

Підвищення надійності і довговічності дизелів в експлуатації у значній мірі залежать від початкової якості, досконалості конструкції та технічного стану їхньої паливної апаратури. На роботу дизельного двигуна з традиційною системою упорскування палива істотно впливає форсунка та її основний функціональний елемент – розпилювач. Як кінцевий елемент системи, розпилювач формує узагальнену характеристику паливоподачі з урахуванням власних параметрів технічного стану. Неякісна робота форсунки веде до зниження ресурсу двигуна, погіршенню параметрів робочого процесу, виходу з ладу інших важливих вузлів двигуна.

У разі невідповідності параметрів розпилювачів вимогам нормативно-технічної документації та помилковій установці на двигуні розпилювача, що не відповідає технічним вимогам, не забезпечується оптимальне сумішоутворення та повне згоряння палива, що приводить до зниження потужності двигуна зі зростанням питомої витрати палива при підвищеній димності відпрацьованих газів, більш «жорсткій» його роботі та перегріву двигуна.

Основними постачальниками розпилювачів на ринок України є виробники, які реалізують продукцію під маркою Чугуївського заводу прецизійних виробів - ЧЗПВ. Крім того досить широко представлена продукція АЗПИ (Алтайський завод прецизійних виробів, Росія). У меншій мірі - ЯЗДА (Ярославський завод дизельної апаратури, Росія) та продукція фірми Motopral Чехія, а також Китайські виробники.

Проблема на ринку запасних частин розпилювачів полягає у тому, що Чугуївський завод прецизійних виробів (ЧЗПВ) більше шести років не існує «як завод з випуску елементів паливної апаратури», тому продукцію з маркою ЧЗПВ, відповідно до Закону України «Про захист прав споживачів», є підстава вважати фальсифікованою. Вона виготовлена з неправомірним використанням товарного знака та копіюванням упаковки і зовнішнього оформлення.

Інші виробники, відповідно до вимог Закону України «Про підтвердження відповідності», при постачанні продукції здійснюють декларування відповідності та надають декларацію - документально оформлену в установленому порядку заяву, у якій виробник дає гарантію відповідності продукції вимогам, встановленим законодавством.

Щодо вартості розпилювачів, то на початок 2012 року вони коштували:

розпилювачі ЧЗПВ – 20 грн., «Російські розпилювачі» - 35-40 грн., чеські – близько 60 грн.

Нескладні розрахунки показують, якщо за відмову двигуна вважати погіршення економічності на 5%, то один неякісний розпилювач на двигуні Д-240 за робочу зміну витрачає на 1,5 л. палива більше ніж справний. Вартість додатково витраченого палива становить – 13,5 грн. Таким чином, за дві-три робочих зміни вартість додатково витраченого палива буде більшою за вартість нового розпилювача. Отже, зрозуміло, що нижча вартість розпилювачів не є підставою для їхнього переважного застосування. При виборі постачальника потрібно дотримуватися критерію «ціна-якість».

Незалежно від конструктивних особливостей

Параметри якості роботи розпилювачів форсунок

Сорокін Сергій Петрович, к.т.н., доцент Харківського національного університету сільського господарства ім. Петра Василенка

та виробника габаритні розміри усіх розпилювачів, що рекомендуються до встановлення на дизелях Д-240 (застосовується форсунка ФД – 22М) ідентичні і регламентуються ГОСТ 15059-88 «Форсунок автотракторних дизелів. Габаритные и присоединительные размеры».

Основним робочим елементом форсунки (рис. 1) є розпилювач 3, який складається з корпусу 15 з голкою 16.

Під час подачі палива паливним насосом, сила тиску палива діє на площу диференційної площадки голки. У момент, коли сила тиску стане такою, що дорівнює силі пружини 5, голка підніметься і паливо надійде по колодязю розпилювача 21 до соплових отворів 22 і далі у циліндр двигуна. Тиск початку підйому голки регулюється регулювальним гвинтом 7, за рахунок зміни сили пружини 5, що передається голці розпилювача через штангу 6. Положення регулювального гвинта 7 фіксується контргайкою 8.

Для запобігання витікання палива по зазору у направляючій частині, його величина у зазначеному спряженні забезпечується селективним збиранням у межах 1 – 1,5 мкм. Крім того вказаний зазор має кінцеву форму 1 – 2 мкм, завдяки чому зменшується сила тертя і голка набуває здатності до самовстановлення.

Запірний конус голки 19 має кут при вершині 60°, а корпусу 58°30' - 1. Різнця називається розпадом конусів і становить 1,0 – 1,5°. Таке конструктивне виконання конусів сприяє покращанню герметичності розпилювача.

Кількість соплових отворів може бути 4 (розпилювачі АЗПВ), або 5 (розпилювачі ЧЗПВ), а їхній діаметр становить 0,25–0,40 мм.

Розпилювачі різняться за кількістю соплових отворів і кутами нахилу соплових отворів до вісі розпилювача.

Відповідно до ГОСТ 10579-88 «Форсунок дизелів. Общие технические условия», працездатність розпилювача визначається не виходом його окремих характеристик за межі, що допускаються.

З них найбільш важливими є: гідроцильність, ефективний сумарний прохідний перетин, тиск початку упорскування, герметичність по запірному корпусу, рухливість голки, відхилення променів палива від визначеного напрямку.

ГІДРОЦИЛЬНІСТЬ РОЗПИЛЮВАЧА

Гідроцильність визначається кількістю витоків палива у направляючій частині розпилювача по зазору голка-корпус. В умовах серійного виробництва цей параметр забезпечується селективним збиранням розпилювачів.

Головною причиною падіння гідроцильності в експлуатації є підвищений вміст у паливі механічних домішок, що потрапляють до нього внаслідок несвоєчасного обслуговування фільтрів паливної системи.

Вплив гідроцильності на показники двигуна залежить від режиму його роботи. На номінально-

му і близькому до нього режимах, коли основна кількість палива подається при положенні голки на верхньому упорі, вплив несуттєвий, а відносна кількість палива, що перетікає у дренаж, незначна. На часткових режимах і особливо на режимах пуску двигуна, ступінь впливу гідроцильності зростає. Недостатня гідроцильність веде до погіршення пускових якостей двигуна.

Технологія перевірки ГЦ полягає у вимірюванні часу падіння тиску у форсунці, розпилювач якої підлягає перевірці. Форсунку установлюють на опресовочному стенді. Регулюють тиск початку упорскування на 2 – 3 МПа (20-30 кгс/см²) вище номінального. Проводять одне упорскування після чого фіксують час падіння тиску у форсунці від 19,6 до 17,6 МПа (від 200 до 180 кгс/см²).

Гідроцильність повинна бути не менше 7 с.

ТИСК ПОЧАТКУ УПОРСКУВАННЯ

Тиск початку упорскування є функціональним параметром технічного стану. Його відновляють шляхом регулювання форсунки. Регулювання виконується у випадку, якщо відхилення тиску більш, ніж 15 % від номінального значення.

В експлуатації тиск початку упорскування, як правило, знижується. Особливо інтенсивне падіння тиску у перші 100 годин роботи форсунки, внаслідок приробітку її деталей, тому тиск початку упорскування при регулюванні нових форсунок рекомендується встановлюватися з допуском у бік збільшення на 0,8 МПа.

Вплив падіння тиску початку упорскування на показники двигуна різний, залежно від причин, які спричинили це падіння. Найбільш істотний вплив при зношенні запірного конуса розпилювача, що викликає погіршення рухливості його голки. Менш істотний вплив – при зменшенні сили пружини форсунки.

Для його регулювання форсунку встановлюють на опресовочний стенд і, змінюючи силу застискання пружини, досягають потрібної величини тиску.

Ефективний прохідний перетин розпилювача Відповідно до нормативів відхилення значення ефективного прохідного перетину розпилювачів від номінального значення не повинно перевищувати ± 6% при перевірці на стенді постійного тиску.

За домовленістю між виробником та споживачем допускається розділяти розпилювачі на групи за цим показником. При цьому діапазон значень відхилення цього параметра розпилювачів встановлюють в технічних умовах на форсунки конкретних типів двигунів.

При зміні ефективного прохідного перетину порушується рівномірність розподілення палива по об'єму камери згоряння, що неминуче приводить до перевитрат палива та порушення екологічних показників двигунів.

В процесі експлуатації прохідний перетин розпилювача змінюється у двох протилежних напрямках: з одного боку під впливом абразиву,

що неминує присутній у паливі, може відбуватися його збільшення (за рахунок округлення входних кромок соплових отворів з боку центрального каналу носка розпилювача), а з іншого – можливе його зменшення (внаслідок коксування соплових отворів).

Процес коксування розпилювачів є наслідком складних фізико-хімічних процесів, які відбуваються з паливом на поверхні металу, під дією високих температур при контакті з повітрям. На характер коксування впливають багато чинників: параметри розпилювача і нагнітаючого клапану, режим роботи дизеля, розміри соплових отворів, матеріал розпилювача і шорсткість поверхонь та ін. Збільшення ефективного прохідного перетину вище допустимого значення не може бути усунуто, тому такі розпилювачі повинні бути вчасно вибракувані і вилучені з експлуатації. Розпилювачі зі зменшеним значенням ефективного перетину промивають на спеціальних промивальних стендах при проведенні обслуговування.

Контроль ефективного прохідного перетину здійснюється шляхом проливання через розпилювач робочої рідини при певних умовах. При цьому проливання здійснюють паливом, або робочою рідиною на стенді, який забезпечує турбулентне витікання рідини при постійному коефіцієнті витрати.

Складність контролю цього параметра в експлуатації полягає у відсутності засобів контролю. Навіть у спеціалізованих ремонтних майстернях такі засоби не завжди наявні.

Актуальність контролю ефективного прохідного перетину посилилась при появі на ринку запасних частин розпилювачів укомплектованих з відновлених деталей.

ГЕРМЕТИЧНІСТЬ РОЗПИЛЮВАЧА ФОРСУНКИ

Герметичність розпилювача характеризує відсутність витоків палива по запірному конусу розпилювача у період між упорскуваннями. Контроль герметичності здійснюється шляхом візуального огляду носка розпилювача форсунки, у внутрішній порожнині якої підтримується тиск на 1 – 1,5 МПа менший за тиск початку упорскування. Тривалість огляду 15 секунд. При цьому допускається лише зволоження носка розпилювача без помітних крапель і підтікань. Отже, контроль герметичності здійснюється за якісною ознакою.

Втрата герметичності пов'язана зі зношенням кінцевих запірних поверхонь на голці і сидлі корпусу. Основною причиною, що викликає втрату герметичності є неякісна фільтрація палива.

Погіршення герметичності і експлуатації приводить до швидкого коксування соплових отворів і перевитрати палива.

РУХЛИВІСТЬ ГОЛКИ ФОРСУНКИ

Згідно з ГОСТ 10579 рухливість голки перевіряється на стенді з ручним приводом шляхом прокачування палива через форсунку, відрегульовану на номінальний тиск упорскування. При повільному натисканні на важіль стенду (30 – 40 упорскувань за хвилину – швидкість зростання тиску 1–2 МПа/с), упорскування повинне супроводжуватися чітким характерним звуком (форсунка повинна «звучати»).

Характерний звук, який прослуховується під час упорскування свідчить про хорошу рухливість голки. Цей параметр «якісний» і достовірність його визначення залежить від певних

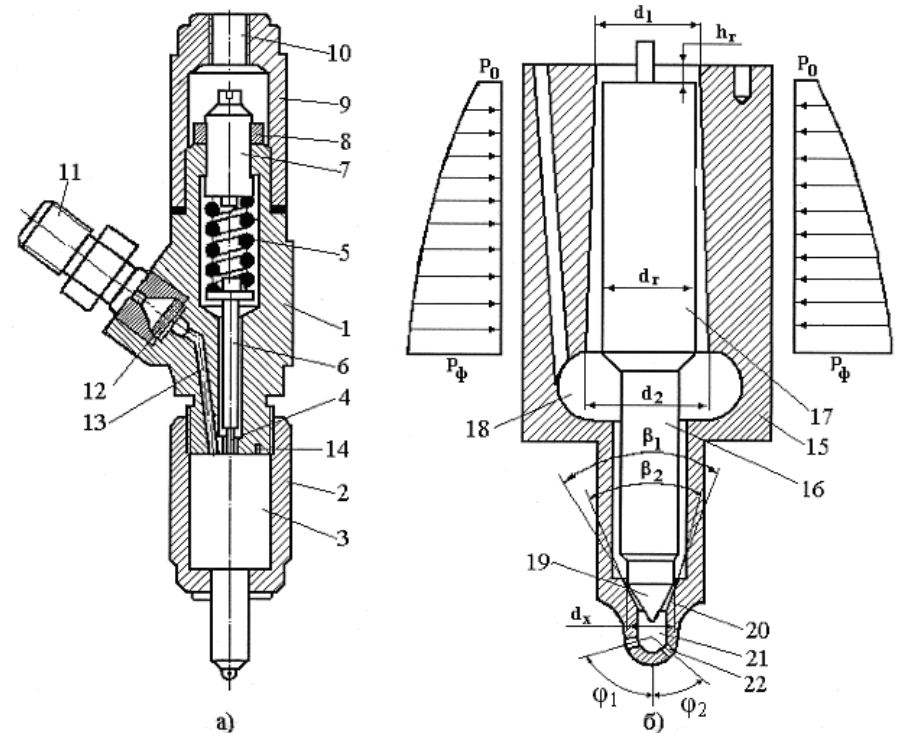


Рис. 1 – Форсунка ФД-22 М: 1-корпус, 2-гайка, 3-розпилювач у зборі, 4-хвостовик голки, 5-пружина, 6-штанга, 7-регулювальний гвинт, 8-контргайка, 9-ковпак, 10-дренажний отвір, 11-штуцер, 12-запобіжний фільтр, 13-паливний канал, 14-шриффт-фіксатор, 15-корпус розпилювача, 16-голка, 17-направляюча частина голки, 18-карман розпилювача, 19-запорний конус голки, 20-запорний конус корпусу, 21-колодязь корпусу, 22-соплові отвори.

суб'єктивних і об'єктивних чинників: кваліфікації робітника, який виконує перевірку, можливостей засобів контролю та інше. За певних умов в результаті перевірки розпилювачі можуть бути розбиті на три групи: «дзвінкі», «слабо дзвінкі» і «не дзвінкі».

Звук, що прослуховується, свідчить про автоколивальний режим руху голки під час упорскування. Голка, яка «дзвінка», рухається у автоколивальному режимі (за один цикл впорскування вона здійснює декілька підйомів і опускань з чіткою посадкою її на сидло), що прослуховується характерним звуком при перевірці.

Робота розпилювача «середньої дзвінкості» характеризується тим, що під час упорскування голка коливається з більшою частотою, однак, амплітуда коливань незначна, при цьому звук «скриплячий».

У розпилювачі які «не дзвінкі» автоколивання голки відсутні, при цьому звук не прослуховується. Голка в процесі упорскування займає стійке положення.

Вплив рухливості голки на показники роботи дизеля суттєвий. Питома ефективна витрата палива двигуна при роботі з «не дзвінкими» розпилювачами зростає на 9 – 10 г/кВт г. Експлуатація двигунів з «слабо дзвінкими» розпилювачами призводить до перевитрати палива на 3–4 г/кВт г.

Відхилення струменів палива від заданого напрямку

Форсунки з багатосопловими розпилювачами установлюються на двигуні у певному положен-

ні для забезпечення кутової орієнтації променів палива, що витікають з соплових отворів відносно камери згоряння. Ці кути мають різне значення для різних соплових отворів, особливо у двигунах, у яких форсунка встановлена з нахилом відносно камери згоряння і зміщена від центра останньої.

Відхилення струменів палива що витікають із соплових отворів від заданого напрямку не повинно бути більше $\pm 3^\circ$. Дopusкається встановлювати інші значення відхилення струменів за домовленістю виготівника зі споживачем.

При використанні на двигуні форсунок з розпилювачами невідповідної марки потужність двигуна суттєво знижується, спостерігається димний вихлоп, відбувається інтенсивне утворення нагару у камері згоряння, витрата палива збільшується на 15-20% і більше, двигун перегрівається.

Відхилення кутової орієнтації визначають на спеціальному стенді за напрямком струменів технологічної рідини, що витікає з соплових отворів розпилювача при тиску і в'язкості рідини, які забезпечують на вимірній дільниці суцільність і прямолінійність струменів при візуальному спостереженні.

Додатковими параметрами, які слід контролювати при проведенні дослідження є: хід голки розпилювача, гідравлічна характеристика розпилювача (залежність ефективного прохідного перетину від ходу голки розпилювача), діаметр голки по запірному конусу, твердість матеріалу голки, коерцитивна сила. ■