

УДК 629.11.075

**А.П. Поляков, д.т.н., проф.
О.М. Плахотник, аспір.***Вінницький національний технічний університет***МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОСНОВНИХ
СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ**

Запропоновано класифікацію несправностей автомобіля на основі факторів, що спричиняють їх виникнення. Наведено основні несправності силової установки автомобіля та систем, що забезпечують її роботу. Проаналізовано основні методи діагностування вузлів та агрегатів автомобіля. Запропоновано застосування вбудованої системи діагностики з метою реалізації даних методів.

Вступ. Складність конструкцій сучасних автомобілів та відповідальність за якість діагностичних досліджень зростають.

Достовірна інформація про технічний стан автомобіля та його систем дозволяє приймати оптимальні рішення щодо технічних впливів на конкретний вузол та агрегат і забезпечувати цим самим підвищення ефективної роботи технічної служби і автомобільного транспорту.

Досягати потрібного рівня вірогідності та якості діагностичної інформації дають змогу сучасні методи діагностування.

Діагностичні методи визначають характер основних задач діагностування, застосування та вибір засобів діагностики, алгоритми та програми діагностування і реалізуються множиною способів і прийомів подачі вхідних, реєстрації вихідних сигналів, вимірювання діагностичних параметрів і виявлення діагностичних ознак технічного стану.

Методи діагностування, визначаючи необхідні профілактичні та ремонтні впливи на об'єкт, забезпечують високий рівень надійності автомобіля, що значною мірою залежить від можливості прогнозування ресурсу справної роботи його вузлів і агрегатів.

Встановлення причин виникнення відмов і несправностей дозволяє не лише запобігати їхньому виникненню, але й прогнозувати ресурс роботи автомобіля та його систем.

У процесі експлуатації автомобіля в результаті дії на нього цілого ряду факторів відбувається безповоротне погіршення його технічного стану.

Зміна технічного стану автомобіля та його складових частин відбувається під впливом: постійно діючих причин, обумовлених роботою механізмів; випадкових причин внаслідок порушення правил та норм НТД (приховані дефекти та перевантаження конструкції, що перевищують допустимі межі та ін.); а також зовнішніх умов, при яких працює та зберігається автомобіль. Відхилення технічного стану від норм, що спричинені дією цих факторів, класифікуються як несправності.

Залежно від факторів, які впливають на зміну технічного стану автомобіля несправності за причиною виникнення можна поділити на конструктивні, технологічні та експлуатаційні.

Швидкість зміни технічного стану автомобіля значною мірою залежить від досконалості конструкції автомобіля. Так, конструктивні несправності, пов'язані із показниками, закладеними на етапі проектування і виробництва, а саме – формою і розмірами деталей, жорсткістю конструкції, точністю взаємного розміщення поверхонь та осей спільно-працюючих деталей, вибором посадок та ін.

Наприклад установка повітряного інерційно-масляного фільтра на двигуні дозволила збільшити термін його служби у 2 рази. Застосування паперових щілистих масляних фільтрів, замість відцентрових, сприяє зниженню швидкості зношування циліндрів у 1,5 рази, шийок колінчастого вала – в 2,5 рази, а діаметра поршневих кілець по радіальній товщині – у 4,2 рази. Установка термостата в системі охолодження двигуна зумовила можливість підтримки оптимального теплового режиму двигуна, скорочення часу його розігрівання і в результаті зниження в 7–8 разів загального зносу за один і той же час експлуатації.

До конструктивних удосконалень, що обумовлюють підвищення надійності двигуна і його систем, можна віднести також: пристрій вентиляції картера двигуна; застосування тонкостінних вкладишів для шатунних і корінних підшипників колінчастого вала; пристрій підігріву трубопроводу впускання гарячими газами або водою; охолодження випускних клапанів двигуна; підвищення жорсткості блока двигуна й ін.

Зміна технічного стану автомобіля великою мірою залежить і від технологічних чинників. Відповідно несправності, що виникають при цьому, є технологічними і пов'язані із якістю використовуваних матеріалів, наявністю, видом та якістю механічної і термічної обробки деталей, якістю збірки і регулювання.

Наприклад при покритті зовнішньої циліндрової поверхні верхнього компресійного кільця пористим хромом покращується припрацювання та підвищується зносостійкість циліндрів і кілець у 1,5–2 рази; застосування у двигуні коротких вставних гільз з легованого чавуну, що володіє високою корозійною стійкістю, дозволяє зменшити швидкість зношування циліндрів у 2–2,5 рази. Застосування легованих сталей, які характеризуються високою зносостійкістю, високою межею витривалості та опору динамічним навантаженням, а також застосування термічної обробки з метою зміцнення деталей із вуглецевих сталей, сприяє підвищенню надійності агрегатів, вузлів автомобіля.

Недотримання встановлених зазорів, неправильне затягування деталей рухомих з'єднань, погане очищення шліфованих деталей від абразивного пилю можуть бути причиною підвищеного зношування, заїдань, задрів, заклинювань деталей та їх поломок.

Під впливом експлуатаційних факторів (природно-кліматичні, дорожні, транспортні умови) виникають експлуатаційні несправності, а саме: прискорюється спрацювання деталей, настає втомлення металу, порушується стабільність кріплень і регулювань, а в деяких випадках трапляються поломки деталей основних вузлів автомобіля.

Якість водіння (методи, майстерність, кваліфікація водія) справляє значний вплив на технічний стан автомобіля, адже вона обумовлює відповідність режимів роботи автомобіля та ступінь їх наближення до оптимальних.

Не менш важливим чинником при експлуатації автомобілів, що впливає на їх технічний стан, є якість і правильний вибір експлуатаційних матеріалів, до яких належать автомобільні палива, моторні й трансмісійні масла, охолоджувальні рідини та ін.

Технічний стан автомобіля, надійність його роботи і термін служби значною мірою залежать від вигляду і якості палива, змащувальних матеріалів і технічних рідин. Експлуатаційні матеріали повинні відповідати вимогам відповідної НГД, конструкції механізмів, кліматичним умовам, режимам експлуатації автомобілів.

Від експлуатаційних якостей автомобільних палив багато в чому залежить технічний стан двигунів. Наприклад при поганому згоранні бензину частина його залишається в рідкій фазі і, проникаючи в картер двигуна, розріджує мастило, що призводить до підвищеного зношування деталей циліндро-поршневої групи; за наявності механічних домішок у бензині можливе засмічення приладів системи живлення, порушення процесів сумішеутворення, погіршення тягових якостей автомобіля, інтенсивне зношування деталей паливної системи і циліндро-поршневої групи двигуна; при низькому октановому числі бензину в двигунах з високим ступенем стиснення може виникати детонаційне згорання палива, що супроводжується різким підвищенням тиску і температури, вібраціями деталей при ударах детонаційної хвилі по стінках циліндрів та по днищу поршня. Внаслідок цього значно зростає інтенсивність зношування шийок колінчастого вала, деталей циліндро-поршневої групи, підгорають випускні клапани, прогорають прокладки головки циліндрів, днища поршнів, можуть мати місце заклинювання поршнів, розриви шатунів, пошкодження блока циліндрів; корозійна агресивність бензинів обумовлюється в основному наявністю в них сірчаних з'єднань, органічних і водорозчинних кислот і лугів (присутність сірки в бензині сприяє збільшенню схильності його до нагароутворення, зниженню його антидетонаційних якостей, посиленню зношування деталей двигуна, особливо під час його пуску і прогрівання); застосування дизельного палива малої в'язкості призводить до посиленого зношування плунжерних пар паливної апаратури, механічні домішки сприяють засміченню паливних фільтрів тонкого очищення, що викликає перебої в подачі палива, а також посилення зношування деталей паливних насосів високого тиску і форсунок, низьке цетанове число визначає більший період затримки запалювання палива, збільшує жорсткість роботи двигуна і як наслідок підвищує інтенсивність зношування його деталей.

Основні несправності систем автомобіля. Оскільки ефективність експлуатації автомобілів значною мірою визначається технічним станом їх силової установки, – нижче наведено основні несправності механізмів та агрегатів двигуна і систем, що забезпечують його роботу.

Основні несправності кривошипно-шатунного механізму: підвищене зношування робочих поверхонь деталей циліндро-поршневої групи (поршня, гільзи циліндра, компресійних кілець), вкладишів корінних або шатунних підшипників, отворів нижньої головки шатуна, втулки верхньої головки шатуна; збільшення зазорів між спряженими деталями: поршневим пальцем та втулкою головки шатуна, шийками колінчастого вала і вкладишами; послаблення кріплення головки блока циліндрів; деформація постелей у блоці та колінчастого вала, отворів нижньої головки шатуна; відкладення нагару в камері згорання на стінках циліндра, поршні, головках клапанів; виплавлення підшипників; руйнування, втрата пружності та залягання поршневих кілець; обрив шатуна або шатунних болтів; заклинювання або руйнування підшипників балансирних валів, вкладишів; пошкодження прокладки головки блока циліндрів; тріщини в стінках порожнини охолодження блока та головки циліндрів.

До основних несправностей механізму газорозподілу належать: порушення теплових зазорів між стержнями клапанів та носками коромисел; підгорання робочих фасок клапанів і сідел; втрата

пружності чи поломка пружин клапанів; підвищене зношування штовхачів, штанг, коромисел, направляючих втулок клапанів, опорних шийок, втулок і кулачків розподільного вала, його упорного фланця та зубців розподільного зубчастого колеса.

До основних несправностей системи охолодження слід віднести: несвоєчасне та неякісне технічне обслуговування; спрацювання сальників; зношування деталей водяного насоса; нещільності в з'єднаннях патрубків зі шлангами, в зливальних краниках; пошкодження шлангів патрубків, ділянок радіатора (тріщини, згин та розрив трубок, тріщини у верхньому і нижньому баках, відпаювання трубок від опорних пластин, згин охолоджуючих пластин); утворення накипу в системі; заїдання термостата і жалюзі; несправності термостата (відрив трубок, тріщини між гофрами, згин пластин підвіски), привода жалюзі.

Несправності системи мащення. Внаслідок зниження або підвищення тиску оливи відносно оптимального значення погіршуються показники всієї системи мащення. Основними причинами зміни тиску оливи в системі є: засмічення оливи; застосування оливи підвищеної або недостатньої в'язкості; використанні оливи із великим вмістом лаків та смол; несвоєчасна заміна оливи; нещільності в з'єднаннях штуцерів і пробок, сальників колінчастого вала; спрацювання підшипників колінчастого та розподільного валів; зношування деталей оливного насоса, фасок гнізд і фасок запобіжних, редуційних і перепускних клапанів, пружин; пошкодження в оливопроводах (тріщини) та в корпусі оливоприймача (тріщини, вм'ятини).

Основні несправності системи живлення карбюраторних двигунів: встановлення жиклерів невідповідної пропускної спроможності; зношування деталей і з'єднань карбюратора та паливного насоса; руйнування покриття пробоккових поплавків, тріщини, пошкодження місць пайки та вм'ятини металевих поплавків; неправильне регулювання рівня палива у поплавцевій камері, дозувальних систем карбюратора; ослаблення кріплення кришки і корпусу паливного насоса, карбюратора та впускного трубопроводу до головок циліндрів, паливопроводів до штуцерів; засмічення повітряних та паливних фільтрів, паливопроводів, клапанів бензонасоса, засмолення повітряних жиклерів; поломка клапана та деталей привода паливного насоса; заїдання повітряного клапана у пробці бензобака; зменшення пружності робочої пружини бензонасоса; утворення парових та крижаних пробок у системі подачі палива.

Основні несправності системи живлення дизелів: засмічення паливопроводів, забірника в паливному баці чи фільтруючих елементів паливних фільтрів, вихідних отворів форсунок, системи випуску газів; замерзання води чи загуснення палива в паливопроводах; порушення кута випередження впорскування палива; зниження тиску початку впорскування; зношування вихідних отворів форсунок; закоксовування форсунок; зношування та розрегулювання плунжерних пар насоса високого тиску, ослаблення кріплення або якщо лопнула трубка високого тиску; несправності паливних насосів низького і високого тиску, привода важеля регулятора, регулятора частоти обертання;

Основні несправності системи запалювання: невідрегульований момент запалювання; несправність свічки запалювання (тріщини ізолятора, обгорання електродів або неправильний зазор між ними, відкладання нагару на електродах); псування ізоляції проводів високої напруги; поганий контакт, обривання або перегорання проводів; окиснення й обгорання контактів переривника; порушений зазор між контактами переривника; несправності в колі високої або низької напруги; несправності конденсатора, вимикача запалювання, регулятора випередження запалювання, приглушувальних резисторів у наконечниках високовольтних проводів; тріщини кришки та ротора розподільника; розрядження акумуляторної батареї; утворення нагару на нижній і волога на верхній частинах ізолятора свічок запалювання.

Несправності системи пуску двигуна: ослаблення кріплення підвідних проводів; спрацювання або забруднення щіток і колектора; окислення контактів вимикача; обрив або замикання в обмотці; спрацювання деталей муфти вільного ходу та зубів шестерні.

Для підтримання автомобіля в справному стані використовується система технічного обслуговування та ремонту (ТО та Р).

При технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів використовують два види інформації: статистичну (надійнісну) та індивідуальну (діагностичну). Статистична інформація отримується шляхом обробки даних про відмови вибіркової сукупності автомобілів, а діагностична – шляхом безпосереднього вимірювання параметрів технічного стану даного автомобіля.

Методи доведення автомобіля, агрегату, системи до нормативного технічного стану. Залежно від виду використовуваної інформації існує два основних методи доведення автомобіля, агрегату, системи до нормативного технічного стану: за напрацюванням та за технічним станом.

Технічне обслуговування за напрацюванням. При обслуговуванні за напрацюванням всім виробам, досягнувши призначеного напрацювання $L_{ТО}$ (періодичність ТО), виконується встановлений (регламентний) обсяг профілактичних робіт (заміна мастила, регулювання гальмівних механізмів та ін.),

а параметри технічного стану або якості матеріалів доводяться до номінального або близького до нього значення. Даний метод простий у застосуванні та гарантує працездатність виробу з імовірністю $R = 1 - F$.

Його недолік полягає у тому, що в умовах неминучої варіації показників технічного стану значна частина виробів має потенційне напрацювання до відмови (запас ресурсу), що істотно перевищує встановлену (меншу) періодичність ТО $x > L_{TO}$, і для цих виробів (або випадків) технічне обслуговування з періодичністю L_{TO} є ніби передчасним (або із запізненням) та викликає додаткові витрати.

У загальному вигляді операція ТО складається з двох частин: контрольної та виконавчої. Для визначення трудомісткості (або вартості) операції ТО використовується така формула:

$$t_n = t_k + k_n \cdot t_u,$$

де t_k і t_u – трудомісткість відповідно контрольної і виконавчої частин профілактичної операції; k_n – коефіцієнт повторюваності ($0 \leq k_n \leq 1$). Таким чином, при цьому методі контрольна та виконавча частини поєднуються.

Технічне обслуговування за технічним станом. В цьому випадку з урахуванням технічного стану виробів відповідно до встановлених (економічних, екологічних або ін.) вимог необхідно обслуговувати рідше (або частіше), наприклад через одне ТО ($2L_{TO}$). Для цього при кожному ТО необхідно проконтролювати технічний стан всіх виробів і розділити їх на дві групи (рис. 1). Перша група має потенційне напрацювання на відмову, що доводиться на черговий міжоглядовий проміжок (від L_{TO} до $2L_{TO}$): $2L_{TO} > x > L_{TO}$. Ці вироби (з імовірністю R_1) вимагають не тільки контролю (контрольна частина профілактичної операції), але і виконання робіт (кріпильних, регулювальних, змащувальних, електротехнічних та ін.), що забезпечують відновлення номінального або близького до нього значення параметрів технічного стану – виконавча частина профілактичної операції. Якщо така робота не буде виконана, то ця група виробів з імовірністю R_1 відмовить в інтервалі напрацювання $L_{TO} \sim 2L_{TO}$.

Друга група виробів з імовірністю R_2 має потенційне напрацювання на відмову $x > 2L_{TO}$, тобто вони можуть безвідмовно пропрацювати до чергового ТО. Тому для них достатньо обмежитися контролем (діагностикою) технічного стану, а виконавчу частину відкласти до наступного обслуговування ($2L_{TO}$).

Перевага цього діагностичного методу за технічним станом – повніше використання потенційного ресурсу конкретних виробів з урахуванням варіації зміни їх фактичного технічного стану. З урахуванням формули при цьому методі із встановленою періодичністю виконується контрольна частина операції, а виконавча частина проводиться залежно від результатів контролю з певною імовірністю (коефіцієнтом повторюваності), що враховується при нормуванні трудових і матеріальних витрат.

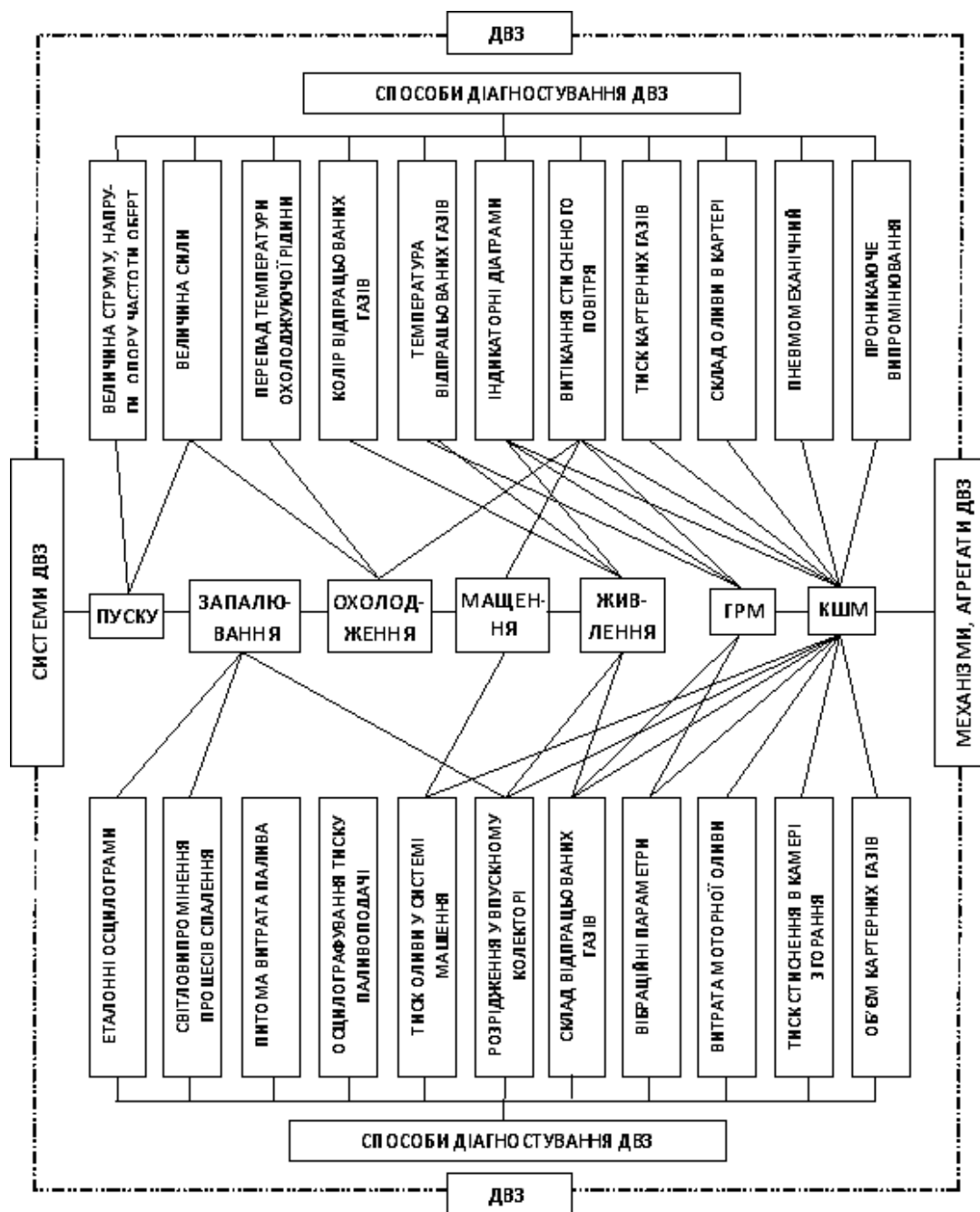


Рис. 1. Способи діагностування технічного стану ДВЗ та систем, що забезпечують його роботу

Недоліки, а точніше умови реалізації цього методу, пов'язані з необхідністю ретельного та дорогого контролю технічного стану всіх виробів при кожному ТО з метою розділення виробів на вироби, що вимагають негайного доведення до нормативного стану, і ті, які без відмови можуть пропрацювати до чергового ТО.

Таким чином, знаючи закономірності зміни технічного стану першого, другого і третього видів, можна:

- по-перше, кількісно оцінити імовірність знаходження автомобіля в працездатному стані, що дозволяє виконувати перевезення;
- по-друге, вибирати і ефективно використовувати стратегії підтримки (I) або відновлення (II) працездатності;
- по-третє, обґрунтувати і застосувати тактику забезпечення працездатності з напрацювання і технічного стану та їх комбінацій;

– по-четверте, використовувати дані з працездатності при розробці нормативів, методів організації і технології технічного обслуговування і ремонту.

Наведені методи реалізуються через способи діагностування двигуна та систем, що забезпечують його роботу. Основні способи діагностування наведені на рис. 1.

Висновки. Ефективна реалізація наведених методів можлива за умови застосування дієвої системи діагностики. Залежно від засобів діагностування умовно систему діагностики можна поділити на вбудовану, зовнішню переносну та стаціонарну. Інтерес являє вбудована система діагностики, оскільки вона дозволяє постійно контролювати стан основних вузлів та агрегатів силової установки автомобіля.

Для побудови такої системи необхідно визначити основні параметри, які визначають справність того чи іншого вузла та спосіб вимірювання цього параметра та порівняння його з еталонним. Це і буде основним напрямком подальшої наукової діяльності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кисликов В.Ф., Луцкич В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 4-те вид. – К.: Либідь, 2004. – 400 с.
2. Коробейник А.В. Ремонт автомобилей. Практический курс // Библиотека автомобилиста. – Ростов-на-Д.: Феникс, 2004. – 512 с.
3. Жерновий А.С., Колобов К.С. Нові методи та засоби діагностування двигунів внутрішнього згорання // Автошляховик України. – 2006. – С. 14–16.
4. Сажко В.А. Электричне та електронне обладнання автомобілів: Навчальний посібник. – К.: Каравела, 2004. – 304 с.
5. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. – Книга 1. – Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2005. – 432 с.
6. Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.
7. Технічна експлуатація та надійність автомобіля / Є.Ю. Формальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо / За заг. ред. Є.Ю. Формальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.

ПОЛЯКОВ Андрій Павлович – доктор технічних наук, професор, декан факультету автомобілів та їх ремонту і відновлення Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- автомобілебудування;
- двигунобудування;
- діагностика матеріалів та конструкцій.

Тел.: 59-86-31.

E-mail: farv@inmt.vstu.vinnica.ua

ПЛАХОТНИК Олена Михайлівна – аспірант Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- діагностика матеріалів та конструкцій;
- експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Тел.: 8 096 5485564.

E-mail: lena_plahotnik@mail.ru

Подано 03.07.2008

Поляков А.П., Плахотник О.М. Методы определения технического состояния основных систем автомобиля

Поляков А.П., Плахотник О.М. Методи визначення технічного стану основних систем автомобіля
Polakhov P., Plakhotnyk O.M. Methods of determination technical state of automobile's basic systems

УДК 629.11.075

Методы определения технического состояния основных систем автомобиля / А.П. Поляков, О.М. Плахотник

Предложена классификация неисправностей автомобиля на основе факторов, которые вызывают их возникновение. Приведены основные неисправности силовой установки автомобиля и систем, что обеспечивают ее работу. Проанализированы основные методы диагностики узлов и агрегатов автомобиля. Предложено применение встроенной системы диагностики с целью реализации приведенных методов.

УДК 629.11.075

Methods of determination technical state of automobile's basic systems / P.Polakhov, O.M. Plakhotnyk

Classification of disrepairs of car on the basis of factors which cause their origin is offered . The basic disrepairs of ICE and systems that provide its work are resulted. The basic methods of diagnostics of automobile's assemblies and aggregates are analysed. Application of the on-board diagnostic system with the purpose of realization of the resulted methods is offered.