Методи регулювання продуктивності апарату повітряного охолодження газу

Цибульська Т.П.
Єнчев С.В,
ННАКІ, НАУ
Київ Україна
Rennfahrerin97@gmail.com

Харабет В.В.
Єнчев С.В.
ННАКІ, НАУ
Київ, Україна
Valentina.harabet.98@gmail.com

Анотація **- основне завдання регулювання апарату повітряного охолодження зводиться до забезпечення оптимальної температури технологічного потоку на виході з апарату . Система регулювання повинна забезпечувати вимоги технології незалежно від зміни режиму роботи вентилятора, збільшення термічного опору, зниження аеродинамічних показників, коливань витрати охолоджуючого або конденсованого продукту або його температури на вході в апарат повітряного охолодження.**

Ключові слова — система автоматичного керування (САК); Апарат повітрянного охолодження (АПО);

Система Автоматичного керування (САК) апаратом повітряного охолодження (АПО) газу схожі за своєю структурою і характеристиками, і призначені для підтримки в автоматичному і ручному режимах заданої температури газу у вихідному колекторі парку АПО з метою забезпечення надійності, підвищення безпеки експлуатації і поліпшення економічних показників роботи АПО.

Регулювання здійснюється або по температурі газу на виході АПО, або по мінімальній температурі стінок теплообмінних труб, або по температурі повітря під пучками труб, або за кількома контурами одночасно. Регулювання температури на виході АПО виконується шляхом включення в роботу необхідної кількості вентиляторів . Установка охолодження оснащена байпасним трубопроводом з краном, який завжди закритий. Після охолодження природний газ по трубопроводу подається на вхід третьої ступені компримування газу. Після компримування та охолодження в АПО газ подається на установку осушення газу і далі через вузол вимірювання витрат газу в систему магістральних газопроводів.

У хімічній та газо- нафтопереробній промисловості широко використовують АПО, у яких потоком повітря обдувається пучок оребрених труб. Оребрення труб дозволяє значно збільшити площу теплообміну з боку теплоносія (повітря) з малим коефіцієнтом тепловіддачі, тим самим досягається збільшення питомого теплового потоку та зменшення розмірів теплообмінного апарата. Інтенсивність теплообміну при обтіканні пучка оребрених труб залежить від типу оребрення (поздовжні ребра, поперечні ребра, спіральне намотування, дротове намотування та ін.), розташування труб у пучку (коридорний або шаховий пучок), числа рядів труб, режиму обтікання й інших факторів.

При цьому використовуються три основних способи регулювання - за рахунок зміни частоти обертання вентиляторів, за рахунок зміни ступеня відкриття жалюзів, за рахунок включення/ відключення електродвигунів вентиляторів АПО (ступеневе регулювання). Всі системи забезпечують плавний запуск електродвигунів вентиляторів АПО газу і можуть працювати в автоматичному, дистанційному та ручному режимах.

Проте всі існуючі САК АПО газу не пристосовані для роботи в умовах гідратоутворення в АПО. Тому актуальним завданням є проектування нової системи автоматичного керування апаратом повітряного охолодження газу, що відповідає основній вимозі забезпечення оптимального охолодження газу в безгідратному режимі.

Список використаних джерел

[1] file:///C:/Users/%D0%A2%D0%B0%D0%BD%D1%8F/Desktop/%D0%94%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA%20%D0%86%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B8%20(%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F).pdf

[2] П'янило Я. Д., Притула М. Г., Павленко В. А., Землянський Б. В. Алгоритм термо- гідравлічних розрахунків газових мереж // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. — 2004. — № 521. — С. 196-200.

Автоматизована система керування функціями будівлі за технологією «Розумний будинок»

Ніколайчук О.Б.
науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
lena190796@ukr.net

***Анотація* — у даній роботі було розроблено автоматизовану систему керування функціями будівлі, яка дає можливість керувати роботою її об'єктів.**

Ключові слова — автоматизована система; розумний будинок; функції будівлі; клімат-контроль; пожежна охорона; автоматизовані підсистеми керування.

I. Вступ

Людство рухається вперед семимильними кроками. Виражається це в постійному вдосконаленні технологій різного характеру, а також у створенні абсолютно нових. Важливу роль в житті сучасної людини відіграє автоматизація, про яку вона часом навіть не замислюється.

Автоматизація давно увійшла в наше життя і нинішня ситуація показує, що це не просто симбіоз, а мутуалізм жорсткої форми.

Однією з найбільш цікавих, близьких кожному, форм автоматизації є автоматизації житлового приміщення (домашня автоматизація). Думки про те, що який-небудь елемент будинку може функціонувати і виконувати певні дії самостійно, більше не є чимось фантастичним. Якщо говорити простою і зрозумілою мовою – «Розумний будинок» допоможе зробити життя простішим, приємнішим і позбавить людину часом надлишкових рутинних дій, до яких дісталася автоматизація в рамках терміну – «Розумний будинок».

II. Постановка проблеми

Бурхливий розвиток інформаційних технологій призвів до їх впровадження в усі сфери діяльності. Це торкнулося і житлових будинків, офісних будівель. Щороку відбуваються крадіжки будинків, гостро стоїть проблема управління заміськими дачами, проблема економії електроенергії. Тому проблема автоматизованого керування освітленням, температурою, вологістю та охоронною системою на сьогоднішній день є актуальною.

Запропонована система автоматизації житлового приміщення за допомогою технології «Розумний будинок» надасть наступні переваги:

- Новий рівень безпеки. Елементи і модулі, з яких складається «Розумний будинок», зокрема програмовані, позбавлені «людського фактора». Автоматизована система керування працює точніше і надійніше людини.
- Можливість локального або віддаленого моніторингу всіх господарських ресурсів. Дана можливість дозволить заощадити.
- Можливість моніторингу станів локальних модулів. Дана можливість дозволяє дізнатися абсолютно все. Починаючи від того, чи ввімкнене світло в квартирі, закінчуючи станом мікроконтролера на даний момент.

III. Розробка структури розміщення датчиків та обладнання

Після аналізу функцій та існуючих рішень Smart House («Розумний будинок») було вирішено забезпечити будинок наступними підсистемами: підсистема відчинення дверей; підсистема клімат-контролю; підсистема для електроприладів; підсистема освітлення; підсистема «пробудження»; підсистема підігріву підлоги; підсистема безпеки. Було створено схему розміщення датчиків та обладнання.

Пропонується реалізація запропонованої системи на базі недорогих, легкодоступних та легкозамінних компонентів. Функціональна схема даної автоматизованої системи наведена на Рис. 1.

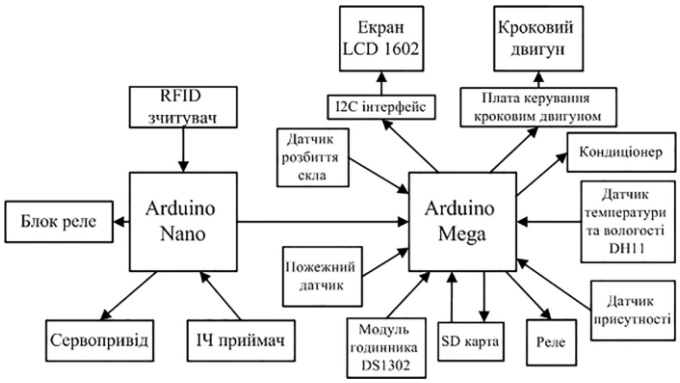


Рис. 1. Функціональна схема автоматизованої системи «Розумний будинок»

Для реалізації даної системи було підібрано наступне обладнання:

Обладнання керуючої частини автоматизованої системи: контролер Arduino MEGA 2560; WiFi модулі ESP8266; модуль RC522 RFID; кроковий двигун 28BYJ-48-5V; плата керування ULN2003 Darlington; LCD екран 1602.

Підсистема керування освітленням: стабілізатор напруги AMS1117-3.3V; контролер Arduino Nano; двоканальне реле; датчик руху SC0072.

Підсистема керування клімат-контролем будівлі: датчик температури DS18B20; датчик вологості MiniCap2; датчик швидкості повітря типу АП1-1.

Охоронно-протипожежна підсистема: автоматичний пожежний датчик VISONIC MCT-426; магнітно-контактний датчик Visonic MCT-302; цифровий акустичний датчик розбиття скла PATROL-501.

Інші допоміжні підсистеми: годинник DS1302; сервопривід Tower Pro 9g SG90; датчик вологості та температури DH11; світлодіодний світильник коло 3W-4000; модуль для SD-карти; SD-карта; «розумний» чайник REDMOND SkyKettle M171S. [2]

IV. Імітаційне моделювання

Для реалізації імітаційного моделювання було обрано середовище моделювання Proteus, так як воно має можливість досить реалістично моделювати мікроконтролери сімейства AVR.

ISIS Proteus – інтегроване середовище для розробки електронних пристроїв, в тому числі на мікроконтролерах.

Надає можливості введення схеми в графічному редакторі, моделювання її роботи і розробки друкованої плати, включаючи тривимірну візуалізацію її збірки. Унікальною рисою середовища Proteus є можливість ефективного моделювання роботи різноманітних мікроконтролерів (PIC, 8051, AVR, HC11, ARM7 / LPC2000 і ін.) і налагодження вбудованого ПЗ. [1]

Програма Proteus дозволяє перевірити прошивку програми в віртуальному середовищі. Для кожного компонента є віртуальна модель, наприклад модель мікроконтролера ATmega2560 на основі нього зібрана спрощена схема пристрою.

У схемі присутні всі елементи керування, датчик температури, датчик вологості, датчик швидкості повітря, кнопки керування та рідкокристалічний дисплей для відображення інформації.

Імітаційна модель підсистеми клімат-контролю наведена на Рис. 2.

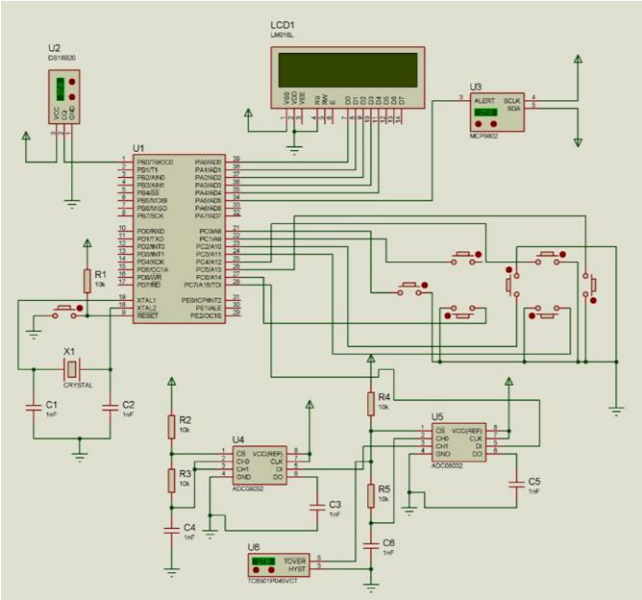


Рис. 2. Імітаційна модель підсистеми клімат-контролю

V. Висновки

1. Описано загальні поняття системи «Розумний будинок», а також висвітлені деякі функціональні особливості цієї системи. Проведено аналіз існуючих рішень з використанням технології «Розумний будинок».

2. Виконана розробка структури автоматизованої системи керування функціями будівлі та постановка задачі. Створено схему розміщення датчиків та допоміжного обладнання.

3. Розроблено функціональну схему та виконано підбір обладнання для реалізації автоматизованої системи керування функціями будівлі.

4. Розроблено алгоритми керування автоматизованої системи керування функціями будівлі та імітаційну модель однієї з підсистем.

Список використаних джерел

[1] Белов А.В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR. – М.: Наука и Техника, 2012. – 530 с.

[2] Дж. Фрайден, Современные датчики. Справочник , – М., 2005. – 587 с.

Формування й регулювання вихідної напруги однофазних автономних інверторів напруги

Цибульська Т.П.
Єнчев С.В.
ННАКІ, НАУ
Київ, Україна
Rennfahrerin97@gmail.com

Харабет В.В,
Єнчев С.В.
ННАКІ, НАУ
Київ, Україна
Valentina.harabet.98@gmail.com

Анотація - **метод регулювання частоти обертання є найбільш гнучким, так як в цьому випадку напруга і частота можуть змінюватись за будь-яким потрібним законом. Але для зміни частоти живлячої напруги потребується джерело електричного струму змінної частоти. В якості останнього використовують перетворювачі частоти: електромашинні або статичні, зроблені на керованих напівпровідникових вентилях (тиристорах і транзисторах).**

Ключові слова **— інвертор; тиристор; транзистор; діод; електро рушійна сила (ЕРС);**

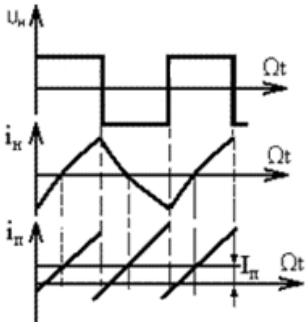
Керовані випрямлячі здатні передавати енергію з мережі живлення в навантаження і назад. При переході машини в режим генератора, енергія постійного струму перетворюється і передається в мережу змінного струму. Так як частота, число фаз і форма напруги на виході визначаються мережею, такий перетворювач називають інвертором відомим мережею.

Іншим типом інвертора є автономний інвертор. Споживачем енергії автономних інверторів є навантаження змінного струму, яке не має інших джерел живлення, окрім самого автономного інвертора.

Їх найчастіше всього виконують за мостовою схемою. При активному навантаженні форма струму є прямокутною. У сталому режимі крива струму активно-індуктивного навантаження симетрична й складається з ділянок експонент з постійною.

При перемиканні транзисторів виникає ЕРС самоіндукції, яка підтримує попередній напрямок струму. За відсутності діодів це викликало би перенапругу і призвело до пробою транзисторів, тому всі прилади шунтуються вентилем. Завдяки наявності діодів, ЕРС самоіндукції викликає струм, який протікає в ланцюзі назустріч струму джерела живлення, в наслідок чого той зменшується і змінює знак.

Негативні ділянки кривої струму відповідають віддачі в джерело живлення електромагнітної енергії накопиченої в індуктивності навантаження.



Аби виділити на навантаженні першу гармоніку вихідну напругу інвертора піддають фільтрації шляхом встановлення між інвертором і навантаженням фільтрів. При розглянутій формі кривої вихідної напруги регулювання її величини можливе лише шляхом зміни напруги Е.

Формування кривої вихідної напруги характеризується процесами, що протікають у головних колах інвертора при задаванні відповідних інтервалів провідності тиристорів. Для простоти способи формування розглядаються без урахування процесів, що протікають в допоміжних колах примусової комутації й що займають суттєво меншу частину періода вихідної напруги. У зв'язку із вказаним вузли примусової комутації, призначені для замикання одноопераційних тиристорів. Такий підхід дозволяє відобразити сутність процесів формування (регулювання) вихідної напруги, загальних як для транзисторних інверторів, так і для інверторів на одно- та двоопераційних тиристорах.

Список використаних джерел

[1] Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. М., 1974.

[2] Электрические машины: Асинхронные машины./ Радин В.И., Брускин Д.Э., Зорохович А.Е. Под ред. Копылова И.П. М.: Высшая школа, - 1988. – 328 с.

Система управління 3d прінтером на виробництві у авіаційній галузі

Міщенко О.Ю.
науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
zverokboss@gmail.com

Анотація **- у даній роботі було розроблено 3d-прінтер демонстратор, що дає можливість швидко створити прототип деталі для полегшення повторного тестування з послідовною, покроковою модернізацією об'єкта.**

Ключові слова — 3d-друк, 3d-прінтер .

I. Вступ

Промислові компанії стали все частіше використовувати в своєму виробництві технології тривимірного друку. В авіаційній та аерокосмічній діяльності впровадження 3D-друку дозволяє істотно знижувати втрати витратних матеріалів, а це важливо, враховуючи, що на виробництві використовуються дорогі матеріали, наприклад, титан. Фахівці прогнозують, що 3D-модернізація даних галузь з часом знизить витрати на матеріали більш, ніж на 30%.

Зазвичай запасні деталі виробляють на заводі, зберігають на складі і доставляють покупцю на його замовлення. Завдяки 3D-прінтерам запчастини можна виробляти там, де вони потрібні. Виробництво переміщається до покупця.

II. Постановка проблеми

На сьогоднішній день одним із пріоритетних завдань як в промисловості так і в народному господарстві є мінімізація затрат при виробництві запчастин та готових компонентів.

Одним із перспективних напрямків вирішення задачі мінімізації затрат ресурсів при виготовленні різного роду виробів можуть стати технології 3D друку. Переваги використання сучасних 3D принтерів очевидні: зниження собівартості і скорочення термінів виготовлення продукції, моделювання елементів будь-якої форми і складності, швидкість та висока точність виготовлення, можливість використання різних матеріалів. У поєднанні з потужними сучасними інструментами проектування, такий тип виробництва дозволяє створювати конструкції будь-якої, навіть найскладнішої форми.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Існує декілька методів 3D друку:

– технологія FDM (моделювання методом наплавлення, рис.1);

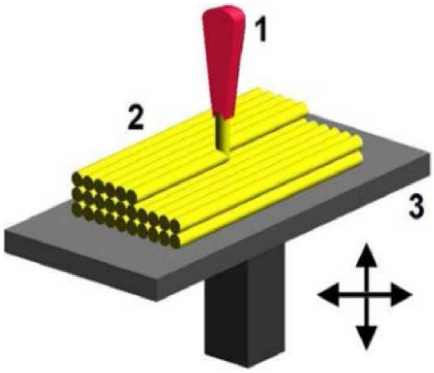


Рис.1. Технологія 3D друку FDM

–технологія Polyjet (рис.2);

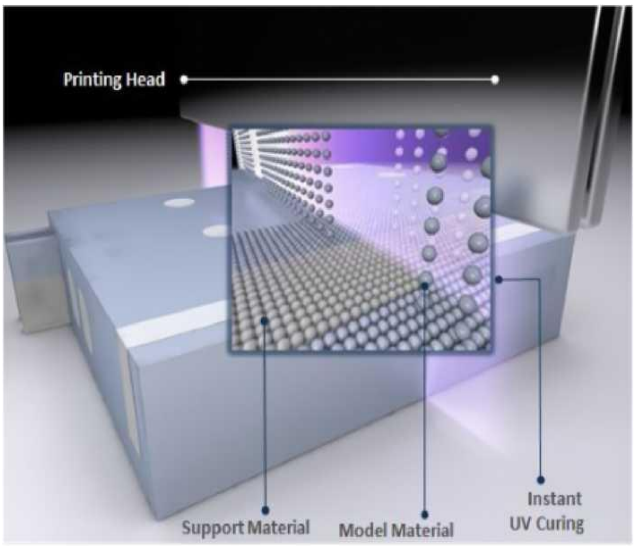


Рис.2. Технологія 3D друку Polyjet

–технологія LENS (технологія лазерної наплавки, рис.3);

Рис.3. Технологія 3D друку LENS

– технологія LOM (виробництво об'єктів методом ламінування, рис. 3); технологія SL; технологія LS; технологія 3DP та ін.

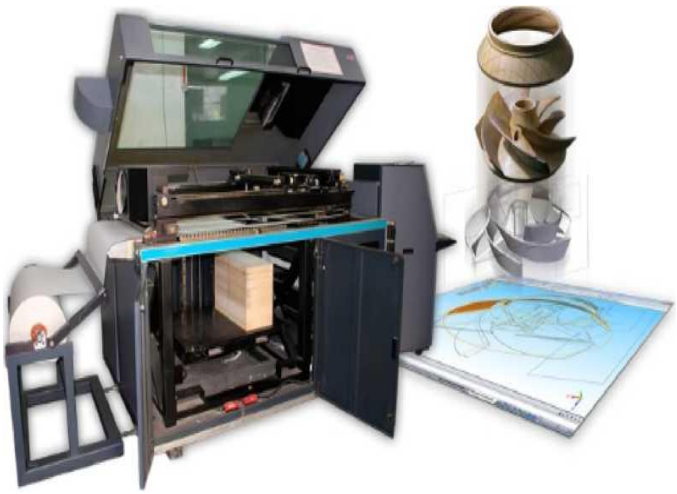


Рис.4. Технологія 3D друку LOM

Переваги технології FDM (рис. 1): швидке виробництво служить в якості недорогої альтернативи стандартним методам при створенні дрібносерійних партій, низька собівартість готової друкованої деталі.

Переваги технології технології Polyjet (рис. 2) :товщина шару до 16 мікрон (клітка крові 10 мікрон); висока швидкість друку. Недоліки технології: друкує тільки з використанням фото полімеру; дороговизна пластику; чутливість до ультрафіолетового випромінювання, крихкість деталей.

Переваги технології LOM (рис. 4) : висока швидкість друку порівняно із стандартним виготовленням такої самої деталі, міцніть готових деталей. Недоліки технології: висока собівартість 3D принтера та висока ціна витратних матеріалів.

У той же час, окрім 3D-друку з пластику і полімерних матеріалів, набуває широкої популярності виробництво деталей та запчастин з металу з використанням аналогічної технології. У поєднанні з потужними сучасними інструментами проектування, такий тип виробництва дозволяє створювати конструкції будь-якої, навіть найскладнішої форми, багато з яких міцніші та легші аналогів, вироблених традиційним способом.

Так як аерокосмічна промисловість активно використовує технології 3D-друку з металу, оскільки вона дозволяє помітно зменшити загальну вагу літака. Наприклад, промисловий гігант Boeing випустив понад 20 000 деталей для літаків, виготовлених подібним чином. Британська компанія GKN, що виробляє автомобільні запчастини, розвиває спільно з європейським космічним агентством EADS технологію 3D-друку титанових кронштейнів на своєму заводі в Брістолі. Це дозволяє скоротити час виробництва з 4 годин до 40 хвилин, а витрати матеріалів – на 30% менше.

IV. Висновки

В даній роботі пропонується використання технології друку FDM для розробки демонстратора – 3D принтера для виготовлення деталей з пластика. Принцип технології друку FDM представлено на рис. 1.

Цей принцип полягає у створенні тривимірних об'єктів за рахунок нанесення послідовних шарів матеріалу, які повторюють контури цифрової моделі. Дана технологія дозволить швидко створити прототип деталі для полегшення повторного тестування з послідовною, покроковою модернізацією об'єкта.

Список використаних джерел

[1] https://mind.ua/news/20171106-boeing-bude-drukuvati-detali-litakiv-na-3d-printeri

[2] https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2210055-3ddruk-dozvolit-boeing-zaosaditi-do-3-miljoni-na-koznomu-lajneri.html

[3] http://www.leu.com.ua/3d-druk-znizit-vartist-vigotovlennya-boeing-787-dreamliner-na-2-3-mln/

[4] https://ukr.segodnya.ua/lifestyle/science/3d-pechat-metallom-tehnologiya-budushchego-736983.html

[5] http://3dprint54.ru/dlachegopechat.html

[6] http://www.cheap3d.ru/shop/print_product_info.php?products_id=1154

[7] http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/ufa-engineers-use-3d-printing-in-the-development-of-the-engine-for-lig/

[8] https://3ddevice.com.ua/blog/news/3d-printer-v-aviatsii/

.

Метод бажаних передавальних функцій, як ефективний спосіб керування роботом-маніпулятором

Ціпов'яз А. О.
науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
artemiypromark@gmail.com

Зунунов А. О.
науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
artemiypromark@gmail.com

***Анотація - у* даній роботі синтезовано регулятор методом бажаних передавальних функцій, який суттєво покращує якісні характеристики роботи об'єкта, та виконано порівняння роботи регулятора, налаштованого різними методами.**

Ключові слова — система керування; поліноміальні рівняння; бажані функції; робот-маніпулятор; привід; двигун постійного струму

I. Вступ

Кожен сучасний виробничий процес, кожна сфера діяльності в цілому у наш час автоматизується. Ефективний, якісний та швидкий спосіб вирішення будь-якого завдання завжди був першочерговою задачею у різних сферах життя.

Медицина, виробництво, дослідницькі операції, ліквідаційні роботи всі ці сфери об'єднує те, що можливості людини обмежені у даних галузях виходячи з багатьох факторів, тому виникає невідкладна необхідність у використанні систем автоматичного керування, які створенні для виконання завдань складних для людини.

Автоматизація є необхідною умовою сьогодення, адже сучасна людська діяльність поєднує в собі важку, монотонну та часом небезпечну роботу. Інтеграція робототехнічних комплексів торкнулася кожної галузі людських інтересів.

Проте найважливішу роль робототехнічні системи відіграють там, де вирішальною є швидкість та точність виконання. Саме тому широкої популярності набули роботи-маніпулятори, які завдяки своїй структурі та кількості ступенів рухомості дозволяють імітувати рухи людської руки, що якісно збільшує кількість маніпуляцій, які може провести робот.

II. Постановка проблеми

Забезпечення якісної роботи та успішне виконання завдання – основна задача маніпулятора, за реалізацію якої відповідає система керування роботом. Система керування, у свою чергу, налаштовується за допомогою регулятора, синтез якого вважається однією з найважливіших задач у створенні робота.

Серед великої кількості сучасних регуляторів найбільшої популярності набув ПІД-регулятор у різних його конфігураціях, проте, не зважаючи на відносну легкість проектування та достатню точність, існують методи, які значно підвищують якість системи. До таких методів відноситься метод бажаних передавальних функцій. Характерною відмінністю даного методу є те, що корегувальний пристрій синтезується виходячи з умов якості, яких потребує конкретна задача, це виконується шляхом визначення різниці вихідної і бажаної логарифмічно-частотної характеристики системи.

Метою роботи є синтез цифрового регулятора для системи автоматичного керування (САК) роботом-маніпулятором.

III. Основна частина

Синтез цифрового регулятора методом бажаних передавальних функцій зводиться до знаходження структури і параметрів корегуючого пристрою. Ця задача вирішується визначенням різниці вихідної і бажаної логарифмічної амплітудно-частотної характеристики (ЛАЧХ). Якість системи буде визначатись низькочастотною областю її ЛАЧХ.

При синтезі ЦСАК методом побудови бажаних передавальних функцій будемо вважати, що її незмінна частина обрана. Вважатимемо, що передавальна функція ЦСАК обрана і дорівнює бажаній $H_X(z) = H_Б(z)$:

$$H_X(z) = \frac{D(z) \cdot W_{ПДОК}(z)}{1 + D(z) \cdot W_{ПДОК}(z)}$$

При цьому передавальна функція ОК відома з точністю до номінальних параметрів ОК:

$$W_{ПДОК} = W_{П_0}(z) = \frac{P_0(z)}{Q_0(z)} z^{-s_П},$$

де $s_П$ - реальне запізнення в ОК.

Із записаних виразів можливо обчислити передавальну функції цифрової обчислювальної машини (ЦОМ):

$$D(z)=\frac{1}{W_{П_0}(z)}\cdot\frac{H_Б(z)}{1-H_Б(z)}=\frac{Q_0(z)}{P_0(z)}\cdot z^{s_П}\cdot\frac{H_Б(z)}{1-H_Б(z)}=$$

$$\frac{Q_{0+}(z)}{P_{0+}(z)}\cdot\frac{Q_{0-}(z)}{P_{0-}(z)}\cdot z^{s_П}\cdot\frac{H_Б(z)}{1-H_Б(z)}$$

Тоді для обчислення параметрів передавальної функції ЦОМ та бажаної передавальної функції замкненої ЦСАК можливо використовувати наступне поліноміальне рівняння:

$$G(z)\cdot z^{s_Б}=A(z)\cdot M(z)+B(z)\cdot N(z)\cdot z^{s_Б}$$

Обов'язковою є наявність необхідних умов реалізуємості, а саме:

1. Бажана передавальна функція повинна мати запізнення не менше ніж реальний ОК.
2. Порядок передавальної функції регулятора повинен бути не меншим, ніж порядок передавальної функції ОК.

За умови збереження «грубості» системи та виключення додаткових перехідних процесів в управляючому сигналі на виході ЦОМ, тобто:

$$A(z)=P_{0-}(z)\cdot P_{0+}(z)=P_0(z);$$

$$B(z)=Q_{0-}(z);$$

$$D(z)=Q_{0+}(z)\cdot\frac{M(z)}{N(z)}\cdot e^{-(s_Б-s_П)}.$$

Поліноміальне рівняння синтезу набуває вигляду:

$$G(z)\cdot z^{s_Б}=P_0(z)\cdot M(z)+Q_{0-}(z)\cdot N(z)\cdot z^{s_Б}$$

і носить назву другого поліноміального рівняння синтезу алгоритму ЦОМ, за яким задається передавальна функція цифрового регулятора.

Для об'єктивного аналізу отриманих результатів при синтезі регулятору методом бажаних передавальних функцій, здійснено моделювання метода Зіглера-Ніколса та метода PID Tuner.

Обрано саме ці методи, виходячи з принципової різниці кожного між собою, простою використання та достатньою надійністю методів.

Моделювання виконано за допомогою програмного середовища MatLab.

Для коректної оцінки синтезованого регулятора проведено порівняльний аналіз різних методів налаштування регулятора. Графіки перехідних процесів при налаштуванні даними методами приведений на рис. 1.

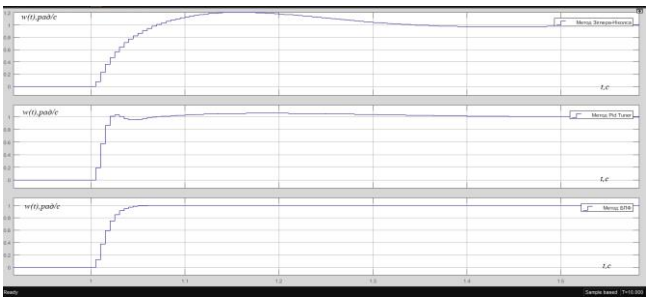


Рис. 1. Перехідні процеси отримані при налаштуванні різними методами

Порівняння проводилось на основі таких якісних характеристик: час регулювання, перерегулювання. Результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Якісні характеристики перехідних процесів за різних методів налаштування регулятора

	Метод Зіглера-Нікольса	**Метод PID Tuner**	**Метод БПФ**
Час регулювання (T, c)	1,44	1,63	1,02
Перерегулювання (σ, %)	20%	3,3%	0%

IV. Висновок

У ході роботи проаналізовано стан розвитку методів налаштування на теперешній час. Синтезовано цифровий регулятор для системи автоматичного керування роботом-маніпулятрором методом бажаних передавальних функцій на основі другого поліноміального рівняння.

Такий спосіб налаштування регулятора дозволив покращити якісні характеристики перехідних процесів, а саме: зменшити час перехідного процесу на 0,5 с та забезпечити перерегулювання 0%.

Список використаних джерел

[1] Ганс Бергер, Автоматизация посредством STEP 7 с использованием LAD и FBD и програмируемых контроллеров. перевод по 2-му изд. Automating with Step 7 in LAD & FBD. Hans Berger. 2001. – 290 с.

[2] Деменков Н.П. и другие, Системы автоматического управления на основе программируемых логических контроллеров. Техническая коллекция Schneider Electric. выпуск 16, 2006. – 365 с.

[3] Деменков Н. П., Языки програмирования промышленных контроллеров: Учебное пособие. под. ред. К. А. Пупкова. – М.: изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 340 с.

[4] Егупов Н. Д., Пупков К. А., Баркин А. И. Синтез регуляторов систем автоматического управления. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 656 с.

[5] Елизаров И. А., с соавторами. Мартемьянов Ю. Ф. и другие, Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры. – М.: Машиностроение. – 2004. – 410 с.

[6] Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления Текст./ Г. Олссон, Д. Пиани, – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.

[7] Чебурахин И. Синтез дискретных управляющих систем и математическое моделирование: теория, алгоритмы, программы. Изд-во: НИЦ РХД, ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 248с.

Модальний регулятор стану для системи керування роботом-маніпулятором

Ціпов'яз А. О.
науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
artemiypromark@gmail.com

Зунунов А. О.
науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
artemiypromark@gmail.com

***Анотація* - у роботі виконано синтез модального регулятора стану для системи керування роботом-маніпулятором та проведено порівняльний аналіз налаштування регулятора методами Зіглера-Нікольса та методом NCD-технологія .**

Ключові слова — система керування; простір станів; модальний регулятор; робот-маніпулятор; модальне керування; двигун постійного струму

I. Вступ

Щороку людина все більше і більше розширює сферу своєї діяльності та спрямовує свою роботу в ті середовища, де для її здоров'я і життя виникає загроза. Тому створення робото-технічних комплексів для роботи в небезпечних для людини умовах стало життєвою необхідністю.

Роботи стали невід'ємною частиною виробництва, допомагаючи людині в його трудовій діяльності. Вони дозволяють замінити монотонну фізичну працю, підвищити якість виробів, збільшити їх випуск.

Найбільшої популярності набули саме роботи-маніпулятори, здатні імітувати функції руки людини. На правильність виконання маніпуляцій роботом впливає система управління, вихідний сигнал якої поступає на привід, який, у свою чергу, приводить в дію маніпулятор. Аби ця система працювала належним чином необхідний регулятор.

Включення в контур управління неналаштованого регулятора не гарантує коректної роботи системи. Тому першочерговою задачею є саме його налаштування, що забезпечує необхідну якість та швидкість виконання поставленої задачі роботом-маніпулятором.

II. Постановка проблеми

Для правильного налаштування регулятора необхідно оцінювати поточний стан об'єкта керування, що не завжди вдається виконати з заданою точністю або ж не вдається виконати взагалі. У такому випадку доцільно скористатись методом простору станів, який дозволить відновлювати змінні стани об'єкта за відомою інформацією про вхідні та вихідні сигнали. При цьому використання класичних регуляторів типу П, ПІ, ПІД є неефективним, тому для керування такою системою пропонується використовувати модальний регулятор стану, який виконує роль корегуючого зворотнього зв'язку.

Метою роботи є синтез цифрового регулятора для системи автоматичного керування (САК) роботом-маніпулятором.

III. Основна частина

Модальне керування відноситься до кореневих методів синтезу лінійних САК, тобто виходячи з заданих показників якості управління будується необхідний характеристичний поліном та визначається місцеположення коренів характеристичного рівняння.

При керуванні станом привода робота-маніпулятора (двигун постійного струму), що забезпечує наближення характери-стичного рівняння до бажаного, можливо скористатись спеціальним лінійним перетворенням, яке діагоналізує матрицю *A*, при цьому переводить математичну модель ДПС із простору фазових координат $\begin{bmatrix} i(n) \\ \omega(n) \end{bmatrix}$, які мають чітко означений фізичний зміст, до абстрактного простору без чітко означеного змісту, де легше виконати корегування динамічних властивостей ДПС. На рис. 1 представлена структурна схема підключення модального регулятора в контур управління двигуном постійного струму.

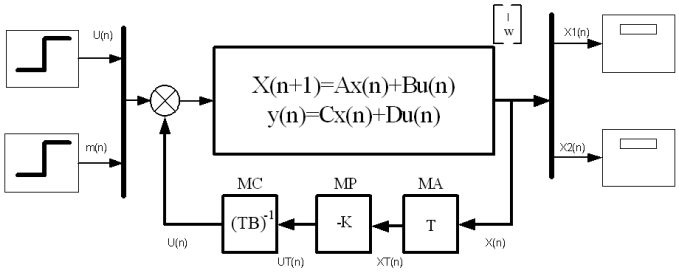


Рис. 3. Структурна схема ЦСАУ ДПС із корекцією динамічних властивостей ДПС за допомогою модального регулятора

На рис.1 : МА – модальний аналізатор – перетворює реальні виміри вихідних координат вектору стану ДПС у віртуальні координати в уявному просторі; МР – модальний регулятор – обчислює віртуальний вектор керування; МС – модальний синтезатор – обчислює реальний вектор управління.

Для коректної оцінки синтезованого регулятора було проведено порівняльний аналіз різних методів налаштування регулятора.

Для порівняння було обрано такі методи: метод Зіглера-Нікольса та метод NCD-технологія, один з яких є аналітичним, інший – програмним.

Імітаційне моделювання було виконано за допомогою програмного середовища MatLab. На вхід системи подається управління (напруга та момент навантаження), у вигляді одиничного скачка; на виході реєструється величина вихідних параметрів (струм та кутова швидкість). Графіки перехідних процесів при налаштуванні різними методами приведений на рисунках 2,3,4.

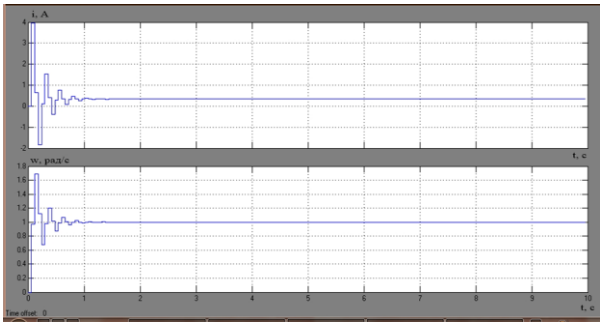


Рис. 4. Графік перехідних процесів за налаштування регулятора методом Зіглера-Ніколса

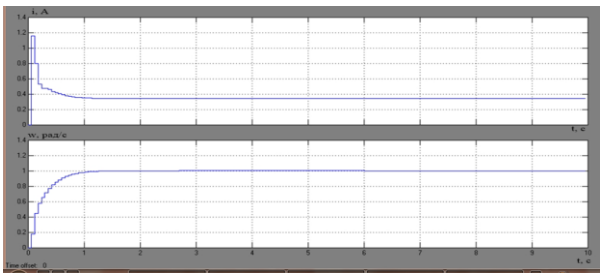


Рис. 5. Графік перехідних процесів за налаштування регулятора методом NCD – технологія

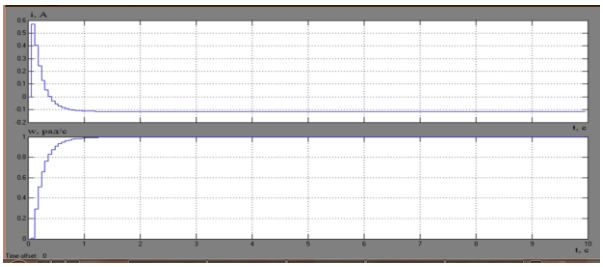


Рис. 6. Графік перехідних процесів за налаштування регулятора методом модального регулювання

Порівняння проводилось на основі таких якісних характеристик: час регулювання, перерегулювання та величина пускового струму. Результати представлені у табл. 1:

ТАБЛИЦЯ I. ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕХДНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ НАЛАШТУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА

	Метод Зіглера-Нікольса	**NCD-технологія MatLab**	**Модальний регулятор**
Час регулювання (T, c)	1,65	1,38	1,26
Перерегулювання (σ, %)	57%	0%	0%
Величина пускового струму (*I, A*)	3,97	1,115	0,58

IV. ВИСНОВОК

У роботі синтезовано модальний регулятор стану для системи керування роботом-маніпулятором, а також здійснено налаштування регулятора на основі методу Зіглера-Нікольса та методу NCD-технології. Проведено імітаційне моделювання системи керування роботом-маніпулятором та виконано аналіз якісних характеристик перехідних процесів за різних методів налаштування регулятора.

Результати порівняльного аналізу різних методів налаштування регулятора показали, що використання синтезованого модального регулятора для досліджуваної системи керування приводом роботом-маніпулятором є доцільним та ефективним. Зокрема, було досягнуто таких показників: зменшено час регулювання на 0,12 с; відсутнє перерегулювання; зменшено величину пускового струму на 0,535 А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Борцов Ю. А., Поляхов Н. Д., Путов В. В. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением.– Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.

[2] Борцов Ю. А., Второв В. Б. Математические модели и алгебраические методы расчета автоматизированных систем. учеб. пособие. ЭТИ. СПб, 1992. – 67 с.

[3] Дьяконов. В. П. Matlab 6.5 SP1/7+ Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576с.

[4] Репнікова Н. Б. Теорія автоматичного керування: класика і сучасність; підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2011р.; – 328 с.

[5] Каргин А. А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.

[6] Медведев В. С., Лесков А. Г., Ющенко А. С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978. – 416 с.

Система керування вентиляцією приміщень аеропорту

Суханевич Є. М.

науковий керівник: О. А. Бєльська
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
Suhanevich0@gmail.com

***Анотація* - робота присвячена підвищенню якості процесу вентиляції приміщень міжнародного терміналу «А» аеропорту «Київ» шляхом автоматичного керування вентиляційними системами.**

Ключові слова — припливно-витяжна вентиляційна* установка*; систем кондиціонування і вентиляції; система автоматичного керування; температура; повітрообмін; регулятор.

I. ВСТУП

Більшу частину свого життя людина проводить в приміщенні або транспорті. Здоров'я і працездатність людини залежать від санітарно-гігієнічного стану приміщення, тобто його мікроклімату.

Під мікрокліматом приміщення потрібно розуміти сукупність теплового, повітряного і вологісного режимів та їх взаємозв'язок. Основна вимога до мікроклімату приміщення - підтримування сприятливих умов для знаходження в ньому людини.

Вентиляція приміщень вимагає окремого підходу в кожному випадку. Правильне проектування систем вентиляції в аеропорті забезпечить кращій повітрообмін в замкнутому приміщенні. Вентиляція таких об'єктів як виробничі споруди, промислові приміщення та аеропорти пов'язана з переміщенням великого об'єму повітря. Оптимальним варіантом вентиляції такого об’єму повітря є системи припливно-витяжної вентиляції [1].

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проблема повітрообміну в аеропортах є однією з важливих задач забезпечення безпеки життєдіяльності пасажирів.

Підвищення ефективності функціонування вентиляційної системи можливе за рахунок автоматичного керування вентиляційною установкою.

Якісне автоматичне керування вентиляційними системами дозволить здійснювати процес керування повітрообміном в аеропортах та забезпечити безпечне перебування в будівлях перед польотного обслуговування пасажирів повітряних суден.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Система припливно-витяжної вентиляції ґрунтується на створенні двох зустрічних потоків. Така система може бути створена або на основі незалежних підсистем припливу й витяжки повітря – із власними вентиляторами, фільтрами тощо, або на основі однієї відповідної установки, що працює як на приплив, так і на витяжку.

Однією з основних складових сучасних систем кондиціонування і вентиляції є засоби і системи автоматики. Основні технологічні функції керування систем кондиціонування і вентиляції, як правило, реалізуються на рівні окремих установок за допомогою систем автоматичного керування. У випадку систем кондиціонування і вентиляції готовим продуктом є повітря в приміщенні, що обслуговується, з заданими параметрами (температура, вологість, газовий склад та інші), а сировиною - зовнішнє і витяжне повітря, теплоносії, електроенергія тощо.

Кожна конкретна система автоматичного керування розробляється виходячи із заданої технології обробки вхідного потоку повітря. Це можуть бути прості вентиляційні системи або центральні кондиціонери в поєднанні з автономними пристроями (осушувачі, автономні кондиціонери, зволожувачі).

При створенні та впровадженні системи автоматичного регулювання вентиляції та кондиціонування повітря необхідно знати характеристики, як певних елементів систем кондиціонування і вентиляції, так і системи в цілому, що описують їхню поведінку в усталених та перехідних режимах. Тільки за наявності таких характеристик є можливість оптимально вибрати регулятор, датчики, виконавчі механізми, побудувати систему автоматичного керування і зробити її наладку.

Динамічні властивості приміщень залежать від кратності повітрообміну Кв, узагальненого розміру приміщення V (відношення об’єму приміщення $V_{прим}$ до площі поверхні огороджень F), коефіцієнтів теплопередачі огороджень $K_{огор}$ і сталої часу огорожі $T_{огор}$.

Аналітично передавальна функція по каналу температури припливного повітря отримана у вигляді:

$$W_{t_{оп}}(p) = \frac{T_{огор} \cdot p + 1}{T_{прим} \cdot p + 1} \cdot K_{прим}, \qquad (1)$$

де $K_{прим}$ і $T_{огор}$ можуть бути визначені за показниками $K_в$, V, $K_{огор}$, теплопровідності $c_в$ і щільності повітря $\rho_в$

[7]; $T_{прим}$ - стала часу приміщення, що може бути визначена як:

$$T_{прим} \approx K_в - 1 \qquad (2)$$

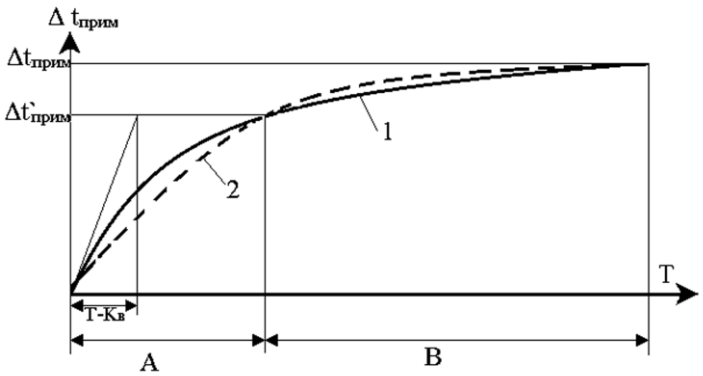


Рис. 1. Процес зміни температури в приміщенні.

Аналіз кривих перехідного процесу, побудованих на підставі рівнянні (1) і експериментальних даних.

На рис. 1. відображено процес зміни температури в приміщенні, що має дві явно виражених ділянки. На першій ділянці (А) видно процес зміни температури, швидкість зміни температури при цьому залежить від кратності повітрообміну $К_в$. За літературними даними цей відрізок часу становить $К_в$-1, тобто 3-4 хвилини [3].

Ділянка В зображує міру поглинання теплоти огорожею і обладнанням, а отже швидкість зміни температури повітря сповільнюється, проявляється інерційність огороджень ($T_{огор}$ може складати близько десятка годин). Тому, теоретичний кінець перехідного процесу досягається через кілька діб [3].

Для приміщень характерні періоди зміни складових теплового навантаження від декількох хвилин до годин, в задачах з такими періодами коливань можна знехтувати інерційністю огорож і представити приміщення аперіодичною ланкою першого порядку з передавальною функцією:

$$W_{t_{оп}}(p) = \frac{K_{прим}}{T_{прим} \cdot p + 1} \qquad (3)$$

У якості регулятора параметрів температури було використано ПІД-регулятор.

Дослідження стійкості системи було проведено за допомогою діаграми Найквіста. У відповідності із критерієм Найквіста замкнута система є стійкою.

Показники якості системи керування визначено за реакцією системи на одиничний стрибок; система є астатичною.

Отже, експлуатація припливно-витяжної вентиляційної установки підвищує якість вентиляції приміщень не лише в промислових умовах, а й в приміщеннях аеропорту.

IV. ВИСНОВКИ

У науковій роботі запропоновано варіант підвищення ефективності функціонування припливно-витяжної вентиляційної установки за рахунок автоматичного керування та управління вентиляційними системами.

Система автоматизованого керування являє собою систему підвищеної точності та чутливою до визначення температурних параметрів при керуванні повітрообміном в аеропортах.

Також у науковій роботі запропоновано застосування швидкодіючих надійних регуляторів, які дозволяють зробити систему вентиляції надійною та економічною, а додаткові системи забезпечують її безпеку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие / Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. – К.: Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.

[2] Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям, наладке. – М.: Термокул, 2004. – 210 с.

[3] Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под ред. И.Г. Староверова. - М.: Стройиздат, 1977. – 310 с.

[4] СНиП 2.04.05-91. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стройиздат, 1992. – 110 с.

[5] СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - Киев, 1996.

[6] ДСанПіН 7.7.3.-014-99 Державні санітарні правила і норми, гігієнічні нормативи: Гігієна транспорту: Авіаційний транспорт. – К., 2007.

[7] СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации

Моделювання динамічних систем

Гудзенко С.Ю.
науковий керівник: О. Й. Чуріна
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
S1997Y@gmail.com

Анотація -роботу присв'ячено моделюванню передаточних функцій регуляторів динамічних систем. Розглянуто математичну модель пропорційного інтегро – диференціального регулятора.

Ключові слова – динамічна система, передаточна функція, ПІД- регулятор.

I. ВСТУП

Автоматизація виробництва передбачає розвиток систем автоматичного керування електромеханічними системами. У зв'язку з цим доцільно здійснювати моделювання динамічних систем з використанням відповідних регуляторів.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Як відомо, динамічну систему можна представити як: $y(t) = A(u(t)),$ де *A* - оператор, за допомогою якого вхідний сигнал $u(t)$ перетвориться в вихідний сигнал $y(t).$ Лінійні динамічні моделі описуються лінійними диференціальними рівняннями.

За аналогією з розімкненою лінеаризованою системою, коливальність електроприводу визначається показником *a*, який являє собою співвідношення постійних контуру. Даний показник також визначає перерегулювання. Отже, підбираючи значення показника *a*, можна забезпечити необхідні динамічні показники при швидкодії, обмеженій значенням сумарної некомпенсованої постійної часу T_μ.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Таким чином для синтезу контурів регулювання координат електропривода слід задатися значенням показника *a*, визначити значення T_μ і записати вираз для передаточної функції розімкненого контуру $W_{раз} = \dfrac{1}{aT_\mu p(T_\mu p+1)}$. Передаточна функція об'єкту регулювання: $W_{ор} = \dfrac{k_1 k_2 k_3 ... k_n}{(T_\mu p+1)\prod_{i=1}^{l}(T_i p+1)}$, передаточна функція регулятора визначається наступним чином: $W_{рег} = \dfrac{\prod_{i=1}^{l}(T_i p+1)}{k_1 k_2 k_3 ... k_n a T_\mu p}$, де T_i – постійні часу елементів об'єкту регулювання; $k_1, k_2, k_3, ..., k_n$ – часткові коефіцієнти контуру регулювання. Отже, зі збільшенням числа *l* постійних, що компенсуються, вираз для передаточної функції ускладнюється. Так, при *l* =0 і малих значеннях постійних часу T_i маємо [1]: $W_{рег} = \dfrac{1}{k_1 k_2 ... k_n a T_\mu p} = \dfrac{1}{T_u p}$, де $T_u = k_1 k_2 k_3 ... k_n a T_\mu$, що відповідає І – регулятору, тобто інтегратору з постійною інтегрування T_u. При *l* =1 приходимо до пропорційно – інтегрального регулятора (ПІ – регулятора). Якщо *l* приймає значення, що дорівнює 2, то необхідний пропорційний інтегро – диференціальний регулятор (ПІД - регулятор). При збільшенні числа *l* у виразі для передаточної функції вимагається збільшувати кратність диференціювання вхідного сигналу. ПІД – регулятор являє собою інтегро – диференціальну модель, яка описується як: $y(t) = k(\varepsilon(t) + \dfrac{1}{T_u}\int_0^t \varepsilon(\tau)d\tau + T_д \dfrac{d\varepsilon(t)}{dt})$, де *к* – коефіцієнт передачі, $T_u, T_д$ – постійні інтегрування і диференціювання; $\varepsilon(t)$ – сигнал похибки замкнутої системи. Дискретна модель ПІД – регулятора уявляє собою рівняння у рекурентній формі:

$$y(n) - y(n-1) = k(1+\frac{T_д}{T_0})\varepsilon(n) - k(1+2\frac{T_д}{T_0} - \frac{T_0}{T_u})\varepsilon(n-1)$$
$$+ k\frac{T_д}{T_0}\varepsilon(n-2).$$

В цьому рівнянні диференціал замінено різницею: $\Delta\varepsilon(n) = \varepsilon(n) - \varepsilon(n-1)$; операція неперервного інтегрування представлена сумуванням прямокутників з інтервалом дискретизації T_0 [2].

IV. ВИСНОВКИ

Таким чином, моделювання динамічних систем виконується на основі інтегро – диференціальних моделей, а також із застосуванням дискретних моделей. Динамічні показники електромеханічної системи забезпечуються шляхом підбору значень співвідношень постійних контуру при швидкодії, обмеженій значенням сумарної некомпенсованої постійної часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник. –К.: Либідь, 2005. – 680 с.
2. В.Н. Киричков. Идентификация объектов систем управления технологическими процессами. – К.: Вища школа, 1990. – 263 с.

Формування моделі міжелементної взаємодії системи керування авіаційних двигунів

Косенко І. В.
науковий керівник: Товкач С.С.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
ss.tovkach@gmail.com

***Анотація* — робота присвячена розгляду проблеми підвищення точності вимірювань для розробки моделі міжелементної взаємодії систем керування авіаційних двигунів, а також візуалізації даних для дослідження необхідних режимів роботи двигуна, формування інтерфейсу зв'язку з апаратно-програмною частиною інформаційно-вимірювального комплексу. В роботі запропоновано побудову адекватної моделі міжелементної взаємодії як об'єкта керування з прийнятною величиною часу розрахунків керуючих впливів. Також в роботі розглянута блок-схема інформаційної моделі функціонування систем керування газотурбінних двигунів (ГТД)**

Ключові слова* — *системи автоматичного керування, математичне моделювання, обробка інформації, інформаційна модель.

I. Вступ

Сучасні системи автоматического керування (САК) технічним станом авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД), які відповідають концепції системи FADEC, потребують розвитку та розробки нових технічних рішень задачею, пов'язаних із задоволенням вимог стандартів EUROCAE [1].

Ідея інтелектуального (адаптивного) керування мікромеханічними пристроями в складі САК ГТД набула широкого поширення завдяки гнучкості її структури, легкого переналаштування і т.д. У ряді публікацій [2,3] відзначаються перспективи і потенційно висока ефективність більш широкого застосування методів штучного інтелекту - не тільки для керування даним класом об'єктів з урахуванням фактора невизначеності, але також і для реалізації систем планування і обробки інформації. Для складних динамічних об'єктів широкого поширення набули адаптивні системи керування, побудовані в класі безпошукових самоналагоджувальних систем (БСНС) з еталонною моделлю, регулятор параметричного керування яких реалізований на основі концепції узагальненого налаштовуючого об'єкта (УНО) [4]. Структура контуру нижнього рівня керування в таких системах, що синтезується з умови інваріантності руху регульованих координат від параметричних збурень, має можливість компенсації впливу нестаціонарності об'єкта керування на динаміку замкнутої системи.

II. Постановка проблеми

Для ефективної роботи з компонентами САК ГТД, що мають обсяг всього кілька кубічних міліметрів, і реалізації надійної, якісної обробки інформації потрібне знання не тільки фізики мікрорівня, а й повної динамічної моделі ефектів, які проявляються при контактах об'єктів з компонентами, поверхнями технологічного оснащення і т.д. Для компенсації діючих збурюючи впливів необхідна побудова швидко обчислювальної моделі з подальшою реалізацією на її основі адаптивної системи керування. Однак моделювання мікроконтактної динаміки специфічне як масштабами, так і задачами, виконуваними при мікровзаємодії, що відзначається в [4,5]. Розглянемо один з варіантів побудови швидко обчислювальної моделі простору взаємодії, для її подальшого використання в інтелектуальній системі керування, на прикладі роботи контактних кінцевих пристроїв.

III. Основна частина

Побудова адекватної моделі міжелементної (ММ) взаємодії як об'єкта керування з прийнятною величиною часу розрахунків керуючих впливів надає можливість застосувати ММ безпосередньо в якості регулятора керуючої частини системи. В цьому випадку система керування при генерації керуючих сигналів буде враховувати найбільш значущі особливості об'єкта і в системі будуть присутні тільки помилки, пов'язані з орієнтацією приводів платформи мікроелементів і якістю простору взаємодії (випадкова складова, тобто необхідно враховувати величину окремих «піків», а не їх середню величину). Постійну складову помилки можна врахувати на етапі створення ММ при проведенні тестових випробувань , причому цю корекцію бажано проводити навіть після незначних змін в конструкції мікроелементів або заміні приводів, або зміні їх орієнтації і т.д.

Таким чином, модель міжелементної взаємодії можна представити у вигляді:

$$pZ(t) = V \cdot I \cdot H \cdot K \cdot U(t), \qquad (1)$$

де V - частота сигналу керування $U(t)$, який подається в модель;

K - лінійний коефіцієнт залежності напруга-взаємодія;

I - одинична матриця;

$H = B \cdot R$ матричний вектор, де

$$B = \begin{vmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ bx1 & bx2 & bx3 & by1 & 0 & by3 \end{vmatrix}$$ - матриця коефіцієнтів для розрахунку елементарних міжелементних взаємодій;

R - матриця переходу із локальної системи масштабу в глобальну.

Матричний оператор $\left(H^*\right)^{-1}$, який в подальшому можна використовувати в якості регулятора системи керування, представляє собою наступний вираз:

$$\left(H^*\right)^{-1} = R^{-1} \cdot C, \qquad (2)$$

де R^{-1} - матриця переходу із глобального масштабу в локальний, обернена до R;

C - матричний оператор виду

$$C = \begin{vmatrix} cx1 & cx2 & cx3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & cy1 & cy2 & cy2 \\ cax1 & cax2 & cax3 & cay1 & 0 & cay3 \end{vmatrix}. \qquad (3)$$

Компоненти оператора C обчислюються на основі співвідношення міжелементної взаємодії САК ГТД.

Пропонована модель міжелементної взаємодії САК ГТД достатньо проста, оскільки будується на основі геометричної і кінематичної моделей мобільних мікроелементів, однак, в той же час, пред'являє жорсткі вимоги до зміни коефіцієнта передачі .

Іншим недоліком моделі, при побудові систем керування реального часу, є відносно великий час для обчислення виходу (час збільшується при зміні частоти керуючої напруги).

Пропонується коефіцієнт передачі представити у вигляді суми постійної величини і параметричного збурення. Таким чином, об'єкт керування можна представити у вигляді схеми (рис. 1):

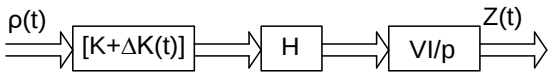


Рис. 1. Структура нестаціонарної моделі об'єктів мікровзаємодій

У відповідності з рис.1, міжелементні взаємодії САК ГТД можна представити у вигляді нестаціонарного рівняння:

$$p\overline{Z}(t) = V \cdot I \cdot H \cdot \left[K^* + \Delta K(t)\right]\overline{\rho}(t) . \qquad (4)$$

Особливістю даного опису є те, що оператор, який зв'язує $\overline{Z}(t)$ і $\overline{\rho}(t)$ є нестаціонарним коефіцієнтом передачі; при цьому постійну складову K^* можна розглядати як номінальний коефіцієнт передачі об'єкта, а нестаціонарну складову $\Delta K(t)$ - як еквівалентне параметричне збурення, яке діє на об'єкт і виявлене нелінійними властивостями простору, зміною його характеристик в часі та технологічним розкидом характеристик.

Базуючись на концепції керування інформаційно-керуючими комплексами, пропонується будувати систему керування с використанням інформаційної моделі (рис. 2).

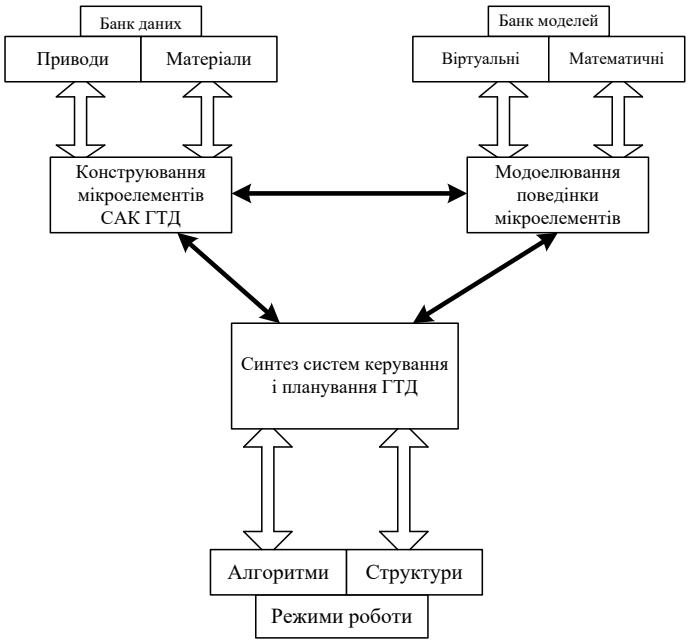


Рис. 2. Інформаційна модель функціонування систем керування ГТД

IV. Висновки

Для стійкої роботи пропонованої моделі інформаційних взаємодій необхідно її занурення в спеціалізоване інформаційне середовище, яке надає можливість використання єдиного протоколу обміну інформацією. При цьому цим середовищем повинні вирішуватися задачі підтримки необхідних типів зовнішніх інтерфейсів: користувача і віддаленого доступу. Найбільш прийнятним варіантом для реалізації є створення віртуального середовища, які реалізують необхідні режими роботи, різні типи інтерфейсів, програмно-апаратну підтримку процесів керування, планування і моделювання.

Список використаних джерел

[1] EUROCAE [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.eurocae.net/

[2] Алиев Р.А. Интеллектуальные работы с нечеткими базами знаний, Радио и связь, 1994

[3] Васильев В.И., Ильясов Б.Г., Валеев С.С. Жернаков С.В. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей, Учеб. Пособие, Уфа, 1997, 92с

[4] Соколов А.В. Системы автоматического управления объектами с переменными параметрами. Инженерные методы. Москва 2006, 256

[5] Securaplane Technology Inc. Wireless technology intra-aircraft wireless data bus for essential and critical applications [Електронний ресурс] Режим доступу: https: // www.secureplane.com/

.

Синтез обладнання комплексу сонячно-вітрової енергетичної установки

Кравчук М.П., Коломійченко А.С., Величко А.В.,
науковий керівник: Кравчук М.П., к.т.н., доцент
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
kravchuknp@ukr.net

***Анотація* — синтез обладнання комплексу сонячно-вітрової енергетичної установки буде забезпечувати електричною енергією в необхідній кількості, ефективність та економічність в системах електропостачання споживачів 2-ї та 3-ї категорії.**

Ключові слова* — *комплексна сонячно-вітрова енергетична установка, вітрова енергія, сонячна енергія, сонячні панелі, вітрове колесо, інсоляція, пристрої автоматичного захисту, акумуляторна батарея, іоністор.

I. Вступ

Синтез енергоефективного обладнання комплексу сонячно-вітрової енергетичної установки (КСВЕУ) забезпечує раціональне використання енергетичних альтернативних ресурсів і використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня електропостачання споживачів електричної енергії 2-ї та 3-ї категорії. До третьої категорії належать невеликі підприємства, цехи, будівлі до 5 поверхів та споживачі електричної енергії, у роботі яких допускається перерва електропостачання до 24 годин для проведення ремонтних робіт та відновлення електропостачання.

II. Постановка проблеми

На сьогоднішній день ефективне використання енергетичних ресурсів є одним із основних пріоритетів розвитку економіки будь-якої країни [1]. Енергозбереження та підвищення енергоефективності повинні супроводжувати розвиток "зеленої" енергетики, підсилюючи економічні, екологічні та соціальні ефекти її впровадження. Енергоефективність показує витрати електричної енергії на одиницю виробництва або споживання одиниці продукції (досягнення соціально-економічного ефекту).

III. Основна частина

Підвищення енергоефективності обладнання КСВЕУ пов'язане з: використанням меншої кількості енергії для забезпечення перетворення сонячної та вітрової енергії в електричну; збільшенням надійності та експлуатаційного періоду обладнання КСВЕУ не знижаючи вимоги та якості електричної енергії системи електропостачання.

Серед основних напрямів підвищення енергоефективності необхідно назвати: зменшення непродуктивних втрат енергії; енергозбереження (заощадження) у процесах власного споживання електричної енергії в КСВЕУ; оптимізацію перетворення та постачання електричної енергії у періоди пікових навантажень.

В КСВЕУ пропонується використання різних пристроїв автоматики системи електропостачання, які забезпечать енергоефективне використання електричної енергії.

Пристрої автоматичного захисту будуть захищати КСВЕУ та систему електропостачання від ненормальних (перевантаження, зниження чи підвищення напруги і частоти) і аварійних (короткі замикання, неповнофазні режими, атмосферні перенапруги) режимів. Захист може бути виконаний за допомогою плавких запобіжників, теплових роз’єднувачів, магнітних пускачів, теплових і електромагнітних роз’єднувачів, автоматів та реле.

Пристрої автоматичного секціювання КСВЕУ і зовнішньої мережі дозволять зберегти електропостачання основної маси споживачів 2-ї та 3-ї категорії шляхом автоматичного відключення пошкодженої ділянки зовнішньої мережі або з метою економії електричної енергії. Автоматичне включення резервного обладнання (АВР) забезпечить безперебійність електропостачання за допомогою швидкого автоматичного переключення обладнання КСВЕУ до системи електропостачання споживачів чи переключення системи електропостачання до зовнішньої мережі.

Сонячна панель є збірною панеллю, яка перетворює енергію сонячних променів у електричну енергію. Вихідна потужність кожного модуля за стандартних умов використання знаходиться в межах від 100 до 365 Вт.

Технічні параметри (при освітленості 800 Вт/м^2, t = 25°C):

- клас модуля – нанокристалічний nC-Si (HIT) - 23%;
- потужність – 267 ±20% Вт;
- напруга – 18,9 В;
- напруга при максимальній потужності – 16,8 В;
- струм при максимальній потужності – 15,9 А.

Проаналізувавши показники інсоляції в залежності від кута падіння сонячних променів найбільш несприятливим місяцем для Київської області є грудень, денна усереднена інсоляція на горизонтальну поверхню землі становить 0,5 кВт·год/м^2/добу, на вертикальну – 1,22 кВт·год/м^2/добу.

При куті нахилу площини до землі 70 градусів інсоляція становитиме 1,26 кВт·год/м^2/день, оптимальним кутом для грудня є 74 градуси.

Найсприятливішим місяцем є червень і інсоляція на горизонтальну поверхню складе 5,27 кВт·год/м^2/добу, оптимальний кут нахилу для червня – 11 градусів.

Якщо ж сонячні модулі будуть задіяні в літні місяці, то рівень інсоляції буде на порядок вищим. Необхідно також враховувати кут нахилу сонячних променів, відносно якого буде змінюватись рівень інсоляції і відповідно потужність. Оскільки сонячні елементи знаходяться на поверхні лопатей вітрогенератора і мають різний кут нахилу, то усереднене значення буде оптимальним показником потужності. Середній оптимальний показник кута нахилу сонячних променів складає 44,6 градусів, що є близьким показником до положення панелей на КСВЕУ на території Київщини [2, 3].

Ємність акумуляторної батареї (АКБ) є однією з її найважливіших технічних характеристик. Під цим терміном розуміють кількість часу, за який здатний забезпечувати електричною енергією споживачів підключених до автономного джерела, тобто це максимальна кількість електроенергії, накопиченої АКБ за повний цикл заряду і одиницею вимірювання ємності є А·год.

Пропонується використовувати тип акумуляторів, які при експлуатації будуть розряджатися на 30 % від їх загальної ємності, після чого відразу виконувати їх зарядку. У цьому випадку вони здатні витримати близько 10000 циклів заряд-розряд. У разі якщо величина розряду зменшиться до 70%, то кількість даних циклів знизиться приблизно на 2000. За умови надійності роботи КСВЕУ джерело АКБ повинно бути з запасом близько 20% для того, щоб кожен раз не розряджати його повністю, що допоможе зберегти термін роботи та надійність протягом якомога більшого періоду часу функціонування КСВЕУ.

У тому випадку, коли для резервування навантаження використовується кілька акумуляторів, кількість накопиченої в них енергії абсолютно не залежить від типу їх з’єднання — паралельного, послідовного, або змішаного.

Іоністори відіграють важливу роль у підвищенні якості електроенергії у споживачів, стабілізуючи напругу і вирівнюючи графіки навантажень (особливо при наявності навантажень різко змінного, імпульсного характеру). Надзвичайно актуальним є використання накопичувачів для вирівнювання графіків подачі потужності в енергосистемах на основі КСВЕУ.

Ефективне використання іоністорів у КСВЕУ на вітрових установках забезпечує якісну електричну енергію в моменти зміни напрямку або сили вітру, віддаючи необхідну кількість енергії для компенсації провалів напруги, забезпечуючи необхідні параметри електричної енергії.

Пристрої АВР відносно прості, і вартість їх незначна, тому економічний ефект від їхнього впровадження в КСВЕУ є значним. Тривалість дії пристроїв АВР у загальному випадку обмежується двома умовами. По-перше, час безструмової паузи повинен бути більше часу деіонізації середовища в місці короткого замикання і менше часу, що забезпечує самозапуск включених двигунів після відновлення напруги. Час, який рекомендується встановлювати для АВР, має бути рівним 0,5..1,5 с, для однократного АПВ - 0,5...2 с, для дворазового АПВ у другому циклі - 10...15 с.

При оперативному відключенні джерел електропостачання пристрої АВР виводяться з роботи, тобто вони не виконують повторного включення і включення резервного джерела.

Пристрої автоматики використовуються в КСВУ для автоматичного пуску й зупинки електрогенеруючих агрегатів, автоматичного включення генератора, регулювання частоти і розподілу активної потужності між паралельно працюючими агрегатами. Також автоматичні вимикачі використовуються для переключення на резервне джерело живлення у випадку відсутності енергії від жодного з джерел КСВЕУ, тобто сонця, вітру чи АКБ.

IV. Висновки

У результаті роботи прогнозовано потужність сонячних модулів та вітрової установки, яка забезпечить споживачів електричною енергією потужністю 15 кВт., залежності від розмірів КСВУ: діаметру 5 м. і висотою 9 м. При зміні цих параметрів є можливість досягнути іншого рівня електричної потужності.

Ефективне використання іоністорів у КСВЕУ на вітрових установках забезпечує якісну електричну енергію в моменти зміни напрямку або сили вітру, віддаючи необхідну кількість енергії для компенсації провалів напруги, забезпечуючи необхідні параметри електричної енергії.

Визначено, що використання в системі КСВЕУ елементів релейного захисту та автоматики позитивно вплине на ефективність та надійність електропостачання споживачів 2-ї та 3-ї категорії.

Список використаних джерел

[1] Бабенко Г А. Вітроенергетичний комплекс України – дослідження, проблеми, перспективи / Новини енергетики. – 2003. – С.1-17.

[2] Да Роза, Альдо. Возобновляемые источники энергии /А. да Роза; [пер. с англ. под ред. С.П.Малышенко и О.С.Попеля]. – М.: Интеллект, 2010. – 703 с.

[3] Безруких, П.П. Использование энергии ветра / П.П. Безруких. – М.: Колос, 2008. – 196 с.

Енергоефективний комплекс сонячно-вітрової енергетичної установки

Кравчук Т.В., Кобилинський В.В., Кобилинський О.В.,
науковий керівник: Кравчук М.П., к.т.н., доцент
НН АКІ
Київ, Україна
tatianaworknau@gmail.com

***Анотація* — запропоноване нове комплексне альтернативне джерело, яке поєднує два відновлювальні види енергії: сонячну та вітрову. Актуальність гелікоїдного вітрогенератора в комплексі сонячно-вітрової енергетичної установки, полягає в конструктивних особливостях, завдяки яким отримано більшу плавність механізму. Лопаті такої установки будуть обертатись при будь-якому напрямі вітрового потоку завдяки їх вертикальному розміщенню. Використання сонячних панелей в парі з вітровою установкою буде ефективним з точки зору зменшення порогової швидкості вітру, необхідної для виходу установки на номінальну частоту обертання, використовуючи сонячну енергію сонячних панелей.**

Ключові слова* — *комплексна сонячно-вітрова енергетична установка, вітрова енергія, сонячна енергія, гелікоїдний ротор, сонячні панелі, вітрове колесо, інсоляція.

V. Вступ

Аналізуючи атлас вітрового потенціалу України визначено, що комплекс сонячно-вітрової енергетичної установки (КСВЕУ) буде виходити на номінальні оберти вже при швидкості вітру 3-4 м/с, а на території Київщини та й в загальному на північно-західній Україні середньорічна швидкість вітру становить 3-4 м/с, то впровадження комплексу сонячно-вітрової енергетичної установки буде актуальним і ефективним [1]. Якщо ж взяти до уваги територію де швидкість вітру 4-5,6,7 м/с відповідно, то впровадження комплексу сонячно-вітрової енергетичної установки буде більш ефективним та буде давати більше потужності за той самий проміжок часу роботи.

VI. Постановка проблеми

Постійне зростання вартості природного газу, електричної і теплової енергії, нафтопродуктів та відповідної сировини призводить до розвитку способів отримання відновлюваної (альтернативної) енергії, яка є важливим кроком для набуття енергонезалежності України та економії традиційних видів палива. Для України питання виробництва власних енергоресурсів, забезпеченість якими не перевищує 60 %, має важливе значення, оскільки основними перевагами генерації енергії за рахунок відновлювальних джерел є абсолютна екологічність, простота в експлуатації, тривалий час роботи систем, мінімальне сервісне та технічне обслуговування. Використання відновлювальних (альтернативних) джерел енергії є одним із шляхів розв’язання проблеми енергозабезпечення країни.

VII. Основна частина

Комплексна сонячно-вітрова енергетична установка створена з чотирма опуклими лопатями без певної аеродинамічної спрямованості. Лопаті монтуються в нижній і верхній точках осі ротора та встановлюються на окремому стовпі з відповідним підготовленим фундаментом, який розміщений на рівній поверхні землі або даху споруди (Рис. 1).

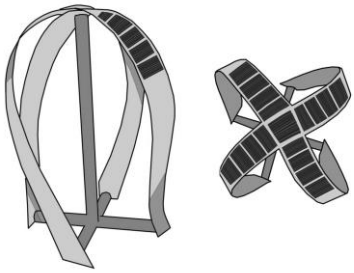


Рис. 1. Конструкція вітрового колеса КСВЕУ.

Сонячні модулі КСВЕУ пропонується розташувати на верхній частині кожної лопаті, які при обертанні будуть утворювати цілісне півколо.

Використання сонячних панелей в парі з вітровою установкою є ефективним з точки зору зменшення порогової швидкості вітру гелікоїдного ротору, яка необхідна для виходу установки на номінальну частоту обертання та збільшення комплексного об’єму виробленої альтернативної електричної енергії.

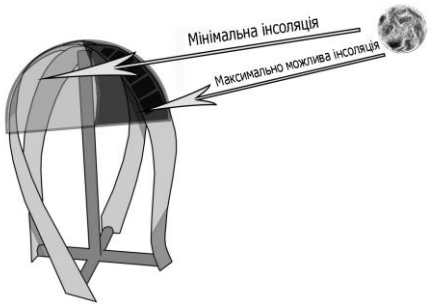


Рис. 2. Рівень інсоляції в залежності від кута падіння сонячних променів.

Із Рис. 2 визначено, що при певному куті падіння сонячних променів рівень інсоляції в різних зонах

установки буде змінюватись, але в результаті буде отримано усереднене значення.

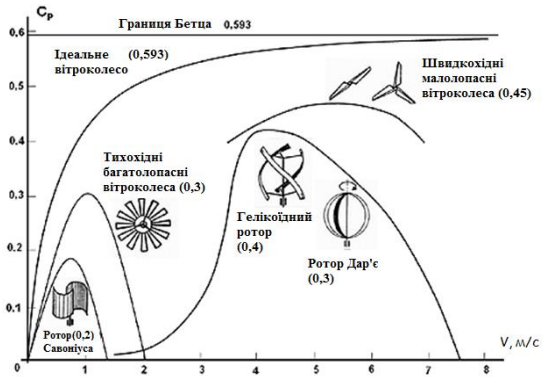


Рис. 3. Графік залежності коефіцієнту ефективності використання енергії вітрового потоку від швидкості вітру.

Для комплексу сонячно-вітрової енергетичної установки пропонується саме гелікоїдний ротор, адже його характеристики ефективності використання енергії вітрового потоку майже не відрізняються від показників швидкохідних горизонтальних вітроколіс. Великою перевагою такої форми вітроенергетичної установки (ВЕУ) є відсутність необхідності наведення на вітер, на відміну від горизонтальних вітроустановок.

Форми виконання більшості ВЕУ мають досить низький потенціал до удосконалення та подальшого розвитку, а також низькі показники використання енергії вітрового потоку [2-4].

Середній показник по інсоляції сучасних сонячних модулів 1000-1200 кВт/м^2 в рік. На території Київщини та прилеглих територій цей показник в районі 1100-1200 кВт/м^2, тому їх використання буде ефективним в плані оптимального використання сонячної енергії та перетворення її в електричну енергію.

Аналізуючи інсоляцію на території Київщини визначено мінімальний показник інсоляції, який складає 0,86 кВт·год/м^2 в день, навіть в зимню пору року.

В КСВЕУ пропонується використовувати сонячні модулі нанокристалічного типу nC-Si (HIT), які починають ефективно генерувати електричну енергію при освітленості 800 Вт/м^2 та температурі 25 °С. Тому навіть в зимню пору року дані сонячні модулі будуть генерувати електричну енергію. Відомо, що сонячні модулі негативно реагують на температуру вище 30-35 °С, адже відбувається погіршення їх технічних характеристик під час роботи [5]. В КСВЕУ цей незначний недолік буде усунено завдяки встановленню сонячних модулів на лопаті, що швидко обертаються, тому сонячні модулі будуть забезпечені охолодженням завдяки вітровому потоку, особливо це актуально при високих температурах в літню пору року.

VIII. Висновки

У результаті роботи над створенням комплексного альтернативного джерела електричної енергії визначено основні його переваги: стабільно працює в умовах снігопадів і обмерзання; лопаті установки самостійно починають обертатися при швидкості вітру 0,2-0,5 м/с; значення номінальної потужності досягається при швидкості всього 3-4 м/с; безшумність руху обертових деталей, при будь-якій швидкості вітру; без флюгерної системи КСВЕУ легко ловить різноспрямований вітер; відносно невелика робоча швидкість обертання, до 200 об/хв.; вертикальний КСВЕУ дозволяє використовувати будь-який низовий вітер, турбулентність, протяг вздовж вулиці або між багатоповерхівками.

Список використаних джерел

[1] Бабенко Г А. Вітроенергетичний комплекс України – дослідження, проблеми, перспективи/ Новини енергетики. – 2003. – С.1-17.

[2] Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии /Дж. Твайделл, А. Уэйр; [пер. с англ. под ред. В.А. Коробова]. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 391 с..

[3] Да Роза, Альдо. Возобновляемые источники энергии /А. да Роза; [пер. с англ. под ред. С.П.Малышенко и О.С.Попеля]. – М.: Интеллект, 2010. – 703 с.

[4] Безруких, П.П. Использование энергии ветра / П.П. Безруких. – М.: Колос, 2008. – 196 с.

[5] Солнечные модули / Интернет-ресурс. – [Режим доступу]: http://www.solwind.ru/?p=sm&lang=1.

Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні

Соколова Н.П.
НН АКІ
Київ, Україна
NataSokolova@bigmir.net

Савіцький А.К.
НН АКІ
Київ, Україна

***Анотація* — у роботі проведено аналізу стану та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Розглянуто результати оцінки енергетичного потенціалу біомаси в Україні.**

Ключові слова — біоенергетика, біомаса, біопаливо, відновлювальні джерела енергії.

I. Вступ

Економічна та енергетична нестабільність в більшості країн світу зумовлюють до перегляду енергетичних стратегій та розробки нових законодавчих та фінансових механізмів розвитку нетрадиційних відновлювальних джерел енергії. Тенденції останніх років позитивно впливають на розвиток альтернативних джерел енергії, зокрема, біоенергетики.

II. Постановка проблеми

Європейський досвід свідчить: енергія, вироблена з біомаси та інших відновлювальних джерел, відіграє все більш провідну роль у загальному енергетичному балансі. Згідно з даними фахівців Біоенергетичної асоціації України, в ЄС частка відновлюваних джерел вже сьогодні становить 15%. При цьому саме біомаса складає 62% загального внеску відновлювальних джерел енергії. А в європейських країнах з найбільш високорозвиненим агропромисловим комплексом, таких, як Угорщина, Польща, Фінляндія, країни Балтії, за рахунок великого об'єму біоенергетичної сировини, виробництво енергії з біомаси сягає 95%. Враховуючи потенційні можливості України щодо кількості сировини для виготовлення біомаси, наша держава має усі шанси обійняти лідируючі позиції в галузі біоенергетики.

III. Основна частина

Фахівцями з біоенергетики визначено, що в Україні є достатній потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії - більше 27 млн тонн умовного палива на рік. Основні її складові - первинні відходи сільського господарства. Але наразі на енергетичні потреби в Україні використовується лише 10% загального потенціалу біомаси - 2,7 млн т умовного палива на рік. Головним чином це деревна біомаса (86% від загального обсягу використання біомаси) та лушпиння соняшника (8%). Найменш активно застосовуються рослинні відходи - 94 тис т соломи на рік, що становить менше 1% економічного потенціалу соломи в Україні.

Українська влада намагається приймати всі необхідні заходи для розвитку біоенергетики. Втім, незважаючи на деякий прогрес у розвитку біоенергетичних технологій, залишається низка бар'єрів, які створюють різноманітні перешкоди, які повязані з нормативним законодавством та особливостями ліцензування проектів біоенергетики.

Досягнення таких цілей неможливе без швидкого нарощування енергетичного споживання аграрних відходів та біопалива з енергетичних плантацій. Таким чином, у поточному році необхідно вирішити усі проблемні моменти, що заважають розвитку біоенергетичної галузі в Україні. Тому що це є стратегічне питання, вирішення якого безпосередньо впливає на забезпечення енергонезалежності нашої держави.

IV. Висновки

Поточні темпи розвитку сектору біоенергетики в Україні є недостатніми для досягнення цілей Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Для створення конкурентного ринку біопалива в Україні необхідно забезпечити вільний доступ підприємств всіх форм власності до відходів або побічної продукції лісового та сільського господарства, а також заснувати біопаливну біржу для реалізації операцій купівлі-продажу різних видів біопалива.

Список використаних джерел

[1] Роїк М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В. Роїк, В.Л. Курило, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко // Біоенергетика. – 2013. – № 1. – С. 5-10.

[2]. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/ doccatalog

[3]. Закон України від 20.02.2003 № 555 - IV «Про альтернативні джерела енергії». [Ел е-ктронний ресурс] // Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua

[4]. Аналітична записка БАУ №1 «Місце біоенергетики в проекті обновленої Енерг е-тичної стратегії України до 2030 року» [Електронний ресурс]// Режим доступу: \www.uabio.org/activity/uabio analytics

[5] Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии /Дж. Твайделл, А. Уэйр; [пер. с англ. под ред. В.А. Коробова]. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 391 с..

Scatternet в системах керування автономними авіаційними енергооб’єктами

Товкач С.С.
Шум Я.О.
науковий керівник: Товкач С.С.
НН АКІ НАУ
Київ, Україна
ss.tovkach@gmail.com

***Анотація* — робота присвячена розгляду проблеми підвищення точності вимірювань, а також візуалізації даних в системах автоматичного керування (САК) портативними фотоелектричними системами на авіаційному підприємстві. В роботі запропоновано побудову розподіленої структури САК ПФС з використанням безпровідних сенсорних модулів технології ZigBee. Також в роботі розглянута блок-схема автономної розподіленої САК енергосистеми, яка реалізує раціональну топологію безпровідної сенсорної мережі (БСМ).**

Ключові слова — портативні фотоелектричні системи, безпровідні технології, обробка інформації, раціональна топологія.

I. Вступ

Розробка сучасних цифрових систем керування (САК) портативними системами відновлювальної енергії, які відповідають концепції систем виробництва електро- і тепло- енергії (25% охоплення до 2030 року, 50% охоплення до 2050 року [1,2]), є складною технічною задачею, на яку накладаються обмеження, пов’язані із задоволенням вимог стандартів RTCA/DO-254 або EUROCARE.

Однією з характерних особливостей сучасних САК є їх гетерогенність. САК може об'єднувати різноманітні датчики, перетворювачі і виконавчі механізми, які можуть мати як аналогове, так і цифрове виконання. При цьому цифрові пристрої можуть використовувати широкий спектр протоколів інформаційного обміну: CAN, TTP, RS-232, RS-485, спеціалізовані IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.15.4 та інші. Керуючі механізми нерідко працюють в контурі управління, що є допоміжним по відношенню до САК.

Ще однією перспективною особливістю є тенденція до самоорганізації мережі САК з викорстанням цифрових каналів інформаційного обміну (КІО). У зв’язку з цим на всіх етапах розробки САК використовуються спеціальні апаратні та програмні засоби, які призначені для імітаційного моделювання всього комплексу пристроїв САК, а також для налагодження і тестування вбудованого програмного забезпечення (ПЗ) [2]

II. Постановка проблеми

Динамічний розвиток відновлювальних джерел енергії в рамках глобальної енергетичної проблеми набуває все більшого значення на світовому ринку. За підсумками досліджень [1] потенціал сонячної енергії (залежно від кліматичних умов) досягає 3000 сонячних годин в рік, що дозволяє використовувати сонячні нагрівачі води та сонячні батареї, зокрема, портативні фотоелектричні системи (ПФС).

Підвищення якості та надійності обробки інформації в ПФС можливе за рахунок підвищення точності вимірювань, а також візуалізації даних температури та напруги в САК з використанням безпровідних модулів технології ZigBee (scatternet).

Безпровідні технології відкривають нову еру можливостей для передачі даних, недоступних в провідному світ: швидкість розгортання, простий доступ до інформації та можливість масштабування. Аналіз протоколів інформаційного обміну дозволяє констатувати основні переваги безпровідних рішень, серед яких швидка і зручна установка, низькі витрати і мобільність персоналу Відмова від провідних технологій зводить також до мінімуму допоміжні роботи в приміщеннях з людьми, що особливо важливо при реконструкції, яка протікає в робочий час та надає персоналу свободу пересування із можливість не бути прив'язаним до робочої станції або терміналу.

Таким чином виникає потреба у вдосконаленні існуючих або розробці нового методу обробки інформації в САК ПФС для забезпечення точності вимірювань в їх локально обмежених зонах.

III. Основна частина

САК ПФС функціонує наступним чином: верхній рівень – Ethernet, який зв'язує контролерні пристрої та засоби диспетчеризації, дозволяє отримувати доступ до САК через Інтернет; другий рівень – це магістральні мережі обміну даними і контролери, здійснюється зв'язок автоматичних контролерів, які виконують всю роботу, включаючи контролери розподільників повітря зі змінною витратою і т.д; на третьому рівні розташовані виконавчі пристрої і датчики.

У реалізації безпровідних комунікацій зазвичай беруть участь три основних компоненти: плата, яка виконує функції приймача і передавача (трансивера), точка доступу і антени.

Точка доступу (access point) являє собою деякий пристрій, підключений до кабельної мережі і забезпечує безпровідне з'єднання з іншими WNIC-адаптерами і цією мережею. Точка доступу зазвичай є мостом. Вона може мати один або кілька мережевих інтерфейсів, які дозволяють підключити її до кабельної мережі.

Антена – це пристрій, що посилає (або випромінює) і приймає радіохвилі. І WNIC-адаптери, і точки доступу обладнані антенами. Більшість антен безпровідних мереж є або спрямованими, або всеспрямованими. Спрямована антена посилає радіохвилі в одному головному напрямку зазвичай, підсилює випромінюючий сигнал більшою мірою, ніж всенаправленная антена. Всеспрямована антена випромінює радіохвилі у всіх напрямках. Оскільки сигнал розсіюється більше, ніж при використанні спрямованої антени, він буде мати і менший коефіцієнт підсилення.

Два або більше пристроїв, які використовують один і той же канал, утворюють пікомережу (piconet). Один із пристроїв працює як основний (master), а решта – як підлеглі (slave). В одній пікомережі може бути до семи активних підлеглих пристроїв, при цьому інші підлеглі пристрої знаходяться в стані «паркування», залишаючись синхронізованими з основним пристроєм.

Взаємодіючі пікомережі утворюють «розподілену мережу» (scatternet).

У кожній пікомережі діє тільки один основний пристрій, проте підлеглі пристрої можуть входити в різні пікомережі. Крім того, основний пристрій однієї пікомережі може бути підлеглим в іншій.

На сьогоднішній день найбільш широке розповсюдження отримали технології: Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee [2,3].

Стандарт ZigBee розроблявся з метою максимально знизити енергоспоживання пристроїв, задіяних в безпровідній мережі. При цьому більшу частину часу апаратура знаходиться в сплячому режимі, лише зрідка прослуховуючи ефір.

Мережі ZigBee будуються з базових станцій трьох основних типів: координаторів, маршрутизаторів і кінцевих пристроїв [3]. Координатор запускає мережу і керує нею. Він формує мережу, виконує функції центру управління мережею і довірчого центру (trust-центру) - встановлює політику безпеки, задає налаштування в процесі приєднання пристроїв до мережі, відає ключами безпеки. Маршрутизатор транслює пакети, здійснює динамічну маршрутизацію, відновлює маршрути при перевантаженнях в мережі або відмові якого-небудь пристрою. При формуванні мережі маршрутизатори приєднуються до координатора або іншим маршрутизаторам, і можуть приєднувати дочірні пристрою – маршрутизатори та кінцеві пристрої. Маршрутизатори працюють у неперервному режимі, мають стаціонарне живлення і можуть обслуговувати «сплячі» пристрою (до 32 одиниць).

Кінцевий пристрій може приймати і відправляти пакети, але не займається їх трансляцією і маршрутизацією, інколи переводяться в сплячий режим для економії заряду акумуляторів. Саме кінцеві пристрої мають справу з датчиками, локальними контролерами і виконавчими механізмами.

На рис. 1 наведена складна топологія мережі з пристроїв ZigBee, яка ілюструє властивості логічних пристроїв: ZigBee Coordinator, ZC є координатором PAN; ZigBee Router – повнофункціональний пристрій стандарту IEEE 802.15.4, ZigBee End Device, ZED – будь-який пристрій стандарту IEEE 802.15.4 (RFD і FFD).

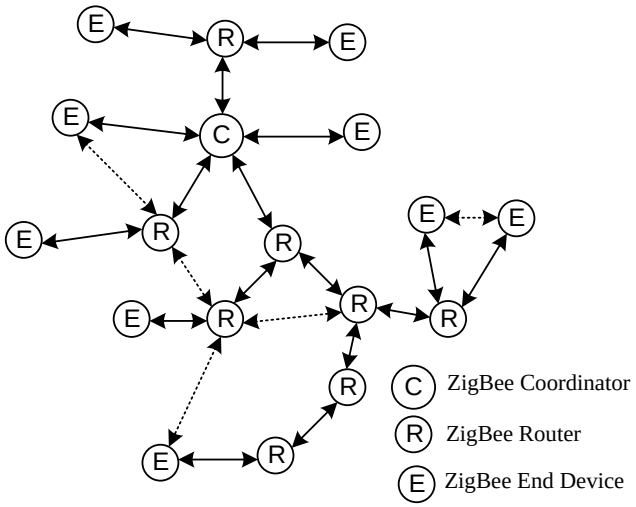


Рис.1. Мережа ZigBee із складною топологією: пунктирні лінії – неякісні з'єднання.

На рис. 2. представлена схема розподіленої структури САК ПФС з використанням безпровідних сенсорних мереж, яка дозволить зменшити кількість радіальних ліній зв'язку, спростити пошук несправностей, локалізацію відмов і перебудову струтури, інтеграцію апаратно-програмних засобів системи енергооб'єкта, і таким чином, підвищити, її живучість.

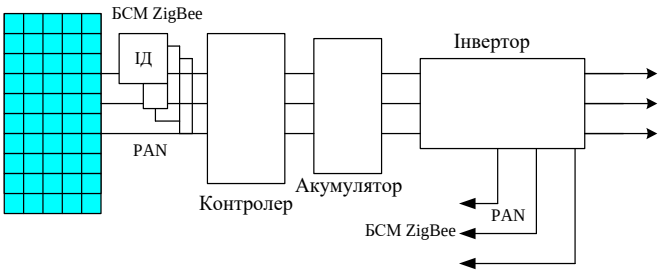


Рис. 2. Схема розподіленої САК ПФС

IV. Висновки

В статті запропоновано підхід обробки інформації між елементами електронної САК, який може бути використаний при побудові системи діагностування технічного стану ПФС та системи керування з гнучкою легко змінною структурою. Впровадження безпровідних технологій ZigBee дозволить зменшити масу і габарити енергооб'єктів за рахунок зменшення кількості роз'ємів та кабелів, підвищити їх надійність.

Список використаних джерел

[1] Стояк В.В., Рахимов К.Е., Янбулатов И.А. Технологии National Instruments и возобновляемые источники энергии. Материалы межд. науч.-прак.конф. Роль университетов в созд. Иновац.экономики, Усть-Камен, 2008, Т1, 5с.

[2] Securaplane Technology Inc. Wireless technology intra-aircraft wireless data bus for essential and critical applications [Електронний ресурс] Режим доступу: https: // www.secureplane.com/

[3] Товкач С.С. Безпровідні технології обміну інформацією в системах адаптивного керування авіаційних двигунів. Вісник двигунобудування. Запоріжжя, 2017, С.24-28.

Зниження енергозатрат при модернізації світлосигнальної системи аеропорту, сертифікованого по першій категорії ICAO

Ананьїна А.В.
Науковий керівник -Ільєнко С.С.
ННАКІ, НАУ
Київ Україна
annaananina0311@gmail.com

Єременко Я.М.
Науковий керівник -Ільєнко С.С.
ННАКІ, НАУ
Київ, Україна

Анотація- **робота присвячена розгляду зниженная енергозатрат при модернізації світлосигнальної системи аеропорту, сертифікованого по першій категорії ICAO. Також в роботі розглянуто енергозбереження при покупці та при експлуатації.**

Ключові слова-бічні вогні, вхідні вогні, осьові вогні ЗПС, обмежувальні вогні.

I. ВСТУП

Система вогнів наближення складається з ряду вогнів, встановлених на продовженні осі ЗПС(злітно-посадкова смуга) протягом 900 м, але не менше 870 м від порога ЗПС, і ряду вогнів, що утворюють світловий горизонт шириною 30±3 м на відстані 300±12 м від порогу ЗПС.

Лінія вогнів наближення повинна складатися з лінійних вогнів шириною не менш 4 м (в системах, які експлуатуються, дозволяється 3,6 м), у яких світлові арматури розміщені рівномірно з інтервалами, що не перевищують 1,5 м, кожний лінійний вогонь складається з не менш, ніж чотирьох світлових арматур, або з одинарних вогнів на найближчій до ЗПС ділянці в 300м, подвійних вогнів на ділянці 330 – 600 м і потрійних вогнів на ділянці 360 – 900.м від порогу ЗПС. Якщо лінія вогнів наближення складається з одинарних вогнів, то крім основного світлового горизонту шириною 30 м на відстані 300 м, встановлюються світлові горизонти на відстанях 150, 450, 600 та 750 метрів від порогу ЗПС.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Метою дослідження є прогнозування споживання електроенергії об’єктами аеропорту, тобто світлосигнальної системи.
Задачами дослідження є:

- аналіз енергозбереження на етапі проектування.
- аналіз енергозбереження на етапі покупки.
- аналіз енергозбереження при експлуатації.

III.ОСНОВНА ЧАСТИНА

Аеродромний вогонь – світловий прилад із заданою кривою розподілу світла, який призначений для забезпечення візуального визначення ділянок аеродрому в зоні наближення, посадки та рулювання.

Бічні вогні – позначають поздовжні бокові сторони ЗПС, використовуються у нічний час та/або в день в умовах погіршеної видимості, а також на ЗПС точного заходу на посадку I, II, III категорій.

Вхідні вогні призначені для виділення порогу ЗПС та вказують на її початок.

Вогні світлових горизонтів служать для створення штучного обрію з метою орієнтування пілота щодо положення ПС в поперечному напрямку (по відношенню до природного горизонту). Випромінюють біле світло.

Обмежувальні вогні визначають кінець ЗПС та показують її межі.

Осьові вогні ЗПС призначені для вказівки пілоту поздовжньої вісі ЗПС при зльоті та посадці ПС.

Вогні зони приземлення – призначені для світлового позначення поверхні ЗПС в зоні приземлення ПС. В якості вогнів зони приземлення використовуються вогні поглибленого типу, що світять у напрямку ПС, що заходить на посадку і випромінюють біле світло.

Обмежувальні вогні визначають кінець ЗПС та показують її межі. В якості обмежувальних вогнів повинні бути використані вогні, що випромінюють червоне світло в бік ЗПС.

Одним із найбільших споживачів електроенергії є світлосигнальне обладнання (ССО) ЗПС, оскільки воно забезпечує здійснення зліт-посадку ПС як в умовах нормальної видимості, так і під час поганих погодних умов. Електроспоживання ССО займає п’яту частину електробалансу (приблизно 17 – 18% від загального споживання електроенергії)

Світлосигнальні системи аеропортів отримують живлення від спеціальних трансформаторних підстанцій, які складаються з високовольтного і низьковольтного розподільчих пристроїв, агрегатного приміщення з одним чи двома дизельними

електроагрегатами, а також операційного залу з регуляторами яскравості – джерелами стабілізованого струму. Заходи з енергозбереження повинні враховувати специфіку електрообладнання і тому розробляються для конкретних електроустановок.

Виробництво достатньої кількості якісного світла ССО для ЗПС аеропорту та його ефективне використання є одним з необхідних елементів забезпечення сучасних умов діяльності аеропорту. Правильно спроектоване і раціонально виконане освітлення ЗПС сприяє підвищенню ефективності та безпеки зліт-посадки ПС, а також безпеки польотів.

Електроспоживання ЗПС «Київ Жуляни» займає помітне місце в загальному електробалансі. Рішення проблеми енергозбереження зв'язано з ефективністю застосування ДС (джерело світла) та систем, що регулюють штучне освітлення. Важливе значення мають енергозберігаючі засоби освітлення, поліпшення якості освітлення, режими експлуатації світлосигнального обладнання.

Ефективність вогнів ССО залежить від світлової віддачі ДС та терміну їх служби; світлотехнічних та енергетичних параметрів; стабільності параметрів вогнів протягом експлуатації і, зокрема, характеристик ДС при їхній роботі у вогні; тарифів на електричну енергію, тривалості використання вогнів протягом року.

В даний час існує обмежена кількість фірм, що займаються виробництвом світлосигнальних систем аеропортів.

Найбільш високою якістю своєї продукції відрізняються фірми Safegate Group (Швейцарія), Siemens – ADB (Бельгія), Thorn (Франція) і TST (Німеччина), IDMAN (Фінляндія).

Головним фактором для вибору виробника обладнання є якість обладнання, причому воно прямо пов'язано з його вартістю.

Під якістю розуміється:

- відповідність технічних характеристик прийнятим нормам;
- показники надійності обладнання;
- трудомісткість обслуговування;
- вартість запасних частин і матеріалів;
- енергоспоживання.

Аналіз можливих постачальників світлосигнального обладнання вказує на різноманітність основних фірм-виробників.

IV. ВИСНОВКИ

Сучасна система ССО аеропорту –складна багатоелементна система, яка містить багато аеродромних вогнів, що розміщені майже на всій території льотного поля.

До складу ССО входять різні підсистеми аеродромних вогнів залежно від їх функціонального призначення. Правильне функціонування усіх підсистем є гарантією забезпечення нормованого рівня безпеки польотів на найбільш відповідальному етапі польоту – етапі візуального пілотування.

Під час заходу на посадку первинний візуальний контакт із землею забезпечують аеродромні вогні, що входять до складу підсистеми вогнів наближення до ЗПС.

Для дослідження була вибрана світлосигнальна система за першою категорією ІКАО. Уся світлосигнальна система складається з світлосигнальних груп: осьові вогні, вогні світлових горизонтів підходу, вогні кінцевої смуги безпеки, вхідні вогні, посадкові вогні, вогні руліжних доріжок та інші.

Усі вогні світлосигнальної системи для забезпечення однакової їх яскравості живляться від стабілізаторів струму й увімкненені з ізолюючими трансформаторами послідовно. Для забезпечення високої живучості електропостачання вогні кожної функціональної групи включені в два кабельних кільця, які через регулятори яскравості підключені до різних шин гарантованого електроживлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ЛІТЕРАТУРИ:

[1] «Руководство по проектированию аэродромов. Часть 4. Визуальные средства» Doc 9157. Издание четвертое – 2004г. AN/901 ICAO.

[2] «Руководство по проектированию аэродромов. Часть 5.Электрические системи» Doc 9157. Издание первое – 1983г. AN/901 ICAO

[3]. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации «Аэродромы. ICAO Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов». Издание шестое – 2013г.

[4]. Ю.В.Фрид, Ю.К. Величко, В.Д. Козлов, ир. Электро-светосигнальное оборудование аэродромов. М.: Воздушный транспорт, 1988, - 315 с.

[5]. Ільєнко С.С. Забезпечення надійності та експлуатаційних характеристик світлосигнальних систем аеродромів цивільної авіації. Наукоємні технології. – № 3(19). – 2013. – С. 253-257.

[6]. Ільєнко С.С. Забезпечення надійності та відповідність світлотехнічних характеристик автоматизованих світлосигнальних систем аеродромів цивільної авіації. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – № 4(63). – 2013. – С. 65-73.

[7]. Керівництва по експлуатації фірм-виробників електро та світлосигнального обладнання (Honeywell, Safegate Group, ADB Group, Lucebit, ERNIAGLAG, YOUYANG, Transcon, Thorn, TST, ELTODO (Elektrosignal), Praha (ESP))