

4. Черепанов С.С. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве (основы научной организации) / Черепанов С.С. - М.: Колос, 1978. - 278с.
5. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники / Михлин В.Н. - М.: Колос, 1984. - 335с.
6. Саркисян С.А. Теория прогнозирования и принятия решений / Саркисян С.А. - М. Высш. шк., 1977. - 215с.
7. Сухарев Э.А. Методы моделирования и оптимизации механических систем машин и оборудования: Учебное пособие / Сухарев Э.А. – Ровно, НУВХП, 2008. – 194с.
8. Жулай О.Ю. Функції зміни та область розподілу граничних значень діагностичних параметрів технічного стану силових агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки / О.Ю. Жулай // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-ту. – Том.12. - №1. - 2007. – С. 92-97.
9. Черновол М.І. Методика застосування системи діагностичного моніторингу технічного стану дизелів при різних стратегіях ТОiP засобів транспорту / М.І. Черновол, В.В. Аулін, О.Ю. Жулай, В.Я. Чабанний // Вісник Інженерної академії України – К.: ІАУ, 2008. – Вип. №2. С. 50-55.

УДК 621.332.3

ЗАГАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ДИЗЕЛІВ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

В роботі показано, що необхідно проводити прогнозування ресурсу дизелів по вирішальним трибосистемам. Якісне прискорення періоду припрацювання трибосистем дизелів з забезпеченням вчасного проведення технічного обслуговування, дає можливість подовжити ресурсу на 25...40 % у порівнянні із запланованим

Ключові слова: ресурс, дизелі, трибосистеми, засоби транспорту

В работе показано, что необходимо проводить прогнозирование ресурса дизелей по решающим трибосистемам. Качественное ускорение периода приработки трибосистем дизелей с обеспечением своевременного проведения технического обслуживания даёт возможность продлить ресурс на 25...40 % по сравнению с запланированным

Ключевые слова: ресурс, дизели, трибосистемы, средства транспорта

It is shown in work that It is necessary to conduct prognostication of resource of diesels on deciding tribosystems. High-quality acceleration of period of earning of tribosystems diesels extra money with providing of the timely conducting of technical service enables to prolong a resource on 25...40 % on comparison with planned

Keywords: resource, diesels, tribosystems, facilities of transport

Д. Н. Барановский

Кандидат технических наук

Старший преподаватель

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Кировоградский национальный технический

университет

пр. Университетский, 8, г. Кировоград, Украина,

25006

Контактный тел.: 8 (095) 253-20-73

E-mail: denisbaranovskiy@mail.ru

1. Вступ

Технічний стан агрегатів та вузлів і необхідність їх ремонту визначають по величині зносу основних трибосполучень і деталей. Для дизелів засобів транспорту (ЗТ), однією з вирішальних трибосистем (ТС) є циліндр-кільце-поршень. Якщо прийняти знос всіх сполучень дизеля за 1, то сумарний знос циліндро-

поршневої групи (ЦПГ) і кривошипно-шатунного механізму (КШМ) складає 0,75...0,85, а на решту сполучень припадає 0,15...0,25. Тому в процесі експлуатації дизелів ЗТ, дуже важливо знати залишковий ресурс його вирішальних ТС. Таким чином, прогнозування залишкового ресурсу дизеля зводиться до прогнозування ресурсу основних ТС, які можна розглядати як індикатори відмови.

Застосування методів прогнозування в період експлуатації дизелів ЗТ вирішує ряд важливих задач і дозволяє: обґрунтувати терміни профілактичних робіт для попередження майбутньої відмови об'єкту; оптимізувати програму пошуку несправностей у зв'язку з визначенням ТС, в яких очікується відмова; обмежити кількість обслуговуючого персоналу шляхом автоматизації процесу прогнозування і визначення стану ЗТ на деякий майбутній певний період часу; визначити кількість запасних частин, обчислюючи число агрегатів, вузлів, в яких очікується відмова на заданому інтервалі експлуатації ЗТ.

Рішення поставлених задач доцільно здійснювати за допомогою індивідуальних методів прогнозування залишкового ресурсу дизеля, виходячи з фактичного стану його вирішальних ТС і умов експлуатації. Індивідуальні методи прогнозування, що використовуються в даний час для визначення залишкового ресурсу агрегатів і вузлів, відрізняються великою різноманітністю, як по типу, так і по інших ознаках: точності, математичним моделям і параметрам, ступеню складності обчислень, що використовуються.

Велике значення системних методів полягає в тому, що аналіз прогнозованих процесів, зовнішніх умов дозволяє прогностично оволодіти випадковими процесами. Вплив динамічного характеру поведінки систем дозволяє врахувати при постановці прогнозу не тільки зовнішні дії, але і внутрішні. Ці дії знаходять ряд взаємозв'язаних внутрішніх можливостей, які сприймаються системою в цілому, а окремі елементи цієї системи випадково реалізують ту або іншу з цих можливостей. Отже, за допомогою системного методу можна розробляти прогнози, що охоплюють внутрішній і зовнішній розподіл випадковостей. Цей метод приводить до прогнозу векторів стану, що оточують розподіл ймовірності. Метод прогнозування залишкового ресурсу, що пропонується в [1], обумовлений трьома групами чинників: початковим технічним станом дизеля; ТС у момент прогнозування; зовнішніми експлуатаційними умовами; закономірностями протікання процесів зносу ТС дизеля, які можуть бути заданими у вигляді диференціальних рівнянь.

2. Мета та задачі досліджень

Показати загальний підхід до оцінки та прогнозування ресурсу дизелів ЗТ та довести, що визначення ресурсу необхідно проводити за вирішальними ТС. Експериментально довести, що під час припрацювання основних ТС дизелів необхідно своєчасно проводити технічне обслуговування для подовження ресурсу.

3. Аналіз можливих підходів оцінювання та прогнозування ресурсу дизелів ЗТ

Початковий технічний стан дизеля суто індивідуальний у зв'язку з умовами виготовлення, зборки, тому для отримання значень початкового і поточного стану агрегату розв'язується комплекс задач по організації індивідуальної діагностики. Цей метод прогнозування не знайшов використання через недостатню інформацію про його практичну реалізацію.

При системному підході до визначення залишкового ресурсу дизелів істотний інтерес представляють методи і моделі адаптаційного прогнозування [2]. Відмінність адаптивних моделей від інших прогностичних моделей полягає в тому, що вони відображають поточні властивості ряду і здатні безперервно враховувати еволюцію динамічних характеристик процесів, що вивчаються, тобто відбувається подальше коректування параметрів моделі, її адаптація до нових, безперервно змінних зовнішніх умов роботи дизеля. Біля витоків адаптивного напруму лежить найпростіша модель експоненціального згладжування.

Модифікації і узагальнення цієї моделі привели до появи цілого сімейства адаптивних моделей з різними властивостями. Недоліком системних методів є те, що ефективність прогнозування залежить від вибраного мінімуму інформативних параметрів.

Методи діагностики, що визначають технічний стан дизеля забезпечують точний і глибокий контроль, обумовлюють якість проведення прогнозування залишкового ресурсу ТС [3]. Структурні і вихідні параметри дизеля, у тому числі ЦПГ і КШМ, не можуть бути виміряні безпосередньо контрольним устаткуванням. Вони визначаються за наслідками вимірювання діагностичних параметрів, для чого розбірні роботи не потрібні.

Контрольне устаткування, що використовується в даний час для визначення технічного стану ЦПГ дизелів, оцінює його по таких непрямых показниках, як потужність і економічність, витрата масла, кількість газів, що прорвалися в картер, тиск стиснення, витік повітря з циліндрів, димність відпрацьованих газів, якість картерної оливи, а також по характерних шумах і стуках та по інших показниках.

Необхідною умовою здійсненності приведених методів вимірювання по розробленим вище показникам повинна бути постійність зв'язків і відомий характер залежності між структурними і діагностичними параметрами. Для визначення помилок вимірювань ступеня зношеності ЦПГ названими методами використовуються детермінований і стохастичний підходи. У разі, коли об'єкт представляється у вигляді "чорного ящика", зв'язок між структурними і діагностичними параметрами представляють стохастичним. В цьому випадку потрібна велика експериментальна перевірка. При цьому виділяють декілька типів зв'язків діагностичних і структурних параметрів [4].

Структурні і діагностичні параметри можна визначити у вигляді деякої функції випадкового аргументу, якщо вхідні параметри представити випадковими величинами в деякій області значень. Як показують розрахунки, приведені в [5], при лінійному прогнозуванні параметрів з коефіцієнтами регресії 0,96...0,97 для рівномірного закону розподілу погрішності вимірювання, точність устаткування повинна бути вищою за точність контролю в 6...15 разів, а для нормального закону розподілу в 4...6 разів.

Використання тільки методів опису ймовірності в такому складному об'єкті, як дизель, вельми складно, оскільки є необхідність отримання великого експериментального матеріалу, одержаного при одночасному спостереженні параметрів, що враховуються. Крім того, методи опису ймовірності передбачають лінійну апроксимацію виразів зв'язків, що не відповідає більшості діагностичних методів.

Детерміноване представлення зв'язків на основі якісного аналізу або аналітичного опису зв'язано із значною кількісною погрішністю оцінок. При цьому зв'язок структурного параметра з діагностичним описується рівнянням, в якому детермінована частина представляє математичне очікування зв'язку, а ймовірність – загальну випадкову помилку діагностичного методу.

Детермінований підхід до визначення допустимих граничних помилок вимірювань для забезпечення необхідної точності лінійного прогнозування розглянутих в роботі [6].

Про доцільність застосування того або іншого методу діагностики ЦПГ при прогнозуванні залишкового ресурсу дизеля можна судити по інформативності, яка рівна ентропії об'єкту. Інформативність діагностичною параметра оцінюється по його розподілу і об'єму даних, що представляються про технічний стан об'єкту. Розподіли величин діагностичного параметра може оцінюватися за допомогою коефіцієнта інформативності [7].

Розглянемо можливість використання названих методів діагностики при прогнозуванні залишкового ресурсу дизеля протягом всього періоду зношування ЦПГ і КШМ, від нового до граничного стану.

Витрата оливи залежить не тільки від зносу ЦПГ і КШМ, але і від навантажувально-швидкісного режиму роботи дизеля, технічного стану ущільнень. Цей параметр є об'єктивним оцінювальним показником загального технічного стану дизеля, особливо при його граничному стані і при строгому обліку витрати ним оливи.

Ступінь зношеності ЦПГ може бути визначений по абсолютній концентрації елементів продуктів зносу в маслі. Методи, засновані на визначенні концентрації окремих елементів продуктів зносу в моторній оливі, вимагають систематичного обліку її витрат по кожній ТС при визначенні ступеня їх зносу.

Крім того, ці методи є вельми трудомісткими, але із створенням експресних методів аналізу картерної оливи стає можливим визначення величини зносу дизеля.

Індикатором зносу вирішальних ТС ЦПГ та КШМ дизелів у оливі виступають хімічні елементи. Так, індикатором зносу гільз циліндрів є залізо, вкладишів – свинець, поршнів – алюміній, компресійних кілець – хром. В роботі [8] встановлено, що кількість заліза, яке поступило в оливу у результаті зносу ТС ЦПГ і КШМ дизеля складає 95 % від загальної кількості заліза, знятого зі всіх його деталей. Знос окремих деталей ЦПГ і КШМ дизелів складає: гільзи циліндрів – 47...52 %, поршневі кільця – 40...46 %, шийки колінчастого вала – 7...11 %, поршневі пальці – 0,8...2,5%.

Вивід цих співвідношень заснований на тому, що при зміні режиму роботи дизеля сумарний знос пропорційний зносу ТС ЦПГ і КШМ.

Проведення ремонтних дій по ТС дизелів при пробігу, що відповідає повному вичерпанню ресурсу його деталей, сприяє найефективнішому використанню ЗТ в цілому, підвищенню їх технічної готовності за рахунок скорочення простоїв в ремонті. В результаті проведених автором експериментальних досліджень, встановлено, що недовикористання ресурсу дизелів ЗТ, що надійшли в капітальний ремонт, складає 25...60%.

4. Експериментальні дослідження по оцінці ресурсу дизелів ЗТ

У ході досліджень встановлено, що 75...90 % дизелів ЗТ, які поступили у капітальний ремонт (КР) могли б продовжувати свою експлуатацію. В основному це стосується дизелів, яким проводили якісне технічне обслуговування (ТО), як правило, у планово-попереджувальній системі.

Нові дизелі та після КР, до оливи яких в період припрацювання додавали присадки, або прискорювали цей період іншими методами, показали ще більший запас недовикористаного залишкового ресурсу (табл. 1).

Таблиця 1
Подовження ресурсу дизелів ЗТ

Параметри	Марка дизелів											
	ЯМЗ-236				ЯМЗ-238				КамАЗ-740			
Період припрацювання, у % від нормативно встановленого	100	90	75	50	100	90	75	50	100	90	75	50
Подовження ресурсу, у % від нормативно встановленого	0	5...8	20...28	35...47	0	8...10	24...30	38...49	0	6...10	22...30	36...43

Проведення якісного і вчасного ТО в періоди припрацювання ТС дизелів дають можливість подовжити величину залишкового ресурсу. Для прискорення процесу припрацювання при дослідженнях проявлялось неспівпадання регламентованих термінів проведення ТО при планово-попереджувальній системі. Тому, з метою проведення якісного припрацювання вирішальних ТС дизелів була використана адаптивна система, використовуючи яку відбувалось подовження ресурсу. Тобто, можна твердити, що для кожного дизеля і, відповідно його умов експлуатації потрібно встановити особливий підхід щодо проведення ТО.

5. Висновки

Отже, підходів до визначення та прогнозування ресурсу дизелів ЗТ різноманітна кількість. Показано, що вирішальними ТС у дизелів є ЦПГ та КШМ, по стану яких і слід проводити визначення ресурсу. Експериментально встановлено, що недовикористання залишкового ресурсу складає 25...60 %. Крім того, якщо якісно прискорити період припрацювання ТС дизелів з забезпеченням своєчасного проведення технічного обслуговування, то можна отримати подовження ресурсу на 25...40 % у порівнянні із запланованим.

Література

1. Бажинов А.В. Научные основы оценки ресурса силовых агрегатов транспортных машин с учетом условий эксплуатации. Дис... докт. техн. наук: 05.22.20.- Харьков 2001., 324с.
2. Анилович В.Я., Кухтов В.Г., Полянский А.С. Оптимизация предпродажной подготовки тракторов и сельхозмашин // Тракторы и сельхозмашины. – 1997. - №2. – С. 5-7.
3. Анилович В.Я., Погорелый Л.В., Полянский А.С. Формирование моделей обеспечения надежности машинно-тракторного парка по технико-экономическим критериям (на примере трактора Т-150К). // Техніка АПК.-2001.-№5-6.-С.13-17.
4. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. - М.: Машиностроение, 1980.- 448с.
5. Волошина Н.А. Разработка режимов для технического обслуживания транспортных машин на основе диагностической информации. Дис... канд. техн. наук: 05.22.20.- Харьков 2001., 324с.
6. Сухарев Э.А. Методы моделирования и оптимизации механических систем машин и оборудования: Учебное пособие. – Ровно, НУВХП, 2008. – 194с.
7. Кузнецов Е. С., Андрианов Ю.В. Условия эксплуатации и надежность автомобилей // Автомоб. промышл. 1981. №1. С. 8-9.
8. Михлин В.Н. Прогнозирование технического состояния машин. – М.: Колос, 1976. -288с.

УДК 536.5 (045)

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗУ ПЕРЕД ТУРБІНОЮ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Наведений розрахунковий метод визначення температури газу перед турбіною, що базується на використанні характеристик компресора і методик оцінки запасу газодинамічної стійкості ГТД

Ключові слова: температура газу, компресор, стійкість

Приведен расчетный метод определения температуры газа перед турбиной, который базируется на использовании характеристик компрессора и методик оценки запаса газодинамической устойчивости ГТД

Ключевые слова: температура газа, компресор, устойчивость

Calculating method of definition of gas temperature before turbine is represented. This method is based on using of compressors characteristics and gasdynamic stability of GTE

Key words: gas temperature, compressors, stability

В.В. Панін

Доктор технічних наук, професор, декан*

О.І. Чумак

Асистент*

Контактний тел.: 8 (044) 457-93-01, 8-067-468-78-19

E-mail: chumak_o_i@mail.ru

Н.В. Олалі

М.О. Шевченко

Студентка*

*Аерокосмічний інститут Національний авіаційний університет

пр-т Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058

Контактний тел.: 8 (044) 406-70-96

1. Вступ

Визначення температури газу перед турбіною є дуже актуальною задачею як на етапі доведення ГТД так і протягом всього їх життєвого циклу. Вирішуватися ця

задача може як шляхом прямого вимірювання, так і з використанням розрахункових методів. Для сучасних двигунів безпосереднє вимірювання температури газу ускладнюється тому, що її значення перевищує 1700К і застосування термопар практично не можливе [1].