елемент яких був виготовлений з використанням напівпровідників, - і дали їм назву термістори.

В 1821 р. німецький фізик Зеєбек відкрив термоелектричний ефект. Це явище дало змогу побудувати термометри для більш високих температур, їх назвали термоелектричні пірометри або термопари. Теплову дію проміння від розжарених тіл покладено в основу побудови радіаційних пірометрів. В основу побудови оптичних пірометрів поклали явище зміни інтенсивності випромінювання розжареного тіла від температури. Викладені методи і засоби вимірювання не охоплюють всієї сукупності явищ, які використовуються в термометрії.

Велика різноманітність об'єктів, які вимагають вимірювання температури, приводить до необхідності широкої номенклатури приладів температурного контролю.

Значний вклад в розвиток вітчизняної теплометрії вніс наш співвітчизник Директор інституту технічної теплофізики НАН України Олег Аркадійович Геращенко. В 1956 році він одержав перші теоретичні рішення і експериментальні результати в області теплометрії, в 1957 році його пріоритет в області локальних теплових вимірів підтверджуються Комітетом в справах винаходів та відкриттів. В 1960 р. нові тепломіри були упроваджені в Інституті атомної енергетики ім. І.В. Курчатова.

До кінця 60-х років О. А. Геращенко завершує цикл робіт по створенню теорії, технології, виготовлення і градуювання тепломірів. Запроваджено декілька тисяч теплометричних приладів в дослідницькій і промисловій практиці для вимірювання, контролю і регулювання.

Номенклатура температурного контролю в енергетиці також велика. Значна частина цієї номенклатури температурного контролю зібрана нами для створення експозиційної колекції в Музеї Київенерго.

***

Симетрія і краса природи - стимул до визначних наукових відкриттів

Поняття симетрії добре відоме і відіграє важливу роль у повсякденному житті. Симетрії, що відповідають обертанню і відбиванню, наочні і радують наш зір, але вони не вичерпують весь запас симетрій, що існує в природі.

Краса - поняття розпливчасте, але немає сумніву в тому, що саме вона служить джерелом натхнення вчених. Природа є живим втіленням краси. Ми не знаємо чому, але практика вчить нас, що краса несе з собою користь. Для багатьох вчених наука стала сенсом їхнього життя. Ось як про це красномовно висловлювалися Галілео Галілей (1564-1642): "Ніщо велике у Світі не здійснювалося без пристрасті", та М. С. К`юрі (1867-1934): "Я належу до тих вчених, хто вважає, що в науці живе велика краса. Вчений у своїй лабораторії не тільки технік - перед явищем природи він відчуває такі почуття, як мала дитина слухаючі цікаву казку".

Ефективні теорії завжди красиві. Але красиві не тому, що ефективні, а тому, що наділені внутрішньою симетрією й економічні з точки зору математики.

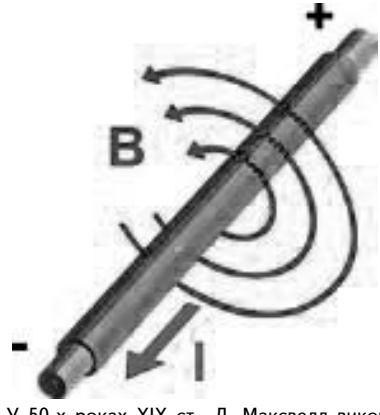
Найважливішим досягненням Ісаака Ньютона (1642-1727) було введення поняття фізичної теорії. В основі теорії лежать декілька основних законів, на базі яких можна робити різні прогнозування. Теорія руху І. Ньютона, відома під назвою "ньютонівська механіка", заснована на невеликій кількості простих законів, з яких можна вивести будь-які типи механічного руху.

Після того, як Ньютон запропонував свої теорії, стали з'являтися й інші, а уявлення про електрику і магнетизм через багато років завдяки зусиллями Джемса Максвелла (1831-1879) матеріалізувалися в теорію електромагнетизму. Тоді ж була сформульована теорія теплоти. Тепер усі вони стали класичними теоріями.

Маніпулюючи символами в рівняннях, вчені постійно намагаються розкрити весь набір симетрій, в тому числі і тих, які непомітні "неозброєним оком". У деяких випадках, коли подальший шлях нечіткий, саме математична краса та витонченість ведуть вчених до істини.

Класичний приклад такого типу, що виник у XIX столітті, належить до законів електромагнітного поля. У 1820 році Ганс Христіан Ерстед (1777-1851) відкрив симетричне магнітне поле навколо провідника з електричним струмом. Це відкриття дозволило Майклу Фарадею (1791-1867) завдяки пошуковим експериментам через одинадцять років без єдиної математичної формули встановити явище електромагнітної індукції (електрика і магнетизм тісно пов'язані між собою і що одне породжує інше).

Дію електричних і магнітних сил зручніше всього було описати, користуючись поняттям поля, як невидимої матерії, що породжується ними та розповсюджується далеко в просторі, впливаючи на заряджені частинки та інші тіла.



У 50-х роках XIX ст., Д. Максвелл виконав титанічну роботу для того, щоб "перекласти М. Фарадея на мову математики". Спираючись на наукові факти, він створив теорію, яка зв'язала електричне і магнітне поля єдиною системою рівнянь. Спочатку Д. Максвелл виявив, що ці рівняння мають "незбалансовані" члени, які мають певну асиметрію. Щоб надати рівнянням більш красивий симетричний вигляд, він ввів додатковий член. Його можна

було інтерпретувати як непомічений раніше ефект - породження магнетизму змінним електричним полем, але виявилося, що такий ефект справді має місце. Природа, очевидно, схвалила цей естетичний смак!

Введення Д. Максвеллом додаткового члена до рівнянь мало надзвичайно значні наслідки. Ці рівняння можна вважати першою єдиною теорією поля, у якій доведено скінченість швидкості взаємодії, яка дорівнює швидкості світла у вакуумі ($c=2{,}99793\times10^{10}$ см/сек). Прихильники, так званої, "далекої" взаємодії, а до них належали такі визначні вчені, як Ш.О. Кулон (1736-1806), А.М.Ампер (1775-1836) вважали, що електричне притягання або відштовхування здійснюється миттєво, незалежно від відстані між зарядженими частинками. Рівняння показали, що дві сили природи, які вважаються на перший погляд зовсім різними, насправді можуть виявитися двома різними проявами єдиної сили.

По-друге, розв'язання рівнянь Д. Максвелла дало неочікувані, але дуже багатообіцяючі результати. З'ясувалося, що рівняння Д. Максвелла описують різні синусоїдальні функції (знову симетрія електромагнітних хвиль.

Відкриття електромагнітних хвиль мало значні наслідки для розвитку радіотехніки і в кінцевому результаті призвели до сучасної революції в електроніці та інформатиці.

М.Й.Доліво-Добровольський (1862-1918) продовжив роботу своїх попередників і скориставшись симетрією вирішив найскладнішу технічну проблему - створив трифазний генератор змінного струму. Наочно і точно описав явище в колах трифазного змінного струму загалом і в електричних машинах та трансформаторах зокрема, при симетричному розміщенні та з'єднанні ("зіркою", "трикутником") трифазних обмоток електричних машин, електричних мереж, надавши вченим можливість подальшого розвитку і поглиблення його ідей, які дали життя сучасній енергетиці.

Достатньо пригадати його міркування 1891 р. щодо ідеального кругового обертаючого магнітного поля, що створене за допомогою трьох котушок, розміщених під кутом 120' одна до одної у вісі їх перетину, які живляться синусоїдальним змінним струмом.

В енергетиці з симетрією пов'язано дуже багато, наприклад, будівництво парових енергетичних котлів (симетрія парогенеруючих поверхонь нагріву), турбін (симетрія паровпуску), тощо. До всього цього потрібно додати тільки краси, якої не буває забагато.

Виявлення І.Ньютоном зв'язку між гравітацією та рухом планет стало початком народження нової ери. Встановлення зв'язків термодинамічних властивостей газу з хаотичним рухом молекул поставило на тверду основу атомну теорію будови речовин та твердих тіл. Ернест Резерфорд (1871-1937) у 1911 році запропонував і описав планетарну теорію будови атома: у центрі атома надзвичайно щільне скупчення маси - ядро, яке має позитивний заряд. Навколо ядра, на певних орбітах (знову ж таки симетрично), постійно обертаються негативно заряджені частинки - електрони, сума мас яких у 1840 разів менша ніж маса ядра атома.

Віткриття Ернестом Резерфордом (1871-1937) та його учнями, так званого, дефекту маси 1932 року проклало шлях до штучного перетворення елементів в енергію і до ядерної енергетики.

Оскільки вже існуючих окремих теорій достатньо, щоб робити точні передбачення у всіх ситуаціях, крім екстремальних, пошук симетрії і краси у природі та кінцевої теорії Всесвіту триває. "Наші знання ніколи не можуть мати кінця тому, що предмет пізнання безкінечний", відмічав Блез Паскаль (1623-1662).

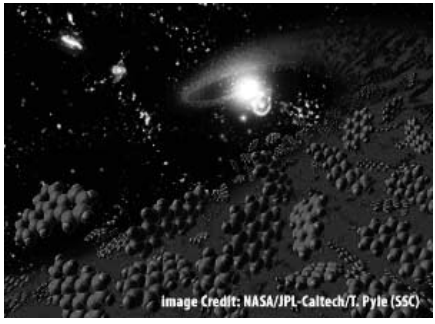
У пошуках чистої енергії

У 1959 році в англійському науковому часописі "Нейче" з'явилася не зовсім звичайна стаття. Із неї здивовані читачі дізналися, що поблизу деяких зірок типу Сонця повинні існувати цивілізації "зі значно ширшими науковими інтересами і технічними можливостями", ніж із тими, якими в даний час володіємо ми. Більше того, можна припустити, що вони давно вже встановили з нами односторонній зв'язок і "з нетерпінням чекають із околиць

Сонця сигналів у відповідь..."

Поняття "глобальна цивілізація" як всесвітня культура, передбачає рівень розвитку продуктивних сил, спроможних забезпечити виробуток необхідної кількості чистої енергії на душу населення.

Це потребує створення і поступового переходу цивілізації до нової, екологічно чистої і загальнодоступної енергетики без витрат невідновлювальних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу тощо) і без шкідливого впливу на екосистему.



Уявимо на хвилину, що писатимуть про наші дні майбутні історики та історики науки і техніки. За буквальну точність не відповідаємо, але можна з впевненістю стверджувати, що у їхніх працях неодмінно буде щось на зразок такого: "Ще у кінці XX ст. - на початку XXI ст. основою машинобудування людства були примітивні двох поршневі двигуни, які були винайдені у XVIII ст. і відтоді вдосконалювалися лише в деталях, та недосконалі парові турбіни. Більше того, машини для перетворення тепла і роботи базувалися на неефективних термодинамічних циклах, далеких до роботи ідеального теплового двигуна в умовах безкінечноємних джерел гарячого і холодного тепла, згідно математичного дослідження циклів М. С. Карно (1796-1832), які ним були здійснені ще у 1824 р., та пізніше канонізовано, як найвище досягнення термодинаміки, так що навіть розмови про альтернативу їм протягом тривалого часу були під фактичною забороною.

Термодинамічні дослідження і оцінка енергетичної неефективності процесів перетворення теплоти в роботу були показані З. Рантом в 1957 р. введенням поняття "ексергія". Поняття ексергії хоча і дало розуміння, як міри цінності в термодинаміці, але не вирішило проблеми в витратних суспільствах.

Основними засобами пересування залишались громіздкі, дорогі, шумні, ненажерливі до палива автомобілі, літаки і гвинтокрилі, водні судна, теплові і атомні електростанції, копальні, нафтові свердловини - сильно забруднюючі довкілля теплом і різними відходами, в тому числі і радіоактивними відходами, з періодом напіврозпаду в декілька тисяч і мільйони років, утилізація яких не була вирішена. Ще на початку III-го тисячоліття на диво нераціонально використовувалися мільярди тонн викопної органічної сировини: нафти, газу, вугілля тощо, яка тоді називалася "органічним паливом". Їх головним чином спалювали, причому з викиданням у довкілля значної частини продуктивної теплоти (на теплових електростанціях тепло від палива перетворюється в електричну енергію 33%, а енергія тепла при спалюванні перетворюєтьсь в корисну роботу 38%)!

І це при тому, що чимало вчених ще у XIX ст. (Д.І. Менделєєв (1834-1907), Л. Больцман (1844-1906), В.І. Вернадський (1863-1945) та інші) вказували на варварський характер практики спалювання викопної органічної сировини.

Зараз наша цивілізація є заручницею паливно-енергетичного суспільного виробництва й антропогенних ризиків індустрії виробництва і перетворення енергії. Централізоване суспільне енерговиробництво, засноване на присвоєнні прав використання світових невідновлювальних природних енергоносіїв, сприяє формуванню урбанізованого товариства споживання й антропогенного ризику, на-в'язує модель життя цивілізації, створює глобальні екологічні, соціально-економічні, політичні і морально-психологічні проблеми і веде цивілізацію до глобальної кризи...

Уже протягом 50 років смуга суцільних невдач супроводжує одну з галузей природознавства. Мова йде про всесвітньо відому програму пошуку Позаземних Цивілізацій або Вищого Розуму SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence).

Справді, привід для роздратування був, і не малий. Історія земної науки ще не знала прикладу, щоб за 50 років систематичних цілеспрямованих досліджень не було отримано ніяких позитивних результатів.

Що це - ознака слабкості науки, недосконалості її методів, нездатності вчених? Звичайно, ні. Вчені робили все досяжне для них і використовували всю міць сучасних наукових технологій, але сам предмет досліджень виявився недоступним.

Єдине, у чому можна дорікати піонерам SETI, так це в тому, що пошукова стратегія була сформульована занадто "по-людські". Вони намагалися знайти Космічний Вищий Розум так, як раніше шукали в океанах нові острови: із прицілом на вигоду і без моральних мук із приводу того, чи будемо ми гідні нових відкриттів. П'єр Кюрі (1859-1906) у своїй Нобелівській лекції в 1903 р. старався звернути увагу на те, чи є знання тайн природи вигідним для людства, чи достатньо

людство зріле, щоб мати тільки користь від знань?... П`єр Кюрі відніс себе до компромісних вчених. Ми шукали, по суті справи, собі подібних, з огляду на те, що ті, кого ми шукаємо, розвиваються і діють за законами, невідомими земній науці.

Останнім часом з'явилися аргументи, засновані на багатьох спостереженнях. Встановлено, що в далекому геологічному минулому на Марсі була вода, про що свідчать виявлені русла висохлих рік і сухе ложе древнього

океану. У знайденому в Антарктиді метеориті ALH 84001, що прилетів з Марса, виявлені скам'янілі спори мікроорганізмив.

Всі ці зазначені факти значно розширюють можливість існування життя в найближчій до Сонця частині Галактики.

До того ж вчені давно реєструють явища, що не мають простого пояснення, частина з яких несе на собі ознаки розумного втручання. На одному тільки Місяці десятки разів кваліфікованими астрономами (по ствердженню нашого вченого головної астрономічної обсерваторії НАНУ Пугача О.Ф.) спостерігалися поява і зникнення великих об'єктів, яскраві спалахи на тіньовій стороні супутника, пересування великих тіл тощо. А нещодавно було встановлено, що під верхнім шаром місячної поверхні приховані якісь мегалітичні структури, елементами яких служать рівнобіжні лінії, прямі кути, частини геометричних фігур (словом усе те, що не притаманне мертвій матерії).

На додаток до цього, не зайве згадати про надзвичайні астрономічні знання одного з африканських племен (догонів). Їх жерці протягом багатьох сотень років передавали з покоління в покоління відомості про свою прабатьківщину - зорю S Сиріуса, в якої є дуже важкий, маленький, невидимий супутник. Тільки наприкінці 19 - початку 20 століття вчені встановили, що Сириус S справді подвійна зоря, а його супутник - білий карлик, що складається з матерії в дуже щільному стані (стані маси ядра атома), який не зустрічається в природному вигляді на Землі.

Таким чином, є достатньо багато свідчень, які прямо або побічно вказують на присутність загадкового космічного Вищого Розуму, який знає про нас, але вперто відмовляється вступати у відкритий контакт.

Астрофізик В.Ф. Шварцман (1927-1987) висловив у науковій пресі припущення, що Вищий Розум давно шле на адресу Землі послання (але зрозуміло, не у вигляді радіохвиль), проте ми, за винятком рідких випадків, не сприймаємо ту форму, в якій воно сховане, або ж просто не розуміємо його змісту.

Всі знання, що даються, стосувалися духовної компоненти нашого буття і не мали нічого спільного з тим, що ми зараховуємо частіше всього до галузі інтелекту. Вони вчили нас, як втримуватися від спокуси, гріховних задоволень, закликали духовне ставити вище матеріального, оберігали від спроб самознищення.

Як гнати горілку, добувати золото, робити порох, використовувати атомну, термоядерну зброю, забруднювати довкілля - людина додумалася без Вищого Розуму. Нам давали саме те, чого ми, самі того не розуміючи, більше всього потребували. Ми самі прекрасно усвідомлюємо, що наш інтелект переважає над духовністю і нам небезпечно давати наукові і технічні знання, тому що вони негайно можуть бути використані у військових цілях (в 1800 році Олессандро Вольта (1745-1827) створив джерело постійного струму, яке вже в 1813 році уродженцем м. Ровеля (нині Таліна) П.Л.Шилінгом (1786-1837) було використано для створення протипіхотної електроміни. Розщеплення ядра атома урану повільними нейтронами в 1938 р. О.Ганом (1879-1968) і Ф.Штрасманом дало можливість, перш за все 16 липня 1945 р., використати енергію спонтанного ділення ядра атома в здійсненні першого в світі ядерного вибуху в США) і навіть привести до самознищення життя на Землі.

Як це схоже на долю програми SETI (ми посягнули на те, на що ще не маємо права), і вуста Позаземних Цивілізацій залишаються закритими!

Навіть ця проста схема міркувань може допомогти зрозуміти, чому ж так завзято мовчить Космос. Земля ще не досягла того рівня духовної чистоти, при якому можливо залучення до скарбів Космосу. У мовчанні Космосу криється, можливо, найважливіша для нас інформація: це знак, що закликає заглянути всередину себе й у дзеркалі свого внутрішнього Я побачити свою недосконалість.

Зустрічей із Вищим Розумом варто шукати не на міжзоряних просторах, а й тут на Землі...

***

Фундатор Київської енергосистеми

Якій би культурі не належала постать викладача Київської політехніки Миколи Андрійовича Артем'єва - українській, російській чи "загальноєвропейській" - для України його ім'я дороге вже тим, що він є автором проектів першої Київської міської електричної станції постійного струму, перших електричних мереж Києва.

М.А.Артем'єв (1874-1948) був одним із фундаторів київського електротехнічного господарства міста. Одночасно він був загально відомий в наукових колах як науковець в галузі електротехніки та енергетики, людина прогресивного світогляду, великого інженерного таланту. Визначний педагог та практик Микола Андрійович уміло передавав свій досвід студентам, заохочуючи їх до творчої діяльності в галузі енергетики.

Електротехнічну освіту Артем'єв М.А. здобув у Вищій технічній школі в Берліні.

Вирішальним у його подальшій кар'єрі на освітній ниві стало отримання запрошення до Київського політехнічного інституту. Неабияке значення при цьому мав рекомендаційний лист зі схвальним відгуком від засновника сучасної аеродинаміки, відомого російського вченого Жуковського М.Є., який високо оцінив професійні якості тоді ще молодого винахідника-електротехніка Артем'єва.

Завдяки багатому практичному досвіду у 1900 р. професор Артем'єв став першим завідувачем кафедри електротехніки, створеної в КПІ . На цій посаді вчений працював з 1901 до 1911 р. Читав загальний курс електротехніки для студентів 3 курсу трьох відділень, а також спеціальний курс для 4 курсу механічного відділення. Виїздив із студентами механічного відділення, які спеціалізувалися з питань електротехніки в Берлін, Дрезден, Нюрнберг, Цюрих, Бурхдорф та інші міста Німеччини та Швейцарії для ознайомлення з електричними установками. 1902 року створив і очолив першу в Київському політехнічному інституті електротехнічну лабораторію. У 1909 р. опублікував підручник з електротехніки, проводив серйозну наукову роботу, зокрема розробив новий спосіб захисту людини від високої напруги, про що доповів у Берліні на засіданні Спілки німецьких електротехніків. Відповідна стаття була потім опублікована в Elektrotechnische Zetschrift.

За проектами Артем'єва М.А. товариство "Савицький і Страус" у 1890 року в Києві збудувало першу міську електростанцію постійного струму потужністю близько 150 кінських сил (110,3 кВт), яка розміщувалася у кам'яній будівлі на Театральній площі, де нині височіє Національний академічний театр опери та балету ім. Тараса Шевченка. Консультували проект будівництва першої електростанції начальник Київського залізничного училища І. Мацон та відомий учений, професор фізики Київського університету Н. Шиллер, який мав учений ступінь з електротехніки.

Газета того часу писала: "Сегодня установкою железной трубы заканчивается устройство электрической станции близ театра. Нижняя часть трубы станции кирпичная, вышиною в 2 1/2 с.; верхняя часть ее, из котельного железа, весит 220 пудов и вышиною в 11 с., так что вся труба возвышается на 13 1/2 с. (1 сажень = 1 м)."

Важливо відзначити, що особливістю розвитку електричних підприємств Києва було те, що їх будували здебільшого вітчизняні фахівці на кошти місцевих промисловців.

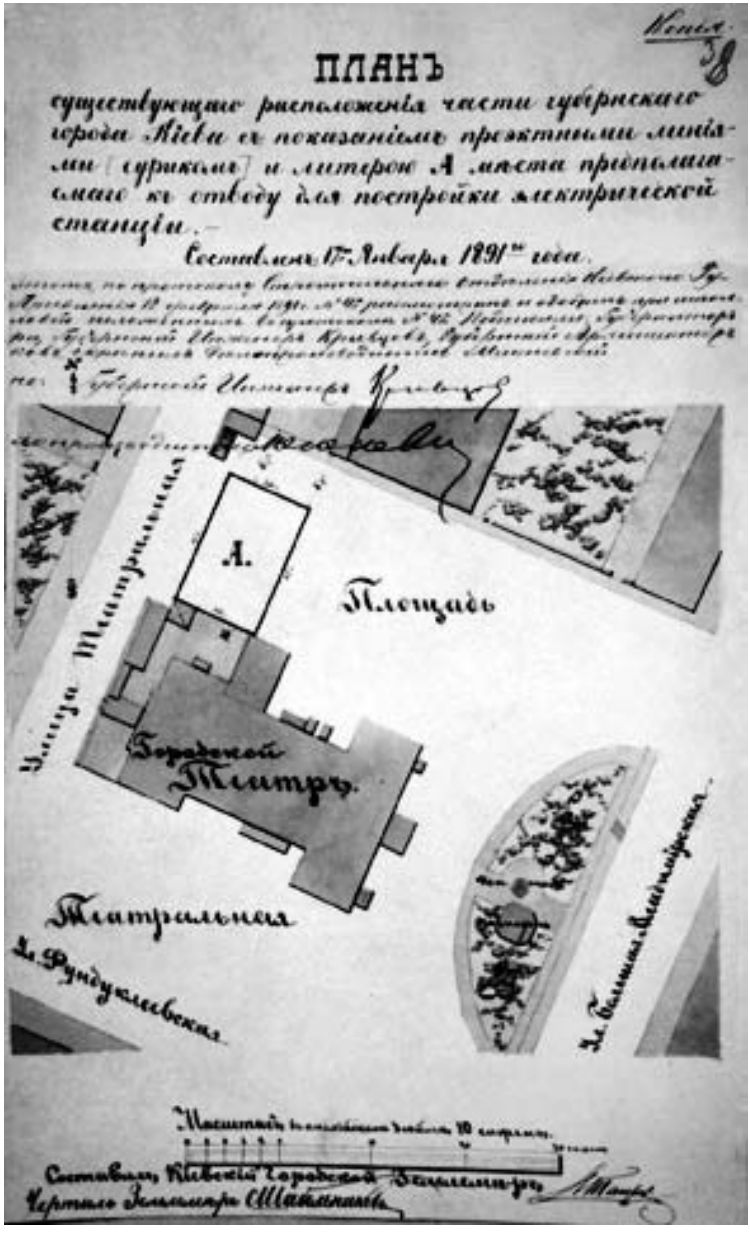
Газети повідомляли: "Вчера доставлена в Киев из Петербурга вторая электродинамическая машина Сименса и Гальске, подобная первой, раньше уже прибывшей, расчитанная на 1000 нормальных ламп. Машина весит 427 пудов. Что касается паровых машин для электрического освещения, то таковы монтируются (составляются из частей) на заводе Термена, причем некоторые части их заграничного производства."

Станція мала машинне відділення, у якому розміщувалися 5 динамо-машин фірми "Сіменс і Гальске", з приводом від трьох горизонтальних двоциліндрових парових машин, з установленою потужністю 60 к. с. (44,1 кВт) кожна. Для живлення 14 дугових ліхтарів, встановлених на Хрещатику, було виділено дві вертикальні парові машини встановленою потужністю 20 к. с. (14,7 кВт) кожна. Електростанція мала: окрему котельню, в якій були встановлені три парових котли, які працювали на спалюванні дров, розподільчий пристрій 190, 110 В. Було прокладено першу міську електромережу 110, 190 В.

Прокладали освітлювальні лінії та монтували електричне обладнання відставні унтерофіцери з Петербурга.

Артем'єв М.А. брав участь у проектуванні системи електропостачання міст Харкова, Тифліса, Таганрога.

У 1904 р. Артем'єв М. А. опублікував монографію "Визначення розміру динамомашин і вплив напруги на їх розмір", в якій систематизував, існуючі на той час в теорії електричних машин, методи їх розрахунків та конструювання. Ця монографія довгі роки була практичним посібником для студентів і конструкторів електричних машин і майже нічим не змінилася до цього часу. Після розпуску урядом першої Державної думи 11 червня 1907 р. в КПІ було запроваджено нові Правила про студентські організації і проведення зібрань у стінах вищих навчальних закладів, які фактично ліквідували вузівську автономію. У вузі продовжувалися читання рефератів на


ПЛАНЪ
существующаго расположенія части губернскаго города Кіева съ показаніемъ проэктными линіями (сурикомъ) и литерою А мѣста предполагаемаго къ отводу для постройки электрической станціи.
Составленъ 17 Января 1891 года.
А.
Площадь
Городской Театръ
Театральная
Ул. Фундуклеевская
Ул. Большая Владимірская
Составилъ Кіевскій Городской Землемѣръ
Чертилъ Землемѣръ

політичні теми, розповсюджувалася революційна література, регулярно збиралися кошти для надання допомоги учасникам революційної боротьби, які перебували у в`язницях. Боротьбу за автономію вищої школи підтримали прогресивно налаштовані професори та викладачі. На знак протесту проти запровадження нових правил від 11 червня 1907 р. у відставку подали директор інституту Тимофєєв і 5 деканів. Міністерство внутрішніх справ, зі свого боку, зажадало звільнити з інституту професора Артем'єва М.А. та ще 8 професорів. Водночас чорносотенна газета "Киевлянин" закликала взагалі закрити КПІ, а його будинки передати під казарми солдатам.

При такій нестабільній політичній ситуації Артем'єв М. А. працював до 1911 р. Потім, у 1911-1914 рр., Артем'єв М. А. був головним інженером Харківського міського управління, а з 1915 р. до 1918 р. - керівником об'єднання електричних станцій у Петрограді. 1920 року в Тимірязєвській сільськогосподарській академії Микола Андрійович став засновником кафедри електротехніки, очолював її понад 10 років та зробив вагомий внесок у становлення та розвиток електрифікації сільського господарства. Протягом 1918-1948 рр. він був професором Тимірязєвської сільськогосподарської академії, де під його керівництвом виросла ціла плеяда педагогів з електротехніки та електрифікації, було підготовлено велику кількість інженерних кадрів, сформовано цілий загін вчених - послідовників школи М.А. Артем'єва.

Історія розвитку видобутку сланцевого газу та аспекти екологічних ризиків

Більше, як 100 років у США, в невеликих кількостях, здійснювали видобуток природного сланцевого газу. Перша сланцева свердловина була пущена в США ще у 1821 році.

Батьком масштабного видобутку сланцевого газу в США є мільярдер Джордж П. Мітчелл (George Phydias Mitchell). У 1946 року він створив потужну нафтогазовидобувну компанію "Mitchell Energy & Development", яку продав у 2001 році компанії "Devon Energy" за 3,5 мілярдів долларів. Мітчелл був піонером горизонтального буріння, йому знадобилося 17 років експериментів, щоб довести, що такий підхід до видобутку газу із сланцевих пластів є економічно обґрунтованим.

У сланцевих пластах Barnett в штаті Техас була пробурена перша горизонтальна свердловина в 2002 році. За даними різних джерел до 2015 року об'єм видобутку сланцевого газу в США щорічно сягатиме понад 180 млрд. м^3.

Під час видобування сланцевого газу використовується технологія так званих гідравлічних розривів, технічних методів "fracking", - вода разом із хімічними добавками та піском під великим тиском нагнітається у свердловину для подрібнення сланцевих порід і вивільнення газу, який у них міститься. Свердловина має спочатку вертикальний напрямок, але на глибині переходить у горизонтальний і простягається на кілометр чи навіть більше, що дозволяє видобувати газ із тонких шарів сланцевих порід. Від 15% до 80% води, яка використовується, відкачується потім на поверхню.

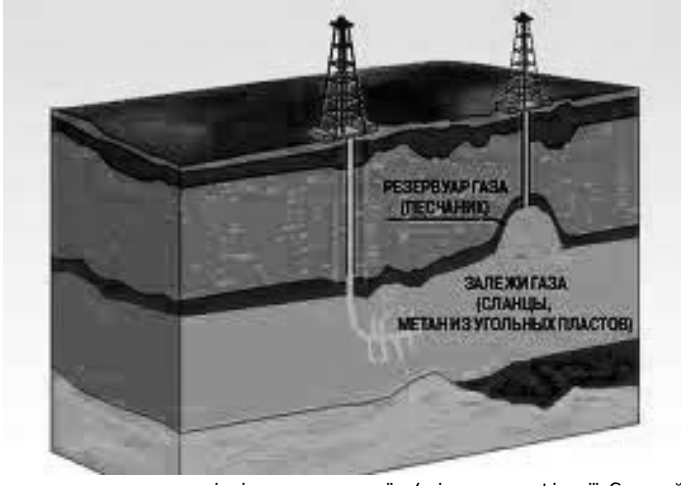
На даний час не має детальної інформації щодо речовин, які додаються до води при гідравлічних розривах, та їх можливий вплив на довкілля. Але, Агентство з охорони навколишнього середовища США, ще у березні 2010 р. заявило, що ініціюватиме детальне дослідження щодо впливу добування сланцевого газу на якість води та здоров'я людей, на яке було виділено майже 2 мільйони доларів.

Частка хімічних добавок у воді становить лише 2%, величезна кількості води, яка використовується при добуванні, призводить до використання десятків тонн хімікатів для кожної із свердловин. Для добування сланцевого газу на території в 1 км^2 необхідно від 3780 до 12180 т хімічних речовин. (За оцінками дослідження, для видобування 9 млрд. м^3 сланцевого газу на рік протягом 20 років необхідно від 2600 до 3000 свердловин, які можуть займати площу від 123 до 396 км^2).

Склад цих речовин залежить від складу сланцевої породи, з якої добувається сланцевий газ, але точний їх склад невідомий, тому що в США, де найбільше розвинута технологія добування сланцевого газу, дані речовини не підлягають регулюванню з боку держави, а їх склад часто є комерційною таємницею. Але, серед них є цілий ряд речовин, які можуть мати негативний вплив на природні екосистеми та здоров'я людини: кислоти, бактерицидні речовини, інгібітори корозії, антикоагулянти та багато інших.

Під час виконання багатостадійних гідравлічних розривів лише однієї свердловини використовується від 9000-29000 м^3 води. Велика частина (1300-23000 м^3 води з однієї

свердловини) потім повертається на поверхню. Ця вода містить хімічні речовини зі сланцевих порід та різноманітні забруднюючі речовини, включаючи токсичні органічні речовини, важкі метали чи природні радіоактивні матеріали. Приблизно така ж кількість води зі схожими характеристиками залишається під землею та є фактором ризику для забруднення підземних вод та поверхневих екосистем. Вода, що повертається на поверхню, може використовуватися повторно для сусідніх свердловин, однак рівень такого використання залежить від ефективності та технологічної культури системи збору та накопичення зворотних вод. При неможливості такого повторного використання або при завершенні робіт на певній ділянці вся ця кількість води має бути очищена до прийнятних показників перед відведенням в навколишнє середовище. Таким чином, потенційні місця видобутку сланцевого газу повинні мати надійні джерела водопостачання та передбачати систему очищення забруднених вод.



Через кілька років після початку добування сланцевого газу продуктивність свердловини знижується і видобувна компанія може прийняти рішення про проведення повторних гідравлічних розривів або припинення діяльності свердловини. Виведення з експлуатації свердловини має відбуватися із дотриманням вимог безпеки та охорони довкілля, аби мінімізувати ризики негативного впливу на навколишнє середовище у майбутньому. При виведенні з експлуатації свердловини мають бути зроблені цементні пломби для уникнення потрапляння кислот, бактерицидних речовин, інгібіторів корозійних антикоагулянтів та багато інших у підземні водні горизонти, поверхневі води та атмосферне повітря.

Одним з надзвичайно важливих природних чинників, що накладає суворі обмеження на розвиток видобування сланцевого газу методом "fracking", і який практично ще не був врахований для нашої країни, є наявність і стан водних ресурсів України.

За запасами місцевих водних ресурсів (1 тис. м3 на 1 мешканця) Україна вважається однією з найменш забезпечених у Європі країн (згідно класифікації Європейської Економічної Комісії ООН), а до середньо забезпечених за міжнародною класифікацією регіонів (6,19 тис. $м^3$ на 1 мешканця) належить лише Закарпатська область. У Чернігівській, Житомирській, Волинській та Івано-Франківській областях цей показник низький (2-2,6 тис. $м^3$ на 1 мешканця), а у решти - дуже низький і надзвичайно низький (0,11-1,95 тис. $м^3$ на 1 мешканця). За даними Державного комітету з водного господарства, загальний водозабір в Україні за рік сягає 15 млрд. $м^3$. Якщо додати на санітарні витрати та випаровування - 29,8 млрд. $м^3$, то отримаємо 44,8 млрд. $м^3$. Ця величина дорівнює стоку у вкрай маловодний рік.

Уже зараз АЕС відчувають гострий дефіцит води у маловодні роки. Зрозуміло, що нарощування потужностей АЕС, з огляду на обмежені водні ресурси, не видається можливим, що відзначалося фахівцями ще за часів СРСР. Енергетичною стратегією України до 2030 р. передбачено декілька великих об`єктів гідроенергетики (Ташлицька ГАЕС, Дністровська та Канівська ГАЕС), що планується використовувати їх. Не говорячи про економічну доцільність реалізації цих дорогих, громіздких та морально застарілих проектів, економічну нез-

датність України самостійно їх реалізувати. Можна відзначити, що безумовно, ці об`єкти є такими, що мають підвищену екологічну небезпеку, пов`язані з практичним знищенням, внаслідок будівництва, значних природних та культурних територій, ландшафтів, цінних природних ресурсів, руйнацією або подальшою деградацією екосистем найбільших українських річок, можуть викликати значне погіршення якості життя та здоров`я населення, нести в собі техногенну небезпеку. Більшість з них пов`язано з міжрегіональними, а деякі і з транскордонними екологічними впливами. Тому ці проекти, згідно з чинним законодавством України, мають впроваджуватись за певними жорсткими державними процедурами та обов`язковим залученням зацікавленої громадськості до оцінки цих проектів, а також участі у прийняті рішень на найбільш початкових стадіях їх впровадження, як того вимагає Оргуська конвенція.

Ще одним важливим екологічним аспектом добування сланцевого газу є його вплив на кліматичні зміни. Чи можна вважати, що сланцевий газ спричиняє до таких же викидів парникових газів, що й природний газ? Викиди від спалювання сланцевого газу і втрати при його транспортуванні є такими ж, як і для природного газу. Адже, склад їх тотожний, і використовується аналогічна інфраструктура для транспортування. Різниця може бути лише на етапі добування. Причому викиди від втрат газу при добуванні вважаються більш-менш рівними, а от викиди парникових газів внаслідок спалювання палива для забезпечення роботи видобувного обладнання можуть різнитися через необхідність додаткового горизонтального буріння при добуванні сланцевого газу, а ще більше - через необхідність закачування та відкачування великої кількості рідини. Разом з тим, ці додаткові викиди є незначними - від 0,14 до 1,63 т CO^2 на ТДж у порівнянні із загальними викидами від спалювання природного газу 57 т CO^2 на ТДж - і можуть бути мінімізовані при збільшенні продуктивності свердловин та застосуванні спеціальних технологій зниження викидів.

Має місце повідомлення про те, що й інші країни, на прикладі США, розпочинають підготовчі роботи по видобутку сланцевого газу із своїх природних запасів: Німеччина, Польща, Великобританія, Індія та інші. Перші кроки у розвитку технологій добування сланцевого газу робить і сусідня Польща, де в даному напрямку починають працювати провідні світові компанії: Chevron, Shell, Exxon-Mobil, Total.

В Україні під час дискусій щодо перспектив розвитку видобування сланцевого газу згадують перш за все про економічні передумови, питання енергетичної безпеки, технологічні та законодавчі обмеження. Разом з тим, добування сланцевого газу пов'язане із значними екологічними ризиками. Британська дослідницька організація Tyndall Centre for Climate Change Research нещодавно оприлюднила результати дослідження про вплив на довкілля добування сланцевого газу, у висновках якого рекомендує уряду своєї країни призупинити розвиток технології до більш детального вивчення екологічних ризиків.

В Україні поклади сланців є на всій українській частині Карпат. Запаси менілітових сланців оцінюються в 520 млрд.т. На території чотирьох областей Західного регіону виявлені поклади сланців, придатних для видобутку їх відкритим способом: у Львівській області - п'ять, Івано-Франківській - шість, Закарпатській - два, Чернівецькій області - одне родовище. В Україні також існують родовища сланців на кордоні Кіровоградської та Черкаської областей, та в інших місцях, однак на сьогоднішній день не має ні точної оцінки запасів сланцевого газу, що може бути добутий з них, ні розрахунків економічної доцільності видобутку сланцевого газу у нашій країні, не має публікацій дослідження, проведених в інших країнах, щодо впливу добування сланцевого газу на якість води та здоров'я людей, окрім цієї статті, яка є застережною для тих осіб, які можуть прийняти поспішне рішення.

Використання великих запасів горючих сланців суттєво полегшує вирішення багатьох проблем, які виникли перед паливно-енергетичним комплексом нашої країни в нових політичних і ринкових умовах роботи.

Сучасні технології спалювання палива, з ефективністю процесів перетворення теплоти в роботу (ексергія 33%) і перетворення його в електроенергію дають можливість використовувати горючі менілітові сланці Карпат, придатних для видобутку їх відкритим способом, як паливо для невеликих за потужністю (від 10 до 100 МВт) теплових електростанцій. ККД таких міні - ТЕЦ сягає від 50-55%. Ця технологія, на мій погляд, є розумною альтернативою методу видобутку сланцевого газу, відомого, як фрекінг "fracking", - який передбачає закачування під землю під великим тиском суміші води і хімічних речовин, унаслідок чого зі сланцю виділяється метан з спричиненням, через деякий час, місцевих малопотужних землетрусів. Адже видобуток сланцевого газу в США таким методом, зараз наштовхується на великий супротив різних громадських організацій, які замовляють проведення експертиз та детальних досліджень наслідків "fracking" у майбутньому.

Дослідження було проведене на замовлення енергетичної компанії Cuadrilla після кампанії протесту проти технічних методів "fracking" видобування сланцевого газу. Вчені кажуть, що іншим чинником, який міг спричинити землетруси, може бути "незвична

геологічна структура місця буріння". Дослідження дійшло висновку, що умови, які спричинили малопотужні землетруси, "навряд чи повторяться у майбутньому". Критики методу влаштували акцію протесту біля одного з об'єктів компанії Cuadrilla. Вони кажуть, що не довіряють висновкам звіту.

Західні компанії цікавляться розвитком добування сланцевого газу в Україні, але поки що мова не йде про початок конкретних проектів та буріння свердловин.

Україна зацікавлена у сланцевому газі, а США - в українських родовищах, а також в інвестиціях для розробки родовищ сланцевого газу. Про це заявив міністр екології і природних ресурсів Микола Злочевський під час зустрічі з представником Держсекретаря США з енергетичних питань в Євразії Річардом Монінгстаром.

Згідно з повідомленням, під час зустрічі сторони обговорили перспективи видобутку сланцевого газу в Україні. М.Злочевський повідомив, що на лютий поточного року заплановано проведення відкритого тендеру, на якому будуть визначені інвестори для геологічної розвідки і видобутку сланцевого газу.

"Ми зацікавлені, щоб тендери пройшли прозоро, а потужні інвестори розпочали видобуток сланцевого газу в Україні. Це буде серйозною перемогою нашої урядової команди", - цитує прес-служба міністра. У свою чергу, Р. Монінгстар підтвердив великий інтерес американських інвесторів в освоєнні Олеської і Юзівської геологічних площ, на яких планується видобуток сланцевого газу. Сторони домовилися організувати консультації Геологічної служби США і Державної служби геології і надр України щодо обміну інформацією про перспективи зазначених площ. "Крім того, американські інвестори зацікавилися низкою інших ділянок. Співпраця з ними продовжується".

Як повідомляв УНІАН, у грудні 2011 року Кабінет міністрів України своїми постановами затвердив умови конкурсів на укладання угод про розподіл продукції (УРП) за Юзівською (Донецька і Харківська області) і Олеською (Львівська область) площами із запасами сланцевого газу.

Після підписання і державної реєстрації угод інвестору (переможцю конкурсу) надається спеціальний дозвіл на користування надрами з метою геологічного вивчення, зокрема дослідно-промислової розробки, з подальшим видобутком сланцевого газу (промисловою розробкою) в межах ділянки, терміном на 50 років. Термін дії спеціального дозволу на користування надрами може бути продовжено у порядку, встановленому законодавством. На розробку Юзівської і Олеської площ претендує нафтогазова компанія Shell.

Таким чином, враховуючи залежність України від постачань природного газу з Росії, розвиток добування сланцевого газу може стати вагомим кроком для збільшення енергетичної безпеки країни, однак має відбуватися паралельно із формуванням екологічних критеріїв його добування та при належній, детальній та відкритій оцінці впливу таких проектів на навколишнє природне середовище.

Якщо б не вони... (літопис важливих відкриттів в галузі техніки)

600 р. до н.е. Фалес Мілетський (625-547 р.р. до н.е.) описав притягнення камінцями металевих частинок і ввів термін "**магніт**" і "**електрон**".

1482 р. Леонардо да Вінчі (1452-1529) запропонував для підсилення тяги повітря бляшану трубу над гнотом лампи. В його запису знайдені ескізи теплових двигунів, він розробив теорію гідравліки і гідравлічних двигунів.

1600 р. вийшов з друку трактат У. Гільберта (1544-1603) "Про магніт, магнітні тіла і великий магніт землі". Ввів термін "**електрика**".

1629 р. Італійський архітектор Джованні Бранка (1571-1645) створив парове колесо, яке приводило в рух молотковий млин для подрібнення зерна.

1660 р. Отто Фон Геріке (1602-1686) створив першу електростатичну машину. Це була куля з сірки розміром з футбольний м`яч, насажений на залізну вісь, при натиранні долонями якого в період обертання, виникала електризація кулі. За допомогою цього приладу Геріке визначив електричне відштовхування.

1680 р. Дені Папен (1647-1714) створив перший паровий котел із запобіжним клапаном.

1698 р. Дені Папен описав замкнутий термодинамічний цикл парової машини, але машину не створив.

1698 р. Томас Севері (1650-1715) створив пароатмосферну машину для підняття води в гірничорудній промисловості

1705 р. Томас Ньюкомен (1663-1729) створив одноциліндрову пароатмосферну машину, яку успішно використовували для підняття води в гірничорудній промисловості.

1708 р. Уолл першим порівняв іскріння і потріскування бурштина, при натиранні його шерстю, з громом і блискавкою.

1729 р. Стефан Грей (1666-1735) відкрив явище електропровідності і передав заряд по мокрій мотузці на відстань 233 м.

1733 р. Шарль Дюфе (1698-1739) відкрив існування двох різних електричних зарядів і

назвав їх: "шкіряні", "смоляні", з`ясувавши притягування різноіменних зарядів і відштовхування одноіменних.

1742 р. Ж. Дезагюльє ввів термін "**провідник**" і "**непровідник**".

1745 р. *Евальд фон Клейст (1700-1748) і П. Ван Мушенбрук* створили лейденську банку (перший електростатичний конденсатор).

1750 р. Жан Нолле (1700-1770) передав електричний заряд через живий ланцюг в 180 осіб, які взялись за руки.

1750 р. Бенджамін Франклін (1706-1790) ввів: поняття "**позитивних + " і "негативних -** " зарядів. Ввів терміни: **батарея, конденсатор, провідник, заряд, розряд, обмотка.**

1752 р. Бенджамін Франклін проводив дослідження атсмосферної блискавки за допомогою повітряного змія.

1760 р. Бенджамін Франклін створив перший громовідвід.

1760 р. Джозеф Блек (1728-1799) ввів термін "**питомої теплоємності**". Започаткував початок калориметрії.

1763 р. Іван Іванович Повзунов (1728-1766) розробив проект двохциліндрової пароатмосферної машини (в 1766 р. вона працювала два місяці).

1777 р. 18 квітня Олессандро Вольта (1745-1827) описав проект розряду "лейденської банки" у містечку Комо, по провідникам на дерев`яних опорах до Мілана, якій визивав постріл електропневмогазового револьвера на опорі в Мілані.

1783 р. Антуан Лавуаз`є (1743-1794) і Ігер Сімон Лаплас (1749-1827) створили калориметр і визначили питомі теплоємності багатьох твердих і рідких речовин.

1784 р. Джеймс Уатт (1736-1819) збудував універсальний двох циліндровий паровий двигун.

1785 р. Шарль Кулон (1736-1806) відкрив закон взаємодії двох наелектризованих тіл і магнітів (закон Кулона).

1791 р. Луіджі Гальвані (1737-1798) опублікував "Трактат про силу електрики при м`язових рухах" та започаткував основи електрофізіології.

1792 р. П. Прево висунув теорію теплової рівноваги, яка мала велике значення на початку розвитку вчення теплового випромінювання.

1798 р. Бенджамін Румфорд (1753-1814) здійснив досліди: обробка тупим різцем ствола гармати, які засвідчили на користь механічної теорії теплоти.

1799 р. Хемфрі Деві (1776-1829) провів досліди з тертям двох шматочків льоду, які підтвердили те, що нагрівання тіла може бути здійснене за допомогою механічної роботи і мали велике значення для спростування теорії теплороду.

1800 р. Олессандро Вольта (1745-1827) винайшов джерело струму на мідно-цинковій парі "Вольтів стовп", створив гальванічну батарею. Вольт-одиниця напруги в системі "СІ".

1803 р. Василь Петров (1761-1834) надрукував книгу "Повідомлення про гальвані-вольтові дослідження, які виконав професор фізики Василь Петров", де описав електричну дугу і здійснив нею досліди (плавки металу, спалювання різних тіл). Першовідкривачем дуги не став.

1807 р. Юнг Томас ввів термін "**енергія тіла**", яка пропорційна масі і квадрату швидкості $E=m \cdot V^2$.

1810 р. Хемфрі Деві (1776-1829) став першовідкривачем електричної дуги, провів різні дослідження, відкрив 7 нових елементів. Про відкриття Василя Петрова (1761-1834) світова спільнота не знала. Його робота була опублікована тільки російською мовою.

1815 р. Хемфрі Деві, Майкл Фарадей (1791-1867) створили безпечну шахтарську лампу з металевою сіткою.

1820 р. Ганс Христіан Ерстед (1777-1851) відкрив магнітну дію, навколо провідника, електричного струму - за допомогою магнітної стрілки.

1820 р. Ондре Марі Ампер (1775-1836) ввів в науку поняття про **направлення електричного струму** і відкрив закон взаємодії струмів. Ввів терміни: **напруга, гальванометр, електростатика, електродинаміка, електрорушійна сила, електричний струм, соленоїд, і навіть кібернетика.**

1821 р. Майкл Фарадей (1791-1867) відкрив явище обертання провідника зі струмом навколо полюса магніту. (Перетворення І в механічну енергію).

1821 р. Хемфрі Деві (1776-1829) відкрив залежність опору провідника від його довжини, поперечного перерізу і температури.

1824 р. Микола Саді Карно (1796-1832) опублікував роботу "Розмови про рушійну силу вогню і про машини здатні розвивати таку силу", ставшою основою теорії теплових двигунів, започаткував основи другого закону термодинаміки, розглянув цикл теплового двигуна (цикл Карно), який мав важливе значення для термодинаміки. Максимально можливий ККД ідеального теплового двигуна С.Карно $\mathbf{t=1-(T2/T1)<1}$.

1825 р. Уільям Стерджен (1783-1850) створив електромагніт з котушки, з ізольованим провідником, з залізним осердям. Такий електромагніт в конструкціях динамомашин постійного струму отримав назву "**якоря**".

1827 р. Георг Сімон Ом (1787-1854) відкрив закон, названий його іменем (закон Ома $I=U/R$) і ввів поняття **електрорушійної сили, електропровідності і сили струму.**

1831 р. Майкл Фарадей (1791-1867) відкрив явище електромагнітної індукції.

1831 р. Джозеф Генрі (1791-1878), *С. Даль Негро* незалежно створили перший електродвигун на принципі зворотньо-поступального руху магнітів.

1833 р. створені перші магнітоелектричні машини постійного струму зі стержневим якорем.

1833 р. Емілій Христіанович Ленц (1804-1865) сформулював "Закон Ленца" і теоретично обгрунтував зворотність генераторів і електродвигунів.

1834 р. Майкл Фарадей (1791-1867) відкрив і опублікував закони електролізу.

1842 р. Борис Семенович Якобі (1801-1874) створив магнітоелектричний генератор з постійними магнітами.

1842 р. Роберт Юліус Майєр (1814-1873) відкрив "Закон збереження енергії" (незалежно від нього відкрили цей закон в 1843 р. *Джеймс Джоуль (1818-1889), в 1847 р. - Герман Гельмгольц (1821-1894).*

1844 р. Жан Бернар Леон Фуко (1819-1868) створив першу дугову лампу з регулюванням вугільних електродів.

1845 р. Джеймс Джоуль (1818-1889) визначив величину механічного еквівалента теплоти (460 кГс·м).

1845 р. вперше електрична дуга використана в Парижі в опері для імітації сходу сонця. Успіх був шалений.

1845 р. Гусон Роберт Кірхгоф (1824-1887) відкрив закономірності і розподілення електричного струму в розгалуженій електричній мережі. Автор методів розрахунків струмів в розгалуженій електричній мережі.

1847 р. опублікована праця *Германа Гельмгольця (1821-1894)* "Про збереження сили", в якій з вичерпною повнотою сформульований закон збереження енергії.

1848 р. *Уільям Томсон (1824-1907)* (в 1892 р. за наукові досягнення отримав титул лорда Кельвіна) ввів поняття "**абсолютної температури" і "абсолютну шкалу температур**" (шкалу Кельвіна). Створив різні електровимірювальні прилади, розробив теорію термоелектричних явищ

1850 р. Рудольф Юліус Еммануель Клаузіус (1822-1883) ввів поняття "**внутрішньої енергії тіла**" і сформулював другий закон термодинаміки (в 1851 р. своє формулювання запропонував *Уільям Томсон (1824-1907)*

1850 р. Уільям Ренкін (1826-1872), Рудольф Юліус Еммануель Клаузіус (1822-1883) запропонували схему теплосилової установки (цикл Ренкіна, який є основним циклом теплосилових машин в сучасній теплоенергетиці)

1854 р. Вільгельм Йозеф Зістенден (1803-1891) відкрив спосіб акумулювання при проходженні струму через свинцеві електроди в розчині сірчаної кислоти, позитивний електрод покривається PbO_2. При замикані електродів такого елемента, отримують струм пропорційний PbO_2.

1854 р. відкрита перша фабрика "COMPAGNIE L`ALLIANCE" по виготовленню магнітоелектричних генераторів "Альянс".

1859 р. Густав Роберт Кірхгоф (1824-1887) відкрив закон теплового випромінювання (Закон Кірхгофа).

1859 р. Генріх Даніель Румкорф (1803-1877) створив індуктивну котушку яка утворювала на виводах іскри довжиною 50 см. За це відкриття в 1860 р. отримав 50 000 франків від Імператора Франції Наполеона III.

1859 р. Французький інженер Гастон Раймон Планте (1834-1889) створив перший свинцевий акумулятор електрики.

1860 р. Уільям Томсон (лорд Кельвін) (1824-1907) ввів термін "**Енергія тіла**" в сучасному розумінні $E=U0+Ut+Ek+Epi+Epr$, де $U0+Ut=E$ внутрішня теплова енергія, $Ek=mv^2/2$, $Epi=mgH$, $Epr=pv$.

1860 р. французький інженер Етьєн Ленуар (1822-1900) створив перший двохтактний поршневий двигун внутрішнього згорання.

1862 р. Бо де Роше запропонував схему чотирьохтактного двигуна внутрішнього згорання при стисканні робочої суміші з повітрям

1865 р. *Рудольф Юліус Емануель Клаузіус (1822-1883)* ввів **поняття ентропії** $S=Q/T$. Введення цієї величини дало можливість створити температурно-ентропійні T, S діаграми, за допомогою яких можна оцінювати термодинамічні процеси і визначати ефективність теплових двигунів.

1866 р. Вернер Сіменс (1816-1892) продемонстрував першу вдосконалену конструкцію динамоелектричної машини постійного струму з самозбудженням, яка мала усі ознаки сучасних динамо електричних машин.

1871 р. Карл Фонн Лінде (1842-1934) створив холодильну машину, в якій охолодження відбувалось за допомогою розширення газу.

1872 р. Олександр Миколайович Лодигін (1847-1923) створив електричну лампу розжарювання.

1873 р. Іполіт Фонтен у м. Відень передав потужність в 1 к.с. по телеграфним провідникам на 4 км. постійним струмом.

1874 р. Федір Апполонович Піроцький (1845-1898) вперше написав наукову роботу "Передавання механічної енергії на усяку відстань за допомогою постійного струму".

1876 р. Павло Миколайович Яблочков (1847-1894) створив електричну свічку - "Свічку Яблочкова" і отримав патент на свічку з вугільними електродами (нерегульованими).

1878 р. німецький винахідник Микола Август Отто (1832-1891), разом з Євгеніем Лангеном (1833-1893) створили вдосконалену конструкцію 4-х тактного двигуна внутрішнього згорання.

1879 р. Томас Альва Едісон (1847-1931)

створив лампу розжарювання з вугільною ниткою, з гвинтовим цоколем і патроном для промислового виготовлення.

1880 р. Федір Апполонович Піроцький (1845-1898) вперше побудував по проекту повітряну лінію постійного струму від водяного млина на Неві.

1880 р. Дмитро Олександрович Лачинов (1642-1902) математично вивів: якщо опір провідника збільшується в N разів, то напругу на генераторі потрібно підвищувати в vN.

1881 р. Марсель Депре (1843-1918) дійшов до висновку Д.О. Лачинова (1642-1902).

1881 р. Микола Миколайович Бенардос (1842-1905) отримав патент на електрозварювання металів.

1882 р. Марсель Депре (1843-1918) у м. Мюнхені здійснив передавання енергії 16 к. с. на відстань 57 км, напругою 1300 В постійного струму з ККД 25%.

1882 р. Томас Альва Едісон (1847-1931) збудував в Нью-Йорку першу електростанцію постійного струму загального користування по своєму проекту потужністю 540 кВт. Розробив кабельну і освітлювальну арматуру та захист електрообладнання від перевантаження струмом.

1882 р. Люс`єн Голяр (1850-1888), Едуард Діксон Гіббс запатентували "Вторинний генератор змінного струму" (по суті він мав усі ознаки трансформатора).

1882 р. Миколо Тесла (1856-1943), незалежно від нього Галілео Феррариc (1847-1897) в 1885 р. відкрили ефект створення обертаючого магнітного поля за допомогою двох катушок з обмотками, з ізольованих дротів, у вісях їх перетину, розміщених перпендикулярно одна до одної, та заживлених змінним синусоїдальним струмом.

1883 р. Карл Густав Патрик де Лаваль (1845-1913) створив активну парову турбіну без ділення на перепади тиску пари.

1884 р. Чарльз Альджернон Парсонс (1854-1931) отримав патент на реактивну турбіну з діленням на перепади тиску пари, з`єднав її з валом генератора, ввів термін "Турбогенератор".

1884 р. Люс`єн Голяр (1850-1888) в м. Туріні за допомогою "Вторинних генераторів змінного струму" передав по ПЛ 40 км потужність 20 кВт.

1884 р. Людвіг Больцман (1844-1906) вперше використав в науковій практиці принципи термодинаміки.

1885 р. Отто Тітус Бламі (1860-1938), Макс Дері (1854-1934), Карл Ципернровський (1853-1942) отримали патент на перший трансформатор. Ввели термін "**Трансформатор**".

1886 р. Іпполіт Фонтен здійснив послідовне з`єднання динамомашин і отримав потужне джерело живлення 6 кВ постійного струму.

1888 р. Л. Гюі довів теплову природу броунівського руху.

1888 р. Миколо Тесла (1856-1943) створив двухфазний: генератор, електродвигун змінного струму, працюючий на принципі обертаючого магнітного поля.

1888 р. Михайло Доліво-Добровольський (1862-1919) створив перший трьохфазний генератор змінного струму, з обертаючим магнітним полем потужністю 2 кВт.

1889 р. Карл Густав Патрик де Лаваль (1846-1913) побудував вдосконалену парову турбіну активного типу де вперше використав гнучкий вал, диск рівного опору і розширюючі сопла.

1889 р. Михайло Доліво-Добровольський (1862-1919) створив трьох фазний: асинхронний електродвигун, трансформатор.

1891 р. Михайло Доліво-Добровольський(1862-1919) вперше здійснив електропередавання трьох фазного змінного струму на відстань 175 км з ККД 75,2%.

1892 р. в Швейцарії відбулось перше технічне об`єднання двох електростанцій трьохфазного змінного струму на паралельну роботу.

1893 р. Рене Тюрі запропонував з'єднувати послідовно динамомашини (джерело живлення постійного струму) і споживачів енергії та передав по ПЛ напругою постійного струму 57 кВ на відстань 180 км 5 МВт.

1896 р. Чарльз Кертіс ввів у практику турбобудування ділення на перепади швидкості пари на робочих дисках турбіни.

1896р. 1 березня Онрі Беккерель (1852-1908) відкрив явище опромінювання урановими солями. Констатація цієї інформації розглядається, як відкриття явища радіоактивності.

1897 р. Рудольф Дизель (1858-1913) створив 4-х тактний двигун внутрішнього згорання з попереднім стисненням повітря до 5-6 атм, підняттям температури повітря, при цьому стисненні до 500-600°С і самозапаленням палива.

1897 р. Е. Віхерт і Дж. Томсон, незалежно один від одного, відкрили електрон.

1898 р. Г. Шмідт, і незалежно від нього Марія Складовська-Кюрі (1867-1934), виявили радіоактивність торія і його сполук.

1898 р. П`єр (1859-1906) і Марія (1867-1934) Кюрі повідомили про відкриття полонія.

1898 р. П`єр (1859-1906) і Марія (1867-1934) Кюрі, Ж. Бемон повідомили про відкриття радія.

1899 р. Ернест Резерфорд (1871-1937) відкрив неоднорідність випромінювання урану: легко захоплюючу частину випромінювання він назвав **альфа-променями,** меньше захоплюючу **бета-променями.**

1900 р. П. Віїяр відкрив електромагнітне випромінювання радіоактивного походження, так звані гамма-промені.

1900 р. Е. Резерфорд (1871-1937) відкрив газоподібну радіоактивну - еманацію торію. Описавши властивості еманації, Резерфорд вводить поняття **періоду напіврозпаду**.

1900 р. Каміл Едмон Огюст Рато (1863-1930) збудував першу активну турбіну з діленням на перепади тиску пари.

1902 р. Марія Кюрі (1867-1934) визначила атомну вагу радія рівною 226.

1903 р. Ернест Резерфорд (1871-1937) і Фредерик Содді (1877-1956) сформулювали основи теорії радіоактивного розпаду.

1906 р. в Італії здійснена паралельна робота двох промислових електростанцій трьохфазного змінного струму, які виробляли електричну і теплову енергію споживачам. Італійцями введений термін "Енергосистема".

1911 р. Ернест Резерфорд (1871-1937) запропонував і описав планетарну теорію будови атома: у центрі атома щільне скупчення маси-ядро, яке має позитивний заряд "+" . Навколо ядра, на певних орбітах, постійно обертаються негативно "-" заряджені частинки - електрони.

1913 р. Генрі Гвін Джефріс Мозлі (1887-1915) відкрив, та експериментально довів: заряд ядра атома чисельно дорівнює порядковому номеру в періодичній системі елементів Д.І.Менделєєва, величина заряду атомів послідовно збільшується на одиницю від елемента до елемента.

1913 р. Нільсон Бор (1885-1962) сформулював два основних постулати теорії атома: 1) умови існування спокійного стану атома; 2) умови частот випромінювання. За основу він прийняв планетарну теорію будови атома Е. Резерфорда після експериментів Генрі Гвін Джефріс Мозлі.

1913 р. Ернест Резерфорд (1871-1937) запропонував теорію, що процес випромінювання атомом по своєму характеру квантовий.

1913р. 4 грудня Фредерік Содді відкрив закон радіоактивних зміщень і ввів в науку концепцію ізотопії.

1920 р. Ернест Резерфорд (1871-1937) запропонував ідею про існування нейтрона і важкого ізотопа водню $_1H^2$ (дейтрон).

1930 р. Ленінградський металевий завод та завод "Електросила" опанували випуск великих, для того часу, парових турбін потужністю 50 МВт на 3000 об/хв.

1932 р. У травні Джон Кокрофт (1897-1967) і Ернест Томас Синтон Уолтон (1903-1995) в лабораторії Резерфорда, а в жовтні *Синельников, Вальтер, Лейпунський, Латишов* в Харкові розщепили ядро літія протонами на два альфа-промені.

1932 р. Джеймс Чедвік (1891-1974) в Англії відкрив нейтрон.

1932 р. Дмитро Дмитрович Іваненко (1904-1963) запропонував сучасну модель побудови атома: ядро складається з протонів і нейтронів - навколо ядра постійно рухаються електрони на енергетичних рівнях. Максимально можливі 7 енергетичних рівнів: їх позначки K, L, M, N, O, P, G.

1934 р. Ірена (1897-1956) і Фредерик (1900-1958) Жоліо-Кюрі відкрили явище штучної радіоактивності і спостерігали новий від радіоактивних перетворень.

1934 р. Енріко Фермі (1901-1954) розробив теорію бета-розпаду.

1938 р. Отто Ганн (1879-1968) і Фріц Штрасман відкрили явище ділення урану повільними нейтронами (з енергією не більше 1 МеВ).

1939 р. Ліза Мейтнер (1878-1968) і Отто Фриш дали пояснення механізму ділення ядер урану.

1939 р. Яков Борисович Зельдович (1914-1987)і Юлій Борисович Харитон (1904-1996) теоретично дослідили ланцюгову ядерну реакцію ділення урану швидкими нейтронами (з енергією не більше 8 МеВ).

1940 р. Константин Антонович Петржак (1907-1998), Георгій Миколайович Флеров (1913-1990) відкрили явище спонтанного, ланцюгового ділення ядер урану.

1940 р. Яків Борисович Зельдович (1914-1987) і Юлій Борисович Харитон (1904-1996) теоретично дослідили ланцюгову ядерну реакцію ділення ядер урану повільними нейтронами (з енергією не більше 1 МеВ) і сформулювали умови ядерного вибуху.

1942 р. Б. Кеннінгем і Л. Вернер вперше визначили вагові параметри чистого плутонія 94Pu239.

1942 р. 2 грудня під керівництвом Енріко Фермі (1901-1954) задіяний перший в світі ядерний реактор.

1945 р. 16 липня вперше у світі був здійснений ядерний вибух (в США).

1946 р. 6 листопада вперше у світі в США досяг критичності (Кеф = 1) перший реактор на швидких нейтронах "Клементина" з плутонієм як паливо.

1946 р. грудень, під керівництвом Ігора Васильовича Курчатова (1903-1960) та Дмитра Дмитровича Іваненка (1904-1963) задіяний перший в СРСР дослідний ядерний реактор Ф-1 нульової потужності.

1949 р. створена перша атомна бомба в СРСР.

1951 р. грудень, вперше в світі за допомогою ядерної енергії отримано електричний струм з використанням ядерного реактора ВВР-1 (США) на швидких нейтронах з електричною потужністю 200 кВт.

1953 р. 31 травня в США запрацював перший у світі реактор корпусного типу "Марк-1" з водою під тиском (вода-теплоносій і уповільнювач), який став прототипом сучасних реакторів PWR і ВВЕР.

1953 р. створена перша у світі термоядерна бомба в СРСР.

1954 р. 27 червня в СРСР запрацювала перша у світі промислова атомна електростанція потужністю 5000 кВт.

1955 р. січень, перший у світі атомний підводний човен "Наутілус" з атомним реактором корпусного типу спущений на воду в США.

1957 р. З. Рант ввів термін "**ЕКСЕРГІЯ**" - Ефективність процесів перетворення теплоти в роботу.

2009 р. у світі експлуатувалося 440 ядерних енергоблоків сумарною електричною потужністю (нетто) більше 352 ГВт.

2009 р. на АЕС виробляється близько 2,6 тис. ТВт/год або близько 18% електроенергії, споживаної у світі.

Три різних сучасних інформаційних продукти музею Київенерго

На першому поверсі філіалу "Учбовий центр" ПАТ "Київенерго", що знаходиться за адресою: м. Київ, вул. Жилянська 83/53, розташований музей Київенерго. Музей відкрив свої двері для відвідувачів 23 грудня 2005 р.

В експозицію музею (в п'яти залах, загальною площею 574 м^2) входить 83 постійних стенди з фото різних років, на яких викладена історія розвитку підприємств об`єднання з 1878-2011 рр. виготовлено та виставлено в експозиції 42 мобільних стенди підприємств (дає можливість формування різних тематичних експозицій для проведення заходів в колективах), на яких висвітлена історія та перспектива розвитку окремих підприємств ПАТ "Київенерго", та стенди інших керівних підприємств енергетики України.

Музейний фонд нараховує понад 26 тисяч одиниць зберігання різних історичних документів, фото, фотоальбомів, книг, журналів. Має музейну інформацію, понад 200 ГБ на 3-х потужних комп'ютерах музею, та має понад 200 науково професійних (використання поновлювальних джерел енергії, новітні і нанотехнології в світовій енергетиці) та навчально-методичних та історико-пізнавальних відеофільмів, для енергетиків які демонструються в залі музею. У відеофільмах розкрита тематика сучасних технологій безпечного виконання робіт на енергопідприємствах, історія будівництва електростанцій і підстанцій тощо.

У фондах музею є (понад 850 одиниць) натурних експонатів та понад 1250 кольорових схем розрізу усього енергетичного обладнання, яке використовувалось та використовується в енергетиці. Нажаль ці експонати поки що зберігаються у трьох складських приміщеннях, із-за відсутністю виставкової площі і можливості їх виставити в експозиції. На сьогодні тільки 80 одиниць натурних експонатів виставлені в експозиції, на наданій виставковій площі для музею.

В 2011 році в музеї виставлена унікальна тематична (58 тематик) експозиція "Енергетика України в значках", яка складається з понад

1500 різних значків, такої немає в галузевих музеях енергетики на пострадянському просторі, яка постійно поповнюється.

Вперше на теренах колишнього СРСР, починаючи з 2002-2011 років створено в ПАТ "Київенерго" діючий, у внутрішній локальній комп'ютерній мережі, сайт "Музей енергетичної тематики України" з простим і зручним інтерфейсом, який дає можливість історію розвитку енергетики, і майже усю інформацію про неї, донести до майже кожного робочого місця працівника ПАТ "Київенерго".

На внутрішньому сайті ПАТ "Київенерго" сьогодні функціонують 6 розділів і 165 підрозділів в яких, про історію розвитку енергетики, її сучасний стан і перспективу розвитку - можна узнати майже все. У розділах: викладена значна історична інформація про розвиток Київенерго, енергетику України, світову енергетику. Сучасний погляд на історію розвитку України та Києва. Є 19 історичних та сучасних відеофільмів будівництва електростанцій України та Києва. Ліквідацію аварії на ЧАЕС 1986 року. використання сучасних технологій при електромонтажних роботах, які проводяться в обленерго, на електростанціях. Будівництво найсучаснішої підстанції Київська 750/330 кВ у Макарівському районі, Київської обл. Є фото та короткі біографічні довідки на понад 2600 осіб, працівників об`єднання, та визначних енергетиків України, починаючи з 1930-х років і до сьогодення. Серед них видатні персоналії Київенерго: почесні енергетики, ветерани, які внесли вагомий внесок в розбудову цієї компанії, учасники бойових дій та ветерани Другої Світової війни і війни в Афганістані, чорнобильці - ліквідатори, тощо. В Музеї в електронному вигляді представлені фотоматеріали та технічні характеристики понад 850 одиниць натурних експонатів музейного фонду, а також понад 1250 кольорових принципових схем розрізу енергетичного обладнання, яке використовувалось і нині використовується в енергетиці. Для викладачів, працівників та студентів філіалу "Учбовий центр" ПАТ "Київенерго" у локальній комп'ютерній мережі компанії створені електронні довідники пошуку потрібних кольорових схем розрізу енергетичного обладнання з простим і зручним інтерфейсом,тощо.

26-28 вересня 2007 р. на V міжнародному форумі "Паливно-енергетичний комплекс України: сьогодення та майбутнє" в експозиції АК "Київенерго" та Науково технічної спілки енергетиків України (НТСЕУ) працівниками АК "Київенерго": (Циганенко В.О., Тонкий В.Г., Рубан К.В.) було презентовано рекламний ролик сайту "Музей енергетичної тематики України".

Учасники форуму змогли ознайомитися з новітніми інформаційними технологіями у музейній справі та висловлювали свої позитивні враження від побаченого та почутого.

За 5 років натурний музей Київенерго відвідало понад 30000 осіб з усієї України, з них більше 18000 осіб - з ПАТ "Київенерго".

Внутрішній сайт "Музеї енергетичної тематики України" станом на 10.09.2011 р. відвідало 11112 осіб працівників ПАТ "Київенерго" для використання інформації сайту не лише з цікавості, а й з використанням інформації у своїй виробничій діяльності.

Музей Київенерго надає широку інформацію в Інтернеті щодо історії енергетики та інші актуальні проблеми, пов'язані з Київською енергосистемою за адресою:

http://www.etar.com.ua/energoarchiv/index.htm

Ми не будемо використовувати методи, які використав відомий монарх Росії (прізвище не указуємо, щоб не робити йому реклами), який видав указ згідно з яким кожному відвідувачу (за бажанням при виході з музею) видавалася безкоштовно чарка горілки, або стакан вина. Кожного року для потреб музею з казни виділялося 200 відер алкогольних напоїв, тому кількість відвідувачів значно зросла. Цей порядок ще довго зберігався і після смерті монарха.

Звичайно, в наш час ми не можемо заохочувати відвідання музеїв таким чином, а лише можемо гарантувати, що ви знайдете багато цікавого у наших сучасних трьох музеях.

ЗМІСТ

Альтернативні сценарії розвитку української енергетики та необгрунтованість енергетичної стратегії України....4
Ват, калорія, аршин, метр... або яким "аршином" київські можновладці "міряють" жителів міста....6
Вивчення вченими природних сил електромагнітної взаємодії дали поштовх до інтенсивного розвитку обертальних електричних машин....7
Виникнення ідеї передавання електричної енергії на відстань....9
Від коваля до "Електрогефеста"....10
Віденське світло....11
Відновлювальна енергетика України: історія розвитку, сучасний стан та перспективи....14
Відновлювальні джерела у паливному балансі України: проблеми та перпективи впровадження....16
Відносна твердість металів: хронологія досліджень та роль енергетики при визначенні цього поняття....18
Він тримав у своїх руках енергетику радянської держави....21
Вони були першими творцями парових турбін....22
Вплив фізичних факторів на запалювання та горіння твердого палива та газових сумішей: історія досліджень в Україні....24
Геотермальні джерела: перспектива будівництва невеликих геотермальних електростанцій....27
До 25-річчя Чорнобильської трагедії: наслідки катастрофи та проблеми використання ядерної енергетики....29
Електротехніка розвивалась завдяки спільній роботі вчених і винахідників-практиків....32
Енергетика майбутнього....34
Енергетика тримається саме на "трьох китах"....36
Ернест Резерфорд розкрив гносеологію атома та попередив людство....37
Іван Пулюй - визначна постать в українській історії....41
Історія винаходу електричної дуги....43
Історія виникнення автоматичних пристроїв....44
Історія досліджень методів вимірювання запилених потоків....46
Історія кабелю: від якірного каната до структурованих кабельних систем....48
Київ довгі часи був центром науково-технічного прогресу розвитку теплоенергетики СРСР....50
Микола Бенардос та Михайло Сікорський: про відроджені імена та пам'ять поколінь....53
Микола Тесла: міфи та реальність....55
Народжені українською землею....57
Наш земляк - знакова постать свого часу.... 59
Нетрадиційний погляд на енергоресурси та енергозбереження. Скорочений варіант Концепції енергозбереження....61
Прискорювач готовий знайти поки невиявлену гіпотетичну частинку....63
Розвиток приладів, які вимірюють найваж-ливіші параметри технологічних процесів в енергетиці....63
Симетрія і краса природи - стимул до визначних наукових відкриттів....66
У пошуках чистої енергії....67
Фундатор Київської енергосистеми....70
Історія розвитку видобутку сланцевого газу та аспекти екологічних ризиків....72
Якщо б не вони... (літопис важливих відкриттів в галузі техніки)....75
Три різних сучасних інформаційних продукти музею Київенерго 80