

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

14-15 листопада 2019 року

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

МАТЕРІАЛИ

Миколаїв 2019

УДК 681.5:621.3
ББК 81а73
П 75

Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених [Електронний ресурс]. – Миколаїв: НУК, 2019. – 129 с.

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених "Автоматика та електротехніка".

Розглянуті питання теорії, практики та розвитку електромеханічних систем і пристроїв суднового та загальнопромислового призначення, а також електротехнологічного та інформаційно-вимірювального обладнання.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

ОРГАНІЗАТОРИ:

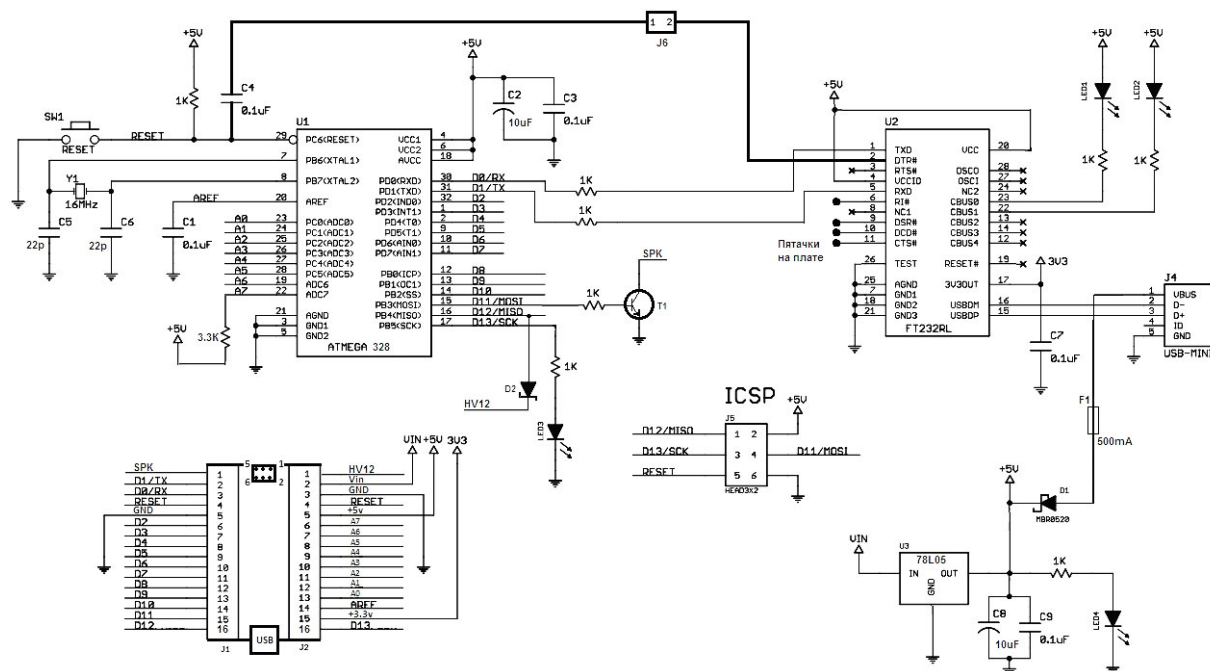
1. МОН України;
2. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами. Претензії до організаторів не приймаються.

Комп'ютерна верстка:
Відповідальний за випуск:

М. В. Шилюк
О. О. Черно

© Національний університет кораблебудування, 2019



Посиленні двигуни для вібраторів виконуються з литої станини що підсилена додатковими ребрами жорсткості [1]. Також на таких двигунах встановлюються чавунні підшипникові щити, це дає змогу встановлювати вібратори не лише горизонтально, а й під певним кутом. Статор виготовляють з покращеною ізоляцією струмопровідних частин для можливості використання вібратора в умовах підвищеної вологості. Металеві кожухи дебалансних елементів мають легкодоступні кріплення, що значно полегшує регулювання амплітуди коливань вібратора [2].

Функціональна схема системи регулювання швидкості АД при живленні його від перетворювача частоти (ПЧ) на основі автономного інвертора напруги з управлінням по вектору потокозчеплення ротора двигуна представлена в [3]. Подібна система векторного керування (система Transvektor) вперше була запропонована фірмою Siemens (ФРН). Система здійснює незалежне регулювання модуля вектора потокозчеплення ротора і швидкості ротора при збереженні прямої пропорційності між моментом двигуна і складовою намагнічує сили статора, перпендикулярній вектору потокозчеплення ротора.

Сигнал завдання потокозчеплення ротора формується в спеціальному обчислювальному пристрої ОП, що використовує математичну модель АД і вводяться в неї реальні параметри двигуна: активні і реактивні опори кіл статора і ротора, число пар полюсів, номінальні значення потужності, швидкості, напруги і струму статора, їх частоти, ККД та потужності. Доцільність використання комплектних електроприводів в резонансних установках зумовлена також і можливістю бездатчикового керування, що дуже важливо у виробництві, наприклад, бетонних виробів.

В даний час бездатчикові асинхронні приводи з векторним керуванням представлені практично всіма провідними фірмами-виробниками перетворювачів частоти. При цьому характеристики більшості цих приводів виявляються досить скромними. Зокрема, полоса пропускання контуру швидкості, як правило, не перевищує (5-7) Гц, а загальний діапазон регулювання швидкості (вгору і вниз від номінальної) не більше (20-100), що цілком досяжно і в системі частотного керування з векторною орієнтацією змінних в сталих режимах роботи. Більшість же виробників перетворювачів частоти взагалі не заявляють у технічній документації смугу пропускання і діапазон регулювання швидкості. У цьому випадку отримати подібну інформацію вдається тільки в результаті проведення стендових випробувань. Таким чином, якщо розглядати зазначені характеристики регулювання швидкості, то практично «стирається грань» між бездатчиковими електроприводами з частотним і векторним керуванням. Характеристики асинхронних векторних електроприводів без датчика швидкості можуть суттєво перевищувати аналогічні характеристики систем частотного керування. Зокрема, смуга пропускання контуру швидкості може становити більше 30 Гц, а в діапазоні регулювання швидкості не менше 100 забезпечуються значно менші статичні і динамічні помилки. Проте для досягнення таких результатів доводиться вирішити ряд проблем.

Основні проблеми, пов'язані з побудовою бездатчикового векторного електроприводу, заключаються в наступному.

Спостерігач стану асинхронного двигуна, побудований на основі рішення повної системи рівнянь електричної рівноваги для статора і ротора за доступною інформації про напруги і струми статора, здатний забезпечити прийнятну точність обчислення потокозчеплення і швидкості тільки в обмеженому діапазоні частот. Це пов'язано з відомою проблемою введення початкових умов при частотах, близьких до нульової. Практично всі способи рішення цієї проблеми зв'язані з визначенням відхилення математичного опису спостерігача стану відносно реального об'єкта при роботі в області малих частот. Ці відхилення проявляються у вигляді помилки в обчисленні потокозчеплення, швидкості, активної і реактивної складової струму.

Наступною проблемою є чутливість електроприводу до зміни його параметрів в процесі роботи. Перш за все це відноситься до температурних змін активних опорів статора і ротора, а також до зміни взаємної індуктивності в залежності від струму кола намагнічування. Одним з підходів до рішення даної проблеми в побудові векторного регулятора і спостерігача стану АД являється використання регуляторів, грубих у відношенні параметричних збурень, в тому числі, релейних регуляторів, функціонуючих в ковзних режимах. Іншим підходом являється параметрична адаптація, здійснена в реальному часі при роботі привода.

Третьою проблемою є отримання необхідної точності оцінки еквівалентних (усереднених на інтервалі розрахунку процесів в спостерігачі стану) значень струмів і напруг статора. На точність оцінки еквівалентних напруг в області малих частот основної гармоніки і високих частот модуляції істотно впливає «мертвий час» і затримки перемикачів інвертора. Проблема точності вимірювання напруги на малих частотах у набагато меншому ступені проявляється у векторних електроприводах з датчиком швидкості / положення, так як швидкодіючий контур швидкості, замкнутий по реально вимірюваному сигналу, здатний в значній мірі компенсувати помилки, пов'язані з динамічними «неідеальностями» ключів інвертора.

Отже розв'язок цих задач дозволить застосувати у вібромашинах бездатчиковий комплектний електропривод. Модульність конструкцій яких створить можливість швидкого усунення неполадок, а бездатчиковість підвищить надійність устаткування.

Список використаних джерел

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник. А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Со-
боленская. – М.: Энергоиздат, 1982 – 504 с., ил.
2. Гуров А.П., Шарейко Д.Ю. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Основи вітро-
техніки”. – Миколаїв: УДМУ, 2001 – 56с.
3. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. вузов/ В.М. Терехов, О.И.
Осипов; под ред. В.М. Терехова. - 3-е изд., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2008. - 304с.

УДК 681.5

Ізбаш Л. М.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА УСТАНОВКИ СЕПАРАЦІЇ МОЛОКА

Серед споживачів електричної енергії значну частку складають електродвигуни різного призначення, що споживають більше половини виробленої енергії. Саме тут закладені найбільші резерви енергозбереження. Один із шляхів економії електроенергії у високоінерційних механізмах є застосування досконалих видів електроприводів. Недоліком реостатних систем керування асинхронних двигунів подібних механізмів є значні витрати енергії під час пуску та гальмування. Частотно-керовані системи мають високі регульовальні властивості та кращі техніко-економічні показники [1-4].

Проте протягом тривалого часу зайва енергія, яка накопичується в перетворювачах частоти при гальмуванні асинхронних двигунів з високоінерційним навантаженням або в статичному режимі гальмування розсіювалась на спеціальних гальмівних резисторах. Останнє – необхідна умова для обмеження рівня напруги на шинах постійного струму перетворювачів частоти при роботі в цих режимах. Відомо, що це призводить до зайвих витрат. Сучасні технології дають змогу повертати енергію в живлячу мережу в режимах гальмування, використовуючи додатково до перетворювачів модулі рекуперації.

Таки чином, гальмування з поверненням енергії в живлячу мережу більш економічно доцільне, ніж гальмування з підключенням зовнішнього резистора. Воно дозволяє раціонально використовувати енергію гальмування, направляти її потік на інші механізми, знижуючи загальне споживання електроенергії в системах електропостачання.

Використання модулів рекуперації перетворювачів частоти таким чином дає змогу:

- заощаджувати електроенергію;
- знизити температуру інвертора порівняно з реостатним гальмуванням;
- забезпечити повний чотирьохкватратний режим роботи електропривода;
- захистити інвертор у гальмівних режимах;
- забезпечити можливість роботи пристрою рекуперації з $\cos \phi$ близьким до одиниці.

Метою дослідження є розробка автоматизованого електропривода установки сепарації молока, визначення ефективності застосування для електроприводів молочних сепараторів перетворювачів частоти, а також модулів рекуперації. В якості елементної бази використана продукція італійської компанії Elettronica Santerno. Ефективним рішенням для рекуперації енергії є використання частотних перетворювачів Sinus Penta разом з модулем рекуперації.

В даній роботі було розроблено автоматизований електропривод сепаратора молока з аналізом процесів рекуперації енергії в мережу в контексті технологічного процесу виробництва молока. Промодельована робота сепаратора молока Westfalia модель MSE 600-01-777 з приводом від асинхронного двигуна потужністю 75 кВт. Запропоновано використати енергоефективну систему векторного керування, побудовано математичну модель даної частотної системи. Використане наступне обладнання: асинхронний електродвигун AIP280S6, перетворювачі частоти основний та рекуперативний моделі SINUS PENTA 0129 потужністю 75 кВт в режимі Heavy (перевантаження до 175 % – для центрифуг). Встановлено, що енергія гальмування сепаратора протягом робочого циклу становить $2,2 \cdot 10^3$ кВт·с, а середнє значення потужності гальмування протягом робочого циклу 11,5 кВт. Цим підтверджується доцільність застосування рекуперації в розглядуваній системі. Побудовано імітаційну модель системи та отримано перехідні процеси з задовільними показниками якості керування. Результати дослідження можуть бути використані підприємствами харчової промисловості та виробниками молочної продукції.

Висновки. В роботі розроблено автоматизований електропривод установки сепарації молока з аналізом процесів рекуперації енергії в мережу в контексті технологічного процесу виробництва. Ефективним технічним рішенням для рекуперації енергії є використання частотних перетворювачів Sinus Penta разом з модулем рекуперації. Встановлено, що енергія гальмування сепаратора протягом робочого циклу становить $2,2 \cdot 10^3$ кВт·с, а сере-

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ3

Осуховський В. Ю. Передача інформаційного сигналу по силовим лініям.....3

Смирнов О. Ю., Кошулько В. В. Використання коду хеммінга для виправлення
одиночної помилки5Кисельова А. П. Структура системи цифрової обробки потоку геолокаційних
даних для мобільних пристроїв7Вакуленко В. Р. Використання логічних схем алгоритмів при синтезі цифрового
автомату декодування сигналів з rfid-міток.....9Єрмолов М. В. комп'ютеризована система управління електроприводом подач
фрезерного верстату12Омельянченко Б. А. Комп'ютеризована система управління електроприводом
свердловинного насоса16Шилук М. В. Система автоматичного управління вібраційними пристроями з
електромагнітним приводом17Гачегов С. О. Цифровий безконтактний лічильник довжини витравленого
ланцюга для суднового якірного пристрою18Ізуїта В. О. Розробка альтернативної «розумної» системи керування
освітлювальними пристроями автомобіля.....21

СЕКЦІЯ 2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД.....27

Поліщук О. В., Дробко В. А. Удосконалення насосних станцій для тепло і
водопостачання27

Іванченко В. В. Автоматизація електропривода фрезерного верстата29

Васильєв І. І. Модернізація електропривода головного руху повздовжньо-
стругального верстата.....31

Кравчук В. П. Система керування привода подачі токарного верстата32

Фарзулаєв А. А. Електропривод стрічкового конвеєра з перетворювачем частоти
.....34

Маннов В. Г. Розробка математичної моделі роботи гребного електроприводу36

Оверченко П. В., Новаківський В. В., Ольшевський С. І., Савченко О. В
Використання модуля Arduino при побудові стенда для дослідження
безколекторного електродвигуна постійного струму.....38Дроздов О. І., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А. Комплектний
електропривод в резонансних установках.....40Ізбаш Л. М. Розробка автоматизованого електропривода установки сепарації
молока42

Лопушнян А. М. Розробка системи керування електропривода зерносушильного агрегату	43
Нагірний В. В. Розробка системи керування електропривода дробарки подрібнення кормів	44
Поворознюк О. С., Кириченко О. С. Порівняльний аналіз термоелектричних елементів з різними габаритними розмірами контактних пластин	45
Савостьянов В. В. Розробка системи керування електропривода паливороздавальної колонки автозаправочної станції	47
Шахнов В. Т. Розробка автоматизованого електропривода установки сушіння зерна	48
Швецов О. Ю., Кириченко О. С. Розробка системи керування електропривода електрокалориферної установки та дослідження теплових процесів в оребрених трубчастих нагрівачах	49
Мельниченко А. С. Інтелектуальна система керування двигуном електроприводу	51
Зайцев О. О. Підвищення ефективності автоматизованого електропривода маслonaсосної станції реакторного відділення аес	54
Карпенко М. В. Підвищення ефективності електропривода головного руху круглошліфувального верстата	55
Сушко В. М. Підвищення ефективності системи керування електропривода шпинделя спеціалізованого фрезерного верстата	56
Марченко О. С. Підвищення ефективності електропривода головного руху різьбофрезерного напівавтомата	57
Семенюк Ю. О. Підвищення ефективності автоматизованого електропривода насоса системи зрошення	58
Кисіль А. В., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А Бездатчиковий комплектний електропривод	59
Партола Є. О., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А. Нелінійні адаптивні регулятори в комплектних електроприводах	62
Хуторянський В. О., Куропятник С. А. Багатодвигунний електропривод дифузійного апарата	63
Позивайло А. В. Дослідження ефективності регульованого електропривода насосної установки водопостачання	64
Твердовський О. С. Позиційний електропривод зварювального маніпулятора	65
Косячний Д. Е. Керування кроковими п'єзоелектричними двигунами	66
Бондаренко О. Ю., Матюшин М. С., Сероветник В. І. Модернізація системи керування електропривода насосної установки	67

Кудряхін В. В. Підвищення ефективності резонансного електромагнітного привода вібраційного конвеєра	69
СЕКЦІЯ 3. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ	
70	
Павлович В. С., Колесниченко Ю. В., Попов Д. В. Определение показателей и структуры целевых функций сравнительного анализа пространственных электромагнитных систем трехфазных трансформаторов.....	70
Охотський В. О. Магнітогідродинамічний рушій.....	71
Солодчук В. В. Електричний реактор з підмагнічуванням	73
Ковальов Д. О, Руденко О. С., Слабодчиков А. А., Супрун В. В. Аналіз способів енергоресурсозбереження в силових трансформаторах	75
Холодков В. О. Удосконалення відцентрового насоса на основі вбудованого електродвигуна	79
Молдован Д. О. Автоматизація проектної процедури обрання необхідного кабеля	83
Дойч С. В., Цюрисов М. Л. Математична модель збудника турбогенератора..	84
Самарський А. О., Спінчевський А. О., Сmachенко В. П., Шкурко П. І. Удосконалення методу постійних навантажень для розрахунку необхідної потужності суднової електростанції.....	86
Ткаченко В. Я., Агейчев М. С., Демчук А. І., Кучеренко М. О. Асинхронізований вентильний двигун.....	88
Шульгін І. Г., Кравченко Д. І., Міщиряков І. В., Першин С. С., Біткулов А. О. Підвищення ефективності технічного обслуговування, експлуатації і ремонту складних технічних систем.....	89
Дзисюк Я. В. Гібридні суднові енергоустановки з силовими напівпровідниковими перетворювачами	90
СЕКЦІЯ 4. ПІДВОДНА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ.....	
96	
Пономаренко В. В. Система стабілізації судна на курсі на базі нечіткої логіки	96
Сімченко Ю. О. Інтегрована система керування технічними засобами судна.	99
СЕКЦІЯ 5. ІМПУЛЬСНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ.....	
103	
Омелян А. І. Дослідження впливу високовольтних електричних розрядів на властивості суміші порошків FE-TI-B4C	103
Харченко В. В., Мавродиев А. В. Анализ электровзрыва проводников из тугоплавких металлов в углеродсодержащей газообразной среде.....	104
Богуцький В. В. Електровибуховий синтез вуглецевих наноструктур	106
Турчин С. О. Електровибуховий метод синтезу наноалмазів.....	107

Рачков О. М., Кравцов Д.С., Пащенко В. С. Електроіскрове очищення гальваностоків від іонів важких металів	109
СЕКЦІЯ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА	112
Бесєдовський О. С. Програмний захист веб-сайтів від несанкціонованої модифікації.....	112

Наукове видання

АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА – 2019

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

14-15 листопада 2019 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

(українською та російською мовами)

Відповідальний за випуск:
Комп'ютерна верстка:

О. О. Черно
М. В. Шилюк

Видавець Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
проспект Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail: publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.