

УДК 631.3:631.17

В.М.Яцук

Дніпропетровський державний аграрний університет

ВСЕРЕЖИМНЕ РЕГУЛЮВАННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛІВ

Викладено результати стендових досліджень паливного насоса високого тиску ЯМЗ-236 в режимах «дизель» - «газодизель» та результати випробувань роботи газодизельного трактора Т-150К з двигуном ЯМЗ-236 в умовах сільськогосподарського підприємства.

Постановка проблеми. Пошук альтернативних нафтовому паливу джерел енергії змушує застосовувати на тракторах і автомобілях з дизельними двигунами природний газ, запаси якого більші, а вартість нижча. Основною задачею при конвертуванні автотракторного дизеля в газодизель є максимальне зменшення запальної дози рідкого палива, при вирішенні якої слід враховувати обмеження, пов'язані з охолодженням розпилювачів форсунок, вірогідністю виникнення детонації, стійкістю роботи газодизеля в режимі малих навантажень та холостого ходу при подачі бідної газоповітряної суміші.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Дніпропетровському державному аграрному університеті тривалий час проводиться роботи по створенню всережимного регулятора конвертованого автотракторного дизеля [1, 2]. При переведенні автотракторних дизелів на живлення природним газом помічено, що при заміщенні дизпалива газом близько 70% на режимі холостого ходу втрачається стійкість підтримання мінімальної частоти обертання двигуна. Незначне збільшення запальної дози рідкого палива усуває відмічений недолік, але це призводить до суттєвого зменшення експлуатаційної частки заміщення дизпалива газом. Було висунуто припущення, що втрата стійкості регулювання на холостому ходу відбувається через надмірне збіднення газоповітряної суміші, яка подається в циліндри двигуна, і нестабільності процесу її горіння.

Мета роботи – дослідити режими роботи паливного насоса високого тиску ЯМЗ-236 (далі ПНВТ) та газодизеля в цілому для забезпечення роботи двигуна на холостому ходу та максимального крутного моменту.

Виклад основного матеріалу

Досліджуваний всережимний регулятор газодизеля (рис.1.) складається з відцентрового всережимного регулятора 1 подачі рідкого палива, регулятора витрати газу 2, сполученого з всережимним регулятором 1, пневмокоректора 3, підсилювача витрати газу 4, електромагнітного клапана 5, встановленого на вході регулятора витрати газу 2 та датчика розрідження у впускному трубопроводі 6 [3, 4].

Для забезпечення стійкої роботи двигуна на холостому ходу при максимально допустимо зменшеній дозі рідкого палива необхідно переводити газодизель в режим дизеля, для чого проведено вдосконалення системи регулювання, яке полягає в наступному.

Орган керування регулятора 21 зв'язано з датчиком режиму роботи 20, нормально замкнуті контакти якого розмикаються при переведенні органа керування у положення, близьке до частоти обертання холостого ходу. При цьому знеструмлюється обмотка електромагнітного клапана 19 і клапан закриває сполучення між порожнинами А та Б, припиняючи подачу газу до датчика витрати газу 11. Відбувається перехід у дизельний режим.

Задача досліджень полягала у визначенні положень органа керування та частоти обертання вала насоса, при яких слід вимикати подачу газу, запобігаючи пропуски горіння газу в окремих циліндрах.

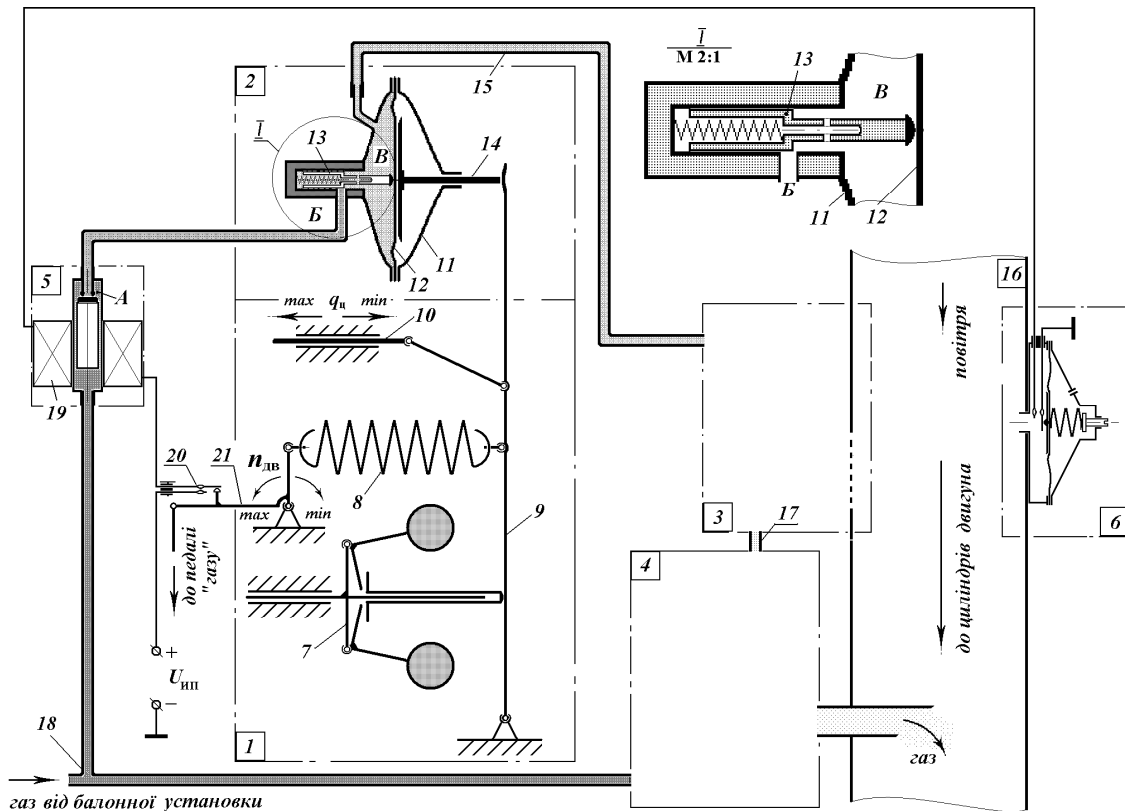


Рис.1. Схема всережимного регулятора потужності газодизеля:

1 – відцентровий всережимний регулятор; 2 – регулятор витрати газу; 3 – пневмокоректор; 4 – підсилювач витрати газу; 5 – електромагнітний клапан; 6 – мембранний датчик витрати повітря; 7 – відцентровий чутливий елемент; 8 – головна пружина регулятора; 9 – головний важіль регулятора; 10 – рейка ПНВТ; 11 – корпус датчика витрати газу; 12 – діафрагма; 13 – золотник; 14 – шток; 15, 17, 18 – газопроводи; 19 – обмотка електроклапана; 20 – датчик режиму роботи; 21 – орган керування регулятора; А, Б – входні порожнини електроклапана та датчика витрати газу, відповідно

Для вирішення поставленої задачі проведені стендові випробування ПНВТ, обладнаного датчиком витрати газу та датчиком положення органа керування. За результатами випробувань побудовані зовнішня швидкісна характеристика ПНВТ (рис. 2).

Після одержання швидкісної характеристики ПНВТ в дизельному режимі (крива 1) в порожнину регулятора (датчика) витрати газу 2 (рис.1) подаємо стиснене повітря тим самим імітуючи подачу газу. Шток датчика 14 починає утримувати головний важіль регулятора ПНВТ 9 обмежуючи його переміщення і як наслідок встановлення подачі рідкого палива в межах запальної дози.

Нами було встановлено запальну дозу рідкого палива в межах 28%. Аналізуючи результати дослідження ПНВТ в газодизельному режимі (крива 2 рис. 2) можна сказати, що датчик витрати газу забезпечує стабільне утримання рейки ПНВТ в межах запальної дози до 750 об/хв валу насоса, а далі спостерігається збільшення запальної дози рідкого палива через недостатність тиску газу (повітря) в датчику. Незважаючи на такий результат цього достатньо, щоб забезпечити нормальну роботу двигуна на номінальному режимі. Крива 3 (рис. 2) показує величину тиску повітря в порожнині «В» датчика витрати газу 2 (рис.1).



Рис. 2. Зовнішня швидкісна характеристика ПНВТ в режимах „дизель – газодизель”
1- дизельний режим роботи ПНВТ; 2-газодизельний режим роботи ПНВТ; 3-тиск газу (повітря) в датчику регулювання потужності газодизеля.

Результати стендових випробувань підтвердили можливість реалізації пристрою для переведення двигуна в режим газодизеля на холостому ході. Для польових випробувань трактора з газодизелем було встановлено датчик режиму роботи у корпусі датчика витрати повітря динамічного типу (рис. 3), який встановлюється замість мембранного датчика 6 (рис 1). З цим датчиком було проведено польові випробування трактора Т-150К з двигуном ЯМЗ-236, конвертованим для роботи на природному газі.

Після встановлення ПНВТ на двигун було проведено замір витрати палива (рідкого – дизельного палива (ДП) та газоподібного – метану).

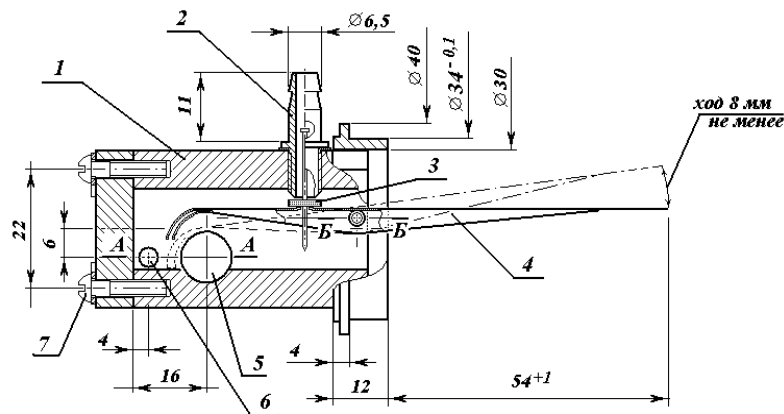


Рис. 3. Датчик витрати повітря з перемикачем режимів „дизель- газодизель”:
1 – корпус; 2 – штуцер; 3 – клапан пневмокоректора; 4 – важіль вимірювача швидкості повітря; 5 – постійний магніт; 6 геркон; 7 – вивідні клеми

Результати випробувань.

1. Робота в загінці

Умови роботи: агрегат Т-150К + культиватор КШН-5,6; довжина загінки 1000м; передача – режим -2 (робочий) передача -2. Вимірювання (з трикратною повторністю) проводились: витрати

рідкого палива за допомогою мірного бачка ємністю 10 л; витрата газу обчислювались за показаннями манометра при відомому об'ємі газових балонів (задіяно 6 балонів: 50 л х 6 = 300 л). Контроль частоти обертання двигуна проводився по штатному електронному тахометру. Час роботи вимірювався секундоміром.

Робота в дизельному режимі: середній час – 14хв 10с; частота обертання двигуна – 2200...2300 об/хв.; середня витрата ДП за дослід – 7,1 л.

В газодизельному режимі: середній час – 15хв 15с; частота обертання двигуна – 2000...2100 об/хв.; середня витрата палива за дослід – ДП-2,65 л; природного газу – 4,5 м³.

Таким чином при роботі агрегату в загінці (при постійному завантаженні) *заміщення ДП природним газом склало 65% (35% ДП – запальна доза і 65% природний газ).*

2. Змінна робота

Умови роботи: агрегат Т-150К + культиватор КШН-5,6; довжина загінки 750м; передача – режим -2 (робочий) передача -2. Вимірювання проводились: витрати рідкого палива – методом доливу в бак в кінці зміни; витрата газу обчислювались за показаннями манометра при відомому об'ємі газових балонів (50 л х 12 = 600 л).

Витрачено палива за зміну: ДП – 93л, газу – 98 м³. Загальна витрата палива (вважаючи 1 л ДП рівним по тепловому еквіваленту 1 м³ газу), склала 191 одиницю. Виконано за зміну – 20 га культивування. У витрату палива увійшли витрати за час переїзду до поля та з поля – 1 год. 40 хв.

Таким чином відсоток експлуатаційне заміщення складає 51,3 % (ДП-48,7%; газ – 51,3%). В гривневому еквіваленті експлуатаційна економія складає:

Вартість ДП в дизельному режимі за зміну становить:

$$191 \text{ л/зм} * 10 \text{ грн/л} = 1910 \text{ грн/зм,}$$

$$\text{або } 95,5 \text{ грн/га;}$$

Вартість палива в газодизельному режимі за зміну становить:

$$93 \text{ л/зм} * 10 \text{ грн/л} + 98 \text{ м}^3/\text{зм} * 6,30 \text{ грн/м}^3 = 1547 \text{ грн/зм}$$

$$\text{або } 77,4 \text{ грн/га.}$$

Отримана економія становить 362,6 грн/зм або 18,1 грн/га культивування. Ці показники можуть покращуватись в разі збільшення завантаження двигуна трактора і зменшення холостих переїздів.

Висновки:

Проведенні дослідження підтверджують роботоспроможність конструкції системи регулювання.

Надмірне перевантаження двигуна (нижче 1500 об/хв) призводить до автоматичного переведення роботи двигуна в дизельний режим.

Режими, при яких двигун слід переводити у режим дизеля і, таким чином запобігти виникненню нестабільної роботи газодизельного двигуна, знаходяться у межах 1050...1200 об/хв.

В польових умовах при роботі агрегату *в загінці* (при постійному завантаженні) *заміщення ДП природним газом склало 65% (35% ДП (запальна доза) і 65% газ).* А при змінній роботі відсоток заміщення складає 51,3 % (ДП-48,7%; газ – 51,3%).

1. Бабич О.С. та ін. Результати випробувань газодизельних тракторів / Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. //Бабич О.С., Кухаренко П.М., Улексін В.О., Яцук В.М. – Львів: Львівський національний аграрний університет, 2008, №12. – С. 565...569
2. Кухаренко П.М. та ін. Методика експериментальних досліджень роботи газодизеля на режимі холостого ходу/ Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 109 «Проблеми технічної експлуатації машин». – Х.: Віровець А.П., «Апостроф», 2011. – 232с. – с. 34-39.
3. Пат. UA № 82708 Пристрій для регулювання потужності газодизеля/ Улексін В.О., Бабич О.С., Кухаренко П.М., Яцук В.М., опубл. 12.05.2008. Бюл. № 9, 2008 р.
4. Пат. № 87768, Пристрій для регулювання потужності газодизеля/ Улексін В.О., Бабич О.С., Панченко В.М., Безрукавий С.В. опубл. 10.06.2009, Бюл. № 11.