Практична робота № 7

ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ І ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ

Мета роботи: на підставі аналізу основних параметрів роботи системи живлення дизельного двигуна та із урахуванням прогнозування можливих несправностей системи живлення, здійснити підбір засобів діагностики; вивчити їх конструкцію, принципи та порядок роботи; навчитися здійснювати практичне виконання операцій діагностики елементів системи живлення дизельного двигуна автомобіля.

Завдання і порядок виконання роботи

1. Характеристика ознак несправностей системи живлення дизельних двигунів.
2. Діагностичні параметри системі живлення дизельних двигунів.
3. Діагностування фільтра тонкого очищення палива, перепускного клапана і підкачувального насоса за допомогою пристрою КИ-4801.
4. Діагностика форсунок: герметичність, тиск впорскування, розпилення.
5. Діагностування паливного насоса високого тиску.
6. Схема підключення паливоміра КИ-4818 до дизеля.
7. Рівномірність подавання і кількість палива.
8. Аналізатори паливної апаратури.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Ознаками несправного стану системи живлення дизеля є: незадовільний пуск, димність, нестійкість роботи і падіння потужності двигуна.

Двигун не запускається:

– засмічення паливопровода, паливозбірника чи фільтруючих елементів паливних фільтрів, наявність повітря в паливній системі. Необхідно: промити забірник, промити і продути паливопрівод, замінити змінні фільтруючі елементи;

– наявність повітря в паливній системі. Необхідно: усунути негерметичність, прокачати систему;

– заїдання рейки паливного насоса високого тиску (ТНВД). Необхідно: усунути заїдання рейки;

– раннє чи пізнє впорскування палива. Необхідно: перевірити установку ТНВД і відрегулювати початок подачі палива;

– паливо погано розпилюється. Необхідно: перевірити форсунки і герметичність трубопроводів високого тиску.

Двигун не розвиває повної потужності, димить:

– важіль керування регулятором не доходить до болта обмеження максимальної частоти обертання колінчатого вала. Необхідно: перевірити і відрегулювати привод;

– наявність повітря в паливній системі. Необхідно: усунути негерметичність, прокачати систему;

– раннє чи пізнє впорскування палива. Необхідно: перевірити установку ТНВД і відрегулювати початок подачі палива;

– порушення регулювання чи засмічення форсунки. Необхідно: перевірити і відрегулювати форсунки;

– попадання води в паливну систему (дим білого кольору). Необхідно: злити відстій з паливних фільтрів і паливного бака;

– надлишок палива, подаваного в циліндри (дим чорного чи сірого кольору). Необхідно: відрегулювати подачі палива секціями ТНВД;

– зависання плунжера ТНВД. Необхідно: замінити плунжерну пару.

Двигун працює нерівномірно:

– ослабнуло кріплення чи лопнула трубка високого тиску. Необхідно: підтягти гайку чи замінити трубку;

– незадовільна робота окремих форсунок. Необхідно: перевірити форсунки;

– порушення рівномірності подачі палива секціями ТНВД. Необхідно: відрегулювати ТНВД на рівномірність подачі.

Двигун стукає:

– раннє впорскування палива в циліндри. Необхідно: відрегулювати початок подачі палива;

– підтікання палива в розпилювачі форсунки. Необхідно: перевірити форсунки.

Зазначені несправності викликані в основному зношуванням рухомих спряжень й особливо прецизійних пар, а також порушенням регулювань. Зовнішніми ознаками цих несправностей є, в основному, падіння потужності двигуна і підвищена витрата палива.

У системі живлення (рис. 7.1) дизельних двигунів перевіряють такі прямі діагностичні параметри: герметичність впускного тракту; зазор між втулкою і поршнем паливного насоса; зазор між втулкою і поршнем паливопідкачувального насоса; подачу паливного насоса; зазор на розвантажувальному поясі нагнітального клапана; жорсткість пружини форсунки; кут випередження впорскування палива, обчислений за кутом повороту колінчастого вала; циклову подачу форсунки; нерівномірність подачі палива у секції паливного насоса.

Герметичність повітроочисника і впускного тракту перевіряють при номінальній частоті обертання колінчастого вала рідинним реостатом типу КИ-4870, наконечник якого щільно притискають до місць стиків (з’єднань), що перевіряються, при цьому пробка індикатора повинна

бути вивернута. Опускання рідини в скляній трубці свідчить про підсмоктування повітря в даному місці. Засміченість повітроочисника перевіряють при номінальній частоті обертання колінчастого вала сигналізатором типу ОР-9928, притиснувши його пружний наконечник до технологічного отвору впускного колектора. Потім пальцем натискають на стрижень зворотного клапана. Якщо оглядове вікно сигналізатора перекривається червоним сигнальним поршнем – повітроочисник засмічений. Стан турбокомпресора перевіряють на максимальному швидкісному режимі роботи двигуна. Для цього вмикають подачу палива і за допомогою авто стетоскопа типу ТУ 17 МД. 082.017 або на слух визначають час вибігу ротора. Він має бути не менше 10 с при перевірці автостетоскопом і не менше 5 с при перевірці на слух. Тиск повітря (наддування) заміряють приладом типу КИ-13932 або КИ-6221.

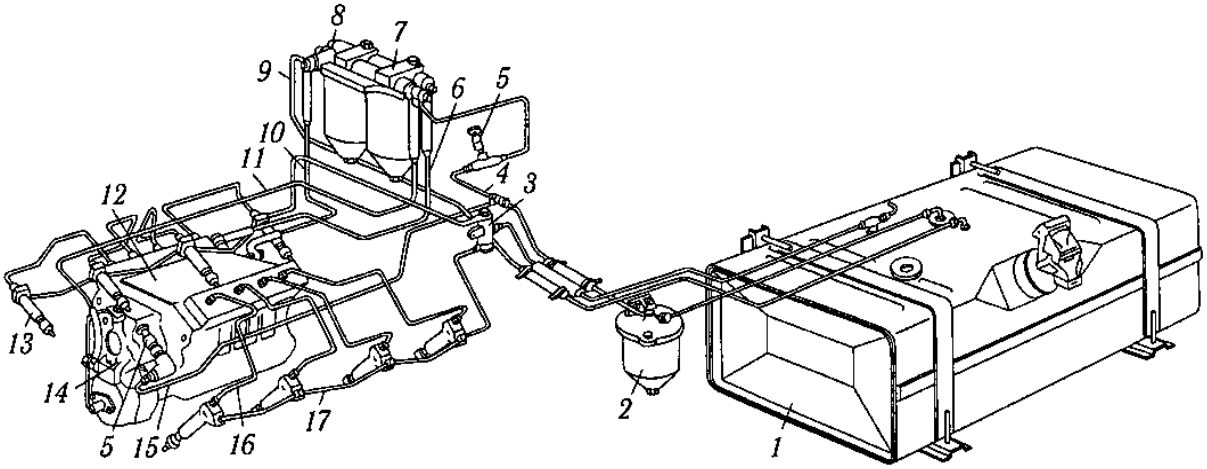


Рис. 7.1. Система живлення двигуна:
1 – паливний бак; 2 – фільтр грубого очищення палива; 3 – трійник дренажних паливопроводів; 4 – підвідний паливопровід до паливопідкачувального насоса; 5 – паливопідкачувальний насос; 6 – підвідний паливопровід до паливного насоса високого тиску; 7 – фільтр тонкого очищення палива; 8 – пробка-заглушка; 9,10 – відвідні паливопроводи від паливного насоса високого тиску; 11 – підвідний паливопровід до фільтра тонкого очищення палива; 12 – паливний насос високого тиску; 13 – форсунка; 14 – паливний насос; 15 – підвідний паливопровід до насоса низького тиску; 16 – паливопровід високого тиску; 17 – дренажний паливопровід лівого ряду форсунок

При номінальній частоті обертання колінчастого вала номінальний тиск повітря (наддування) –0,05...0,06 МПа, допустимий – не менше 0,035 МПа.

Стан системи подачі палива низького тиску перевіряють приладом типу КИ-13943, КИ-4801 при номінальній частоті обертання колінчастого вала і при максимальній подачі палива.

Для цього один із шлангів 4 (рис. 7.2) приєднують перед фільтром 1 тонкого очищення палива, а другий – після фільтра, відкривають вентиль фільтра та триходовий кран 7 приладу і прокачують паливо ручним насосом підкачувальної помпи.

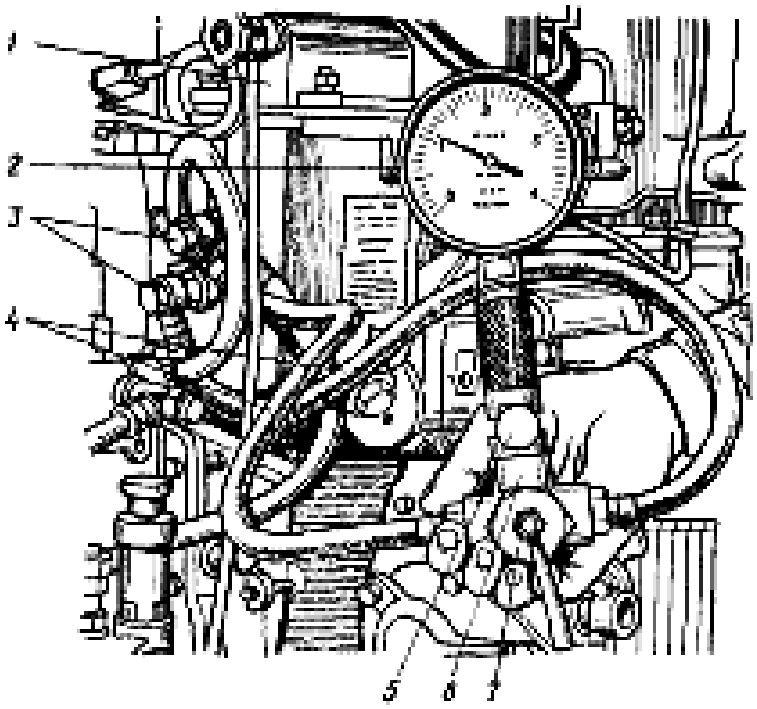


Рис. 7.2. Діагностування фільтра тонкого очищення палива, перепускного клапана і підкачувального насоса за допомогою пристрою КИ-4801:

1 – фільтр тонкого очищення; 2– манометр; 3 – подовжувальні штуцери; 4 – шланги; 5 – вентиль; 6 – корпус; 7 – триходовий кран

Потім переключають кран 7 у положення для вимірювання тиску палива до фільтра і після фільтра. Якщо нормальний тиск палива перед фільтром дорівнює 0,22; 0,14; 0,11; 0,08 МПа, то допустиме за фільтром відповідно повинно бути 0,18; 0,06; 0,05; 0,04 МПа.

Стан перепускного клапана перевіряють контрольним клапаном. При справному клапані і тиску палива за фільтром нижче 0,04 МПа – фільтруючий елемент підлягає заміні.

Перевірку герметичності плунжерних пар і нагнітальних клапанів здійснюють приладом типу КИ-4802, який встановлюють на секцію пари, що перевіряється, замість паливопровода форсунки. Після цього вмикають подачу палива, прокручують колінчастий вал дизеля (250...300 $хв^{-1}$) пусковим пристроєм і в момент початку коливання стрілки манометра виключають подачу палива, потім вмикають її і плавно збільшують тиск до 30 МПа. Тиск, що розвивається плунжерними парами для дизелів повинен бути не нижче 30 МПа. Якщо він виявиться меншим, плунжерну пару заміняють. Після припинення прокручування колінчастого вала в момент, коли стрілка манометра покаже 15 МПа, вмикають секундомір і вимикають його при досягненні 10 МПа.

Час зниження тиску з 15 до 10 МПа не повинен перевищувати 10 с. Інакше нагнітальний клапан підлягає заміні.

Стан форсунок перевіряють пристосуванням типу КИ-9917 (КИ-163014). Для цього трубку пристосування з'єднують зі штуцером форсунки, що перевіряється. Потім, роблячи відповідно 35...45 і 70...80 рухів важеля за хвилину, визначають тиск упорскування і якість розпилювання палива. Номінальний тиск упорскування 17,5...18 МПа. Упорскування прослухується стетоскопом ТУ 11БеО-003 (ТУ 17-М0.082.017); воно повинне супроводжуватися чітким звуком.

Форсунки діагностують на герметичність, тиск впорскування і якість розпилювання палива. Ці роботи виконують на спеціальних приладах (рис. 7.3), які імітують роботу форсунки на двигуні.

Герметичність форсунки перевіряють при тиску 30 МПа. Показником герметичності є тривалість спадання тиску (на 3 МПа має бути не менш як 30...45 с). Щоб визначити цю тривалість, тиск впорскування форсунки, яку перевіряють, регулювальним гвинтом доводять до 30 МПа за манометром, увімкнувши секундомір; коли тиск спаде до 25 МПа, секундомір вимикають.



а *б*

Рис. 7.3. Прилади фірми Bosch для діагностування дизельних форсунок:
а – типу P, R, S і T до 400 бар; б – ванна для збирання розпилу, який виникає під час діагностування дизельного впорскування від внутрішнього розряджання

Тиск впорскування форсунок визначають на спеціальних приладах за показаннями манометра. На працюючому двигуні тиск впорскування перевіряють за допомогою максиметра. Форсунку, яку перевіряють, приєднують до штуцера максиметра, а його через паливопровід високого тиску – до секції насоса. За принципом дії максиметр аналогічний форсунці, тому, домігшись одночасності впорскування палива форсункою і максиметром, за положенням мікрометричного пристрою визначають,

при якому тиску відбувається впорскування. Після тривалої роботи форсунки на двигуні допускається зниження тиску впорскування до 13,5 МПа. Тиск початку впорскування форсунки регулюють, змінюючи затягання пружини за допомогою регулювальної гайки.



Рис. 7.4. Стенд (Bosch EPS 815) з вимірювальною системою КМА для діагностування паливних насосів високого тиску

Якість розпилювання палива форсункою перевіряють на спеціальних стендах і вважають задовільною, якщо паливо впорскується в туманоподібному стані, рівномірно розподіляється по поперечному перерізу конуса струменя і по кожному отвору розпилювача. Початок і кінець впорскування мають бути чіткими і супроводитися характерним (глухим) тріском.

Насос високого тиску діагностують на спеціальних стендах (рис. 7.4).

Стенд EPS 815 універсальний для насосів до 12 циліндрів. Має високу точність вимірювання завдяки абсолютно стабільному за частотою обертання приводу. Це екологічно орієнтована система, цілком безпечна завдяки мінімальним випаровуванням паливної рідини. Стенд має комп'ютерну вимірювальну систему КМА з великим обсягом пам'яті для досліджуваних величин і результатів вимірювання, кольоровим екраном для графічного зображення виміряних величин. Перевищення допусків зображується в кольорі. Тривалість вимірювання мала завдяки безперервній реєстрації подачі палива.

Діагностування паливного насоса високого тиску полягає у визначенні початку, кількості і рівномірності подавання палива окремими секціями.

Величину і нерівномірність подачі палива перевіряють паливоміром типу КИ-8940 чи КИ-4818 при робочій температурі дизеля і максимальній частоті обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу, температура палива 25...30°С. Насос перевіряють разом із комплектом справних і відрегульованих форсунок на тиск впорскування (15±0,5) МПа і комплектом паливопроводів високого тиску (400±3) мм завдовжки.

Для цього з'єднують нижні штуцери 22 (рис. 7.5) перехідників із секціями 21, а верхні – з паливопроводами 23, відкручують гвинти перемикачів 9 першого і четвертого циліндрів (виключають їх). Потім плавно вкручують гвинт перемикача другого циліндра, доки рейка паливного насоса не опиниться у положенні максимальної подачі палива.

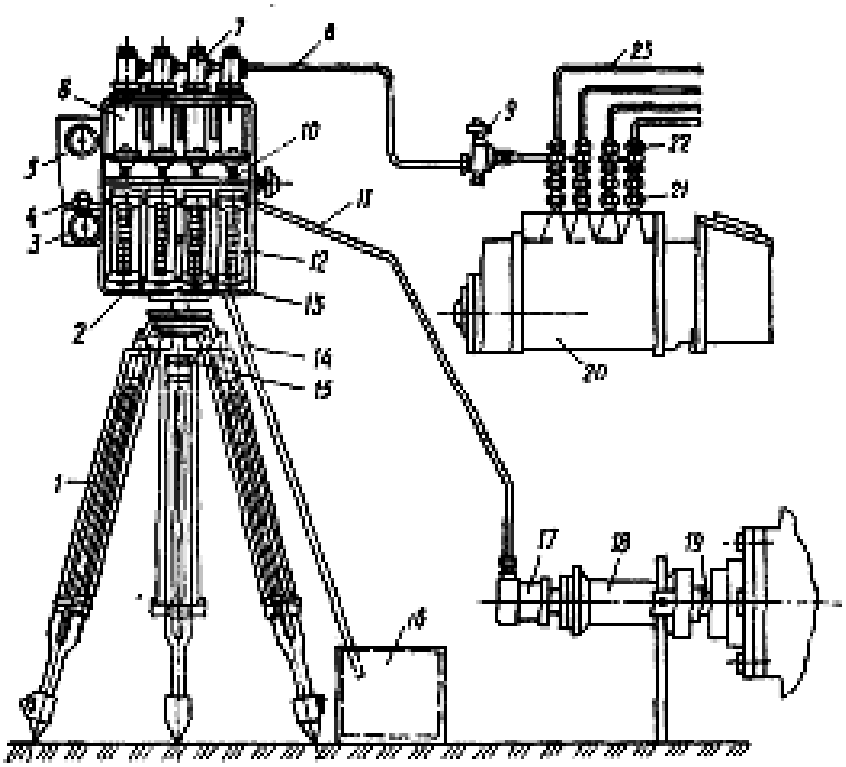


Рис. 7.5. Схема підключення паливоміра КИ-4818 до дизеля:
1 – штатив; 2 – корпус вимірника; 3 – секундомір; 4 – важіль; 5 – покажчик електродистанційного тахометра; 6 – склянки з піногасником; 7 – контрольні форсунки; 8, 23 –паливопроводи; 9 – перемикачі подачі палива; 10 – валик зі зливальними лотками для вмикання і вимикання секундоміра; 11 – кабель; 12 – стаканчики; 13 – рівнемір; 14 – зливна труба; 15 – гвинт; 16 – зливний бачок; 17 – датчик тахометра (тахогенератор); 18 – привод датчика тахометра; 19 – вал відбору потужності; 20 – паливний насос; 21 – секції паливного насоса; 22 – штуцери перехідників

Після чого валик 10 зі зливними лотками переводять у положення зливання палива в склянки 6 і рівно через одну хвилину повертають валик у вихідне положення. Допускається нерівномірність подачі палива секціями насоса не більш 11%, при цьому подача палива однією секцією не повинна перевищувати допустимих значень.

Подача палива однією секцією в двигунах ЯМЗ-240Б, СМД-62, Д-240 і Д-65Н відповідно повинна складати: нормальна – 93, 117, 85 і 63 см^3/хв; допустима – 100, 125, 91 і 66 см^3/хв. Нерівномірність подачі палива секціями визначають за формулою:

$$H = 200 \cdot \left(\frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\max} + q_{\min}} \right),$$

де q_{max} і q_{min} – максимальна і мінімальна подача палива секцією паливного насоса, см^3/хв.

Рівномірність подавання і кількість палива, що подається кожною секцією насоса, регулюють, змінюючи положення поворотної втулки щодо зубчастого сектора. Паливні насоси мають автоматичну муфту випередження впорскування палива, яка змінює момент початку подавання його в циліндр залежно від частоти обертання колінчастого вала. Установний кут випередження впорскування палива залежить від особливостей кожної окремої муфти.

Перевіряють момент подачі палива паливним насосом за допомогою комплекту типу КИ-13902 і моментоскопа КИ-4941. Для цього видаляють пружину нагнітального клапана з першої секції насоса і встановлюють технологічну пружину, закручують штуцер секції на місце і закріплюють на ньому моментоскоп (рис. 7.6), а на нерухомій деталі – голку покажчик 5 магнітом 3 біля циліндричної поверхні шківа (маховика).

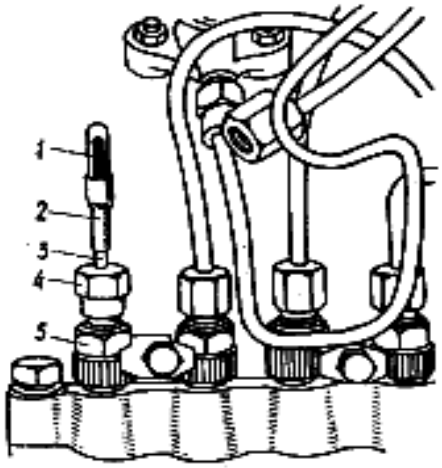


Рис. 7.6. Установка моментоскопа КИ-4991 на паливний насос:
1 – скляна трубка; 2 – сполучна (еластична) трубка;
3 – відрізок трубки високого тиску; 4 – накидна гайка;
5 – штуцер секції паливного насоса

Потім ручним насосом підкачувальної помпи прокачують систему паливоподачі до досягнення безперервного напору палива (без бульбашок повітря). Повільно прокручують колінчастий вал до заповнення скляної трубки паливом, після чого зайве паливо видаляють до середини трубки, а потім знову прокручують колінчастий вал до моменту початку піднімання палива в скляній трубці і наносять мітку на шків (маховик)

проти голки-покажчика. Після нанесення мітки поршень першого циліндра встановлюють у ВМТ або в положення, що відповідає установочному куту випередження подачі палива, і наносять другу мітку на поверхню шківа (маховика) проти голки-покажчика. Кут між рисками порівнюють з номінальними і допустимими значеннями. При невідповідності моменту початку подачі палива роблять регулювання установки насоса на дизелі або регулюють насос на стенді на момент упорскування палива.

У сучасних двигунах ЯМЗ (КрАЗ, МАЗ) змінено привід паливного насоса високого тиску. Цей привід значно спрощує регулювання кута випередження впорскування палива, забезпечує стабільність його встановлення і знижує трудомісткість ТО. Кут випередження впорскування палива для цих двигунів перевіряють і регулюють не за моментоскопом, а за мітками. Порядок цієї роботи такий. Вручну обертають колінчастий вал двигуна до суміщення міток, які відповідають установному куту випередження впорскування палива. Мітки на всіх двигунах нанесені на маховику (на двигунах ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 ще й на кришці розподільних шестерень, а на двигунах ЯМЗ-240 усіх модифікацій – на гасителі крутильних коливань). Кут випередження впорскування палива у двигунах ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 і ЯМЗ-240 має бути 21°, у ЯМЗ-238П і ЯМЗ-238Л – 22°, ЯМЗ-238Н і ЯМЗ-238Ф – 23°, ЯМЗ-240Н і ЯМЗ-240П – 20°, ЯМЗ-238К – 14°.

Паливопідкачувальний насос діагностують, щоб визначити його подачу при заданому протитиску і тиск при повністю перекритому нагнітальному каналі. Подача паливопідкачувальних насосів, установлених на двигунах ЯМЗ, при 1050 $хв^{-1}$ кулачкового вала і протитиску в магістралі 0,5...0,17 МПа має бути 2,2 л/хв, а максимальний тиск – 0,4 МПа.



Рис. 7.7. Аналізатори паливної апаратури

Мінімальну частоту обертання колінчастого вала двигуна регулюють у процесі експлуатації автомобілів. Цю операцію здійснюють після встановлення кута випередження впорскування палива. Частоту обертання колінчастого вала на холостому ходу, зазначену в характеристиці двигуна, контролюють за хронометром на прогрітому двигуні при температурі системи охолодження, не вищій ніж 70 °С, або за допомогою аналізатора паливної апаратури (рис. 7.7).

Цей прилад дає також змогу визначити такі параметри: частоту обертання кулачкового вала паливного насоса; початок і кінець дії регулятора частоти обертання; установний кут випередження впорскування палива; тиск початку впорскування палива; максимальний тиск впорскування палива. Крім того, за допомогою приладу можна оцінити якість роботи регулятора частоти обертання й автоматичної муфти випередження впорскування палива.

Підключивши до аналізатора осцилограф, за характером осцилограм тиску додатково можна визначити: технічний стан нагнітального клапана і плунжерної пари; поломку пружини штовхача плунжера; технічний стан розпилювача форсунки.



Рис. 7.8. Дизельні випробувальні стенди

Також паливні насоси високого тиску перевіряють на стендах NC-108 і NG-104 "Моторпал" (Чехія) або "Стар-12" (Угорщина) та ін. (рис. 7.8).

Контрольні запитання

1. Назвіть основні несправності системи живлення дизельних двигунів.
2. Які діагностичні параметри перевіряють у системі живлення дизельних двигунів?
3. Яким чином перевіряють стан системи подачі палива низького тиску?
4. Як перевірити герметичність форсунки?
5. В чому полягає діагностування паливного насоса високого тиску?
6. Як перевіряють момент подачі палива паливним насосом за допомогою комплекту типу КИ-13902 і моментоскопа КИ-4941.