

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
81 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2021

Наукове видання

Збірник тез доповідей 81 наукової конференції викладачів академії
27 – 30 квітня 2021 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 14 від 27-29.04.2021 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова Єгоров Б.В., д.т.н., професор
Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії: Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор
Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор
Бурдо О.Г., д.т.н., професор
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор
Гапонюк О.І., д.т.н., професор
Жигунов Д.О., д.т.н., доцент
Іоргачова К.Г., д.т.н., професор
Капрельянц Л.В., д.т.н., професор
Коваленко О.О., д.т.н., проф.
Косой Б.В., д.т.н., професор
Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор
Мардар М.Р., д.т.н., професор
Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор
Павлов О.І., д.е.н., професор
Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент
Станкевич Г.М., д.т.н., професор,
Савенко І.І., д.е.н., професор,
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор
Ткаченко Н.А., д.т.н., професор,
Ткаченко О.Б., д.т.н., професор
Хобін В.А., д.т.н., професор,
Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор
Черно Н.К., д.т.н., професор

Завдання відшукування набору таких проміжних температур, які відповідали б мінімуму витрат первинної ексергії, а отже, і V_h компресорів, вирішується методом динамічного програмування з використанням принципу оптимальності Беллмана, шляхом відшукування найкоротшого шляху в ациклічному графові.

При розгляді спрощеної схеми ПСТТ і параметричного потокового графа (рис. 1), що відповідає цій спрощеній схемі, така схема еквівалентна узагальненій схемі через термодинамічну еквівалентність циклів багатоступінчастих і складених (каскадних) машин при роботі останніх на одній і тій же робочій речовині і за умови рівності нулю температурних натисків в проміжних і кінцевих теплообмінних апаратах.

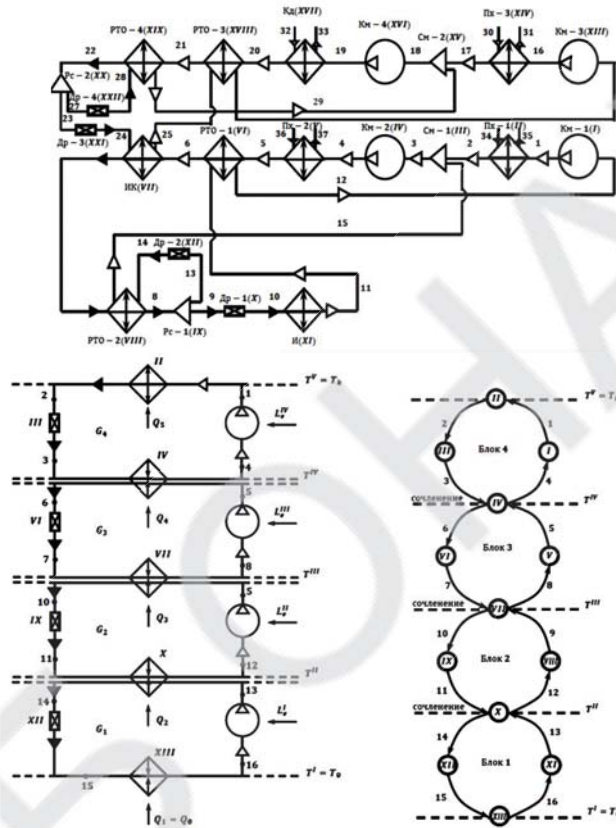


Рис. – 1 Схема установки та спрощена схема ПСТТ і параметричний потоковий граф, що складається з чотирьох ступенів (гілок), еквівалентні цій схемі

ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ З БІРОТАТИВНИМ СИНХРОННИМ ГЕНЕРАТОРОМ

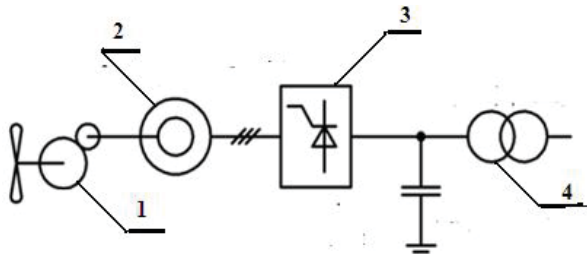
Штепа Є.П., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Класичне рішення для потужних вітроелектроустановок [1, с. 27] (до 7 МВт) є: первинний перетворювач енергії вітру в механічну енергію (вітряк) – перетворювач параметрів механічної енергії (мультиплікатор) – перетворювач механічної енергії в електричну (генератор).

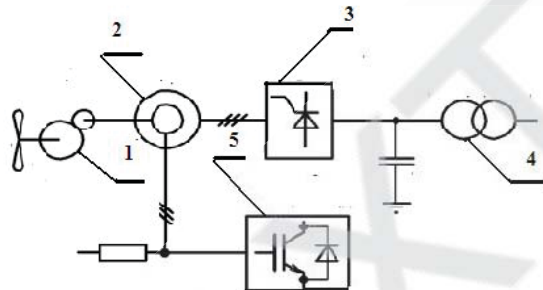
Існує декілька схем ветрових електростанцій.

1. Асинхронний генератора з короткозамкнутим ротором (рис. 1).
2. Асинхронний генератора з фазним ротором (рис. 2).
3. Асинхронизирований синхронний машини подвійного генератор (живлення), (рис. 3).
4. Синхронний генератор із збудженням від постійних магнітів або електромагнітним збудженням (рис. 4).



1 – мультиплікатор; 2 – асинхронний генератор; 3 – блок управління; 4 – трансформатор

Рис. 1 – Асинхронний генератор з короткозамкнутим ротором

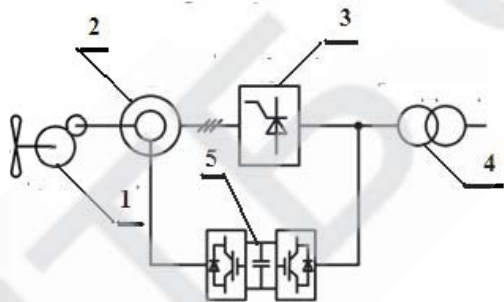


1 – мультиплікатор; 2 – асинхронний генератор; 3 – блок управління; 4 – трансформатор; 5 – блок збудження

Рис. 2 – Асинхронний генератора з фазним ротором

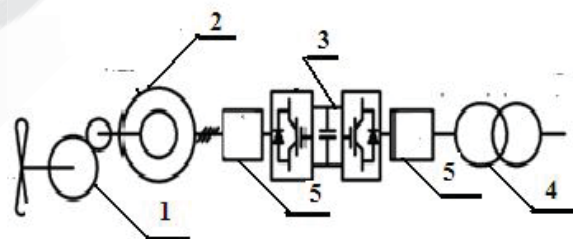
Основними недоліками даного технічного рішення є: відносно низький ККД; фіксована робоча частота обертання вітряка, що є причиною недовикористання його енергетичних можливостей, а наявність мультиплікатора знижує надійність і підвищує вартість установки.

На збудження при значному розузгодженні частот витрачається відчутна частка електроенергії, що виробляється. Наявність ковзаючих контактів і мультиплікатора також знижують надійність установки в порівнянні з попередніми.



1 – мультиплікатор; 2 – асинхронний генератор; 3 – блок управління; 4 – трансформатор; 5 – перетворювач частоти

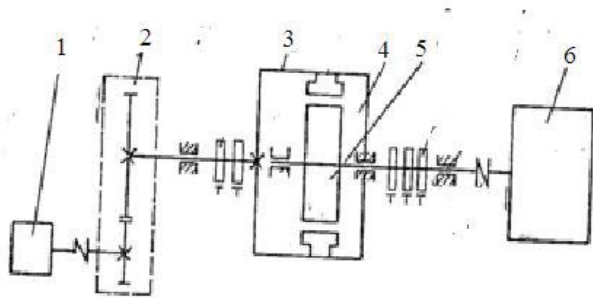
Рис. 3 – Асинхронизирований синхронний генератор



1 – мультиплікатор; 2 – синхронний генератор; 3 – перетворювач частоти; 4 – трансформатор; 5 – фільтр

Рис. 4 – Синхронний генератора із збудженням від постійних магнітів

Наведені схеми роботи повітряних електростанцій мають складну конструкцію, що потребує значну кількість складних елементів конструкції. Є приклади [2, с. 125] використання біротавної синхронної машини в режимі двигуна в гірничій промисловості для регульованого електроприводу вентиляторів головного провітрювання шахт, компресорів, вуглесосів, а також шахтних підйомних установок



1 – допоміжний двигун; 2 – редуктор;
3 – біротативний двигун; 4 – статор;
5 – ротор; 6 – робоча машина

Рис. 5 – Біротативний електропривод

В роботі [3, с.46] розгляну електропривід складається (рис. 6) з синхронного біротативного двигуна 3, який приводить в дію робочу машину 6 через редуктор 2, до якого предано машину постійного струму 1, що може працювати в режимі двигуна, або генератора. Якірне коло цієї машини постійного струму з'єднано з якорем другої машини постійного струму, що також може працювати в режимі генератора або двигуна в залежності від напрямку регулювання швидкості ротора.

Пропонується значно простіша конструкція вітроелектростанції з біротативним синхронним генератором [3, с. 46], тобто з синхронним генератором, у якого статор і ротор обертаються в підшипниках.

Біротативна машина (рис. 6). має статор 4, що обертається в підшипниках 1. Трифазна напруга джерела живлення до обмотки статора приєднується через три контактних кільця за допомогою щіток 3. Напруга струму збудження приєднується до обмотки ротора через два контактних кільця за допомогою щіток 5. Вал ротора 6 обертається в підшипниках.

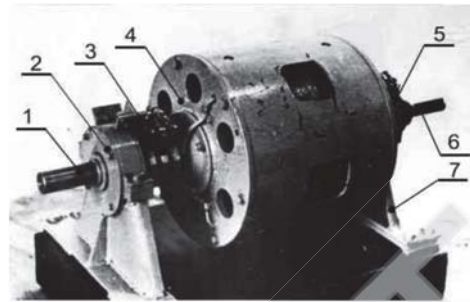


Рис. 6 – Біротативна машина

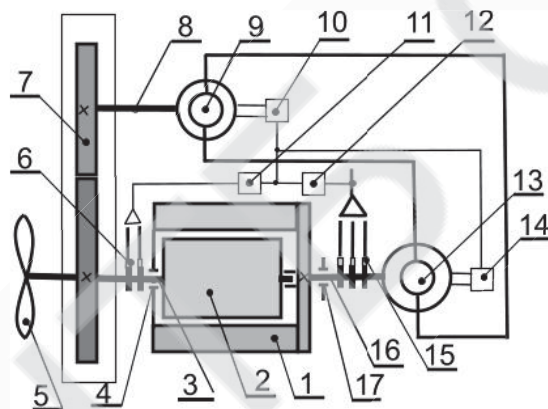


Рис. 7 – Схема вітроелектростанції

Якір двигуна 13 з'єднано з якорем генератора 9. Вал генератора 9 з'єднано з вихідним валом 8 редуктора 7. Трифазна напруга, що виробляється біротативним синхронним генератором, знімається через три контактних кільця за допомогою щіток 15. Обмотка збудження біротативного синхронного генератора приєднана до регулятора струму збудження 11 через два контактних кільця за допомогою щіток 6. Величина струму збудження синхронного біротативного генератора визначається датчиком 12 частоти і напруги синхронного біротативного генератора. Регулятори 10 і 14 регулюють струми збудження генератора 9 і двигуна 13.

Відомо, що частота струму генератора прямо пропорційна частоті обертання

Роботоздатність вітроелектростанції була перевірена на дослідній моделі з використанням біротативного синхронного генератора, виготовленого на базі генератора МСА-72-4 потужністю 15 кВт, з номінальним струмом 22 А лінійною напругою 380 В при частоті обертання 1500 об/хв.

Особливістю вітроелектростанції є використання біротативного синхронного генератора (рис.7.), вітроколесом 5.

Вал 16 статора 1, що обертається в підшипниках 17, з'єднано з валом двигуна постійного струму 13 [4, с.1-4].

магнітного поля n_0 , що створюється обмоткою збудження ротора:

$$n_0 = \frac{60f}{p}, \quad (1)$$

де f – частота струму; p – число пар полюсів генератора.

Якщо частота обертання ротора $n_{\text{рот}}$ така, що відповідає частоті струму $f=50$ Гц, то статор повинен бути нерухомим, тобто його частота обертання $n_{\text{ст}}=0$. При зменшенні швидкості вітру зменшується частота обертання ротора генератора $n_{\text{рот}}$, що відповідно зменшує частоту обертання магнітного поля статора n_0 , через що зменшується частота струму мережі f .

Тому статор треба обертати в напрямі протилежному напрямку обертання ротора з такою частотою $n_{\text{ст}}$, щоб

$$n_{\text{рот}} + n_{\text{ст}} = n_0 = \text{const}. \quad (2)$$

При збільшенні швидкості вітру збільшується частота обертання ротора генератора $n_{\text{рот}}$, що приведе до збільшення частоти струму, тому статор треба обертати в напрямку погодженому з напрямом обертання ротора з такою частотою $n_{\text{ст}}$, щоб $n_{\text{рот}} + n_{\text{ст}} = n_0 = \text{const}$.

При збільшенні швидкості повітря двигун постійного струму 13 обертає статор 1 погоджено з напрямом обертання ротора 2 біротативного синхронного генератора, а при зменшенні – навпаки. Регулювання швидкості обертання двигуна постійного струму здійснюється регулюванням струмів в обмотках збудження генератора 9 і двигуна 13 регуляторами 10 і 14. Напрямок регулювання частоти обертання визначається датчиком частоти і напруги 12, а величина напруги регулюванням струму збудження біротативного синхронного генератора регулятором 11. Роботоздатність вітроелектростанції була перевірена на дослідній моделі з використанням біротативного синхронного генератора потужністю 15 кВт. Обертання ротора генератора здійснювалося двигуном постійного струму, що імітував різну швидкість вітру.

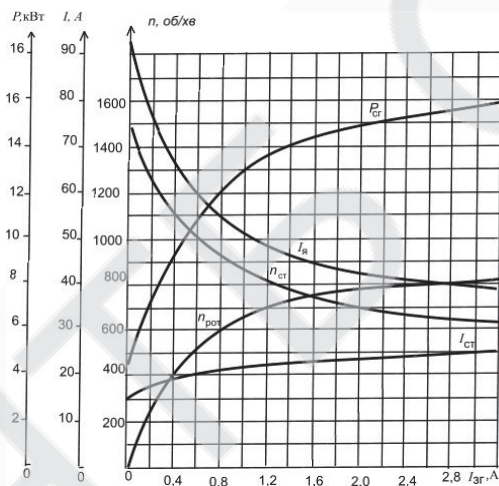


Рис. 8 – Графіки результатів експериментальних досліджень

постійного струму, від якого живиться двигун постійного струму, що регулює частоту обертання статора, відповідно зменшується. Регулювання частоти і напруги визначається датчиками 11, 12 (рис. 7).

Література

З графіків видно (рис.8), що при збільшенні частоти обертання ротора $n_{\text{рот}}$, тобто при збільшенні швидкості вітру, частота обертання статора $n_{\text{ст}}$ зменшується. Оскільки біротативний синхронний генератор чотириполюсний, то частота обертання його магнітного поля згідно формулі (1) дорівнює $n_0=1500$ об/хв. При частоті обертання ротора $2n_{\text{рот}}=750$ об/хв, частота обертання статора також $n_{\text{ст}}=750$ об/хв, що відповідає формулі (2). частота обертання статора 1 $n_{\text{ст}}$ відповідно збільшується.

На графіках також показано, що зі збільшенням частоти обертання ротора $n_{\text{рот}}$ потужність біротативного $P_{\text{гр}}$ синхронного генератора і його струм $I_{\text{гр}}$ також збільшуються, а струм якоря $I_{\text{я}}$ генератора

1. Беляков П.Ю., Панов Р.М. Анализ эффективности современных цепей преобразования энергии в ветроэлектрических установках большой мощности альтернативная энергетика. – 2011. – №4. – С. 27-34.

2. Берловский В.М., Штепа Е.П., Богопольский Б.Х. Регулируемый синхронный биротативный электропривод. Горный журнал. – 1967. – № 1. – С. 125-129.

3. Штепа Е.П. Автоматизованый електропривід з синхронним біротативним двигуном. Сборник докладов VI Всеукраинской научно-практической конференции «Информационные технологии и автоматизация – 2013». – С. 46.

4. Штепа Е.П. Вітроелектростанція: Патент України № 94321, МПК F03D 1/02, патентовласник Одеська нац. акад. харчових технологій, заявлено 22.05.2014. – 4 с.

ВПЛИВ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ЧИСЛА НА ГАБАРИТИ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ ОДНО- І ДВОСТУПЕНЧАСТИХ РЕДУКТОРІВ

Аванесьянц А.Г., к.т.н., доцент

Одеська національна академія харчових виробництв, м. Одеса

У статті досліджується вплив передавального числа циліндричної зубчастої передачі на її габаритні показники. Дається порівняльний аналіз отриманих результатів одно- і двоступеневих редукторів, з передачею, виконаної за розгорнутою схемою і співвісний передачею.

Основним критерієм працездатності зубчастих передач, яка визначає їх працездатність і габарити, є контактна витривалість робочих поверхонь зубів. Розрахунок на контактну міцність є основним проектним розрахунком зубчастих передач і зумовлює їх габаритні розміри, зокрема, зубчастих редукторів.

Стандартні одноступінчасті циліндричні редуктори мають максимальне передавальне число рівне $u = 6,3$. Пояснюють це тим, що при більш високих значеннях числа u габарити одноступінчастого редуктора перевищують габарити двоступеневого. У даній роботі показано наскільки вірно дане твердження.

Як відомо, міжосьова відстань косозубчастої циліндричної передачі (найбільш поширені в сучасному машинобудуванні) з розрахунку контактної міцності визначають за формулою

$$a_w = 43(u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}} \quad (1)$$

У наведеній формулі: T_2 – момент на колесі, Нмм; $[\sigma_H]$ – допустиме контактне напруження; $K_{H\beta}$ – коефіцієнт концентрації навантаження; $\psi_{ba} = \frac{b_2}{a_w}$ – коефіцієнт ширини колеса по міжосьовому відстані.

Порівняння габаритів зубчастої передачі редуктора по довжині.

Одноступінчастий циліндричний редуктор. Для простоти подальших висновків приймемо середні значення входять до формулі (1) параметрів: $[\sigma_H] = 500 \text{ Н/мм}^2$, $K_{H\beta} = 1,2$, $\psi_{ba} = 0,4$. Тоді і огляду на, що $T_2 \approx uT_1$, вираження (1) перетвориться до виду

$$a_w = 9,84(u+1) \sqrt[3]{\frac{T_1}{u}}, \text{ мм.} \quad (3)$$

Отже, згідно рис. 1, a габарити редуктора по довжині буде визначатися рівністю

КОМПРОМІС ПАРЕТО МІЖ КРИТЕРІЯМИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ Сакалюк О.Ю., Трішин Ф.А.....	155
---	-----

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЗЕРНОВИХ ВИРОБНИЦТВ»

РОЛЬ SMART СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ОБЛАДНАННЯМ ПЕРЕРОВНОЇ ГАЛУЗІ Гапонюк О.І., Алексашин О.В., Гончарук Г.А.....	157
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛУЩЕННЯ-ШЛІФУВАННЯ ЯЧМЕНЮ Гончарук Г.А., Ліпін А.П., Шипко І.М.....	160
СИЛОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАСТО-ВАЖЛИВОГО МЕХАНІЗМУ ЗІ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИМ РУХОМ ВИХІДНОЇ ЛАНКИ Ліпін А.П., Шипко І.М.....	161
ЩОДО РОЗРОБКИ КОНСТРУКЦІЙ РЕГУЛЬОВАНИХ КРИВОШИПІВ Ліпін А.П.....	162
НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ МИЙНИХ МАШИН ДЛЯ ЗЕРНА Ж9-БМА Солдатенко Л.С., Сторож В.С.....	163

СЕКЦІЯ «ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ»

SWITCHING OF POLARIZATION IN PVDF FILMS: IMPORTANCE OF SCREENING BY TRAPPED CHARGES S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva, H. von Seggern.....	165
CORONA DISCHARGE POLING OF FERROELECTRIC POLYMERS A.E. Sergeeva, S.N. Fedosov.....	167
SWITCHING OF FERROELECTRIC POLARIZATION AND ITS BUILD-UP IN POLYVINYLINDENE FLUORIDE (PVDF) FILMS S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva.....	169
APPLICATION OF DIELECTRIC SPECTROSCOPY AND TSDC METHODS FOR STUDYING RELAXATION IN NON-LINEAR OPTICAL AND FERROELECTRIC POLYMERS A.E. Sergeeva, S.N. Fedosov.....	170
ОТРИМАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКТІВ ІЗ РОЗТОРОПШІ ПЛЯМИСТОЇ Задорожний В.Г.....	171
ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА Кононенко Н.Г., Федченко Ю.С., Черевко Є. В.....	173
ЗАЛИШКОВА ПОЛЯРИЗАЦІЯ В СИСТЕМІ ПС+ДР1, ЯКА ВИВЧЕНА МЕТОДОМ СТРУМІВ ТСД Ревенюк Т.А.....	175
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ Вітюк А.В., Нужна Н.В.....	176
НЕЛОКАЛЬНИЙ ПСЕВДОПОТЕНЦІАЛ І ПАРНА МІЖІОННА ВЗАЄМОДІЯ У МЕТАЛІЧНОМУ ГЕЛІІ Швець В.Т.....	178
ПРОСТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПОРІДНЕНОСТІ НАРОДІВ Швець В.Т.....	180

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА, МЕХАТРОНІКА ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТЯГО-ДУТТЬОВИХ МАШИН ПАРОВОГО КОТЛА Бабіч В.Ф., Галіулін А.А., Задорожнюк О.О.....	182
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЛАНОК НА ПЕРЕДАТОЧНЕ ВІДНОШЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО РЕДУКТОРА Субботіна М.І.....	184
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АЛГЕБРАІЧНОГО АНАЛІЗУ В КУРСІ ІНЖЕНЕРНОЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ Ломовцев Б.А.....	186
ОПТИМАЛЬНЕ РОЗБИТТЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ЦИКЛІВ ПАРО-КОМПРЕСОРНИХ СИСТЕМ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ НА СХІДЦІ, ВИБІР КОМПРЕСОРІВ І ПРОМІЖНИХ ТЕМПЕРАТУР Іваненко Є.В.....	187
ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ З БІРОТАТИВНИМ СИНХРОННИМ ГЕНЕРАТОРОМ Штепа Є.П.....	189
ВПЛИВ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ЧИСЛА НА ГАБАРИТИ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ ОДНО- І ДВОСТУПЕНЧАСТИХ РЕДУКТОРІВ Аванесьянц А.Г.....	193