

Лабораторна робота № 2

ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Мета роботи

Засвоєння прийомів перевірки герметичності сполучень форсунки та регулювання тиску впорскування палива на стенді моделі НПАТ-625. Засвоєння симптомів несправностей та методики постановки діагнозу, усунування несправностей.

Устаткування та інструмент

1. Стенд моделі НПАТ-625 (рис. 2.1).
2. Ручний пневматичний насос.
3. Секундомір.
4. Ключ (14) і викрутка.
5. Форсунки двигунів, що перевіряють, ЯМЗ-238 і Камаз-740.
6. Плакати та схеми.

Зміст і порядок виконання роботи

У дизелях робочий цикл відбувається в результаті стиску повітря, впорскування в нього палива, запалення та згоряння робочої суміші, що утворилася.

Форсунка призначена для впорскування певної кількості дрібно розпиленого палива в камеру згоряння.

Протягом одиничного впорскування палива в циліндр двигуна змінюється тиск впорскування та умови перемішування часток палива з повітрям. На початку і наприкінці впорскування струмінь палива дробиться на порівняно великі краплі, а в середині відбувається саме дрібне розпилювання. Отже швидкість витікання палива через отвори розпилювача форсунки змінюється нерівномірно за весь період впорскування.

Помітний вплив на швидкість витікання початкових і кінцевих

порцій палива в циліндр двигуна здійснюють пружини запірної голки форсунки. При збільшенні стиску пружини розміри краплі палива на початку і наприкінці подачі зменшуються. Це спричиняє збільшення середнього значення тиску в системі живлення, що погіршує роботу двигуна при малій частоті обертання колінчатого вала і цикловій подачі.

Зменшення стиску пружини негативно впливає на процеси згоряння, призводячи до збільшення витрати палива і підвищення задимлення. Оптимальне зусилля стиску пружини рекомендується заводом-виготовлювачем і регулюється в процесі експлуатації на стендах.

Процеси впорскування палива в значній мірі визначаються також технічним станом розпилювача, а саме діаметром його отворів і герметичністю запірної голки. Збільшення діаметра соплових отворів знижує тиск впорскування і змінює будову факела розпилювання палива (рис.2.2). У факелі розрізняють серцевину 1, що складається з великих краплин і цілих струмків палива, середню зону 2, що складаються з великої кількості великих крапель, зовнішню зону 3, що складається із дрібно розпилених краплин.

Утворення факела і його далекобійність залежать від тиску впорскування, діаметра соплового отвору, щільності і рухливості повітря. Чим більше тиск впорскування і діаметр соплового отвору, тим сильніше проникає факел у глиб камери згоряння. Потоки повітря в камері згоряння відхиляють факел палива, що впорскується, вздовж напрямку свого руху.

Під час експлуатації форсунок варто враховувати, що засмічення або закоксування хоча б одного отвору в багатосопловому розпилювачі приводить до перекручування будови факелів розпилення палива, а в підсумку – до порушення сумішоутворення і процесу горіння.

На дизелях ЯМЗ, КамАЗ і ЗИЛ застосовуються форсунки закритого типу з фіксованим розпилювачем і з гідравлічним керуванням голкою (рис. 2.2). Форсунки зазначених автомобільних дизелів відрізняються незначними конструктивними змінами, способами кріплення в головці циліндрів, а також кількістю соплових отворів розпилювача і величиною тиску підйому голки розпилювача. Двигун КамАЗ-740 має форсунки, розпилювач яких

має чотири соплових отвори і тиск підйому голки $18,0 \pm 0,5$ МПа; у двигунів ЯМЗ відповідно отворів чотири і тиски $19,5 \dots 20,2$ МПа; у двигуна ЗИЛ-645 – отворів два і тиски $18,5 \pm 0,5$ МПа, у двигуна РАБА-МАН – отвір один, а тиск відповідає 18 МПа.

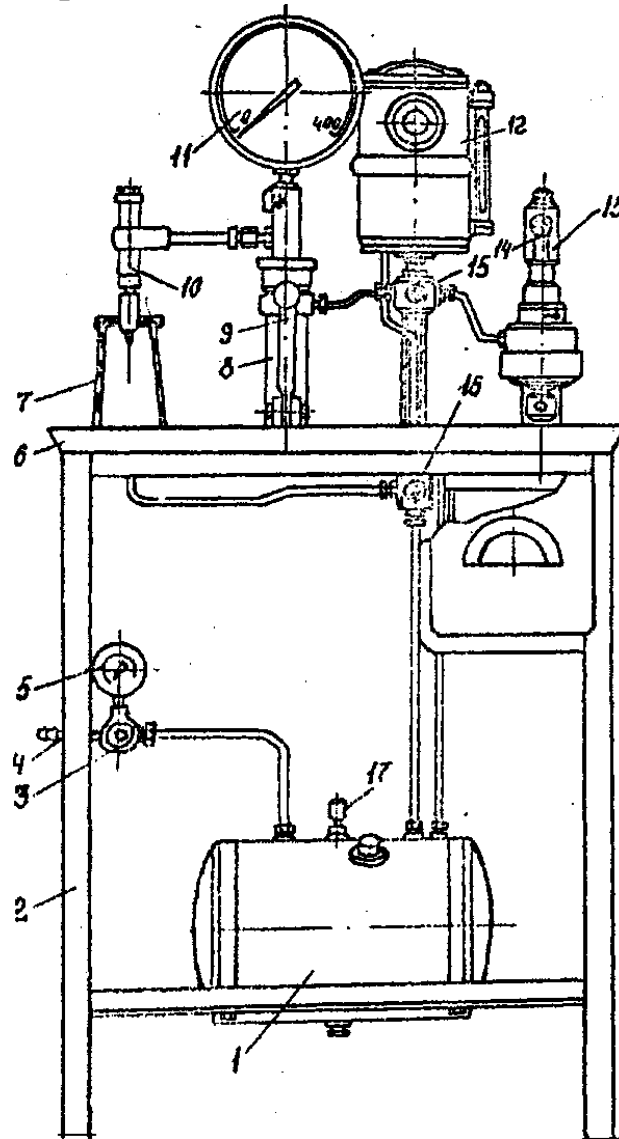


Рис. 2.1. Стенд моделі 625 для перевірки форсунок і плунжерних пар:
 1 - паливний бак; 2 - стіл; 3 - голчастий повітряний клапан; 4 - штуцер для підключення стисненого повітря; 5 - повітряний манометр; 6 - ванна;
 12 - бачок з паливом; 13 - прилад для перевірки плунжерних пар;
 14 - навантажувальний важіль приладу; 15 - кран подачі палива до приладів;
 16 - кран керування; 17- запобіжний клапан

Регулювання тиску підйому голки розпилувача, залежно від конструкції форсунки, здійснюють регулювальним гвинтом або установкою шайб. Зміна товщини шайб у двигуна КамАЗ-740 на

0,05 мм змінює тиск підйому голки форсунки на 0,30...0,36 МПа.

Вприскування палива новою форсункою супроводжується характерним різким звуком, але якщо у форсунки, що була в роботі, цей звук відсутній, то це не означає, що форсунка несправна.

У випадку закоксування отворів розпилювача варто розібрати форсунку, прочистити деталі дерев'яним шкребокком, просоченим дизельним маслом і промити їх у бензині. Соплові отвори прочистити сталевим дротом діаметром 0,25 мм.

Чистити розпилювач гострими, твердими предметами або наждаковим папером не дозволяється.

При підтіканні палива по конусу розпилювача або заїданні голки варто замінити корпус розпилювача з голкою.

Перед зборкою розпилювач і голку ретельно промити в чистому бензині і змазати попередньо вистояним та профільтрованим дизельним паливом.

При затягуванні гайки розпилювача потрібно попередньо піджати розпилювач із упором у конусний торець до повного стиску пружини. Момент затягування розпилювача 70...80 Н·м.

Перш ніж встановити форсунку в головку циліндра, варто очистити від бруду гніздо форсунки і перевірити наявність і стан ущільнювальної шайби (кільця).

Більшість несправностей форсунок виникає в наслідок застосування забрудненого і низькоякісного палива, а також у результаті тривалої роботи двигуна на малій частоті обертання колінчатого вала в режимі холостого ходу.

На малій частоті обертання різко падає тиск вприскування, паливо розпорошується недостатньо, підтікає, не повністю згоряє, відпрацьовані гази здобувають темні кольори, що нерідко супроводжується підгорянням соплових отворів форсунок.

Для перевірки справності форсунки під час роботи необхідно послабити штуцер цієї форсунки, для того, щоб паливо впливало назовні і не надходило у форсунку та на малій частоті обертання колінчатого вала спостерігають за роботою двигуна.

Якщо після вимикання форсунки частота обертання колінчатого вала зменшується, перебої в роботі циліндрів стануть помітнішими та задимленість відпрацьованих газів не зміниться, то форсунка вважається справною. Якщо ж частота обертання і перебої

не змінюються, а задимленість газів зменшується, то це вказує на несправність форсунки. Її варто зняти та відремонтувати.

Несправності форсунок при експлуатації можна виявити лише частково, більшість їх визначають лише під час перевірки за допомогою спеціального устаткування.

Основними ознаками несправності форсунок є:

- ускладнений запуск двигуна - знижений тиск впорскування форсункою палива, розробка її соплових отворів;

- перебої та нерівномірність у роботі циліндрів двигуна - відхилення в регулюванні форсунок;

- втрата двигуном потужності залежить від кількості палива, що подається в циліндри двигуна та протікання процесів запалення та горіння.

Протікання процесів згорання залежить від тиску відкриття форсунки і її технічного стану.

1. Перевірити герметичність сполучень форсунки. Перед перевіркою форсунки необхідно підготувати стенд:

- відвернути заливну пробку та заповнити бак через вирву відстояним дизельним паливом, після чого загорнути пробку і закрити кран-трійник;

- відкрити кран бака і за допомогою стисненого повітря заповнити бачок паливом (на 3/4 рівня мірної трубки), заклавши потім кран;

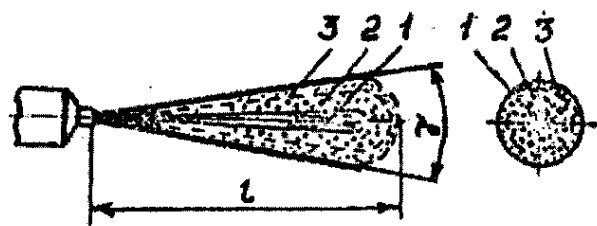


Рис.2.2. Факел розпилювання палива: 1 - серцевина; 2 - середня зона; 3 - зовнішня зона; l - довжина факела; γ - кут конуса факела

- відкрити кран-трійник і випустити повітря з бака (стрілка манометра повинна показати нуль);

- повернути ручку крана бачка у бік приладу для перевірки форсунки.

Перевірку здійснювати в такій послідовності:

- установити форсунку, на прилад, з'єднавши її штуцер з гайкою приладу;

- відкрити випускний клапан і підкачувати паливо важелем для видалення повітря із трубопроводу і приладу доти, поки не припиниться поява бульбашок повітря, потім випускний клапан закрити;

- прокачуючи паливо важелем до початку його надходження із соплових отворів розпилювача форсунки; відпустити контргайку регулювального гвинта форсунки;

- прокачуючи паливо важелем, повільно закручувати регулювальний гвинт форсунки, піднявши тиск за показниками манометра до 30 МПа;

- зафіксувати за секундоміром час, протягом якого тиск упаде з 28 до 23 МПа (по нормі цей час не менш 17 с);

- перевірити наявність підтікання палива в місцях сполучень форсунки, звернувши особливу увагу на розпилювач (при $P=30\ldots 23$ МПа протягом 1...2 хв. підтікання допускається тільки через отвір регулювального гвинта).

2. Відрегулювати тиск початку підйому голки і якість розпилення палива форсункою:

- повільно підвищувати тиск у порожнині форсунки важелем, спостерігаючи за показаннями манометра;

- визначити початок підйому голки форсунки по величині тиску, при якому починається впорскування палива;

- довести до норми тиск початку впорскування за допомогою регулювального гвинта і закріпити гвинт контргайкою (тиск початку впорскування палива по нормі $15\pm 0,5$ МПа);

- зробити кілька хитань у швидкому темпі важелем, спостерігаючи за якістю розпилення (струмені не повинні мати згущень і великих крапель; початок і кінець впорскування повинні бути чіткими та супроводжуватися глухим тріском);

- припинити подачу палива до приладу поворотом ручки крана і скинути тиск у приладі через випускний клапан.

Отримані результати занести в табл. 2.1, зрівняти з нормативними даними та зробити висновок про технічний стан форсунки.

Протокол випробувань форсунки

| Параметр, що перевіряється | Одиниця вимірів | Норма за ТУ | Фактично отримано | Примітка |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|----------|
| Час падіння тиску з 28 до 23 МПа | с | 17...45* | | |
| Тиск підйому голки | МПа | 15±0,5 | | |
| Якість розпилу | - | Відповідність ТУ | | |

* **Примітка.** Припустимий час падіння тиску до 23 МПа - 17...45 с при кінематичній в'язкості дизельного палива 3,5...6 мм/с і температурі 20°C.

Контрольні питання

1. З яких стадій складається протікання процесів впорскування палива?
2. Для яких цілей необхідна форсунка, її пристрій і принцип дії?
3. Які характерні несправності мають форсунки і їхні ознаки?
4. Назвіть симптоми несправностей форсунки. Методика постановки діагнозу.
5. Які існують засоби усунення несправностей форсунки?

Лабораторна робота № 3

ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР НАГНІТАЛЬНИХ СЕКЦІЙ ПНВТ ДИЗЕЛЯ

Мета роботи

Засвоєння прийомів перевірки герметичності та гідравлічної щільності сполучень плунжерної пари ПНВТ, симптомів несправностей та методики постановки діагнозу під час перевірки плунжерної пари.

Устаткування та інструмент

1. Стенд моделі НПАТ-625 (рис. 3.1).
2. Ручний пневматичний насос.
3. Секундомір.
4. Набір гайкових ключів і викрутка.
5. Плунжерні пари паливних насосів високого тиску двигунів ЯМЗ-238 і КамАЗ-740, що перевіряються.
6. Плакати та схеми.

Зміст і порядок виконання роботи

Плунжерна пара є основою кожної нагнітальної секції паливного насоса високого тиску. Кількість нагнітальних секцій ПНВТ дорівнює кількості циліндрів двигуна. Плунжерна (прецизійна) пара складається із плунжера та гільзи. Ці деталі підбираються селективно один до одного із зазором 0,001...0,002 мм і в процесі експлуатації їх не можна розукомплектувати. Нижнім кінцем плунжер упирається в регулювальний гвинт, закручений у корпус роликового штовхача нагнітальної секції ПНВТ. Для попередження мимовільного вивертання регулювального гвинта передбачена контргайка.

Плунжер насоса переміщується догори при набіганні кулачка на роликовий штовхач. Зворотнє переміщення плунжера

відбувається при збіганні кулачка з ролика під впливом пружини, що впирається через тарілку в плунжер.

Робота нагнітальної секції ПНВТ (рис. 3.1) складається з таких стадій: наповнення, зворотного перепуску, подачі, відсічення та перепуску палива в зливальний канал.

Наповнення паливом надплунжерної порожнини 4 у гільзі (рис. 3.1, а) відбувається при русі плунжера 9 до низу, коли він відкриває випускний отвір 8. В цю мить паливо починає надходити в порожнину над плунжером, тому що вона перебуває під тиском, створюваним паливопідкачувальним насосом. При переміщенні плунжера до гори під дією кулачка, що набігає, спочатку відбувається зворотний перепуск палива в канал підводу через випускний отвір 8. Як тільки торцева крайка плунжера перекриває випускний отвір, зворотний перепуск палива припиняється та різко підвищується тиск палива, під дією якого нагнітальний клапан 5 відкривається (рис. 3.1,б). Це відповідає початку подачі палива, що надходить до форсунки з подальшим впорскуванням у циліндр двигуна.

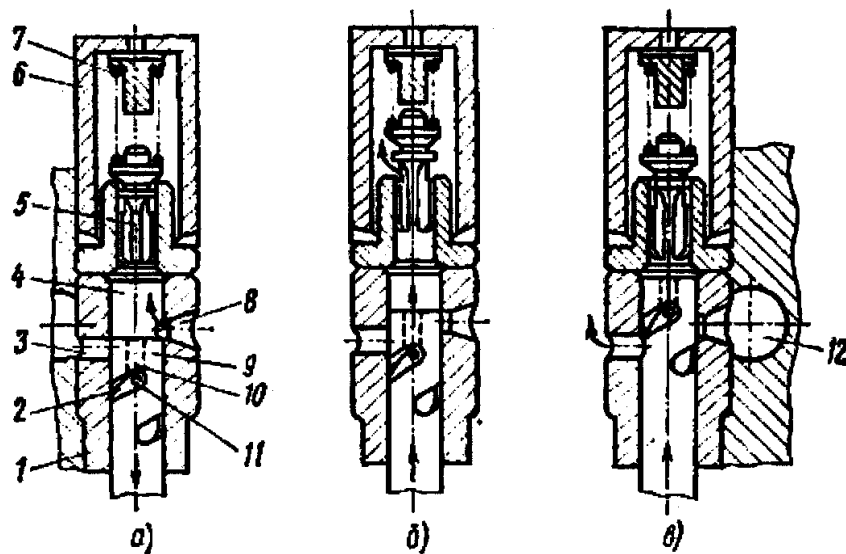


Рис. 3.1. Схема роботи нагнітальної секції паливного насоса високого тиску:

- а — наповнення, б, в — початок і кінець подачі палива; 1 — гільза,
- 2 — відсічна крайка, 3 — зливальний отвір, 4 — надплунжерна порожнина,
- 5 — нагнітальний клапан, 6 — штуцер, 7 — пружина, 8 — випускний отвір,
- 9 — плунжер, 10, 11 — вертикальний і горизонтальний канали плунжера,
- 12 — канал підводу у корпусі насоса

Подача палива нагнітальною секцією триває доти, поки за допомогою відсічної крайки 2 плунжера не почнеться перепуск палива в зливальний канал насоса високого тиску через отвір 3 у гільзі плунжерної пари (оскільки тиск у ньому значно нижчий, ніж у порожнині над плунжером). При цьому тиск над плунжером різко падає і нагнітальний клапан швидко закривається, припиняючи подачу палива (рис. 3.1,в).

Кількість палива, що подається нагнітальною секцією насоса з миті закриття впускного і до миті відкриття випускного отвору в гільзі плунжерної пари за один хід плунжера (активний хід) визначає теоретичну подачу палива секцією. Дійсно подана кількість палива, тобто циклова подача відрізняється від теоретичної через витік палива крізь зазори плунжерної пари, а також інших факторів. Різниця між цикловою та теоретичною подачами враховується коефіцієнтом подачі, рівним 0,75...0,9.

Під час роботи нагнітальної секції ПНВТ при переміщенні плунжера догори тиск палива підвищується до 1,2...1,8 МПа, що спричиняє відкриття нагнітального клапана та початок подачі палива. Подальше переміщення плунжера зумовлює збільшення тиску до 15...18,5 МПа, залежно від марки ПНВТ. В результаті цього відкривається голка форсунки і здійснюється впорскування палива в циліндр двигуна, що триває до моменту досягнення відсічною крайкою плунжера випускного отвору в гільзі. Робочі процеси нагнітальної секції ПНВТ характеризують його роботу при постійній подачі палива і незмінній частоті обертання колінчатого вала та навантаження двигуна.

Порядок перевірки плунжерної пари на герметичність на стенді

Перед перевіркою плунжерної пари на герметичність необхідно підготувати стенд до роботи (див. лабораторну роботу №2 «Перевірка та регулювання форсунок»). Після цього слід:

- оглянути торець втулки плунжера, що перевіряється, при наявності рисок і слідів корозії торець втулки притерти за допомогою притирочних плиток;

- змочити плунжерну пару в дизельному паливі та установити

втулку плунжера в склянку приладу для перевірки плунжерних пар таким чином, щоб паз втулки збігся з віссю регулювального гвинта приладу. Після чого гвинт загорнути до відмови;

- установити склянку приладу разом із втулкою плунжера в корпус приладу, повернувши її так, щоб виступи склянки зайшли під відповідні виступи корпуса, а отвори паливоживлення збіглися;

- дещо затягти гвинт приладу воротком;

- повернути кран подачі палива на стенді, щоб паливо заповнило втулку і поглиблення в склянці приладу, закрити кран;

- розташувати плунжер у втулку таким чином, щоб він напрямними ввійшов у паз втулки, при цьому риска на плунжері повинна бути звернена до оператора;

- легко натиснути на плунжер рукою до появи помітного опору;

- повернути навантажувальний важіль приладу до зіткнення з торцем плунжера, опустити його на плунжер, одночасно ввімкнувши секундомір; у момент повного опускання навантажувального важеля секундомір виключити.

Зафіксований час характеризує гідравлічну щільність плунжерної пари (він повинен бути не меншим 10с). Отримані результати занести в табл. 3.1, порівняти з нормативними даними і зробити висновок щодо технічного стану плунжерної пари.

Таблиця 3.1

Протокол випробувань плунжерної пари

| Параметр | Одиниця вимірів | Норма за ТУ | Фактично отримано | Примітка |
|---|-----------------|-------------|-------------------|----------|
| Час опускання навантажувального важеля: | | | | |
| 1-й замір | с | 10 | | |
| 2-й замір | с | 10 | | |
| 3-й замір | с | 10 | | |
| Середнє значення виміру | с | 10 | | |

Контрольні питання

1. Яким є принцип роботи нагнітальної секції ПНВТ?
2. Яким є принцип дії плунжерної пари?
3. Які характерні несправності плунжерної пари і їхні ознаки?
4. Як показники характеризують гідравлічну щільність плунжерної пари та яка процедура їх перевірки?