

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



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

Одеса 2019

Наукове видання

Збірник тез доповідей 79 наукової конференції викладачів академії
16 – 19 квітня 2019 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 № 9 від 02.04.2019 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., ст.н.с.

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

Осипова Л.А., д-р техн. наук, доцент

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

ВИКОРИСТАННЯ СПОСТЕРІГАЧІВ ЛЮЕНБЕРГЕРА В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ГЕРМЕТИЧНИХ КОМПРЕСОРІВ

Букарос А.Ю., к.т.н., доц., Карповіч О.Я., к.т.н., доц., Малишев В.Л., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Запропонована нова топологія спостерігача Люенбергера повного порядку, що забезпечує оцінку швидкості обертання і моменту опору на валу електродвигуна герметичного компресора. Вироблений розрахунок коефіцієнтів матриці Люенбергера.

Нині регулювання продуктивності герметичних компресорів в переважній більшості випадків здійснюється шляхом включення-відключення приводного електродвигуна. Застосування регульованого електроприводу в герметичних компресорах невеликої потужності традиційно вважається економічно недоцільним, досліджень в цьому напрямі [1, 2] мало, і вони, в основному, описового характеру. У роботах [1, 3] показана можливість модернізації електроприводів герметичних компресорів малих холодильних установок при переході від двопозиційного способу регулювання продуктивності до використання системи «Перетворювач частоти – трифазний асинхронний двигун» (ПЧ-ТАД). Запропоновані технічні рішення дозволяють істотно скоротити витрати на виготовлення електроприводу компресора, проте, при цьому залишається невирішеним ряд завдань ефективного управління таким електроприводом. Зокрема, для побудови замкнутої системи регулювання швидкості обертання електроприводу ПЧ-ТАД герметичного компресора [4] необхідно мати в розпорядженні поточне значення швидкості обертання ТАД і моменту опору на валу ТАД, які можна було б досить просто визначити.

Метою цього дослідження є аналіз можливостей використання спостерігачів Люенбергера як бездатчикового способу визначення координат електроприводу ПЧ-ТАД герметичного компресора. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань: зробити вибір необхідної топології спостерігача стану, виробити розрахунок параметрів спостерігача стану по одній з відомих стандартних форм розподілу коріння характеристичного полінома.

При використанні спостерігачів стану в систему управління вводять математичну модель ТАД, побудовану по відомих рівняннях [5], яка виконує оцінку поточного значення швидкості обертання ротора і моменту опору на валу. В цьому випадку як вимірювана координата можна використовувати електромагнітний момент ТАД M , що обчислюється по значеннях фазної напруги і струмів, які легко піддаються безпосередньому виміру.

Синтез спостерігача Люенбергера і визначення його параметрів проведемо модальним методом з розподілом коріння характеристичного полінома по стандартній лінійній формі Беселя [6]. Спостерігач для оцінювання вектора координат стану будується на основі математичної моделі ТАД шляхом її доповнення «стабілізуючою добавкою» $L(M - \hat{M})$ [6]. Тут і далі символ $\hat{}$ означає оцінене значення відповідної координати стану.

При розрахунку коефіцієнтів матриці Люенбергера L використання рівнянь математичної моделі ТАД, записаних в канонічній формі [5] для моменту і швидкості обертання ТАД, безпосередньо складно, оскільки електромагнітний момент M визначається добутками проекцій векторів струму і потокозчеплення статора. Проте в цьому немає необхідності, з огляду на те, що коефіцієнти матриці L визначаються приблизно на підставі загальних рекомендацій або практичного досвіду [6] і впливають тільки на швидкість ідентифікації координат стану спостерігачем. Тому допустимо скористатися лінеаризованою моделлю ТАД [5].

Вважаючи обурення неконтрольованим, лінеаризована математична модель спостерігача Люенбергера повного порядку для ТАД набере вигляду:

$$T_2 \frac{d}{dt} \hat{M} + \hat{M} = h_i \cdot \left[\omega_1 - z_p \cdot \hat{\Omega} + \frac{T_2 \cdot L_1}{h_i} \cdot (M - \hat{M}) \right] \quad J \frac{d}{dt} \hat{\Omega} = \hat{M} + J \cdot L_2 (M - \hat{M}).$$

Коефіцієнти матриці Люенбергера L по стандартній лінійній формі Беселя визначаються як

$$L_1 = A_1 \cdot \Omega'^{-1} / T_2 \quad L_2 = \left[1 - (\Omega')^2 \cdot T_2 \cdot J \right] / (z_p \cdot h_t \cdot J),$$

де Ω' – середньгеометричний корінь, значення якого вибирається з умови забезпечення необхідної швидкодії спостерігача; A_1 – коефіцієнт форми, згідно з прийнятою стандартною лінійною формою Беселя дорівнює 1,73.

Аналіз рівнянь дозволяє стверджувати, що «стабілізуюча добавка» $J \cdot L_2 (M - \hat{M})$ є фактично оціненим значенням моменту опору ТАД.

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступний висновок: отримана топологія спостерігача Люенбергера дозволяє проводити в реальному часі оцінку поточного значення швидкості обертання ротора і моменту опору на валу електродвигуна герметичного компресора. На основі запропонованих рівнянь можливо побудова моделі спостерігача Люенбергера, що включає повну математичну модель ТАД в нерухомій системі координат. Цей спосіб бездатчикового визначення координат стану може бути успішно застосований при проектуванні електроприводів герметичних компресорів.

Література

1. Saidur, R., Mekhilef, S., Ali, M. B., Safari, A., Mohammed, H. A. (2012). Applications of variable speed drive (VSD) in electrical motors energy savings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (1), 543–550. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.020>
2. Li, Y. (2015). Variable Frequency Drive Applications in HVAC Systems. *New Applications of Electric Drives*. doi: <https://doi.org/10.5772/61782>
3. Букарос А.Ю. Модернізація керованих приводів герметичних компресорів / А.Ю. Букарос, О.А. Онищенко // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2010. – № 01 (77). – С. 58-63.
4. Букарос А.Ю. Адаптивна система управління електроприводом компресора / А.Ю. Букарос, В.М. Букарос, М.О. Ромчук // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. – 2014. – № 6. – С. 84-90.
5. Kubota, H., Matsuse, K., Nakano, T. (1993). DSP-based speed adaptive flux observer of induction motor. *IEEE Transactions on Industry Applications*, – № 29 (2), – P. 344–348. doi: <https://doi.org/10.1109/28.216542>.
6. Панкратов В.В. Обрані розділи теорії автоматичного управління : навчальний посібник / В.В. Панкратов, О.В. Ніс, Е.А. Зима. – Новосибірськ: Видавництво НГТУ, 2011. – 223 с.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ШНЕКОВОГО ПРЕСА ДЛЯ ВИНОГРАДУ

Галіулін А.А., к.т.н., доцент, Монтік П.М., к.т.н., професор, Ліпін А.П., к.т.н., доцент,
Шипко І.М., к.т.н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Заводи первинного виновиробництва України є потужною промисловою та економічною базою для виготовлення вина високої якості. Успішний приклад – компанія «SHABO» в Одеській області, яка тільки у 2017 році здобула 23 відзнаки на Міжнародних виноробних виставках та за рік у двічі підвищила рівень продаж вина за кордоном.

В роботі обрані канали контролю і управління шнекового преса (ШП). Так, управління здійснюється за двома каналами: 1 – за тиском масла в гідрорегуляторі ШП ($P=3,0 \dots 9,0$ МПа) та 2 – за частотою обертання пресового шнека ($n=2,0 \dots 5,0$ об/хв.), а

НАПРЯМОК УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК Солдатенко Л.С.....	183
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗБІРНО-ВИВІДНОГО ПРИСТРОЮ (ЗВП) ДИСКОВИХ КОМІРКОВИХ СЕПАРАТОРІВ Солдатенко Л.С., Островський І.А.....	184

СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

RELAXATION PROCESSES IN THIN FILMS OF PVDF-BATIO ₃ COMPOSITES Sergeeva A.E., Fedosov S.N.....	185
PYROELECTRICITY AND RESIDUAL POLARIZATION IN PVDF THIN FILMS WITH NANO-SCALE STRUCTURE Sergeeva A.E., Fedosov S.N.....	186
POLING OF SIDE-CHAIN NON-LINEAR OPTICAL THIN POLYMER FILMS DURING THEIR SOLIDIFICATION Fedosov S.N., P. Carr, Sergeeva A.E.....	187
DIELECTRIC RELAXATION IN POLYSTYRENE THIN FILMS DOPED WITH DR1 GUEST MOLECULES Fedosov S.N., Giacometti J.A., Sergeeva A.E.....	187
УЛЬТРАЗВУКОВА ЕКСТРАКЦІЯ ПОЛІСАХАРИДІВ ЛЬОНУ Задорожний В.Г.....	188
GRINDING TEMPERATURE MODELING Lishchenko Natalia.....	189

СЕКЦІЯ «ВИЩА ТА ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»

ПРО ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯНЬ ІНФІНІТЕЗИМАЛЬНИХ КОНФОРМНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ПОВЕРХОНЬ Федченко Ю.С.....	191
А-ДЕФОРМАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ, LGT-ЛІНІЇ, ГРАДІЄНТНИЙ ВЕКТОР Вашпанова Н.В., Подоусова Т.Ю.....	193

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА МЕХАТРОНІКА»

НОВИЙ ПІДХІД КІНЕМАТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВОШИПНО-ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМА Амбарцумянц Р.В., Кара О.Д.....	194
КІНЕТОСТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ШАРНІРНОЇ ГРУПИ АССУРА ЧЕТВЕРТОГО КЛАСУ ДРУГОГО ПОРЯДКУ Амбарцумянц Р.В., Ліпін А.П., Ромашкевич С.О.....	196
ПРЕС ЗІ ЗВОРОТНИМ ХОДОМ ШНЕКА Амбарцумянц Р.В., Тутаєв С.В.....	199
ВИКОРИСТАННЯ СПОСТЕРІГАЧІВ ЛЮЕНБЕРГЕРА В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ГЕРМЕТИЧНИХ КОМПРЕСОРІВ Букарос А.Ю., Карповіч О.Я., Малишев В.Л.....	200
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ШНЕКОВОГО ПРЕСА ДЛЯ ВИНОГРАДУ Галіулін А.А., Монтік П.М., Ліпін А.П., Шипко І.М.....	201
ПРОЦЕСИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ РЕЛАКСАЦІЇ В ЛЕГОВАНИХ ПЛІВКАХ ПОЛІСТИРОЛУ, ЕЛЕКТРИЗОВАНИХ У КОРОННОМУ РОЗРЯДІ Ревенюк Т.А.....	204
СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ПАСІВ І МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КРУГЛОПАСОВИХ ПЕРЕДАЧ Риженко М.М., Аванес'янц А.Г., Аванес'янц Г.А.....	206
ЗБУДЖЕННЯ КАВІТАЦІЇ ЯК ТУРБУЛІЗУЮЧИЙ ФАКТОР ЗВУКОКАПЛЯРНОГО ПОТОКУ РІДИНИ В КАПЛЯРІ Розіна О.Ю.....	208
ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ, РОЗМОРОЖЕНОЇ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ Штепа Є.П.....	210

СЕКЦІЯ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ТЕХНІЧНИЙ ДИЗАЙН»

ФОРМАЛІЗАЦІЯ І СИСТЕМАТИЗАЦІЯ КРЕСЛЕННЯ ПОВЕРХНІ Ломовцев Б.А., Іваненко Є.В.....	211
--	-----