

УДК 621.311

Г.І. Лагутін, А.С. Васильєв

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПЕРЕСУВНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ 5И57А

В статті проведений аналіз засобів технічного діагностування елементів системи автономного електропостачання зенітно-ракетного комплексу середньої дальності та розглянуті шляхи вдосконалення моделі системи технічного діагностування двигуна дизель-електричної станції 5И57А.

Ключові слова: пересувні електростанції, дизельний двигун, системи технічного діагностування, поступові відмови, миттєві відмови.

Вступ

Постановка проблеми. Система електропостачання є важливою ланкою, що забезпечує високу бойову готовність військ. Останнім часом вимоги до надійності систем електропостачання значно зросли за рахунок використання обчислювальної техніки та складних систем, що забезпечують роботу високотехнологічних систем озброєння.

Потрібну оперативність і надійність роботи обладнання цих систем, необхідну якість електричної енергії, стійкість роботи основного обладнання електричних станцій, економічність, простоту і зручність експлуатації забезпечує технічна діагностика систем електропостачання автономних джерел електроенергії та їх складових частин, до яких належать дизельні двигуни військових електростанцій. Так, дизельна електростанція 5И57А автоматизована за 3-м ступенем автоматизації, тому її система автоматики виконує й функції системи технічного діагностування. До її складу входять відповідні датчики та блоки автоматики для обробки та аналізу отриманої інформації.

Однак існуюча система технічного діагностування дизельної електростанції 5И57А призначена лише для визначення факту початку аварійного режиму та швидкого зупинення двигуна, щоб не допустити його виходу з ладу або руйнування. Виявлення поступових відмов або прогнозування технічного стану дизельного двигуна системою не передбачається.

Тому дуже важливим є впровадження передвідмовного діагностування двигунів на підставі аналізу експериментальної інформації, що дозволить оцінювати безпеку відмов двигуна в цілому та його складових без їх розбирання з використанням сучасного комп'ютерного супроводження.

Мета статті. Аналіз засобів технічного діагностування елементів системи автономного електропостачання зенітно-ракетного комплексу середньої дальності та розробка моделі системи технічного діагностування двигуна дизель-електричної станції 5И57А.

Основна частина

З метою визначення напрямів подальшого удосконалення систем технічного діагностування військових електростанцій проаналізуємо існуючі засоби оцінки технічного стану дизельного двигуна силової дизельної електростанції 3-го ступеня автоматизації 5И57А.

Система автоматичного керування електростанцією забезпечує сигналізацію та захист про окремі аварійні режими ДЕС: перенагрівання охолоджуючої рідини; перенагрівання мастила, рознос; невдалий пуск; низький рівень охолоджуючої рідини; низький тиск мастила; незакінчене зупинення; мало мастила.

В той же час, найбільш усього у дизель-генераторі виявляються такі типові несправності, як:

- поломка поршневих кілець;
- порушення рухливості поршневих кілець;
- суміщення замків поршневих кілець;
- спрацьовання поршневих кілець;
- порушення герметичності усмоктувальних і вихлопних клапанів у закритому положенні;
- зміна зазору між тильною частиною кулачків і тарілками усмоктувальних і вихлопних клапанів;
- порушення фаз газорозподілу;
- порушення початку подачі палива;
- спрацьовання розпилювача і розрегулювання натягнення пружини форсунки;
- нерівномірність подачі палива по циліндрах;
- закоксовування соплових отворів розпилювача форсунки;
- утрата придатності ущільнюючого конуса голки розпилювача форсунки;
- тріщини циліндрових гільз;
- задирки тертьових деталей руху.

Перераховані несправності дизель-генератора характеризуються їх **поступовим проявом**, що супроводжується погіршенням техніко-економічних показників дизеля. Однак, несвоєчасне усунення цих несправностей може привести до аварійних станів дизеля, **що з'являються раптово**, таких, як обрив вихлопних і всмоктувальних клапанів; розбирання

поршневих канавок; задирка поршня; удар поршня по клапанах; прогорання поршня; прогин і обрив шатунів; гідроудар.

Погіршення технічного стану дизеля впливає на такі фактори, як ефективна потужність та частота обертання дизеля, а також на такі показники:

1. Температура відпрацьованих газів $T_{г.}$.
2. Тиск газів у циліндрах у момент початку згоряння, P .
3. Максимальний тиск згоряння, P_z .
4. Максимальна швидкість наростання тиску в період згоряння, $(dP/d\varphi)_{max}$.
5. Кут випередження подачі палива, $\varphi_{оп.}$.
6. Період затримки самоzapалювання палива, φ_i .

7. Тривалість упорскування палива, $\varphi_{вп.}$.
8. Максимальний тиск упорскуванні палива, P_T .
9. Середнє індикаторне упорскуванні, P_i .
10. Кутова координата максимального тиску згоряння відносно моменту подачі палива (тривалості першої фази активного згоряння), φ_z .
11. Механічний ККД дизеля, η_m .
12. Тиск наддування, P_k .
13. Питома витраті палива, g_e .

Ці величини можна вважати діагностичними параметрами дизеля в цілому.

В табл. 1 наведені результати експериментальних досліджень щодо впливу основних несправностей дизеля на параметри його робочого процесу.

Таблиця 1

Вплив основних несправностей дизеля на параметри робочого процесу

№	Структурний фактор	Діагностичні параметри															Рекомендації				
		P_k	P_T	g_e	$\varphi_{опі}$	φ_i	$\varphi_{впі}$	$\varphi_z/\varphi_{впі}$	$T_{г.}$	P_{ci}	P_{zi}	φ_{zi}	$(P_z/P_c)_i$	$((P_z - P_c)/\varphi_z)_i$	P_{ii}	$(dP/d\varphi)_{max}$		η_m	n		
1	Злам поршневого компресійного кільця			↑		↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	!	
2	Зміщення замків поршневих компресійних кілець			↑		↑		↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	+	
3	Знос поршневого компресійного кільця			↑		↑		↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	+	
4	Порушення герметичності клапану	▼		↑		↑		↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	!	
5	Змінювання зазорів клапанів	Впускного	▲			↓		↓	▲	▲	↑	↓	↓							!	
		Випускного	▲		↑		↓	↑	↓	▲	↑	↑	↓	↓		▼				!	
6	Порушення початку подачі палива	Збільшення кута	↓	▲	↓	▲	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	+	
		Зменшення кута	↑	▼	↑	▼	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	+
7	Знос розпилувача форсунок	↑	▼	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	+
8	Послаблення пружини форсунок		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	+
9	Нерівномірність подачі палива по циліндрах	Збільшення		▲		↓	▲		↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	?	
		Зменшення		▼		↑	▼		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	?	
10	Закоксовування соплових отворів розпилувача		▲	↑		↑		↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	+	
11	Втрата герметичності розпилувача	↑	▼	▲	↑	↑		↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	?	
12	Задири рухомих деталей			↑		↓	↑		↑		↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	▼	↓	!
13	Тріщина циліндрової гільзи	↓		↑		↑		↓	▼	▼	↓	↑	▼	↓	↓	↓	↓	↓	↓	!	

В таблиці прийняті такі позначення:

▲ – безпосередньо призводить до зростання величини

▼ – безпосередньо призводить до зменшення величини

↑ – непрямо призводить до зростання величини

↓ – непрямо призводить до зменшення величини

+ – дозволяється короткочасна робота без обмеження

? – дозволяється короткочасна робота зі зменшенням навантаження

! – робота не дозволяється

На підставі аналізу зміни діагностичних параметрів дизеля можливо побудувати систему технічного діагностування, що функціонує за методом логічного аналізу симптомів відмови. Для одержання необхідної інформації про стан і режими роботи

двигуна необхідно зробити наступні доробки.

1. Установити відповідні датчики температури, тиску та швидкості обертання.

2. Установити перетворювачі сигналів від датчиків для їх обробки засобами обчислювальної техніки.

3. Установити промисловий логічний мікроконтролер, що працює в режимі автоматизованої системи діагностики.

Застосування цього устаткування дозволить без внесення змін у конструкцію двигуна одержати розгінні характеристики, характеристики нерівномірності обертання колінчатого вала двигунів, часові сигнали віброприскорень, знятих з різних вузлів і деталей двигуна і їх спектри. Обробка цієї інформації дозволить отримувати попереджувальні діагностичні сигнали для системи автоматизації двигуна та обслуговуючого персоналу (рис. 2).

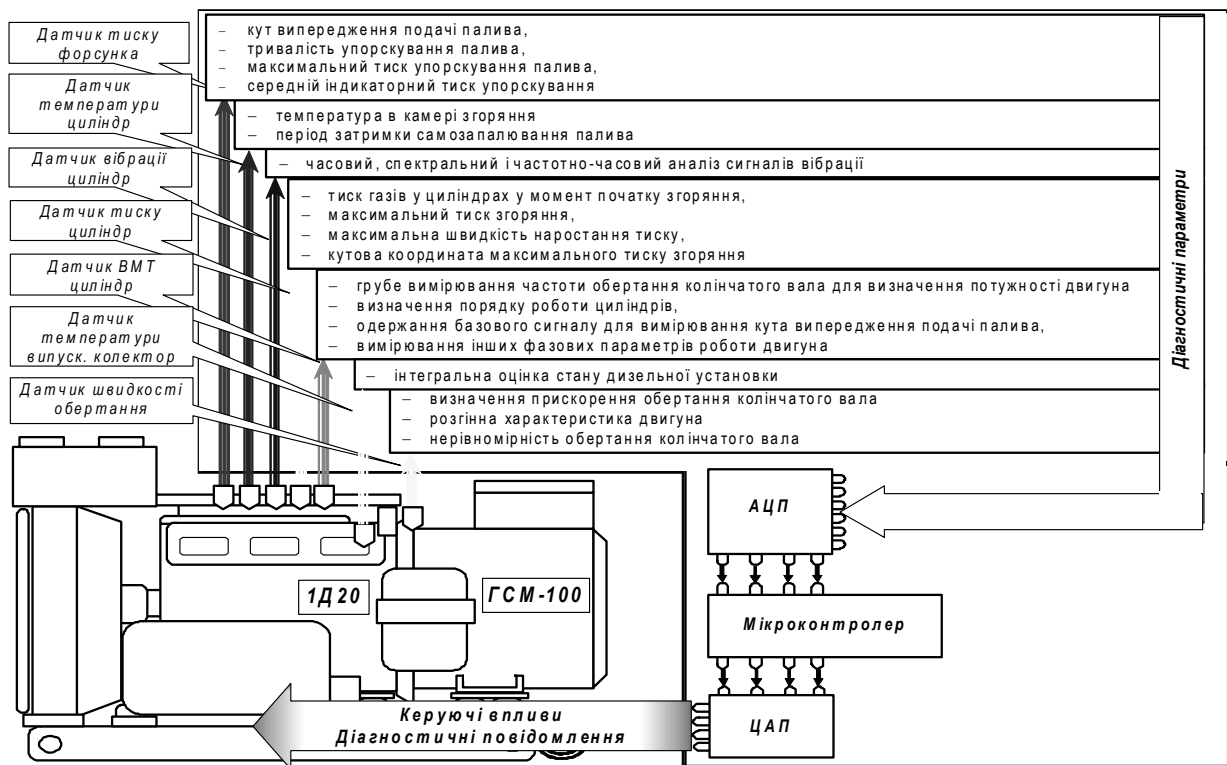


Рис. 2. Схема дії попереджувальних діагностичних сигналів

Крім цього, елементи діагностичного устаткування можуть бути використані й для здійснення автоматичного керування режимами роботи дизельної електростанції 5И57А відповідно до алгоритмів її використання.

Висновки

Таким чином, можна визначити такі напрямки удосконалення системи технічного діагностування ДЕС 5И57А та її аналогічних:

1. Переведення існуючих систем діагностування на сучасну елементну базу.
2. Підвищення глибини діагностування за рахунок контролю більшої кількості діагностичних параметрів.

Застосування систем технічного діагностування для прогнозування технічного стану дизеля та для здійснення автоматичного керування режимами роботи дизельної електростанції

Список літератури

1. Кононов Б.Т. Эксплуатация систем электропитания та військовий ремонт ЕТЗ / Б.Т. Кононов, Г.І. Лагутін. – Х.: ХУПС, 2011.
2. Кононов Б.Т. Релейний захист та автоматика в системах електропостачання військових об'єктів / Б.Т. Кононов, В.Б. Кононов, Б.Ф. Самойленко. – Х.: ХУПС, 2007.

Надійшла до редколегії 19.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ 5И57А

Г.И. Лагутин, А.С. Васильев

В статье проведен анализ средств технического диагностирования элементов системы автономного электропитания зенитно-ракетного комплекса средней дальности и рассмотрены пути совершенствования модели системы технического диагностирования двигателя дизель-электрической станции 5И57А.

Ключевые слова: передвижные электростанции, дизельный двигатель, системы технического диагностирования, постепенные отказы, мгновенные отказы.

PERFECTION OF MODEL OF SYSTEM OF DIAGNOSING OF THE TECHNICAL STATE OF DIESEL ENGINE OF MOVABLE POWER-STATION OF 5И57А

G.I. Lagutin, A.S. Vasil'ev

In the article the analysis of facilities of the technical diagnosing of elements of the system of autonomous power supply of zenithal-rocket complex of middle distance is conducted and the ways of perfection of model of the system of the technical diagnosing of engine of the diesel-electric station of 5И57А are considered.

Keywords: movable power-stations, diesel engine, systems of the technical diagnosing, gradual refuses, instantaneous refuses.