

Назва: Розробка системи покриття пікових навантажень способом отримання магнегазу на нічних тарифах

Шифр: Магнегаз технологія

ВСТУП.....	3
РОБОТА АЕС В МАНЕВРЕНИХ І БАЗОВИХ РЕЖИМАХ.....	4
Класифікація режимів роботи АЕС.....	4
Проблеми залучення АЕС для регулювання навантаження в енергосистемах.....	5
Способи покриття пікових навантажень на АЕС України	7
Газотурбінні установки (ГТУ).....	7
Гідроакумуючі станції.....	8
МОЖЛИВОСТІ НОВОВВЕДЕННЯ ПОКРИТТЯ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	10
Магнегаз як надійне та безпечне джерело енергії.....	12
Отримання та властивості магнегазу.....	13
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОКРИТТЯ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОСОБОМ ОТРИМАННЯ МАГНЕГАЗУ НА НІЧНИХ ТАРИФАХ.....	17
Експериментальне дослідження отримання магнегазу	17

В даний час основними виробниками електроенергії на Україні є теплові та атомні електричні станції (ТЕС і АЕС). І на одних і на інших накопичилося безліч проблем. Це викликано як об'єктивними і суб'єктивними причинами. На ТЕС відзначається великий знос основного обладнання, а так само в країні немає достатньої кількості органічного палива.

Атомна енергетика в Україні почала свій звіт з 1977 року, коли був введений в експлуатацію перший блок Чорнобильської АЕС. Згідно з планами розвитку атомної енергетики в колишньому Радянському Союзі, на території України повинно було бути споруджено 9 АЕС. За період з 1977 року по 1989 рік було введено 16 енергоблоків загальною потужністю 14800 МВт на 5 атомних станціях: Запорізькій, Рівненській, Хмельницькій, Чорнобильській, Южноукраїнській. Проекти будівництва Чигиринської та Харківської АЕС були анульовані через серйозні геологічні помилки при виборі місця для будмайданчиків.

Атомна енергетика, бурхливо розвивалася до 1986 року, була поставлена в важкі умови після аварії на Чорнобильській АЕС. У травні 1987 року було оголошено про зупинку будівництва 2 нових блоків Чорнобильської АЕС. Потім у листопаді під натиском громадськості був анульований замовлення на Одеську АЕС. У жовтні 1989 року було змінено призначення 2 реакторів Кримської АЕС, готових до введення в експлуатацію. Тепер ці реактори використовуються як тренажери і ніколи не будуть виробляти електроенергію. У серпні 1990 року Верховна Рада України проголосила мораторій на спорудження і введення в експлуатацію нових атомних енергоблоків. В результаті чого нові енергоблоки Хмельницької та Запорізької АЕС, пуск яких планувався на 1990 рік, були заморожені до 1995 року.

1 РОБОТА АЕС В МАНЕВРЕНИХ І БАЗОВИХ РЕЖИМАХ

1.1 Класифікація режимів роботи АЕС

Режими роботи АЕС з водо-водяними енергетичними реакторами можуть бути дуже різноманітними. Це обумовлено, по-перше, складністю і насиченістю обладнання, задіяного в технологічному циклі і по-друге, розмаїттям можливих поєднань параметрів теплоносія першого контуру і робочого тіла другого контуру. Наприклад, експлуатація енергоблоку ВВЕР - 440 можлива при одному відключеному турбогенераторі і при частково відключених циркуляційних петлях; досягнення одного і того ж часткового навантаження турбогенератора можливе при різних поєднаннях значень параметрів теплоносія першого контуру і свіжої пари в другому контурі і т.д. Крім того, внаслідок періодичного перевантаження ядерного палива нейтронно-фізичні характеристики реактора протягом кампанії змінюються. Отже, режими роботи реактора і відповідно, всього енергоблоку постійно змінюються протягом часу між перевантаженнями палива. Не слід забувати і про те, що один і той же режим роботи (в залежності від поставленої мети) можна трактувати по-різному. Наприклад, роботу з відключеними підігрівачами високого тиску, звичайно, відносять до особливих режимів експлуатації. Однак, у період продовження кампанії енергоблоку для підвищення ефективності цього режиму відключення ПВТ можна віднести до нормальної експлуатації. Отже, видається доцільно всі можливі режими роботи АЕС з реакторами типу ВВЕР розділити на такі групи:

- пускові режими та режими нормальної зупинки енергоблоків;
- експлуатаційні режими роботи енергоблоків;
- аварійні режими.

У свою чергу, враховуючи велике розмаїття можливих режимів роботи та актуальність маневрових властивостей енергоблоків АЕС, необхідна додаткова класифікація експлуатаційних режимів. Для АЕС з водо-водяними енергетичними реакторами доцільно всі експлуатаційні режими роботи енергоблоків поділити на такі дві групи:

- нормальні режими експлуатації;
- особливі режими експлуатації.

До нормальних режимів експлуатації слід віднести такі режими роботи ядерних енергоблоків, які проводять у плановому порядку без суттєвої зміни складу працюючого обладнання.

Такими режимами є наступні:

- а) робота енергоблоків при змінному електричному навантаженні;
- б) робота енергоблоків при продовженні кампанії ядерного реактора.

До особливих режимів експлуатації віднесемо режими роботи енергоблоків з частково відключеним обладнанням або які відбуваються із значними відхиленнями від номінальних контрольованих параметрів теплоносія першого контуру і робочого тіла другого контуру. Такими режимами бачаться:

а) робота енергоблоку з частково відключеним обладнанням (відключення циркуляційних петель реактора, зупинки одного турбоагрегату в дубль - блоці, відключення системи регенерації турбіни, відключення другої ступені проміжного перегрівання пари і т.і.);

б) аварійні режими роботи енергоблоків з частковим відключенням обладнання або значними відхиленнями параметрів. Крім запропонованої класифікації режимів експлуатації АЕС можливі і інші класифікації.

1.2 Проблеми залучення АЕС для регулювання навантаження в енергосистемах

Степінь задіяння різних електростанцій до регулювання навантаження енергосистеми в основному визначається техніко-економічними міркуваннями. Задіяння електростанцій до регулювання навантажень енергосистеми призводить до зменшення коефіцієнту використання встановленої потужності, що, в свою чергу, веде до зростання собівартості виробництва електроенергії. Тому в енергосистемах до регулювання навантаження залучають електростанції з найменшими величинами паливної складової собівартості виробленої електроенергії, такі як: ГЕС, малопотужні ТЕС, ТЕЦ. Однак в окремих енергосистемах є відсутні відповідні структури генеруючих потужностей і тому до режимного регулювання доводиться залучати потужні енергоблоки ТЕС та АЕС.

Питання режимного регулювання АЕС є досить актуальними особливо для тих енергосистем, у яких відсутні відповідні генеруючі потужності або в яких планується введення в експлуатацію потужних блоків АЕС. Необхідність регулювання потужностей АЕС наростатиме по мірі збільшення питомої ваги

атомної енергетики у виробництві електроенергії, що вже спостерігається в Україні (протягом останніх років АЕС виробляють біля 50% електроенергії).

У даний час спостерігається тенденція зміщення ряду АЕС із базисної частини графіків навантаження енергосистем у середню частину графіків навантаження. Тому в такій ситуації виникає необхідність комплексної оцінки технічних можливостей і економічного обґрунтування змінних режимів АЕС та границь їх регулювальних діапазонів на рис.1.1 можна побачити графік електричних навантажень за добу.

На відміну від теплових електростанцій до агрегатів АЕС не можуть бути висунуті вимоги повної зупинки кожної доби. Мова може вестись лише про часткове розвантаження енергоблоків АЕС та швидкий набір потужності. Досвід експлуатації АЕС у нашій країні і за кордоном показує, що АЕС, в принципі, можуть працювати в режимі тижневого регулювання. Однак довготривала робота АЕС у такому режимі різко погіршує техніко-економічні показники станції і висуває ряд складних технологічних проблему силу протікання ядерно-фізичних процесів та конструктивних особливостей тепловиділяючих елементів реактора.

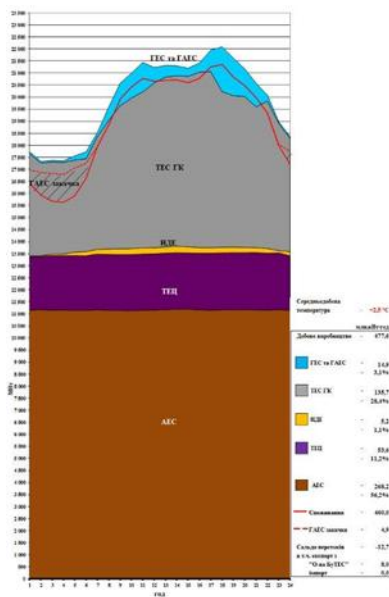


Рисунок 1.1 – Добовий графік виробництва/вживання електроенергії в ОЕС України за 1 березня 2016 р.

Принципово правомірна постановка задачі створення спеціалізованих маневрених енергоблоків АЕС. Однак її рішення потребує тривалого часу, а в найближчій перспективі слід орієнтуватися на можливість залучення до роботи в змінній частині графіків навантажень енергоблоків з реакторами на теплових

нейтронах, які вже перебувають в експлуатації, що будуються або заплановані до будівництва.

1.3 Способи покриття пікових навантажень на АЕС України

Для сучасної енергетики, як стаціонарної, так і для автономної, важливе значення отримує інтенсивні форми розвитку, висуваючи високі потреби к показникам енергетичних установок. В цьому плані зростає роль накопичувачів енергії, забезпечуючи вирішення цілого ряду проблем накопичення, зберігання, перетворювання енергії, реалізацію оптимальних режимів роботи обладнання, живлення користувачів з нестандартними параметрами.

Накопичувачі енергії знаходять все більш широке використання в електроенергетичних системах, автономних енергетичних установках та ін.

Розглянемо два основних способи покриття в енергосистемах: ГТУ та ГАЕС.

1.3.1 Газотурбінні установки (ГТУ)

Термодинамічна ефективність комбінування парових і газових турбін досліджена досить давно. Отримано порівняно повні уявлення про оптимальні значення основних характеристик і параметрів комбінованих циклів. У більш пізніх роботах розглянуті принципи комбінування маневрених паротурбінних блоків з піковими ГТУ. У таких блоках, як відомо, маневрена потужність виробляється як за рахунок пікової ГТУ, так і шляхом форсування парової турбіни при повному або частковому відключенні регенеративних відборів пари.

При обмеженнях пропуску додаткової пари через проточну частину основної турбіни в схему може бути включена спеціальна додаткова турбіна, що працює на парі відключених відборів.

У блоках АЕС, що працюють з відпусткою тепла, можливості генерування маневреної потужності виявляються значно більшими, так як визначаються відключенням не тільки ПВД, але і мережевих підігрівачів, що живляться парою нерегульованих відборів. Крім того, збільшення потужності вологопарових турбін можливо за рахунок зміни схеми організації сепарації і паро-парового перегріву (в одно- або двухступінчатому виконанні)

Така газотурбінна установка АЕС може служити джерелом надійного аварійного постачання власних потреб, перебуваючи в роботі або резерві, в зв'язку з високою приємністю і коротким часом пуску. Крім того,

показники потужності енергетична характеристика ГТУ дозволяє в найбільш холодні (як правило, пікові) періоди збільшувати вироблення енергії на 20-30%.

Розширювати регульовальний діапазон АЕС з ВВЕР вигідно перш за все збільшенням верхньої межі потужності діючого енергоблоку. Це дозволяє вважати комбінування АЕС і ГТУ для покриття пікових навантажень ще більш ефективним, ніж комбінування звичайних енергоблоків ТЕС і ГТУ. Серйозних перешкод до цього для двоконтурних АЕС з ВВЕР немає. Турбіни цих енергоблоків мають крім відборів на регенерацію розвинені відбори свіжої і робочої пари в одно- або двоступеневий пароперегрівач. Це розширює різноманіття можливих схем витіснення енергоцінних потоків пари відпрацьованими газами газової турбіни і підвищення потужності. Вологопарові турбіни (особливо тихохідні) в номінальних режимах працюють із заниженими питомими навантаженнями на вихлоп, що створює також сприятливі умови форсування. У ряді випадків відключення ПВД може вдало поєднуватися з негативним температурним ефектом реактивності ВВЕР, що додатково збільшує їх форсуючі можливості.

[[Http://foraenergy.ru/kombinirovanie-sxem-aes-i-pikovyx-gtu/](http://foraenergy.ru/kombinirovanie-sxem-aes-i-pikovyx-gtu/)]

1.3.2 Гідроакumuлюючі електростанції

Гідроакumuлююча електростанція (ГАЕС) – насосно - акумулююча електростанція, гідроелектрична станція, принцип дії якої полягає в преоброзова-ванні електричної енергії, одержуваної від інших електростанцій, в потенційну енергію води; при зворотному перетворенні накопичена енергія віддається в енергосистему головним чином для покриття піків навантаження.

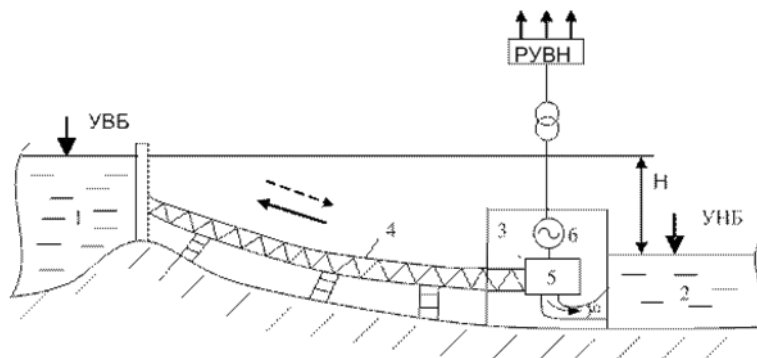


Рисунок 1.4 – Принципова схема ГАЕС

Гідротехнічні споруди ГАЕС складаються з двох басейнів, розположених на різних рівнях, і сполучного трубопроводу. Гідроагрегати, встановлені в будівлі ГАЕС в нижнього кінці трубопроводу, можуть бути трьохмашинні, що складаються із сполучених на одному валу оборотної електричної машини (двигун-генератор), гідротурбіни і насоса, або двухмашинного - оборотна електромашини і оборотна гідромашини, яка залежно від напрямку обертання може працювати як насос або як турбіна. В кінці 60-х рр. XX в. на нововведених ГАЕС стали встановлювати більш економічні двомашинні агрегати.

Електроенергія, що виробляється недовантаженими електростанціями енергосистеми (в основному в нічні години доби), використовується ГАЕС для перекачки насосами води з нижнього водоймища у верхнє, акумулюючий басейн. У періоди піків навантаження вода з верхнього басейну по трубопроводу підводиться до гідроагрегатів ГАЕС, включеним на роботу в турбінному режимі; вироблена при цьому електроенергія віддається в мережу енергосистеми, а вода накопичується в нижньому водоймищі. Кількість акумульованої електроенергії визначається ємністю басейнів і робочим напором ГАЕС. Верхній басейн ГАЕС може бути штучним або природним (наприклад, озеро); нижнім басейном нерідко служить водойма, що утворився внаслідок перекриття річки греблею. Одна з переваг ГАЕС полягає в тому, що вони не схильні до дії сезонних коливань стоку. Гідроагрегати ГАЕС залежно від висоти напору обладнуються поворотно-лопатевими, діагональними, радіально-осьовими і ковшовими гідротурбінами. Час пуску і зміни режимів роботи ГАЕС вимірюється кількома хвилинами, що зумовлює їх високу експлуатаційну маневреність. Регульовальний діапазон ГАЕС, з самого принципу її роботи, близький дворазової встановленої потужності, що є одним з основних її достоїнств.

Здатність ГАЕС покривати пікові навантаження і підвищувати попит на електроенергію в нічні години доби робить їх дієвим засобом для вирівнювання режиму роботи енергосистеми і, зокрема, великих паротурбінних енергоблоків. ГАЕС можуть бути з добовим, тижневим і сезонним повними циклами регулювання. Найбільш економічні потужні ГАЕС з напором в кілька сотень метрів, що споруджуються на скельній основі. Загальний ККД ГАЕС в оптимальних розрахункових умовах роботи наближається до 0,75; в реальних умовах середнє значення ККД з урахуванням втрат в електричній мережі не перевищує 0,66. ГАЕС доцільно будувати поблизу центрів споживання електроенергії, тому спорудження протяжних ліній електропередачі для короточасного використання економічно не вигідно. Звичайний термін спорудження ГАЕС близько 3 років. Перші ГАЕС з'явилися в Західній Європі наприкінці XIX століття. Так, в 1882 році в Швейцарії, в околицях Цюриха, була

побудована установка Леттов з двома насосами загальною потужністю в 103 кВт. Через 12 років, подібна установка запрацювала на одній з італійських прядильних фабрик. Якщо до початку XX століття загальне число ГАЕС у світі не перевищувала чотирьох, то вже до початку 1960-х воно досягло 72, а до 2010 року - 460.

Ташлицька ГАЕС розташована на річці Південний Буг поблизу міста Южноукраїнська, Миколайовської області. Електростанція (разом з Южноукраїнською АЕС і Олександрівською ГЕС), що є третьою складовою.



Рисунок 1.5 –Ташликська ГАЕС

Южноукраїнського енергокомплексу, предназначена для покриття пікових навантажень у південно-західній частині Об'єднаної енергосистеми України (ОЕС України), а також для забезпечення надійного базисного режиму роботи Южно-Української АЕС.

2 МОЖЛИВОСТІ НОВОВВЕДЕННЯ ПОКРИТТЯ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

При регулюванні реактора ВВЕР допускається зміна навантаження блока з швидкістю 3 – 5 % в хвилину. За своїми регулюючими характеристиками АЕС з реакторами ВВЕР можуть працювати в режимі змінних навантажень.

Регулюючий діапазон АЕС залежить від типу реактору. В енергоблоків з реакторами ВВЕР-440 регулюючий діапазон в перший період робочої компанії (до 150 діб) приблизно рівний 70%, в наступний період знижується і перед черговим перезавантаженням палива приближується до нуля.

Для енергоблоків з реакторам ВВЕР-1000 в перший період за рахунок деяких умов можна отримати більш широкий діапазон регулювання. Динамічні характеристики енергоблоків з реакторами ВВЕР достатньо високі: ці блоки стійко переходять на нові рівні навантаження навіть при швидких її змінах.

Все це при певних значеннях і періодичності зниження потужності може привести до остаточних деформацій цирконієвих оболонок ТВЕЛ, а також як наслідок до їх пошкодження. Саме тому підвищення надійності роботи ТВЕЛ є головною проблемою при підвищенні маневреності енергоблоків АЕС.

Із всього сказаного випливає, що робота АЕС в змінному режимі зв'язаний з великими труднощами.

Межі регулюючого діапазону АЕС в основному визначаються енергоекономічними обставинами. Підвищення коефіцієнта регулювання електростанції і відповідно зменшення коефіцієнту використання потужності збільшує собівартість електроенергії, що впливає в більшій степені на станції з відносно невеликою паливною складовою собівартості і великими постійними розходами.

Саме у АЕС собівартість електроенергії має відносно низьку паливну складову (10 – 40% проти 65 – 75% для ТЕС) та високу долю постійних затрат (90 – 60% проти 30 – 25% для ТЕС). Саме тому зменшення коефіцієнту використання потужності АЕС буде супроводжуватись більшим ростом собівартості, ніж у ТЕС. Різниця буде ще більш помітною для реакторів на швидких нейтронах, в яких паливна складова дуже мала.

Для покриття пікових навантажень в системах, маючих в своєму складі гідроелектростанції, найбільш раціонально використовувати гідроакумулюючі електростанції. В періоди «провалу» навантаження ГАЕС працює в насосному режимі, затрачуючи електроенергію, яку виробляють інші електростанції, для перекачування води з нижнього водосховища в верхнє. Це вирівнює графік. В період збільшення навантаження ГАЕС працює в турбінному режимі, скидаючи воду з верхнього сховища на лопатки турбіни та зменшуючи участь теплових електростанцій в регулюванні навантаження.

Така ГАЕС по проекту працює в Южноукраїнську. В ролі пікових можуть споруджуватись такі установки, спеціально призначені для цієї цілі і пристосовані для частих пусків та зупинок. Теплова економічність пікових електростанцій зазвичай нижче, ніж в базових із-за роботи в змінних режимах, але це несуттєво в зв'язку з невеликим виробленням ними електроенергії. До числа пікових установок також відносяться газотурбінні, які встановлені на ТЕС.

Необхідно мати на увазі, що реалізація маневрених можливостей енергоблоків в значній мірі залежить від умов паливopостачання ТЕС, що необхідно враховувати при виборі добового графіка навантажень ТЕС та окремих енергоблоків. Так, обмеження в потребі рідкого палива, яке є розпалюючим для ТЕС, працюючих на твердому паливі, зменшують як

можливий діапазон навантажень, так як приходиться відмовлятися від переходу на мазут, так і часті зупинки з наступними пусками.

При створенні вітчизняного обладнання ТЕС вимоги до підвищеної маневреності представляються в малій степені, в результаті чого маневрені можливості енергоблоків стали недостатніми для покриття змінного графіка навантаження. Між тим все частіше зустрічається розбіжність в графіках електричного навантаження енергосистем заставляє все більше застосовувати ТЕС в участі в покритті змінного графіка навантаження.

Враховуючи те, що в зв'язку з обставинами в Україні, постачання твердим паливом ТЕС України все зменшується, а також той факт, що спалюючи органічне паливо в різних видах ТЕС викидує в атмосферу значну частину квоти небезпечних матеріалів, необхідно шукати альтернативу або ТЕС, або як мінімум виду палива яке використовується на ТЕС, саме тому актуально стала пропозиція використання магнегазу, який можна легко синтезувати в нічні періоди роботи АЕС на промислових установках.

Також пізніше його можна спалювати на газотурбінних установках які розташовані на ТЕС, що вирішить зразу ж дві проблеми – по-перше знайдена альтернатива паливу яке спалюється на ТЕС, а по-друге вже є готові агрегати, які настроєні та готові працювати в енергомережі.

2.1 Магнегаз як надійне та безпечне джерело енергії

В цьому пункті будуть названі основні переваги магнегазу зважаючи на які можна назвати його альтернативою та деякі його додаткові властивості.

Насамперед потрібно назвати переваги його перед природнім газом в результаті спалювання та виділення продуктів горіння. Магнегаз на 40 – 45% складається з водню і на 55 - 60% з монооксиду вуглецю. В результаті його спалювання виділяються продукти горіння, основною перевагою яких є велика кількість кисню який виділяється.

Магнегаз є поки що єдиним паливом в результаті спалювання якого виділяється більше кисню ніж потрібно це. Якщо розмовляти про його безпечність то ще однією позитивною рисою магнегазу є те, що він не вибухає самостійно, що дуже позитивно його характеризує як альтернативне паливо. В газоподібній формі магнегаз безпечний тому що:

- 1) якщо станеться аварія, то за своїми властивостями він легший за повітря, та не буде збиратись у приземному шарі;

- 2) магнегаз безпечний і не потребує спеціальних умов зберігання та перевезення;
- 3) він не вибухне при розгерметизації або пробіі оболонки балону;
- 4) дуже часто можна зустрітись з проблемою отруєння в результаті роботи з газами. Магнегаз при спалюванні не виділяє канцерогенних або токсичних речовин. З додаткових переваг: магнегаз - безпечний, дешевший та ефективніший при різанні металу та може вироблятись прямо біля місця проведення робіт. Його переваг над ацетиленом, як ріжучим газом такі:
 - a) час розігрівання на 50% менший ніж в ацителену;
 - b) швидкість різання приблизно в два рази більша ніж в ацетилену;
 - c) магнегаз при різанні не дає спалахів, що зменшує поверхню розрізу;
 - d) продукти згоряння магнегазу дають додатковий кисень, та не токсичні, тому його можна використовувати навіть в закритих приміщеннях.

2.2 Отримання та властивості магнегазу

Проблема нафти, натурального газу і вугілля є серйозною глобальною проблемою, що стоїть сьогодні перед світовою цивілізацією. Завдання полягає в тому, щоб регулювати видобуток, правильно розпорядитися наявними запасами, максимально ефективно переробити низькоякісну сировину і зменшити шкоду, нанесену довкіллю і ноосфері.

Провідні корпорації нафтогазовидобувної галузі, такі як Shell (<http://www.srtca.shell.nl>), Syntroleum (<http://www.syntroleum.com>) SASOL, South Africa, (<http://www.sasol.com>), Rentech, Inc., USA (<http://www.rentechinc.com>), в останні десять років ведуть активні теоретичні та прикладні досліджень-ня в області розробки новітніх технологій переробки сировини з метою збільшити ефективність виробництва палив, в тому числі сінгаз - технологій виробництва синтетичного бензину і синтетичного дизельного палива, що володіють помітно кращими екологічними показниками, ніж натуральний бензин і дизельне паливо, з вугілля і з попутного натурального газу.

Одним з перспективних напрямків в області технології виробництва пального газу з гідрокарбонатомістної сировини, такого як промислові та міські рідкі відходи, біомаса, вугілля і вугільний пил, нафта і т.д., водопровідної і морської води є технологія Magnegas™ на основі плазмових реакторів PlasmaArcFlow™, з споживаним вуглецевим електродом.

Ці реактори Р.М. Сантіллі розробляються вищевказаними корпораціями TTL, EFT, USMagnegas, IBR, а також підрозділами EuroMagnegas (England), AsiaMagnegas (Hong Kong).

Технологія PlasmaArcFlow™ відрізняється простотою, можливістю створення реакторів від домашнього до індустріального масштабу, винятковими тепловими характеристиками, і дозволяє виробляти дешевий горючий газ - магнегаз, який до теперішнього часу сертифікується в США як альтернативне газове паливо для автомобілів, а також високоефективний для газового різання металів (порівняймо з ацетиленом) і придатний для домашнього використання.

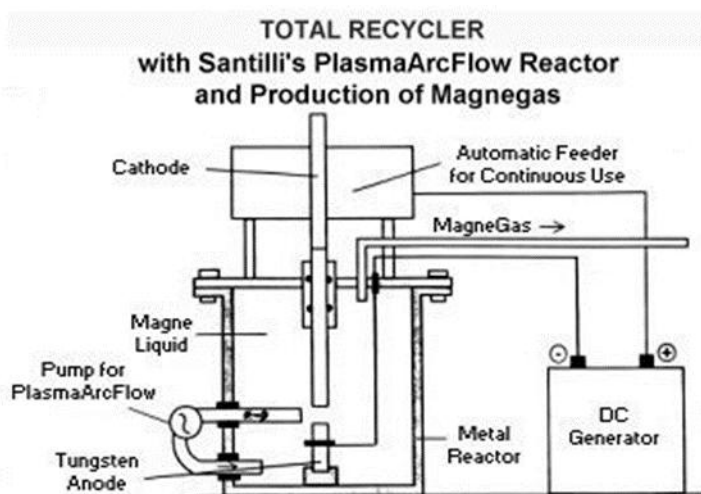


Рисунок 2.1– Схема типового реактора

Також, магнегаз відрізняється аномально високою теплою згоряння в розрахунку на одиницю об'єму (близько 21 ... 28 МДж / м³) і має декілька дуже важливих з точки зору екології характеристик. А саме, продукти згоряння котлів, автомобілів та інші, працюючі на магнегазі, містять у багато разів меншу кількість шкідливих речовин без використання автомобільного каталізатора ніж вихлоп такого ж автомобіля, що працюючого на бензині.

Більш того, в цьому вихлопному газі в великій кількості міститься кисень, так що, швидше за все, магнегаз це єдиний відомий горючий газ, який підтримує і здатний відновлювати кисневий баланс навколишнього середовища (зауважимо, що кисень при виробництві магнегазу береться з молекул води). Тобто магнегаз є одним з найбільш екологічно прийнятних газових палив.

Крім того, реактор PlasmaArcFlow™ є одночасно високоефективним пристроєм для:

- переробки рідких відходів у воду, придатну для іригації;

- отримання теплової енергії;
- опріснення морської води.

Таблиця – 2.1 Процентний вміст речовин в продуктах згоряння магнегазу

Водяна пара	65...70%
Кисень	9.5...10.5%
Двоокис вуглецю	6...8%
Монооксид вуглецю	0.00...0.01%
Гідрокарбонати	2...5 ppm

Брак прісної води при наявності великих запасів морської води є ще однією загальновідомою глобальною проблемою, що стоїть перед цивілізацією в умовах зростання населення планети і зростання економіки і підвищення життєвого рівня країн, де випробовується гостра нестача прісної води для споживання і іригації (за даними ООН це більше трьохсот мільйонів чоловік).

Відзначимо, що водень традиційно вважається одним з найбільш вигідних видів палив. Однак, незважаючи на те, що результатом згоряння водню є чиста вода (що означає високу екологічність палива), його енергоємність відносно мала, є серйозна проблема створення методів зберігання великої кількості водню в малих ємностях, вибухонебезпечності водню і той факт, що витрата кисню при згорянні водню відносно великий в розрахунку на одиницю виробленого тепла. Остання обставина означає, що вміст кисню в атмосфері міст буде сильно знижуватися при використанні водню як автомобільного палива. Магнегаз за своїми характеристиками виступає тут в якості відмінною альтернативи водню.

Робота реактора заснована на дії дуже високих температур, в результаті якого шкідливі речовини розкладаються на елементарні складові. Незвичайна хімічна структура магнегазу і умови його генерації є предметом ретельного теоретичного вивчення (IBR, USMagnegas, Inc.) та інших співробітників на основі нових фундаментальних наукових підходів з огляду на те, що стандартні підходи виявляються не в змозі дати задовільний якісний і кількісний опис. Є безліч як теоретичних, так і експериментальних підстав вважати, що ця технологія має «проривний» характер в області енергетики і екології.

Основні напрямки перспективних досліджень магнегазу:

- технологічні проблеми роботи реактора (підвищення теплової ефективності і продуктивності реактора, забезпечення умов ефективної асоціації мезоструктур);
- структура і властивості горіння магнегаза, перспективи розвитку технології PlasmaArcFlow™, створення ще більш ефективних реакторів наступних поколінь, удосконалення технології;
- переробки магнегаза в рідке паливо (синтетичний бензин і синтетичне дизельне паливо) на основі технології Фішера-Тропша є актуальною темою досліджень, результати яких є дієвим внеском в комплексне рішення проблем екології, ресурсів прісної води, енергетики та переробки відходів і сировини на основі сучасних досягнень фундаментальної і прикладної науки.

Найбільш важливим прикладним значенням технології, є її комплексний характер, що дозволяє на основі одного реактора одночасно домогтися вирішення проблем очистки рідких відходів, використання в якості сировини вугілля, сирої нафти і відходів, опріснення морської води, виробництва екологічно, енергетично і технологічно прийняттого горючого газу і вироблення теплової енергії без викиду шкідливих речовин.

Крім того, важливим аспектом цієї технології, який наближає її до споживачів, є можливість створення реакторів не тільки промислового масштабу, але і компактних і переносних реакторів для середнього та малого бізнесу і домашнього використання. Це вигідно відрізняє її від традиційної нафтогазопереробної галузі, в якій переробка сирої нафти і газу проводиться, з технологічних причин і для забезпечення рентабельності, на вельми капіталомістких стаціонарних установках великого масштабу (нафтопереробних заводах, газонакопичувальних станціях і т.д.).

Слід також зазначити, що магнегаз-технологія не апелює до альтернативних екологічним джерел енергії, таким як вітрова та сонячна енергія, а націлена на традиційні переважаючі сировинні джерела хімічної енергії, такі як нафта, газ, вугілля, рідкі відходи. Сучасні сонячні батареї обходяться споживачеві за ціною близько 7000 USD на 1 кВт, так що для електропостачання типового односімейного будинку (4 кВт) витрати на придбання такого обладнання становлять близько 30000 USD (за матеріалами CNN). Не применшуючи значення цієї технології утилізації сонячної енергії, слід зазначити ряд її типових недоліків: стаціонарність, висока питома капіталомісткість, залежність від погодних умов і кліматичної зони. Ще більша кількість недоліків є при використанні технології утилізації вітрової енергії.

Коефіцієнт вироблення теплової енергії, включаючи теплоту згоряння магнегазу, по відношенню до витрат електроенергії для реакторів PlasmaArcFlow™ становить близько 3 ... 5 (включаючи витрати по втраті енергії на випрямлення струму). Тобто на 1 кВт-год електроенергії, що споживається від трифазного живлення 380 Вольт цей реактор фактично виробляє близько 3 ... 5 кВт-годин теплової енергії. Це результат офіційних випробувань діючого реактора потужністю 50 кВт, який ілюструє високу рентабельність технології в аспекті генерації тепла. Очікується підвищення коефіцієнта вироблення теплової енергії до 7 ... 10 за рахунок технологічних удосконалень реактора, при якому стає можливим перехід реактора в автономний режим електроживлення. Слід зазначити, що при розрахунку повного економічного ефекту реактора крім ефективного вироблення тепла необхідно врахувати, що виробляється горючий газ, що є комерційним продуктом, і очищення забрудненої води.

Показником високої практичної значущості проведених досліджень і міжнародного визнання заслуг є їх підтримка з боку корпорацій, що мають багаторічний досвід впровадження нових природозберігаючих наукомістких технологій і інтерес до цих досліджень з боку Національного Аерокосмічного Агентства США (NASA) і Департаменту Енергетики США (DOE), виразився в недавньому візиті представників цих організацій. Зокрема, на 2001 фінансовий рік заплановано виділення федеральних коштів на випробування адронних реакторів Сантіллі по новій Програмі підтримки перспективних потенційно проривних технологій в області енергетики і транспорту (DOE і National Science Foundation, США).

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОКРИТТЯ НАВАНТАЖЕЬ СПОСОБОМ ОТРИМАННЯ МАГНЕГАЗУ НА НІЧНИХ ТАРИФАХ

3.1 Експериментальне дослідження отримання магнегазу

На базі кафедри АЕС ОНПУ, разом з проф. Королєвим А.В. та Комаровою Я.О. була створена експериментальна установка для видобування магнегазу та дослідження його властивостей, отримання експериментальних даних, порівняння результатів роботи з зарубіжними прототипами, розробки математичних моделей, аналізу результатів, яка постійно вдосконалюється та модифікується, а також застосовуються інноваційні методи досліджень.

Вона пройшла ряд монтажних робіт та реалізованих інженерних рішень зовнішній вигляд установки показаний на рисунку нижче (рис. 3.1):

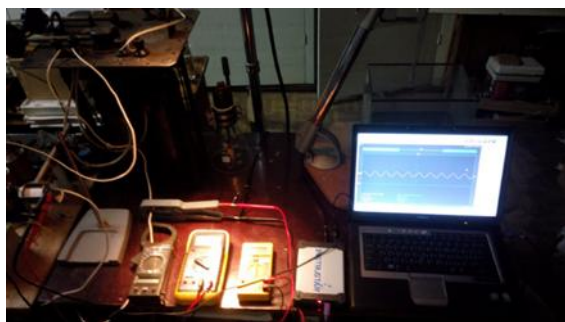


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд експериментальної установки (ОНПУ)

Вона складається з зварювального трансформатора який дозволяє отримувати достатню потужність для виділення магнегазу при постійній напрузі та зміні сили струму, амперметра який вимірює силу струму безпосередньо за допомогою принципу електромагнітної індукції, двох тестерів які використовуються для вимірювання напруги, осцилографа за допомогою якого в режимі запису легко отримувати результати, мірної посудини для заміру кількості виділеного магнегазу, штанги з опорою для опускання мірної посудини в бак з водою, двох графітових електродів та бака для води.

Враховуючи досвід та неточність методики попередніх дослідів, було використано нове обладнання яке дозволило покращити результати експерименту (рис.3.2):

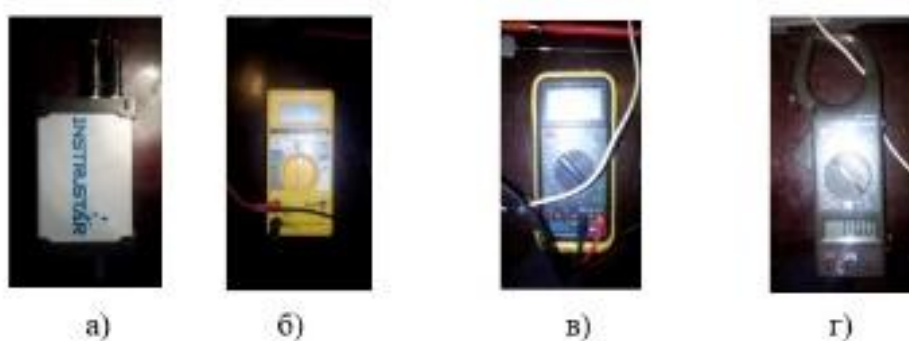


Рисунок – 3.2 Нове обладнання (ОНПУ)

а – Осцилограф INSTRUSTAR; б – тестер основний; в – амперметр; г – тестер резервний

Проте враховуючи деякі її недоліки (негерметичність мірної посудини, неергономічність розташування електричних шин, недостатній контакт електродів та ряд інших причин) було вирішено всі виявлені недоліки виправити в новому прототипі установки, не змінюючи принципу дії, але враховуючи досвід минулого, а також внести лепту в зміну вектора експериментального розвитку, змінюючи фізичний фактор впливу.

В результаті початкових етапів проектування було вирішено зменшити її розмір для того щоб можна було повністю охопити весь процес експерименту, покращити ергономіку, а також відстежити вплив розмірів установки на результати експерименту. В результаті було створено більш компактну та надійну установку, зовнішній вигляд якої представлений на рис. 3.3:

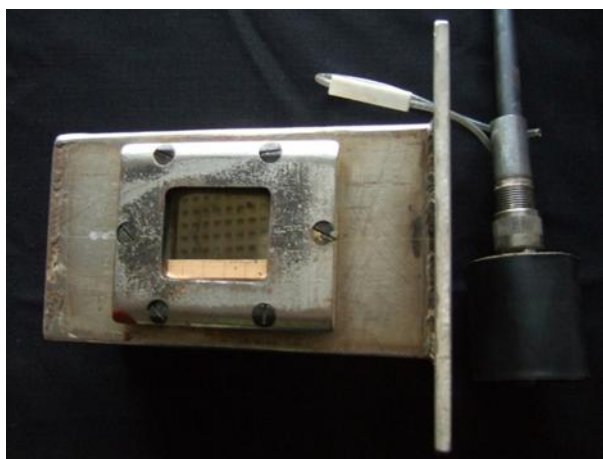


Рисунок 3.3 – Нова модифікація експериментальної установки(ОНПУ)

Відповідно до зображення було зварено надійний сталевий контейнер з мірним склом яке було герметизоване за допомогою термопластичного матеріалу (рис. 3.3)

Конструкція рухомої частини установки складається з графітового електроду, вивідної трубки, збірної посудини та вузла з'єднання (рис 3.4):



Рисунок 3.4 – Рухома частина модифікованої установки (ОНПУ)

Вузел з'єднання служить для герметизації простору між електродом та збірною посудиною за допомогою матеріалу з ефектом пам'яті форми, який притискається різьбовим з'єднанням. Вивідна трубка з регулятором служить для передачі газу який виділяється в мірну посудину.

Для вимірювання спожитої електроенергії яку необхідно знати в розрахунку економічних показників використовувався побутовий лічильник електроенергії, так як в результаті дослідів дуга не завжди запалювалась або горіла нерівномірно, що більш детально можна було простежити за допомогою осцилограми (рис 3.5), отриманої за допомогою осцилографа приєднаного до трансформатору струму:



Рисунок 3.5 – Осцилограма проходження дуги

Умовами для проведення експерименту служили:

- 1) вода для експерименту була водопровідною, попередньо пропущеною через систему фільтрів для очистки її від грубих механічних домішків які могли потрапити туди через систему трубопроводів;
- 2) на електроди подавався струм через зварювальний трансформатор з дотриманням всіх правил безпеки;
- 3) мертвий об'єм збірної посудини вимірювався за допомогою витіснення води.

Установка пройшла багато стадій перед її запуском, включаючи стадію апробації, наладки, кореляції обладнання.

Порядок проведення експерименту був наступним:

- 1) Обладнання було зібране, апробоване, відкорельоване та перевірено згідно правилам безпеки.
- 2) Заповнювався бак для води до необхідного рівня вже підготовленою водою
- 3) Опускався на дно баку один з графітових електродів та фіксувався там за допомогою спеціальних кріплень.
- 4) Опускалась мірна посудина до рівня який відповідав нижній відмітці.
- 5) Вмикався трансформатор на невелику силу струму, при напрузі приблизно в 50-60 В.
- 6) Збірна посудина опускалась до необхідного рівня, коли виникала електрична дуга між двома електродами, одночасно за командою включався осцилограф в режим запису, лічильник електроенергії вмикався попередньо, тому що він не потребує часових обмежень.
- 7) Після певного часу активного виділення магнезу, трансформатор виключався, при цьому припинявся запис осцилограми.

Після виконання одного повторення замірявся об'єм магнегазу який виділювався в процесі проходження дуги та записувались всі відповідні результати. Експеримент повторювався декілька раз для усереднення та визначення можливих особливостей проведення.

В результаті виконаного експерименту було отримано низку інтересних та раніше не описаних в літературі результатів, а саме:

1) При порівнянні експериментів при роботі на різних типах струму було встановлено, що при роботі на постійному струмі виділяється більший об'єм газу ніж при роботі змінному струмі, що ілюструється графіками (рис. 3.6 та 3.7):

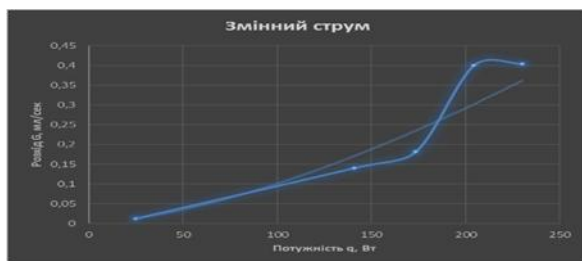


Рисунок 3.6 – Графік виділення магнегазу при змінному струмі

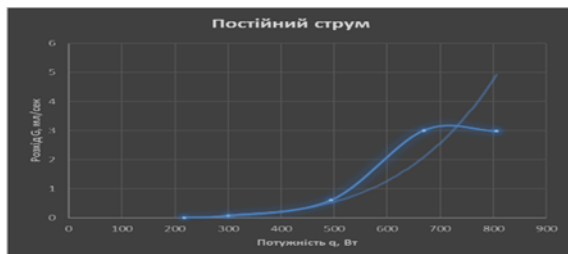


Рисунок 3.7 – Графік виділення магнегазу при постійному струмі

Порівнюючи графіки рис.3.6 та 3.7 та взявши за контрольну точку ті самі значення розходу наглядно можемо побачити, що при постійному струмі виділяється більше газу (рис. 3.8):

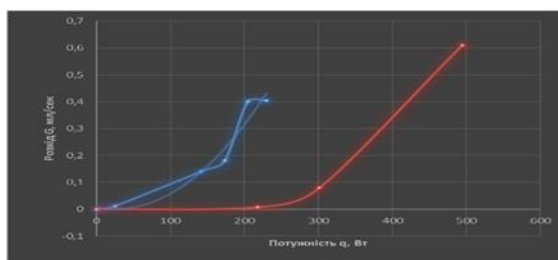


Рисунок 3.8 – Порівняльна характеристика результатів при різних видах струму

Провівши порівняльну характеристику результатів експериментів, можна стверджувати, що модифікація установки, а також коректування її недоліків дало значний вклад в ефективність магнегазу, що можна відстежити за допомогою співставлення графічної інтерпретації (рис. 3.9), також в минулому залишилось підтвердження того факту, що зі збільшенням потужності установки збільшуватиметься її продуктивність – це дасть поштовх до розвитку промислової установки, модель якої яка представлена в наступному пункті.

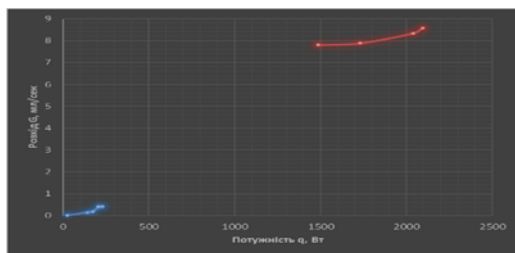


Рисунок 3.9 – Співставлення ефективності установок

За допомогою осцилографа компанії Instrustar можна скористуватись функцією математичного перемноження двох каналів – сили струму та напруги і отримати значення потужності яка виділяється при проходженні дуги та оцінити, попередньо вирахувавши площі під графіком потужності взявши інтеграл по часу та проконтролювати значення які отримуються на побутовому лічильнику електроенергії. На осцилограмі графік потужності зображений червоним кольором (рис. 3.5).

Під час спалювання магнегазу який виділювався в результаті експерименту полум'я від горіння було яскраво-жовтим, що свідчить про досить високу температуру горіння, що може наближуватись навіть до ацетилену.

Застосування вугільної дрібнодисперсної фази

Неодноразово поставало запитання про можливість збільшення ефективності інтенсивним методом, не приходячи до екстенсивного збільшення потужності та розмірів з можливістю створення компактних мобільних установок, в результаті аналізу літератури було зроблено висновок про те, що використання відходів вугільного виробництва як сировина може бути використана в установках, проте вугілля саме по собі в залежності від різновиду слабо проводить електричний струм, або і взагалі не проводить, проте можна збільшити кількість молекул які будуть вступати в реакцію в процесі горіння дуги за допомогою використання дрібнодисперсної фази. Для

цього було проведено додатковий експеримент по вивченню властивостей вугілля.

Для початку експерименту було взято 5 різновидів вугільної сировини та за допомогою механічної обробки створено гомогенні однорідні зразки дрібнодисперсної фази (рис. 3.10):

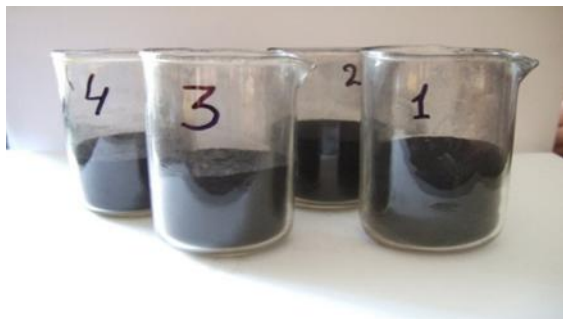


Рисунок 3.10 – Зразки дрібнодисперсної фази вугільної сировини

Зразок №1: ДПГВ - довгополум'я-газове вугілля та слабозапікаючеся. Відноситься до шарових коксових видів вугілля. В цього вугілля теплота згоряння <33910 кДж/кг.

Зразок №2: СЗВГ - слабозапікаючийся вугільний горіх, дрібний з зернами та штибом. В цього вугілля теплота згоряння також <33910 кДж/кг.

Зразок №3: Х - «худе» вугілля. Може використовуватись для отримання електроенергії. В цього вугілля теплота згоряння 35580 кДж/кг.

Зразок №4: А – антрацит. Володіє самим високим показником вітриніту від $2,2\%$. Теплота згоряння <35300 кДж/кг

Для проведення експерименту необхідно було охарактеризувати зразки вугілля, в результаті спостережень було виділено такі основні ознаки:

Зразок №1: порошок тьмянний, темно-сірий. Поганий блиск свідчить про малий вміст вітриніту.

Зразок №2: порошок чорного кольору, блиск відсутній.

Зразок №3: порошок темно-сірий з блиском.

Зразок №4: порошок чорний, з блиском. Спостерігаються примішки сірки. Подрібнюється легко.

Після порошок вугілля було перевірено на електропровідність, для того щоб уточнити факт провідності вугільної суміші, що важливо для оцінки потужності витраченої на виробництво магнеазу. Виміри виконувались за допомогою мультиметру Mastech:

Наступним етапом була перевірка стійкості суміші. Всі зразки заливались водою по 100 мл та перемішувались.

Після перевірки зразків через 1 добу було спостережено наступне, що і дозволило вибрати найбільш оптимальний зразок для використання, враховуючи досвід попередніх експериментів по вивченню інших властивостей:

Зразок №1: вода тьмяна, з осадком внизу

Зразок №2: вода напівпрозора, деяка кількість вугільного порошку виплила на поверхність, інша залишилась на дні

Зразок №3: вода напівпрозора, на поверхні шар вугільного порошку (2 мм), інша залишилась на дні

Зразок №4: вода напівпрозора, на поверхні шар вугільного порошку (1мм), інша частина осіла на дно. Спостерігалось виділення бульбашок.

Співставивши всі дані результатів різноманітних спостережень та досліджень можна зробити висновок що найбільш ефективним та раціональним у використанні буде зразок №4, тобто антрацит, що і підтвердилось результатами експериментів з різними зразками в реальних умовах. На рис 3.11 зображено ефективність використання кожного зі зразків, що і підтвердило попередні спостереження:

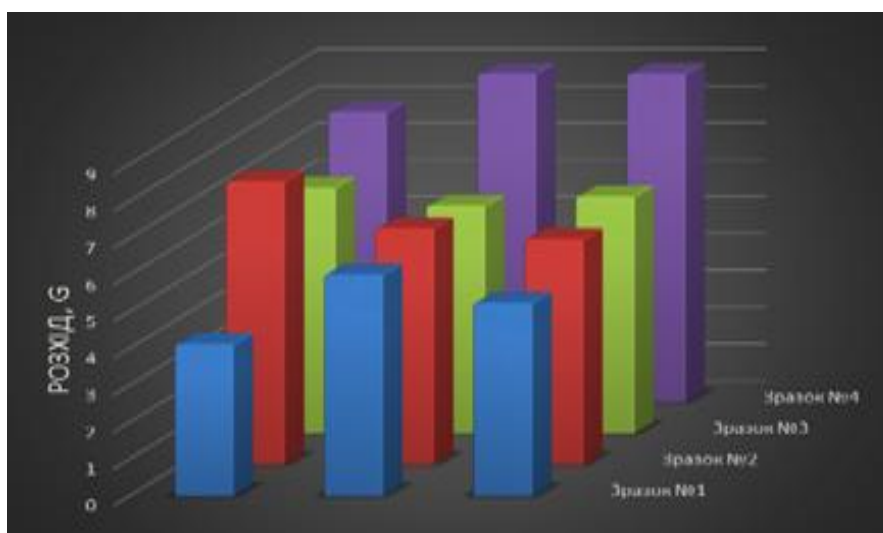


Рисунок 3.11 – Порівняння ефективності різних зразків вугілля

Підвести підсумки ефективності використання дрібнодисперсної фази вугілля в суміші з водою можна за допомогою графічної інтерпретації результатів (рис 3.12):

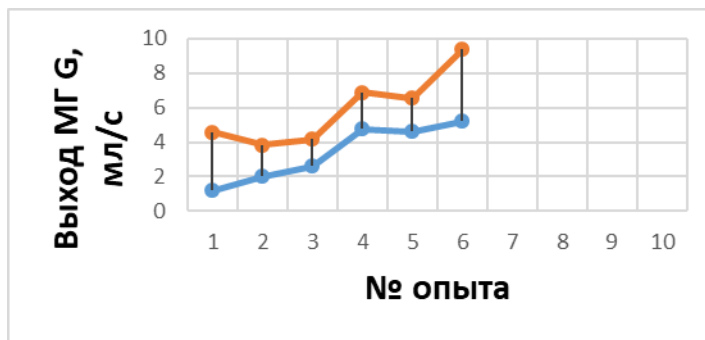


Рисунок 3.12 – Співставлення результатів використання дрібнодисперсної фази вугілля в робочому розчині

Для регулювання навантажень в енергомережі передбачається встановлення промислових аналогів установки після проведення пілотних експериментів та достатнього досвіду в експлуатації подібних на базі кафедри. Місце встановлення даних промислових аналогів вирішується з точки зору безпеки та ергономіки кожної станції та не вимагає особливих потреб. Для цього було спроектовано реальну модель установки (рис. 3.13) основану на базі установок для виплавки алюмінію, які підтвердили свою безпеку та надійність на протязі десятиків років.

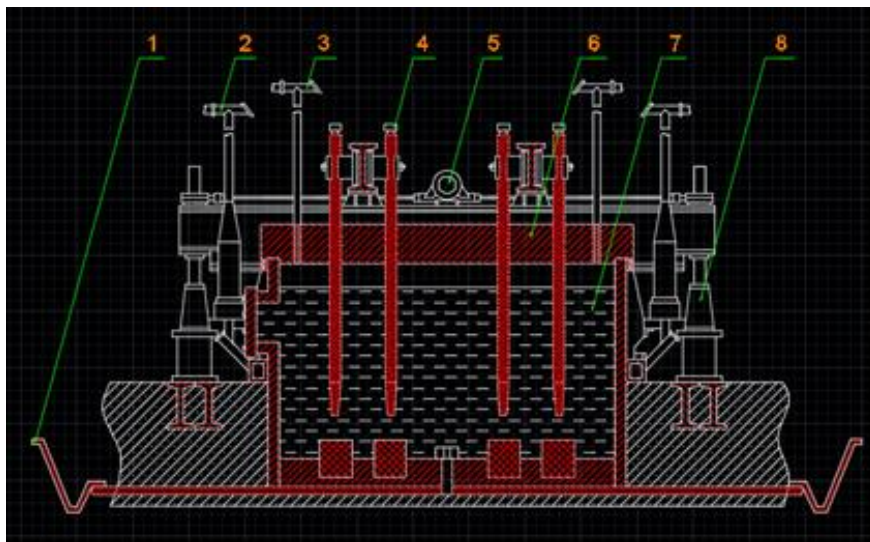


Рис 3.13 – Промислова аналог на базі установок для боксидів алюмінію

1- Шина подачі напруги; 2 – Подача робочої суміші; 3 – Подача газу в газгольдер; 4 – Рухомий електрод; 5 – Привід; 6 – Кришка баку; 7 – Бак з водою; 8- Опора.

Установка складається з таких основних елементів як: шина подачі напруги на яку підводиться електричний струм та яка передає напругу до нерухомих електродів; труба подачі робочої суміші через яку подається суміш підготовленої води з вугільним порошком кільцевим методом; подача газу в газгольдер виконується завдяки відвідній трубці з регулятором тиску; рухомий електрод до якого під'єднується інша шина подачі напруги; привід за допомогою якого піднімаються та опускаються електроди, а також вивільняється кришка баку; кришка баку з герметичною прокладкою яка забезпечує підтримання тиску в середині баку; бак з водою в якому проходить сам процес видобування магнеза; опори на яких тримається привід з рухомими електродами.

В нічні періоди, коли навантаження на енергомережу найменше, необхідно знижувати потужність ЯЕУ, тому що рівень споживання енергії набагато менший ніж в пікові періоди.

Саме тому в нічні періоди можна направляти надлишкову електроенергію на промислову установку та акумулювати магнез, пізніше спалювати його в котлах ТЕС при пікових навантаженнях на енергомережу, так як іде тенденція до різкого подорожчання та дефіциту твердого палива для теплових електростанцій. Накопичується надлишковий магнез в підземних газгольдерах, що не порушуватиме безпеку та надійність атомних станцій. Також широко поширене його використання при ремонті обладнання, зварюванні та розрізанні металів.

ВИСНОВКИ

1. В роботі були розглянуті аспекти використання магнеза, як джерела енергії для покриття пікових навантажень;

2. Дослідженні відомі способи для вирівнювання енергетичних навантажень;

3. Розроблений експериментальний стенд для видобування магнеза;

4.Обраний максимально ефективний спосіб отримання магнеза експериментальним шляхом;

5.Розрахунковим шляхом обраний новий, ефективний спосіб покриття пікових навантажень з використанням магнеза

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.“Теплогідравлічний і нейтронно-фізичний розрахунки Ядерного реактора типу ВВЕР” – Методичні вказівки для студентів за спеціальністю 7.09.05.06/Г.П.Верхівкер. – Одеса: ОНПУ, 1995.

2. Шаповаленко В.В. Методичний посібник «Теплогідравлічний розрахунок ядерного енергетичного реактора». Севастополь: СНУЯЕіП, 2012.

3.Програма Water Steam Pro Calculator. (програма для обчислення властивостей води і водяної пари. Версія 5.2.001. Copyright MEI, 2000 p).

4.Широков С.В. Ядерні енергетичні реактори: Навч. посібник.- К.:НТУУ“КПІ”, 1997.- 280 с.

5. Г. П. Верхивкер, В.П. Кравченко. Основирозрахунку та конструювання ядерних енергетичних реакторів. Посібник / В 360 / Під заг. Ред.. В. А. Дубковського, Одеський національний політехнічний університет – Одеса:ТЕС,2008. – 409с.

6. Ісаченко В. П. та ін. І 85 Теплопередача: Посібник для ВУЗів / В. П. Ісаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. 4-е вид., перероб. та доп. – М.: Енергоатоміздат, 1981. – 416 с.
7. Топольницький М. В. Атомні електричні станції: підручник для Вузів. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка» 2003. – 563 с.
8. Резепов В. К., Денисов В. П., Кирилюк Н. А., Драгунов Ю. Г., Рижов С. Б. Реактори ВВЕР-1000 для атомних електростанцій. – М.: ІКЦ «Академкнига», 2004. – 333 с.
9. Чиркін В. С. Тепло-фізичні властивості матеріалів ядерної техніки. – М.: Енергоатоміздат, 1968. – 453 с.
10. Краснощеков Е. А., Сукомел А. С. К 78 Задачник по теплопередачі: Навчальний посібник для ВУЗів. – 4-е вид., перероб. – М.: Енергія, 1980. – 288 с.
11. А. Д. Коваленко Введення в термічну пружність. – Київ: видавництво «Наукова думка» 1965. – 204 с.
12. Д.А., Конеев С.-М.А. Электродинамические генераторы// Электричество. 1991.№11
13. Киров В.С. Тепловые схемы турбоустановок АЭС и их расчеты: Учебн. пособие для вузов.– изд. 2-е, испр.– Одесса: Астропринт, 2004.– 212
14. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. В.А.Григорьева, В.М.Зорина.– 2-е изд., перераб.– М.: Энергоатомиздат, 1989.– 608 с.: ил.– (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).
15. Гуртовцев А. Л. Гидроаккумулирующие электростанции // Электро. – 2007. – № 1.

16. Гуртовцев А. Л. ГАЭС в электроэнергетике Украины // Энергия: экономика, техника, экология. – 2007. – № 8.
17. Гулиа Н. В. В поисках “энергетической капсулы”: Научно-художественная лит-ра / Художник А.Файдель.- М.: Дет. лит., 1984.- 143 с., ил.
18. Бекман Г., Гилли П. Б42 Тепловое аккумулялирование энергия: Пер. с англ.-
М.: Мир, 1987.-272 с., ил.
19. Астахов Ю.Н. и др. Накопители энергии в электрических системах: Учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов/ Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, А.Г. Тер-Газарян-М.: Выш. шк., 1989. -159 с