

ДІАГНОСТИЧНІ МОДЕЛІ, ПАРАМЕТРИ І НОРМАТИВИ. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Мета роботи: Ознайомитись з типами діагностичних моделей та їхньою характеристикою. Вивчити діагностичні параметри та їх класифікацію. Проаналізувати вимоги до діагностичних параметрів. Вивчити методи і засоби діагностування автомобілів.

Завдання і порядок виконання роботи

1. Класифікація діагностичних моделей.
2. Зобразити схему структурно-наслідкової діагностичної моделі.
3. Охарактеризуйте імітаційне моделювання.
4. Класифікація діагностичних параметрів за різними ознаками.
5. Вимоги до діагностичних параметрів: чутливість, однозначність, стабільність, технологічність.
6. Групи діагностичних нормативів.
7. Суб'єктивні методи діагностування.
8. Об'єктивні методи діагностування.
9. Класифікація методів діагностування за параметрами.
10. Засоби діагностування автомобілів. Призначення та класифікація.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Типи моделей

Діагностичні моделі визначають причинно-наслідкові співвідношення між технічним станом об'єкта діагностування (вхідними і внутрішніми параметрами його структури) та їхніми діагностичними сигналами (вихідними параметрами).

Діагностичні моделі можуть бути в аналітичній, табличній, векторній, структурно-наслідковій або іншій формах. Вибір моделі залежить від деяких факторів: умов експлуатації, можливих конструктивних виконань, ступеня вивченості цього об'єкта або його окремої системи, ступеня абстрагування від реальної системи та ін.

Аналітичні моделі найповніше описують процеси діагностичної системи. Однак при великій кількості структурних елементів і зовнішніх факторів, які діють на систему, вони бувають дуже громіздкими, що утруднює застосування їх щодо вихідних параметрів.

У зв'язку з цим у практиці дуже поширені *структурно-наслідкові моделі* (рис. 2.1). На рівні I цієї схеми містяться найуразливіші механізми і деталі автомобіля; на рівні II – спряження між ними, тобто структурні параметри. На рівні III показані відхилення цих величин, які перевищують граничні значення, тобто характерні несправності. На

рівні IV розміщені робочі або супровідні процеси (діагностичні ознаки), що відповідають структурним параметрам. На рівні V розташовані діагностичні параметри, тобто фізичні величини, за допомогою яких можна виміряти супровідні, або робочі, процеси об'єкта діагностування і таким чином визначити технічний стан об'єкта без його розбирання.

Структурно-наслідкова модель створюється на основі інженерного вивчення будови об'єкта і його функціонування, статистичного аналізу показників надійності та оцінки діагностичних параметрів.



Рис. 2.1. Структурно-наслідкова діагностична модель

Основним недоліком названих вище моделей є трудність і неможливість синтезу моделей великих складних систем. Тому тепер набирає великого поширення імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання дає змогу експериментально досліджувати складні внутрішні взаємодії з великою розмірністю за кількістю змінних зв'язків між елементами моделі, вивчати дію на функціональні системи інформаційних і організаційних змін, що мають випадковий характер, нелінійність, обмеження різних типів. За імітаційним моделюванням можна оцінити поведінку системи в нових ситуаціях, перевіряти нові стратегії і правила прийняття рішення.

Параметри і нормативи

Щоб визначити, в якому стані автомобіль або його елемент, треба знати їхні параметри технічного стану (структурних параметрів), заданих нормативно-технічною документацією заводу-виготовлювача.

Параметрами технічного стану (структурними параметрами) називаються фізичні величини (міліметр, градус та ін.), які визначають зв'язок і взаємодію елементів автомобіля та його функціонування в цілому.

В процесі експлуатації параметри технічного стану змінюються від номінального до граничного значення під впливом різних конструктивно-технологічних і експлуатаційних факторів. Граничні значення структурних параметрів зумовлені ймовірністю відмов і несправностей автомобіля і є в основному значеннями техніко-економічного характеру.

Діагностичні параметри – це якісна міра прояву технічного стану автомобіля та його елементів за посередніми ознаками (додаток В). Наприклад, ефективність двигуна можна оцінити за потужністю і темпом їх наростання, гальма – за гальмівним шляхом і сповільненням автомобіля. Ці параметри дають узагальнену інформацію про стан механізму в цілому, що є основою для подальшої діагностики елементів. Супровідні процеси (шум, нагрівання та ін.) можна оцінити за допомогою таких діагностичних параметрів, як швидкість і прискорення вібрацій, ступінь і швидкість нагрівання, компресія, концентрація в маслі продуктів відпрацювання та ін. Ці параметри дають конкретнішу інформацію про технічний стан механізму, що діагностується, і досить універсальні, їх широко застосовують для складних технічних систем.

Діагностичні параметри повинні мати чутливість, однозначність, стабільність, інформативність щодо визначення причинно-наслідкових зв'язків із структурними параметрами.

Під *чутливістю діагностичного параметра* K_y розуміють відношення приросту параметра dS до відповідної зміни dx структурного параметра.

Чим більше значення цієї величини, тим діагностичний параметр чутливіший до зміни структурного параметра.

Однозначність діагностичного параметра визначається монотонно зростаючою або спадною залежністю його зі структурним параметром у діапазоні від початкової x_n до граничної x_g змін структурного параметра.

Діагностичні нормативи – це кількісна оцінка технічного стану системи, яку діагностують. До них належать: початкове значення діагностичного параметра; його граничне значення, при досягненні якого виникає ймовірність появи відмови; попереджуваче або допустиме значення при заданій періодичності діагностування.

Діагностичні нормативи можна поділити на дві групи: ті, що визначаються стандартами, і ті, що зумовлені нормативно-технічною документацією заводів-виготовлювачів.

До *першої групи належать діагностичні нормативи*, які характеризують технічний стан механізмів і вузлів, що створюють безпеку руху і згубно впливають на навколишнє середовище. Це – гальмівний шлях, час спрацювання гальмового приводу, гальмівні сили на колесах, вміст шкідливих компонентів відпрацьованих газів, рівень шуму та ін.

До *другої групи належать діагностичні нормативи*, пов'язані з технічними допусками структурних параметрів або з оптимальними показниками надійності й економічності роботи автомобіля. Нормативи структурних параметрів установлюють на стадії проектування і коректують при доводці автомобіля. Наприклад, зазори в клапанному механізмі, контактах переривача; кривошипно-шатунному механізмі, шворневому з'єднанні; кути встановлення коліс автомобіля і т.п.

Серед нормативних показників першої і другої груп виділяють проміжні. Параметри цієї групи пов'язані з підвищенням витрати палива, зниженням потужності двигуна, довговічності деталей та вузлів тощо.

Методи і засоби діагностування автомобілів

Розрізняють суб'єктивні (органолептичні) і об'єктивні (інструментальні) методи діагностування автомобіля. *Суб'єктивні методи* – визначення технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. Проте за допомогою органів чуття людини дістають і аналізують інформацію, а також приймають рішення про технічний стан, що призводить, природно, до похибок.

Найпоширеніші такі суб'єктивні методи: візуальний, прослуховування роботи механізму, обмацування механізму, висновок про технічний стан на основі логічного мислення.

Візуальним методом можна виявити такі несправності: порушення ущільнень; дефекти трубопроводів, сполучних шлангів і пристроїв – за протіканням палива, масла, охолодної рідини; тріщини банки акумуляторної батареї – за протіканням електроліту; неповноту згоряння палива – за димністю відпрацьованих газів; спрацьовування деталей циліндро-поршневої групи або пізній початок подачі палива – за голубуватим кольором відпрацьованих газів; якість картерного масла – за кольором масляної плями на фільтрувальному папері; потрапляння води і палива в камеру згоряння – за білим димом відпрацьованих газів; підтікання форсунок – за підвищенням рівня масла в піддоні картера двигуна і т. п.

При *прослуховуванні роботи механізмів* можна виявити такі несправності: збільшений зазор між клапанами і коромислами механізму газорозподілу – за стуком у зоні клапанного механізму; більше спрацьовування шатунних і корінних підшипників – за стуком у відповідних зонах кривошипно-шатунного механізму при зміні частоти обертання колінчастого вала; надмірне випередження або запізнювання

впорскування палива – за характером вихлопу; нещільності посадки клапанів газорозподілу – за характером свисту і шипіння при прокручуванні вручну колінчастого вала; несправності зчеплення автомобіля – за шумом і стуком у коробці передач та інше.

Методом обмацування можна визначити такі несправності: ослаблення кріплень – за відносним переміщенням деталей; несправності механізмів і деталей – за надмірним їх нагріванням; несправності рульового механізму – за поштовхами на рульовому колесі та інше.

На *підставі логічного мислення* можна дійти висновку про такі несправності: спадання потужності двигуна – автомобіль "не тягне"; несправності паливної апаратури – утруднений пуск двигуна; несправності системи охолодження – двигун перегрівається та інше.

Об'єктивні методи діагностування ґрунтуються на вимірюванні та аналізі інформації про справжній технічний стан елементів автомобіля спеціальними контрольно-діагностичними засобами і прийнятті рішення за допомогою спеціально розроблених алгоритмів діагностування.

До об'єктивних методів належать: діагностування за структурними параметрами, герметичністю робочих об'ємів, вихідними параметрами робочих процесів, зміною віброакустичних параметрів, параметрами процесів або циклів, що періодично повторюються, складом картерного масла і відпрацьованих газів.

Діагностування за структурними параметрами ґрунтується на вимірюванні цих параметрів або зазорів, які визначають взаємне розміщення деталей і механізмів. Таке діагностування застосовують у тому разі, коли ці параметри можна виміряти без розбирання спряжень третьових деталей.

Структурними параметрами можуть бути: зазори в підшипникових вузлах, клапанах механізму, кривошипно-шатунній і поршневих групах двигуна, шворневому з'єднанні колісного вузла, рульовому керуванні; кути встановлення передніх коліс та інше.

Діагностування за структурними параметрами роблять вимірювальними інструментами: щупами, лінійками, штангенциркулями, нутромірами, індикаторами годинникового типу, висками, а також спеціальними пристроями.

Переваги цього методу – точні результати діагнозу, простота засобів вимірювання, а недоліки – велика трудомісткість, мала технологічність.

Діагностування за параметрами герметичності робочих об'ємів полягає у виявленні та кількісній оцінці витікання газів або рідин із робочих об'ємів, вузлів і механізмів автомобіля. До таких об'ємів належать: камера згоряння, герметичність якої залежить від стану циліндро-поршневої групи і клапанів газорозподілу; система охолодження; система живлення двигуна; шини; гідравлічні і пневматичні прилади та механізми.

Як діагностичні параметри можуть бути використані: компресія двигуна, проривання газів у картер, розрідження у впускному трубопроводі, витікання стиснутого повітря з циліндра, угар масла, деформація каркаса шини, тиск палива у плунжерній парі при пусковій частоті обертання колінчастого вала та ін.

Діагностування за параметрами герметичності робочих об'ємів здійснюють за допомогою таких приладів: компресометра, витратоміра проривання газів у картер, манометра, вакуумметра, пневматичних калібрів та інших пристроїв.

Діагностування за параметрами робочих процесів. Як такі параметри використовують: гальмівний шлях, сповільнення автомобіля, гальмівні сили та їхню різницю на колесах кожної осі, час спрацювання приводу гальмових механізмів, силу натиснення на гальмову педаль, швидкість наростання і спадання гальмівних сил, амплітудно-фазові параметри тиску відпрацьованих газів, пульсації тиску в паливопроводах високого тиску, пульсації повітря і газів у впускному колекторі, силу тяги на ведучих колесах, контрольну витрату палива та ін.

Для визначення робочих параметрів створено багато *контрольно-діагностичних засобів*: стенди для визначення тягових якостей автомобіля, стенди для перевірки ходових якостей автомобіля, деселерометри, динамометр-люфтомір для перевірки рульового керування автомобіля, стенди площадкові для перевірки амортизаторів за коливанням невіднесених мас, прилад для вимірювання потужності двигуна.

Діагностування за зміною віброакустичних параметрів. При функціонуванні будь-якого механізму рух окремих деталей супроводжується їхніми співударяннями. В результаті по механізму поширюються пружні коливання, які створюють певні структурні шуми. У процесі спрацьовування деталей змінюються структурні параметри, що веде до зміни параметрів шуму і вібрації механізму в цілому.

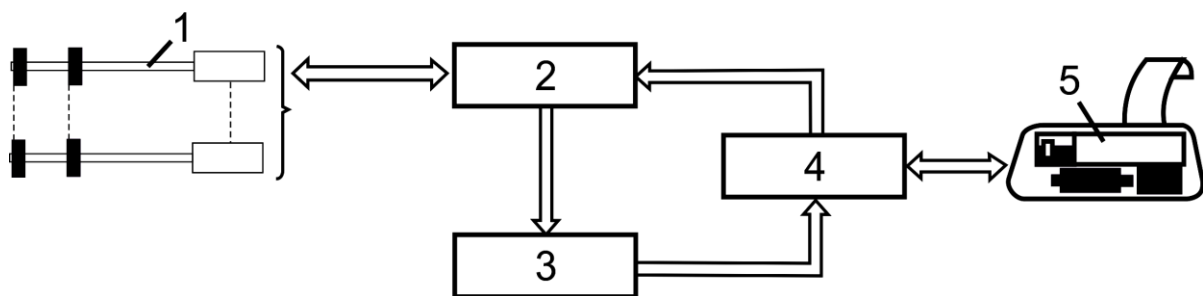


Рис. 2.2. Схема акустичних випробувань легкового автомобіля:
1 – акустичні антени; 2 – блок керування; 3 – інтенсиметр;
4 – інтерфейс; 5 – ПК

В умовах підприємств автотранспорту на спеціальних установках визначають вібраційні динамічні характеристики двигуна, силової передачі, ведучого моста, рами; акустичні характеристики матеріалів; динамічні характеристики гумових віброізоляторів і шин, віброакустичні характеристики кузова.

На автопідприємствах акустичні випробування автомобіля проводять у безлунній камері на стенді з малошумними біговими барабанами (рис. 2.2).

При віброакустичних випробуваннях автомобіля на бігових барабанах реєструють загальний рівень шуму в децибелах (для легкового автомобіля звичайно при $n=2000...6000 \text{ хв}^{-1}$). На нерухомому автомобілі визначають частоти власних коливань різних агрегатів, оцінюють ефективність підвіски силового агрегату при працюючому двигуні. Під час руху автомобіля остаточно оцінюють ефективність заходів, спрямованих на зменшення шуму та вібрації, реєструють шум відповідно до методик, наведених у нормативних документах.

Діагностування за періодично повторюваними робочими процесами або циклами. Робочі процеси випуску, стиску, згоряння і впуску, зміна тиску у впускних паливних трубопроводах високого тиску, системи запалювання та інші часто повторюються. Оскільки закономірності зміни параметрів робочих процесів в усіх періодах ідентичні, для діагностування досить вивчити параметри одного циклу. Для цього за допомогою спеціальних перетворювачів роблять розгортку параметрів одного циклу в часі, затримку його і виведення на реєструючий або візуальний прилад.

Поширення цей метод набув для діагностування системи запалювання двигуна за характерними осцилограмами напруг у первинному і вторинному колах. Спеціальні пристрої дають змогу зафіксувати в осцилографі процеси, що відбуваються в первинному і вторинному колах системи запалювання за час між послідовними іскровими розрядами в циліндрах, на електронно-променевій трубці для візуального дослідження. Ділянки осцилограм несуть інформацію про несправності системи запалювання. За осцилограмою первинної напруги безпосередньо вимірюють кут замкнутого стану контактів, який характеризує величину зазору. За напругою іскрового розряду осцилограми вторинної напруги визначають стан зазору свічки. Порівнюючи здобуті осцилограми з еталонними, виявляють характерні несправності системи запалювання.

Діагностування кута випередження запалювання, балансування автомобільних коліс роблять за допомогою стробоскопічних пристроїв. Принцип роботи цих пристроїв полягає в тому, що коли в точно визначені моменти часу відносно кута повороту обертові деталі освітлювати коротким імпульсом світла, то внаслідок фізіологічної інерції людського зору деталей здаватиметься нерухомою.

Діагностування за складом картерного масла роблять на підставі аналізу проб масла картера двигуна для визначення кількісного вмісту продуктів спрацьовування деталей, забруднень і домішок, що потрапили в масло. Концентрації заліза, алюмінію, кремнію, хрому, міді, свинцю, олова та інших елементів у маслі дають змогу дійти висновку про швидкість спрацьовування деталей. За зміною концентрації заліза в

маслі можна робити висновок про швидкість спрацьовування гільз циліндрів, шийок колінчастого вала, поршневих кілець; за зміною концентрації алюмінію – про швидкість спрацьовування поршнів та інших деталей. Вміст ґрунтового пилу характеризує стан повітряних фільтрів і всього тракту подачі повітря в циліндри двигуна.

Для кількісного визначення елементів спрацьовування у маслі, яке працювало, є методи спектрального аналізу, колориметричні, індукційні, радіоактивні та інші.

Найбільше поширений спектральний метод. Він ґрунтується на визначенні вмісту продуктів у пробі масла за характерними для кожного елемента спектрами, що утворюються при спалюванні цієї проби масла в зоні електричного розряду.

Діагностування двигуна за складом відпрацьованих газів. На підставі даних про кількісний склад відпрацьованих газів можна мати інформацію про процес роботи двигуна: визначити ступінь повноти згоряння, зумовлений фізичними і хімічними факторами; оцінити якість процесів утворення суміші та газообміну; визначити вплив різних факторів на процес згоряння з метою ефективного впливу на окремі його стадії.

Для аналізу відпрацьованих газів застосовують методи, що ґрунтуються на використанні хімічних і фізичних властивостей речовин, які входять до складу газових сумішей. До хімічних методів аналізу належать метод Орса і колориметричний метод, до фізичних – методи, що ґрунтуються на використанні фізичних властивостей досліджуваних газів: вбирання інфрачервоного або ультрафіолетового випромінювання досліджуваного середовища; теплопровідності газів; іонізації при згорянні вуглеводнів у полум'ї водневого пальника.

Діагностування двигуна за складом відпрацьованих газів має важливе значення, оскільки воно спрямоване передусім на зниження забруднень навколишнього середовища оксидами вуглецю, азоту й незгорілими вуглеводнями. Застосовувані тепер методи аналізу дають змогу мати дуже точну кількісну оцінку компонентів, які є у відпрацьованих газах.

Засоби технічного діагностування (ЗТД)

За виконанням ці засоби поділяють на зовнішні, які не є складовою частиною об'єкта діагностування; вмонтовані – із системою вимірювальних перетворювачів (датчиків) вхідних сигналів, виконаних у спільній конструкції з об'єктом діагностування як його складова частина.

Зовнішні ЗТД поділяють на стаціонарні, пересувні і переносні.

За *функціональним призначенням* ЗТД поділяють на такі групи: комплексні – для діагностування машини в цілому; двигуна і його системи; органів керування, гальмових систем; системи зовнішніх світлових приладів; трансмісії; ходової частини і підвіски; електроустаткування; гідравлічних систем; робочого і спеціального обладнання.

За *ступенем охоплення машин* діагностуванням і видом застосовуваних систем діагностування ЗТД поділяють: на ті, що входять до загальних систем діагностування машин у цілому; які входять до локальних систем діагностування окремих складальних одиниць або складових частин машин; засоби діагностування, що застосовуються окремо.

За *ступенем автоматизації* процесу керування ЗТД поділяють на автоматичні, напіваавтоматичні, з ручним або ножним керуванням, комбіновані.

За *видом застосовуваних засобів* розрізняють стендове і портативне діагностування. Уже перші стенди технічної діагностики були обладнані стендами з біговими барабанами або роликівими стендами, як їх тепер ще називають. Ці стенди імітують рух автомобіля по дорозі.

Стенди для діагностування тягових якостей дають змогу імітувати характерні швидкісні і навантажувальні режими роботи автомобілів, вимірювати при цьому потужність, витрачання палива, опір трансмісії і робити відповідні регулювання. Потужність і економічні дані автомобіля – основні фактори його ефективності.

Крім того, на стендах тягових якостей можна визначати технічний стан агрегатів силової передачі автомобіля в процесі її роботи: зчеплення – за його пробуксовуванням; карданного вала – за його биттям; коробки передач і редуктора заднього моста – за нагріванням, рівнем шуму і вібрації та інше.

На стендах застосовують одинарні і найчастіше спарені барабани (рис. 2.3). Одинарні барабани великого радіуса добре відтворюють умови руху автомобіля по дорозі. Перевага спарених барабанів – значно більша стійкість установленого на них автомобіля в процесі випробування.

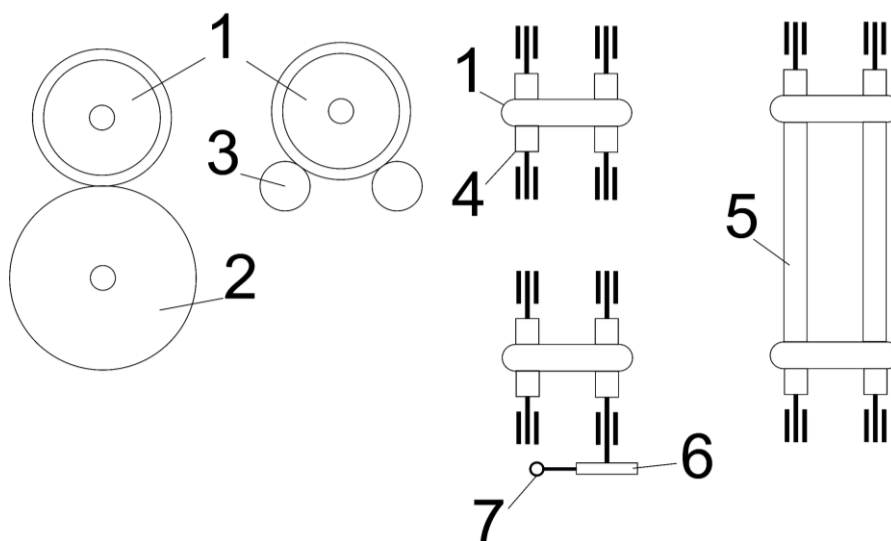


Рис. 2.3. Схеми бігових барабанів:

- 1 – колесо автомобіля, 2 – одинарний барабан; 3 – спарені барабани;
4 – барабани під колесо; 5 – барабани під вісь; 6 – гальмівний пристрій; 7 – давач вимірювання крутного моменту

Щоб визначити крутний момент на колесах і потужність автомобіля, у стендах тягових якостей слід застосовувати навантажувальні гальмові пристрої, встановлені на одному з барабанів під ведучими колесами автомобіля. Застосовують такі типи навантажувальних пристроїв стендів тягових якостей: гідравлічні, механічні й інерційні.

У гідравлічних навантажувальних пристроях гальмування відбувається за рахунок роботи, що затрачається на переміщення води між статором і ротором, а також унаслідок тертя ротора об рідину.

Механічні гальма бувають двох типів – колодкові і дискові. Диск, який охолоджується, або гальмовий барабан, кріпиться на осі бігового барабана, охоплюючи їх гальмові колодки на відповідній обоймі, балансірно з'єднані з динамометром, який фіксує реактивний момент.

В електричних навантажувальних пристроях гальмування створюється в результаті взаємодії обертового ротора, з'єданого з віссю бігового барабана, й електромагнітного поля балансірно підвішеного статора двигуна. Змінюючи силу струму в обмотці збудження за допомогою реостата, на барабанах створюють різні гальмівні моменти.

Уже є тягові стенди з електродинамічними (індукторними) гальмами з використанням ефекту вихрових струмів. Такі гальмові пристрої мають найбільші діапазони швидкостей і навантажень, краще пристосовані до автоматизації постових випробувань, мають невеликі габаритні розміри, невисоку вартість, прості в експлуатації й економічні.

На інерційних стендах замість гальмових пристроїв до бігових барабанів приєднують маховики. Якщо на стендах з гальмовими пристроями діагностування автомобілів здійснюється в сталому режимі, то на інерційних стендах – у розгінному. Потужність на ведучих колесах автомобіля при цьому визначається за інтенсивністю розганяння і за втратою в силовій передачі на "вибіг", тобто за кількістю обертів бігових барабанів після відключення двигуна, що працював з певною частотою обертання колінчастого вала, до повної зупинки коліс автомобіля.

Контрольні запитання

1. Яке призначення діагностичних моделей та від чого залежить їх вибір?
2. Дайте визначення параметру технічного стану.
3. Класифікація діагностичних параметрів.
4. Назвіть вимоги до діагностичних параметрів.
5. Які діагностичні нормативи належать до першої групи?
6. Які діагностичні нормативи належать до другої групи?
7. Назвіть суб'єктивні та об'єктивні методи діагностування.