УДК 621.311 DOI: 10.30748/zhups.2019.60.17

Г.І. Лагутін[1], О.О. Скиба[1], О.О. Юр'єв[2]

[1] *Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*
[2] *Національний авіаційний університет, Київ*

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОМАШИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

В статті проаналізовані асинхронний двигун як джерело механічної енергії та його місце в системі електропостачання військового об'єкту в умовах ведення бойових дій, існуючі способи визначення технічного стану асинхронних електродвигунів електромашинних перетворювачів частоти систем електропостачання об'єктів Повітряних Сил та на підставі проведеного аналізу визначені шляхи удосконалення способів оцінювання їх технічного стану з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції (операції об'єднаних сил).

Ключові слова: *асинхронний двигун, електромашинний перетворювач частоти, система електропостачання військового об'єкту, оцінювання технічного стану.*

Вступ

Постановка проблеми. Для забезпечення бойової роботи зенітних ракетних комплексів (ЗРК) необхідна електроенергія з частотою 400 Гц. Для отримання електроенергії підвищеної частоти в системах електропостачання ЗРК застосовуються електромашинні перетворювачі частоти серії ПСЧ. Висока надійність приводних асинхронних двигунів перетворювачів гарантує якісне виконання бойових завдань зенітним ракетним дивізіоном.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Діагностування приводних асинхронних двигунів в теперішній час проводиться шляхом візуального огляду, а також шляхом вимірювання опору ізоляції через кожні 1000 мотогодин під час технічних обслуговувань [1–4]. Це не дозволяє повною мірою визначити технічний стан двигуна та спрогнозувати появу певних несправностей в подальшому.

Тому актуальною задачею є розробка сучасних способів та засобів визначення технічного стану асинхронних двигунів електромашинних перетворювачів частоти. Це дозволить підвищити надійність електропостачання та рівень боєготовності зенітних ракетних підрозділів.

Мета статті – аналіз існуючих способів оцінювання технічного стану асинхронних двигунів електромашинних перетворювачів частоти в системах електропостачання (СЕП) та визначення шляхів удосконалення способів технічного діагностування електричних машин в умовах ведення бойової роботи зенітних ракетних комплексів, спрямованих на підвищення надійності роботи СЕП.

Виклад основного матеріалу

Безперервне, надійне та безпечне електропостачання комплексів озброєння та військової техніки є необхідною умовою постійної бойової готовності та боєздатності Повітряних Сил під час проведення операції Об'єднаних сил (ООС).

Зенітні ракетні війська є родом військ Повітряних Сил ЗС України та мають на озброєнні зенітні ракетні системи, які в зоні проведення ООС складають основну вогневу силу в системі протиповітряної оборони та використовуються для захисту пунктів управління вищих ланок державного й військового управління, угруповань військ (сил), найважливіших промислових і економічних центрів та інших об'єктів від ударів засобів повітряного нападу противника в межах зон ураження.

Для функціонування ЗРК необхідна електрична енергія різних параметрів. Для її отримання застосовуються комплектні СЕП. Узагальнена структура СЕП ЗРК зображена на рис. 1. Електроенергія трифазного змінного струму напругою звичайно 10(6) кВ частотою 50 Гц від лінії електропередачі (ЛЕП) державної електромережі передається на пересувну трансформаторну підстанцію (ПТП), де перетворюється в електроенергію напругою 400 В або 230 В та поступає на розподільно-перетворювальну установку (РПУ). РПУ забезпечує прийом електричної енергії від ПТП або дизельних електростанцій (ДЕС), перетворення трифазної напруги частотою 50 Гц у трифазну напругу частотою 400 Гц і видачу електроенергії споживачам. Досвід ведення бойових дій в зоні ООС свідчить, що від ДЕС електроживлення має здійснюватися в особливих умовах бойової роботи, коли потрібна висока якість електроене-

© Лагутін Г.І., Скиба О.О., Юр'єв О.О., 2019

ргії, а державна мережа нестабільна або зовсім відсутня.

Перетворення електроенергії частотою 50 Гц у частоту 400 Гц в СЕП ЗРК здійснюється за допомогою електромашинних перетворювачів частоти серії ПСЧ. Перетворювач складається з приводного трифазного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором та трифазного синхронного генератора індукторного типу частотою 400 Гц. Зокрема, до складу СЕП ЗРК середньої дальності входить 15 перетворювачів ПСЧ-50. Потужність приводного двигуна такого перетворювача складає 60 кВт, а синхронного генератора – 50 кВт. З вищесказаного витікає, що порушення роботи перетворювачів ПСЧ-50 в системах електропостачання зенітних ракетних комплексів може призвести до зриву наведення на цілі зенітних керованих ракет й, як наслідок, знищення об'єктів, що захищаються, або позицій самих зенітних ракетних комплексів.

Тому для надійного електропостачання споживачів зенітного ракетного комплексу мати інформацію про реальний технічний стан асинхронних двигунів перетворювачів частоти.

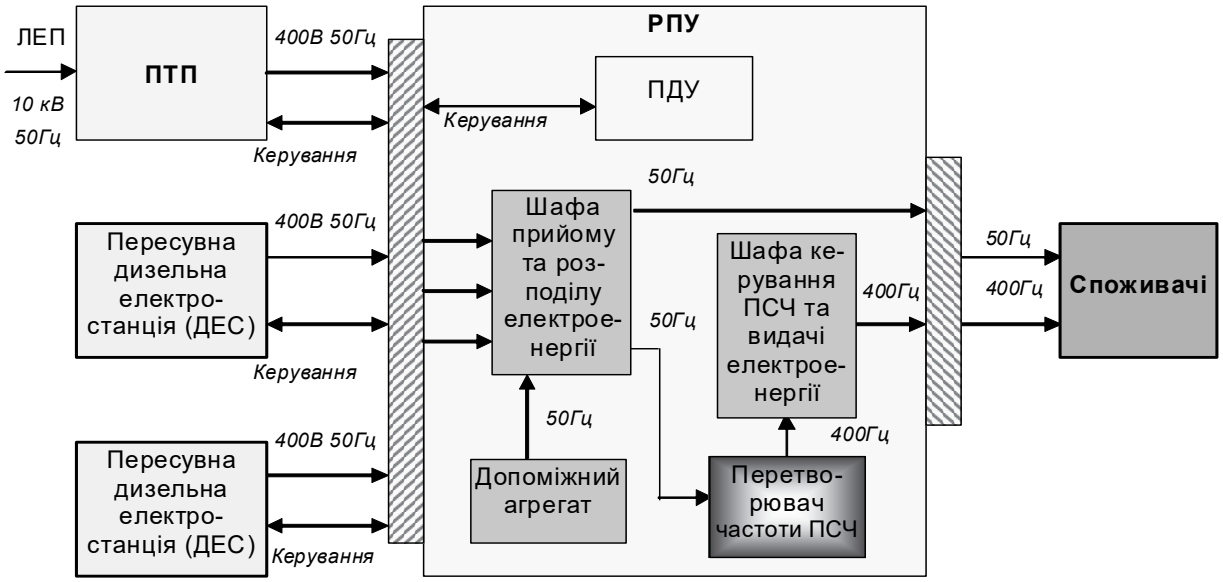


Рис. 1. Структура системи електропостачання зенітного ракетного комплексу

При експлуатації асинхронних двигунів систем електропостачання об'єктів Повітряних Сил можуть використовуватися такі способи оцінювання їх технічного стану:

– приймально-здавальні та періодичні випробування;

– оцінка технічного стану за результатами аналізу несправностей;

– системи тестового та функціонального діагностування.

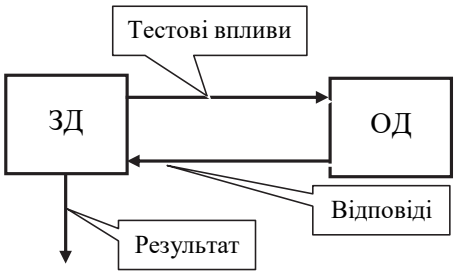
Обсяг приймально-здавальних випробувань асинхронних електродвигунів визначається [3]. До їх переліку входять: вимірювання опору ізоляції; вимірювання опору постійному струму; вимірювання зазорів у підшипниках ковзання; перевірка роботи електродвигуна на неробочому ході. Обсяг періодичних випробувань асинхронних електродвигунів та періодичність їх проведення визначається [4]. Це такі випробування, як вимірювання опору ізоляції; випробування підвищеною напругою промислової частоти; вимірювання зазорів між сталлю ротора та статора; вимірювання вібрації підшипників електродвигуна; вимірювання розбігу ротора в осьовому напрямку; випробування на нагрівання. Усі ці випробування дозволяють лише орієнтовно визначати придатність асинхронних двигунів до подальшого використання.

При визначенні технічного стану асинхронного двигуна за результатом аналізу його несправностей розрізняють зовнішні й внутрішні несправності. До зовнішніх несправностей відносять: обрив одного або декількох проводів, що з'єднують двигун з мережею; неправильне з'єднання проводів, що з'єднують двигун з мережею; перегоряння плавкої вставки запобіжника; несправності апаратури пуску або керування; знижена або підвищена напруга живлячої мережі; перевантаження двигуна; погана вентиляція двигуна. Внутрішні несправності в свою чергу поділяють на механічні (порушення роботи підшипників; деформація вала; ослаблення кріплення сердечника статора; тріщини в підшипникових щитах або в станині) та електричні (міжвиткові замикання; обриви в обмотках; пробій ізоляції на корпус; старіння ізоляції; неправильні з'єднання в котушках).

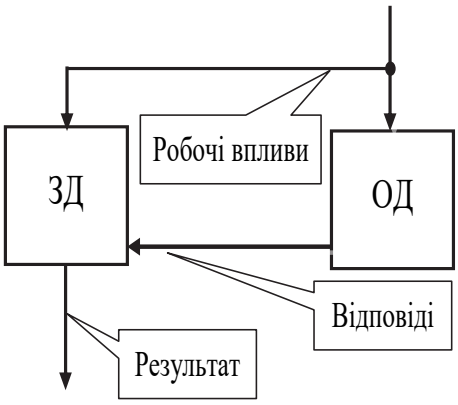
Системи тестового діагностування застосовують при виготовленні двигуна, під час його обслуговування і ремонту та при зберіганні, а також перед застосуванням та після нього, коли необхідна пере-

вірка справності або працездатності двигуна й пошук дефектів. У цьому випадку на двигун подаються тестові впливи, що спеціально організуються. Системи функціонального діагностування застосовують при використанні двигуна за призначенням, коли необхідна перевірка правильності функціонування та пошук дефектів, що її порушують. При цьому на двигун надходять тільки передбачені його алгоритмом функціонування впливи.

Схеми тестового та функціонального діагностування представлені на рис. 2. Фізично кожна лінія схем, що має стрілку, може являти собою декілька каналів передачі інформації. Відмінною рисою тестового діагностування (рис. 2, а) є подача на об'єкт діагностування (ОД) спеціально організованих (тестових) впливів від засобів діагностування (ЗД). Тестові впливи можуть подаватися як на основні входи ОД, тобто на входи, необхідні для використання об'єкта за призначенням, так й на діагностичні входи, організовані спеціально для цілей діагностування.



а



б

Рис. 2. Схема тестового (а) та функціонального (б) діагностування

На жаль, існуючі способи та засоби діагностування асинхронних двигунів, які застосовуються в Збройних Силах України, не дозволяють в повній мірі оцінити реальний технічний стан електродвигунів і, тим самим, попередити можливі несправності та аварії. Це може порушити нормальне електропостачання зенітних ракетних комплексів та, як наслідок, призвести до зриву виконання бойових завдань.

Основними вимогами до сучасних методів оцінювання технічного стану електродвигунів є: висока вірогідність і точність виявлення несправностей; можливість виявлення всіх або значної частини ушкоджень; можливість проведення діагностичних вимірювань дистанційно; низька трудомісткість і простота діагностичних робіт; можливість проведення швидкої аналітичної обробки отриманих результатів.

Проведений аналіз показав, що найбільш перспективними можуть бути визначені такі способи діагностування електродвигунів: віброакустичний метод [5]; спосіб порівняння результатів вимірювань робочих сигналів двигуна з його математичною моделлю [6]; спектральний аналіз модулів векторів Парку струму й напруги двигуна [7].

Особливо слід відмітити спосіб визначення технічного стану двигуна, заснований на спектральному аналізі модулів векторів Парку струму й напруги. Відзначимо, що модулі вектора Парка струму $|P_I|$ і напруги $|P_U|$ – це скалярні функції, сформовані за виразами:

$$I_d(t) = I_A(t) - \frac{I_B(t)}{2} - \frac{I_C(t)}{2};$$

$$I_q(t) = \frac{\sqrt{3}}{2} I_B(t) - \frac{\sqrt{3}}{2} I_C(t);$$

$$|P_I| = \sqrt{I_d^2(t) + I_q^2(t)};$$

$$U_d(t) = U_A(t) - \frac{U_B(t)}{2} - \frac{U_C(t)}{2};$$

$$U_q(t) = \frac{\sqrt{3}}{2} U_B(t) - \frac{\sqrt{3}}{2} U_C(t);$$

$$|P_U| = \sqrt{U_d^2(t) + U_q^2(t)}.$$

де *A, B, C* – позначення фаз, *I* - струм, *U* - напруга.

В основу метода покладені такі принципи [7]:

1. Наявність електричних і механічних несправностей приводить до змін магнітного потоку (амплітудної модуляції) у повітряному зазорі електричної машини, що дає можливість виявити гармоніки струму, характерні для несправностей устаткування.

2. Живляча напруга не є ідеально синусоїдальною, тому в одержуваних спектрах модуля вектора Парку струму й напруги присутні гармоніки, обумовлені якістю живлячої напруги, але несправності електродвигуна й механічного навантаження викликають відповідні гармоніки тільки в спектрі струму.

3. На відміну від простого спектрального аналізу сигналів струму, при формуванні спектрів модуля вектора Парку будь-яка модульована амплітудною модуляцією характерна частота *f* ураховується в спектрі вектора Парку тільки один раз.

4. Гармоніки в спектрі модуля вектора Парку струму, відповідні до різних видів несправностей, відрізняються один від іншої.

Тим самим, виявлення в спектрі модуля вектора Парку струму характерних гармонік напевно й однозначно свідчить про наявність електричних і механічних несправностей електродвигуна й механічного пристрою, що приводиться ним у дію [8]. На рис. 3 наведена можлива структура комплексу для спектрального аналізу сигналів струму та напруги.

Він складається з досліджуваного двигуна 4 з приводом 3, низькочастотного фільтра 5 для послаблення високочастотних завад, АЦП 2 для переведення аналогового сигналу в цифрову форму та комп'ютера 1 з спеціалізованим програмним забезпеченням для обробки результатів.

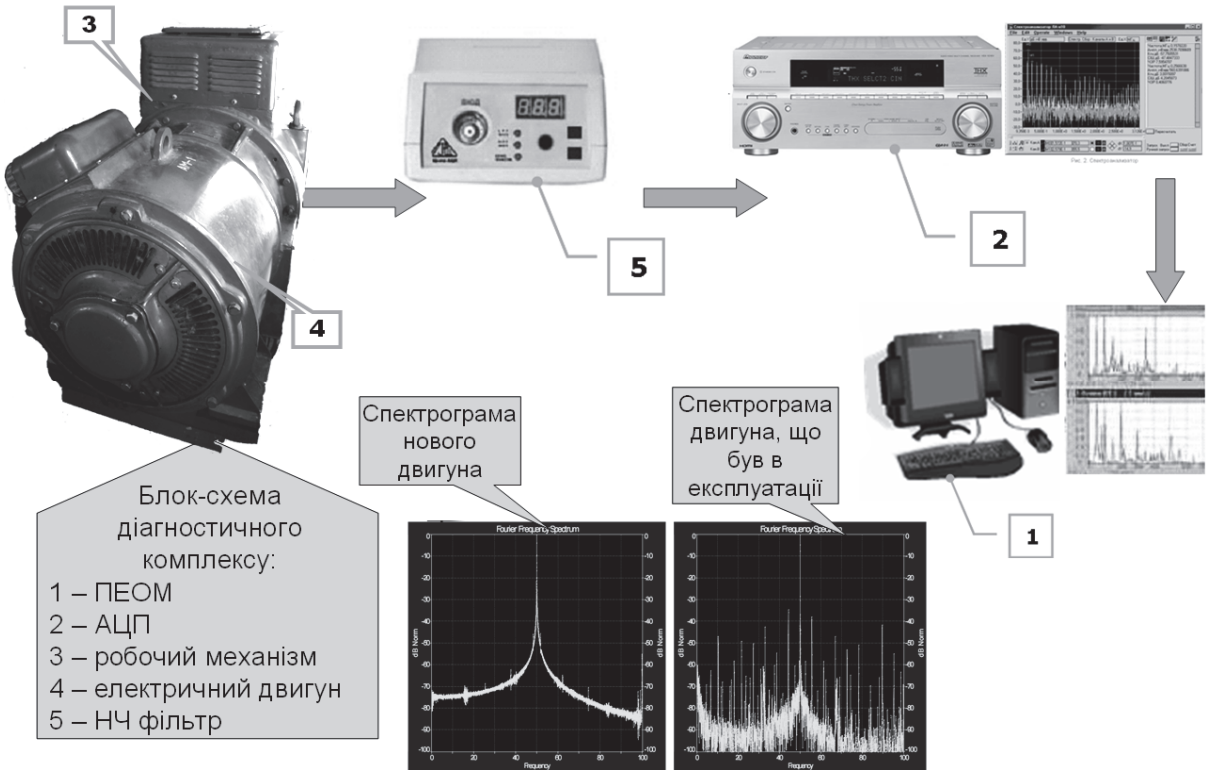


Рис. 3. Структура комплексу для спектрального аналізу сигналів струму та напруги

Діагностування основних несправностей електродвигуна здійснюється на наступних характерних частотах [9]:

– наявність міжвиткових замикань в обмотках статора й пошкодження ротора діагностуються на частоті живлячої мережі;

– неспіввісність валів електродвигуна й пов'язаних з електродвигуном механічних пристроїв діагностується на частотах, кратних частоті обертання електродвигуна;

– дефекти ремінної передачі навантаження діагностуються на частотах, кратних частоті биттів ременя;

– пошкодження підшипника діагностуються на частотах, кратних частоті обертання ротора;

– пошкодження пов'язаних з електродвигуном механічних пристроїв із групи: насос, вентилятор, компресор діагностуються на лопатковій частоті.

Проведений аналіз показав такі переваги методу діагностики стану електродвигунів на основі спектрального аналізу спектрів модуля векторів Парку струму й напруги [10 – 12].

1. Розширення переліку діагностованих пошкоджень і підвищення точності діагностування.

2. Додатковий моніторинг прикладеної до електродвигуна напруги дозволяє виявити несиметрію напруги, наявність вищих гармонійних складових і імпульсів перенапруг.

3. Зниження трудомісткості процедури діагностування.

4. Забезпечення можливості дистанційного діагностування (на відстані від електродвигуна – в електрощиті живлення або керування).

5. Спрощення процедури діагностування – не потрібне відключення електродвигуна або зняття навантаження.

6. Забезпечення можливості повної автоматизації процесу діагностики.

Для електротехнічних підрозділів в зоні проведення ООС, які здійснюють експлуатацію, технічне обслуговування й ремонт електродвигунів, застосування даного методу дозволяє повною мірою реалізувати технологію обслуговування устаткування за

фактичним станом, що забезпечує зниження до мінімуму аварійних відмов устаткування за рахунок раннього виявлення дефектів, що зароджуються, і контролю розвитку пошкоджень.

Висновки

1. Електромашинні перетворювачі частоти забезпечують ведення бойової роботи зенітними ракетними підрозділами, а вихід з ладу приводного асинхронного двигуна може призвести до невиконання бойової задачі та знищенню важливих промислових та військових об'єктів країни.

2. У зв'язку з тим, що від надійної роботи асинхронного двигуна перетворювача частоти залежить виконання бойових завдань зенітними ракетними комплексами, інформація про реальний технічний стан двигуна є дуже важливою.

3. Існуючі способи та засоби діагностування асинхронних двигунів, які застосовуються в Збройних Силах України, не дозволяють в повній мірі оцінити їх реальний технічний стан і, тим самим, попередити можливі несправності та аварії.

4. Проведений аналіз показав, що для досягнення поставленої в роботі мети найбільш перспективними можуть бути визначені такі способи діагностування електродвигунів: віброакустичний метод; спосіб порівняння результатів вимірювань робочих сигналів двигуна з його математичною моделлю; спектральний аналіз модулів векторів Парку струму й напруги двигуна. Для ефективного та надійного діагностування асинхронних двигунів електромашинних перетворювачів частоти найбільш доцільно використовувати спосіб, принципово заснований на методі аналізу спектрів струму й напруги.

5. Для електротехнічних підрозділів, особливо які задіяні в зоні проведення ООС, застосування даного способу дозволяє повною мірою реалізувати технологію обслуговування устаткування за фактичним станом, що забезпечує зниження до мінімуму "аварійних" відмов устаткування за рахунок раннього виявлення дефектів, що зароджуються, і контролю розвитку пошкоджень.

Список літератури

1. ДСТУ 2331-93. Машини електричні асинхронні потужністю до 400 кВт включно. Двигуни. Вимоги безпеки та методи випробувань. – К., 1993. – 56 с.

2. ДСТУ 2365-94. Машини електричні асинхронні потужністю до 400 кВт включно. Двигуни. – К., 1994. – 44 с.

3. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 576 с.

4. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості від 13.02.2012 № 91). – К.: Мінпаливенерго України, 2012. – 384 с.

5. Recognition of rotor eccentricity of induction motors based on the Fourier spectra of phase current / T.J. Sobczyk et al. // Proceedings of the 1998 International Conference on Electrical Machines, Istanbul (Turkey). – Vol. 1. – P. 408-413.

6. Abdel-Magied M.F. Fault detection of rotating machinery using model-based techniques / M.F. Abdel-Magied // Proceedings of the 1997 International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. New Orleans (USA). – Vol. 1. – P. 27-33.

7. Benbouzid M.E.H. A review of induction motors signature analysis as a medium for faults detection / M.E.H. Benbouzid // Proceedings of the 1995 International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Aachen (Germany). – Vol. 4. – P. 1950-1955.

8. Comparison of dimensionality reduction techniques for the fault diagnosis of mono block centrifugal pump using vibration signals / N.R. Sakthivel, B. Nair Binoy, M. Elangovan, V. Sugumaran, S. Saravanmurugan // Engineering Science and Technology: an International Journal. – 2014. – Vol. 17. – P. 30-38.

9. Hernandez-Solis A. Diagnosis of submersible centrifugal pumps: a motor current and power signature analysis / A. Hernandez-Solis, F. Carlsson // European power electronics and drivers Journal. – 2010. – Vol. 20. – P. 58-64.

10. Thomson W.T. A Review of On-Line Condition Monitoring Techniques for Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors – Past, Present and Future / W.T. Thomson // Keynote address at IEEE Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives. –, Gijon, Spain. – 1999. – P. 3-18.

11. Estima J.O. Recent advances in fault diagnosis by Park's vector approach / J.O. Estima, N.M.A. Freire, A.J.M. Cardoso // IEEE Workshop on Electrical Machines Design, Control and Diagnosis. – 2013. – P. 279-288.

12. Prieto M.D. Bearing Fault Detection Using Inference Tools / M.D. Prieto, J.C. Roura, J.L.R. Martinez // MCIA Group, Technical University of Catalonia, Spain. – 2011.

References

1. State Standart of Ukraine (1993), "*2331-93 Mashyny elektrychni asynkhronni potuzhnistyu do 400 kVt vklyuchno. Dvyhuny. Vymohy bezpeky ta metody vyprobuvan*" [*2331-93 Electric machines asynchronous up to 400 kW incl. Engines Safety requirements and test methods*], Kyiv, 56 p.

2. State Standart of Ukraine (1994), "*2365-94 Mashyny elektrychni asynkhronni potuzhnistyu do 400 kVt vklyuchno. Dvyhuny*" [*2365-94 Machines asynchronous electrical power up to 400 kW inclusively. Engines*], Kyiv, 44 p.

3. Ministry of Energy and Coal of Ukraine (2017), "*Pravyla ulashtuvannya elektroustanovok*" [*Rules for the installation of electrical installations*], Fort, Kharkiv, 576 p.

4. Minpalyvenerho Ukrayiny (2012), "*Pravyla tekhnichnoyi ekspluatatsiyi elektroustanovok spozhyvachiv, zatverdzheni nakazom Minpalyvenerho Ukrayiny vid 25.07.2006 № 258 (u redaktsiyi nakazu Ministerstva enerhetyky ta vuhil'noyi promyslovosti vid 13.02.2012 № 91)*" [*Rules of technical exploitation of electrical installations of consumers, approved by the order of the Ministry of Fuel and Energy of Ukraine dated 25.07.2006 № 258 (as amended by the order of the Ministry of Energy and Coal Industry dated February 13, 2012, No. 91*], Kyiv, 384 p.

5. Sobczyk, T.J. (1998), Recognition of rotor eccentricity of induction motors based on the Fourier spectra of phase currents, *Proceedings of the 1998 International Conference on Electrical Machines*, Vol. 1, Istanbul (Turkey), pp. 408-413.

6. Abdel-Magied, M.F. (1997), Fault detection of rotating machinery using model-based techniques, *Proceedings of the 1997 International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Vol. 1, New Orleans (USA), pp. 27-33.

7. Benbouzid, M.E.H. (1995), A review of induction motors signature analysis as a medium for faults detection, *Proceedings of the 1995 International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Vol. 4, Aachen (Germany), pp. 1950-1955.

8. Sakthivel, N.R., Nair Binoy, B., Elangovan, M., Sugumaran, V. and Saravanmurugan, S. (2014), Comparison of dimensionality reduction techniques for the fault diagnosis of mono block centrifugal pump using vibration signals, *Engineering Science and Technology: an International Journal*, Vol. 17, pp. 30-38.

9. Hernandez-Solis, A. and Carlsson, F. (2010), Diagnosis of submersible centrifugal pumps: a motor current and power signature analysis, *European power electronics and drivers Journal*, Vol. 20, pp. 58-64.

10. Thomson, W.T. (1999), A Review of On-Line Condition Monitoring Techniques for Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors – Past, Present and Future, *Keynote address at IEEE Symposium on Diagnostics for Electrical Machines*, Power Electronics and Drives, Gijon, Spain, pp. 3-18.

11. Estima, J.O., Freire, N.M.A. and Cardoso, A.J.M. (2013), Recent advances in fault diagnosis by Park's vector approach, *IEEE Workshop on Electrical Machines Design*, *Control and Diagnosis*, pp. 279-288.

12. Prieto, M.D., Roura, J.C. and Martinez, J.L.R. (2011), Bearing Fault Detection Using Inference Tools, *MCIA Group, Technical University of Catalonia*, Spain.

Надійшла до редколегії 18.02.2019
Схвалена до друку 23.04.2019

Відомості про авторів:

Лагутін Геннадій Іванович
кандидат технічних наук доцент
начальник кафедри
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
https://orcid.org/0000-0002-6337-1357

Скиба Олександр Олександрович
курсант
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
https://orcid.org/0000-0002-6151-5206

Юр'єв Олександр Олександрович
викладач
Національного авіаційного університету,
Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-0619-8663

Information about the authors:

Hennadiy Lahutin
Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Head of Department
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-6337-1357

Oleksandr Skyba
Cadet
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-6151-5206

Oleksandr Yur'yev
Instructor
of the National Aviation University,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-0619-8663

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАШИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Г.И. Лагутин, А.А. Скиба, А.А.Юрьев

В статье проанализированы асинхронный двигатель как источник механической энергии и его место в системе электроснабжения военного объекта в условиях ведения боевых действий, существующие способы определения технического состояния асинхронных электродвигателей электромашинных преобразователей частоты систем электроснабжения объектов Воздушных Сил и на основании проведенного анализа определены пути усовершенствования способов оценивания их технического состояния с учетом опыта проведения антитеррористической операции (операции объединенных сил).

Ключевые слова: *асинхронный двигатель, электромашинный преобразователь частоты, система электроснабжения военного объекта, оценка технического состояния.*

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF ASYNCHRONOUS MOTORS OF ELECTRIC MACHINE FREQUENCY CONVERTERS IN ELECTRIC SUPPLY SYSTEMS OF SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEMS

H. Lahutin, O. Skyba, O. Yur'yev

Electric frequency converters provide combat operations by anti-aircraft missile units, and failure of the drive induction motor can lead to non-fulfillment of combat mission and destruction of important industrial and military facilities of the country. Due to the fact that the reliable operation of the asynchronous motor of the frequency converter depends on the performance of combat missions by anti-aircraft missile systems, information about the actual technical state of the engine is very important. When operating asynchronous motors of power supply systems of the Air Force objects, the following methods of evaluation of their technical condition can be used: acceptance and periodic tests; assessment of the technical condition by the results of the analysis of malfunctions; systems of test and functional diagnostics. Existing methods and means of diagnosing asynchronous motors used in the Armed Forces of Ukraine do not allow to fully assess their actual technical condition and, thus, prevent possible malfunctions and accidents. The analysis showed that the following promising methods of diagnosing electric motors can be defined: vibroacoustic method; a method for comparing the results of measurements of engine operating signals with its mathematical model; Spectral analysis of Park vectors modules of current and voltage of the engine. Particularly noteworthy is the method of determining the technical state of the engine, based on the spectral analysis of the Current and Voltage Park vectors. Using this method allows to diagnose such basic malfunctions of the electric motor of the frequency converter, as: the interconnection circuit in the windings of the stator; breakdown of rods short-circuited rotor; insolubility of electric motor shafts and high frequency generator; damage to the rotor bearings. For the electrotechnical units, especially those involved in the joint forces operation zone, the application of this method allows the full implementation of the technology of servicing the equipment in its actual state, which ensures the minimization of emergency equipment failures due to the early detection of emerging defects and development control damages.

Keywords: *asynchronous motor, electric frequency converter, power supply system of a military object, evaluation of technical condition.*