

УДК 519.245.53.08

05.00.00 Технические науки

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ИСПЫТАНИЙ НА
ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТНВД
БЕЗ ДЕМОНТАЖА С ДВИГАТЕЛЯ МО-
БИЛЬНОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Кокорев Геннадий Дмитриевич
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код=9173-7360
Успенский Иван Алексеевич
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=1831-7116

Угланов Михаил Борисович
д.т.н., профессор
AutorID: 456793

Полищук Светлана Дмитриевна
д.т.н., профессор
AutorID: 660587

Юхин Иван Александрович
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код=9075-1341
*Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань,
Россия*

Нефедов Борис Александрович
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=6956-0680
*Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, Россия*

Макаров Валентин Алексеевич
д.т.н., профессор
РИНЦ AuthorID: 374179
*Всероссийский научно-исследовательский инсти-
тут механизации и информатизации агрохимиче-
ского обеспечения сельского хозяйства, Рязань,
Россия*

Аксенов Алексей Зиновьевич
Руководитель
*Рязанское отделение ФГБНУ «Федеральный, аг-
роинженерный центр ВИМ, Рязань, Россия*

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности системы технической эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники путем оперативного контроля состояния узлов и агрегатов последней посредством диагностирования. Исследуются вопросы комплексного диагностирования дизельной топливной аппаратуры. По-

UDC 519.245.53.08

Technical sciences

**TEST MODE INFLUENCE ON DIAGNOSTIC
PARAMETERS OF F.I.P. WITHOUT
DISASSEMBLY FROM THE ENGINE OF
MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY**

Kokorev Gennady Dmitrievich
Dr.Sci.Tech., assistant professor
RSCI SPIN-code=9173-7360
Uspenskiy Ivan Alexeevich
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI SPIN-code=1831-7116

Uglanov Mikhail Borisovich
Dr.Sci.Tech., professor
AutorID: 456793

Polischuk Svetlana Dmitrievna
Dr.Sci.Tech., professor
AutorID: 660587

Ykhin Ivan Aleksandrovich
Dr.Sci.Tech., assistant professor
RSCI SPIN-code=9075-1341
*Ryazan State Agrotechnological University named
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Nefedov Boris Alexandrovich
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI SPIN-code=6956-0680
*Russian state agrarian University – MTAA named
after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia*

Makarov Valentin Alexeevich
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI AuthorID: 374179
*All-Russian Institute of mechanization and In-
formatization of agrochemical support of agricul-
ture, Ryazan, Russia*

Aksenov Alexey Zinovievich
Supervisor
*Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Agroengineering Center VIM",
Ryazan, Russia*

The article examines the issues of increasing the efficiency of the system of technical operation of mobile agricultural machinery by means of monitoring the state of units and aggregates of the latter through diagnostics. The problems of complex diagnostics of diesel fuel equipment are investigated. The urgency of diagnosing a fuel injection pump

казывается актуальность диагностирования топливного насоса высокого давления без демонтажа с двигателя с технической, экономической и экологической точек зрения. Анализируется влияние эксплуатационных неисправностей отдельных приборов топливной аппаратуры на результирующие показатели ее работы в целом. На основе анализа применимости диагностических приборов предложено группирование последних. Указаны параметры, требующие изучения в связи с особенностями для принятия решения о возможности оценки технического состояния топливного насоса высокого давления без демонтажа с двигателя внутреннего сгорания. На основе определения особенностей оценки технического состояния топливного насоса высокого давления разработана программа исследований, представлены результаты исследований. Указаны особенности испытаний топливного насоса высокого давления. Анализ результатов исследований показывают, что меньшая погрешность изменения значений цикловой подачи топлива секциями топливного насоса высокого давления имеет место при частоте вращения коленчатого вала двигателя, соответствующей номинальной мощности. Сделан вывод о том, что, изложенные результаты исследований могут быть положены в основу для разработки методики (технологии) диагностирования топливного насоса высокого давления без демонтажа с двигателя внутреннего сгорания

Ключевые слова: ДИАГНОСТИРОВАНИЕ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, ИСПЫТАНИЯ, ТОПЛИВНАЯ АППАРАТУРА, ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, ЦИКЛОВАЯ ПОДАЧА

without dismantling from the engine is shown from technical, economic and environmental points of view. The effect of operational malfunctions of some devices of fuel equipment on parameters of its operation as a whole is analyzed. On the basis of the analysis of diagnostic devices application, their grouping is suggested. The parameters to be studied in connection with peculiarities to decide whether it is possible to estimate the technical state of the fuel injection pump without dismantling from the internal combustion engine are indicated. Based on peculiarities of the fuel injection pump technical state estimation, a research program is developed and the results of the research are presented. Specific features of testing the fuel injection pump are indicated. Analysis of the results of the research shows that a smaller error in the change of the cyclic fuel feed rates supplied by the fuel injection sections takes place at the engine speed corresponding to the indicated power. The conclusion is made that the presented research results can be used as a basis for developing a technique (technology) for diagnosing the fuel injection pump without dismantling from the internal combustion engine

Keywords: DIAGNOSIS, DIAGNOSTIC PARAMETERS, TEST INSTRUMENTS, TESTS, FUEL INJECTION EQUIPMENT, FUEL INJECTION PUMP, CYCLIC SUPPLY

Doi: 10.21515/1990-4665-132-085

В современных условиях увеличения значимости оперативного контроля экономичности и экологичности тракторной техники, актуальной становится проблема повышения эффективности системы ее технической эксплуатации с использованием теории создания объектов современной техники, моделирования систем, разработки программ технического обслуживания и ремонта, создания современных технологий и высокотехнологического оборудования для экспресс-контроля параметров работы дизельной топливной аппаратуры (ДТА) [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12].

Современные способы комплексного диагностирования ДТА основаны на стендовых испытаниях, подразумевающих демонтаж элементов топливной аппаратуры. Существенная трудоемкость перечня операций, а также неизбежный при этом простой тракторной техники на практике вынуждает эксплуатирующие организации обращаться к диагностике ДТА

только при проявлении явных признаков неисправности топливной аппаратуры.

Между тем значительный временной интервал эксплуатации дизельной техники между началом тех или иных отклонений от штатных режимов работы топливной аппаратуры до таких проявлений, как затрудненный пуск двигателя, его повышенная шумность, низкая приемистость и т.п., неизбежно сопряжен с возрастающим перерасходом топлива и повышением вредных выбросов в атмосферу в составе отработавших газов.

Таким образом, актуальность диагностирования ТНВД без демонтажа очевидна с технической, экономической, и экологической точек зрения. Главным фактором, определяющим значимость этой задачи, является плотная компоновка моторного отсека и конструктивная сложность приборов топливной системы, что делает демонтаж и обратную установку узлов топливной аппаратуры трудоемкой операцией.

Часто демонтаж и монтаж составляют основной объем ремонтных работ с ТНВД. В этой связи очень важно принимать обоснованное решение о необходимости снятия топливного насоса высокого давления и форсунок с дизеля для ремонта. Для этого надо иметь достаточную и объективную информацию, которая может быть получена в результате диагностирования топливной системы непосредственно на дизеле.

Для выбора или разработки эффективных способов диагностирования ДТА без демонтажа представляет интерес анализ влияния эксплуатационных неисправностей отдельных приборов ТА на результирующие показатели ее работы в целом [9,10,11,12]

В их состав для оценки качества работы топливной аппаратуры дизеля в целом целесообразно включить величину и равномерность цикловой подачи топлива форсунками в цилиндры дизеля, а также угол опережения впрыскивания топлива.

Каждый из приборов ДТА прямо или косвенно влияет на величину этих показателей, причем степень влияния усиливается при возникновении каких-либо неисправностей.

В существующих методах стендовых испытаний ТНВД в качестве основных результирующих показателей оценки качества их работы принимают величину и равномерность цикловой подачи топлива форсунками в цилиндры дизеля, а также угол опережения впрыскивания топлива [1,2].

Обзор технической литературы, выполненные экспериментальные исследования позволяют установить степень влияния приборов ДТА на результирующие показатели ее работы. Анализ наиболее распространенных неисправностей приборов ДТА, в том числе с использованием информации по данному вопросу предприятий по ремонту и регулировке приборов ДТА, ГОСНИТИ, показал, что большинство из них может быть определено уже при проведении диагностирования без выполнения разборки с использованием безмоторных испытательных стендов и других диагности-

ческих приборов. В этом случае, неисправности приборов ДТА, вызванные нарушением эксплуатационных регулировок, определяются при проведении стандартного набора испытаний [12]. Для определения прочих неисправностей, вызванных неисправностью конкретных узлов и деталей ДТА, требуется проведение дополнительных исследований.

В современной технической литературе нет однозначных рекомендаций о достаточности и эффективности способов диагностирования ТНВД без их демонтажа с ДВС и используемых диагностических приборов для оценки качества работы всей топливной системы в целом по критерию величины и равномерности цикловой подачи топлива форсунками в цилиндры дизеля.

В связи с этим, проведение исследований, направленных на поиск технических решений диагностирования ТНВД в полевых условиях без демонтажа с ДВС, выбор и обоснование рациональной схемы прибора для испытания и регулировки ТНВД является актуальной задачей.

Анализ применяемости диагностических приборов для оценки технического состояния топливной системы дизелей применительно к целям диагностирования топливной аппаратуры без демонтажа с ДВС позволяет объединить их в следующие группы [1,2,12]:

1 группа - приборы, предназначенные для оценки угла опережения подачи топлива топливным насосом высокого давления в цилиндры дизеля.

2 группа - приборы, предназначенные для определения давления, развиваемого плунжерными парами, и герметичности нагнетательных клапанов секций ТНВД, параметров работы топливоподкачивающего насоса (ТПН), степени загрязненности фильтров грубой (ФГО) и тонкой (ФТО) очистки топлива.

3 группа - приборы, предназначенные для оценки технического состояния топливной аппаратуры дизеля по нескольким показателям их работы.

При этом основным недостатком существующих диагностических приборов является невозможность измерения величины цикловой подачи и равномерности ее распределения по цилиндрам дизеля, без измерения которых сделать объективное заключение о техническом состоянии и регулировке ТНВД без его демонтажа с ДВС не представляется возможным.

В связи с этим, в качестве основных направлений совершенствования диагностических приборов и способов диагностирования ТНВД без демонтажа с ДВС целесообразно:

- разработать способы диагностирования и приборы для их реализации, позволяющих измерять цикловую подачу топлива секциями ТНВД;
- разработать комплект измерительной аппаратуры для регистрации основных диагностических параметров работы ТНВД, включая цикловую

подачу топлива, на работающем двигателе одновременно для всех секций или по каждой в отдельности при минимизации погрешностей измерений.

В связи с изложенным при разработке технологии диагностирования ТНВД без демонтажа особое внимание следует уделить вопросу влияния неравномерности вращения вала работающего дизеля и режимов испытания на величину погрешности измеряемых диагностических параметров.

Особенностями испытаний ТНВД без демонтажа с двигателя является то, что в отличие от испытательного стенда для регулировки ТНВД:

- частота вращения коленчатого вала двигателя и кулачкового вала ТНВД при заданном положении рычага управления подачей топлива поддерживается всережимным регулятором;

- измерение расхода топлива секцией ТНВД осуществляется при ее отключении на работающем двигателе;

- отсутствует возможность создания нагрузки на коленчатом валу двигателя с целью испытания ТНВД на режиме номинальной цикловой подачи топлива.

В связи с отмеченными особенностями для принятия решения о возможности оценки технического состояния ТНВД без демонтажа с ДВС требуют изучения следующие вопросы:

1. Какова максимальная неравномерность при частоте вращения коленчатого вала дизеля при его работе на минимальных оборотах холостого хода, частоте, максимального крутящего момента двигателя, и номинальной частоте вращения.

2. Как повлияет на величину неравномерности частоты вращения коленчатого вала дизеля отключение при испытаниях ТНВД одной из его секций.

3. Возможно ли оценку качества регулировки ТНВД (его техническое состояние) оценивать по результатам измерения цикловой подачи секций ТНВД на режимах холостого хода работы двигателя.

Для исследования обозначенных вопросов была разработана и реализована следующая программа исследований.

На первом этапе исследований с использованием обкаточного стенда КИ-35503 ГОСНИТИ с двигателем Д-242 (ТНВД 4УТНМ-1111005-20) трактора МТЗ-80, оснащенного средствами измерения основных контролируемых параметров, экспериментально были исследованы вопросы неравномерности частоты вращения коленчатого вала дизеля при его работе на минимальных оборотах холостого хода, частоте, соответствующей частоте максимального крутящего момента двигателя, и номинальной частоте вращения без отключения и с отключением секции ТНВД.

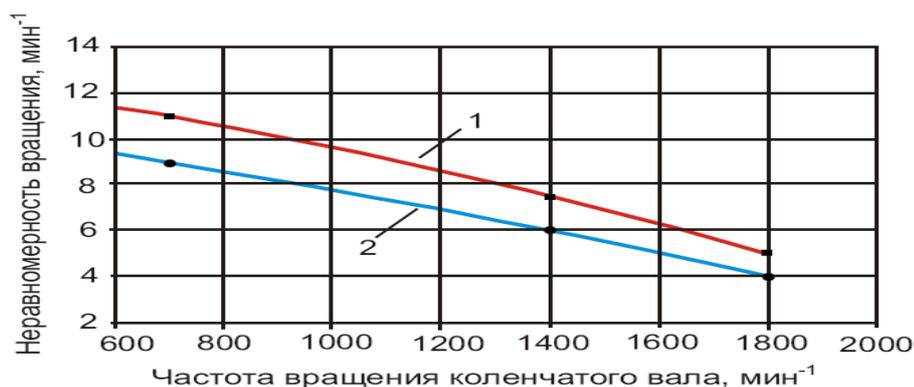
1-й режим: $n_{\min.xx} = 700 \text{ мин}^{-1}$,

2-й режим: $n_{кр} = 1400 \text{ мин}^{-1}$,

1-й режим: $n_{ном} = 1800 \text{ мин}^{-1}$.

При этом частота вращения кулачкового вала ТНВД была в 2 раза меньше.

Установлено (рис. 1), что неравномерность вращения коленчатого вала дизеля, обусловленная в первую очередь техническим состоянием регулятора ТНВД, контролируемая в течение одной минуты после выхода двигателя на установившийся режим работы, снижается с увеличением частоты вращения.



1 – при одной выключенной секции ТНВД; 2 – без отключения секций ТНВД

Рисунок 1 – Неравномерность вращения коленчатого вала двигателя

Так, при работе дизеля без отключения секций ТНВД величина погрешности частоты вращения коленчатого вала двигателя составила:

- на 1- ом режиме $\Delta n_1 = \pm 9 \text{ мин}^{-1}$;
- на 2- ом режиме $\Delta n_2 = \pm 6 \text{ мин}^{-1}$;
- на 3- ем режиме $\Delta n_3 = \pm 4 \text{ мин}^{-1}$.

Вместе с тем, при отключении одной из секций ТНВД величина абсолютной погрешности частоты вращения коленчатого вала двигателя возрастает и составила:

- на 1- ом режиме $\Delta n'_1 = \pm 11 \text{ мин}^{-1}$;
- на 2- ом режиме $\Delta n'_2 = \pm 7,5 \text{ мин}^{-1}$;
- на 3- ем режиме $\Delta n'_3 = \pm 5 \text{ мин}^{-1}$.

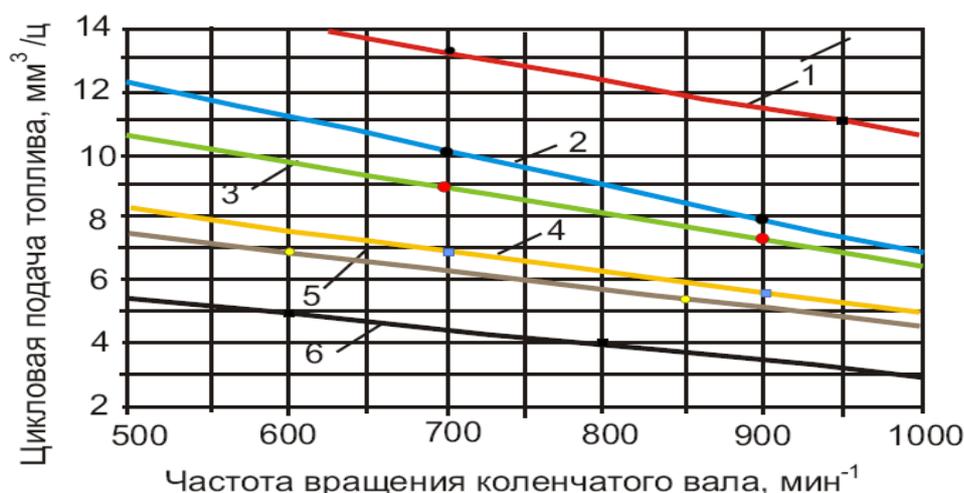
Исходя из полученных результатов можно считать, что более предпочтительным для проведения испытаний является 3-ий режим. Вместе с тем проведение испытаний на данном частотном режиме повлечет большие расходы топлива, а следовательно увеличит затраты на проведение испытаний ТНВД.

На втором этапе исследовался вопрос влияния величины неравномерности вращения коленчатого вала дизеля на величину погрешности измерения цикловой подачи топлива секциями ТНВД.

В ходе проведения исследования были изучены характеристики работы ТНВД разных типов с целью выяснения степени влияния их регуляторов на изменение цикловой подачи топлива ТНВД для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала дизеля.

В качестве предельно допустимой величины неравномерности вращения кулачкового вала ТНВД дизеля принималась величина неравномерности $\Delta n = \pm 10 \text{ мин}^{-1}$ по углу поворота кулачкового вала, что соответствует неравномерности вращения коленчатого вала двигателя $\Delta n = \pm 20 \text{ мин}^{-1}$, т. е. величина предельной неравномерности превышает возможную неравномерность вращения при проведении испытаний ТНВД на двигателе без его демонтажа.

На основе анализа характеристик (таблица 1) изменения величины цикловой подачи топлива при работе регуляторов в режиме ее корректирования от номинального $Q_{\text{ном}}$ до максимального $Q_{\text{Мкр}}$ значения в режиме максимального крутящего момента, были построены графические зависимости (рис. 2).



1 – В7М.80.16.001В; 2 – В.10М.80.16.001; 3 – В15М.80.16.001;
4 – 4ТН-10х10Т-54; 5 – 4УТНМ-1111005-30; 6 – 212.1111004 (НД-21)

Рисунок 2 – Регуляторные характеристики изменения цикловой подачи топлива ТНВД разных типов

Используя характеристики рис. 2 была выполнена оценка возможной величины погрешности измерения цикловой подачи топлива, обусловленной заданной неравномерностью частоты вращения кулачкового вала ТНВД $\Delta n = \pm 10 \text{ мин}^{-1}$.

Установлено, что для разных типов ТНВД при изменении частоты вращения кулачкового вала в пределах $\Delta n = \pm 10 \text{ мин}^{-1}$ от заданной положением рычага управления подачей топлива, погрешность измерения цикловой подачи топлива изменяется в пределах от 0,65 до 1,1%.

Полученные результаты исследования позволяют утверждать, что при испытании и регулировке ТНВД без демонтажа с ДВС погрешность измерения цикловой подачи топлива секциями ТНВД не превысит 1%, так как ожидаемая неравномерность вращения кулачкового вала ТНВД составит не более $\Delta n = \pm 5-8 \text{ мин}^{-1}$

На третьем этапе исследовался вопрос возможности выполнения оценки качества регулировки ТНВД (его технического состояния) по результатам измерения цикловой подачи секциями ТНВД на режимах холостого хода работы двигателя.

Предположительно, оценивать качество регулировки ТНВД при его испытаниях без демонтажа с ДВС на основе измерения цикловой подачи топлива секциями ТНВД на режимах холостого хода дизеля возможно, если имеет место корреляция между характером изменения величины цикловой подачи топлива по скоростной характеристике на различных режимах работы двигателя.

С целью изучения скоростных характеристик ТНВД были проведены испытания топливного насоса высокого давления НК-10 на испытательном стенде модели КИ-35478 (рис. 3).

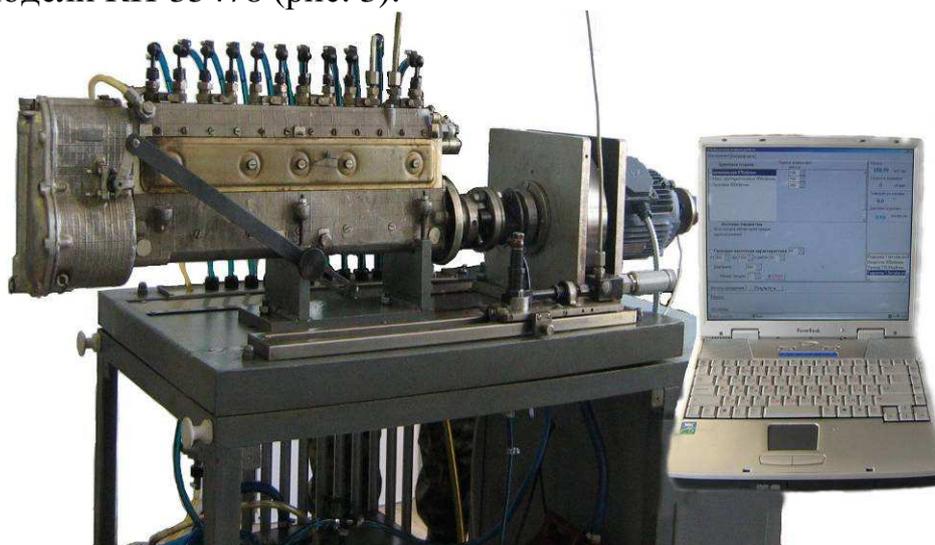


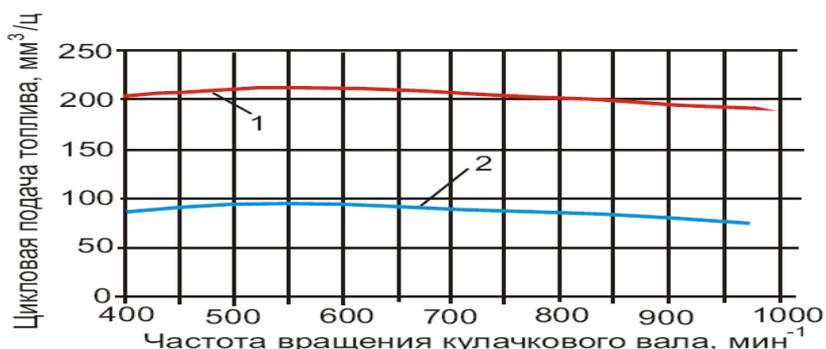
Рисунок 3 - Стенд модели КИ-35478, подготовленный для испытания ТНВД модели НК-10

Испытания проводились в диапазоне изменения частоты вращения кулачкового вала насоса от 400 до 975 мин^{-1} на двух нагрузочных режимах:

- при положении рычага управления подачей топлива ТНВД, соответствующем номинальной цикловой подачи- $Q_{\text{ном}} = 193 \text{ мм}^3/\text{цикл}$;
- при положении рычага управления подачей топлива ТНВД, соответствующем величине цикловой подачи $Q_{\text{xx max}} = 76 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ на режиме холостого хода.

Полученные при испытаниях скоростные характеристики изменения цикловой подачи топлива, представленные на рис. 4, свидетельствуют об

идентичности зависимостей изменения цикловой подачи, отличающихся только абсолютными значениями исследуемых величин.



1 – режим номинальной мощности; 2 – режим холостого хода
Рисунок 4 – Скоростные характеристики ТНВД модели НК-10

В связи с этим, анализируя изменение значений величины цикловой подачи топлива секциями ТНВД, измеренных на режиме холостого хода, можно оценить качество регулировки насоса в целом. При этом для оценки технического состояния ТНВД необходимо знать значения величин цикловых подач топлива на режимах холостого хода.

На четвертом этапе выполнялись испытания ТНВД модели 4УТНМ-1111005-20 без демонтажа с двигателя.

Предварительно на работающем двигателе были зафиксированы положения рычага управления подачей топлива, соответствующие:

- положение №1 – частоте вращения на минимальных оборотах холостого хода двигателя;
- положение №2 – частоте вращения на режиме максимального крутящего момента дизеля;
- положение №3 – частоте вращения на режиме номинальной мощности.

После этого ТНВД 4УТНМ-1111005-20 был установлен на испытательный стенд модели КИ-35478, испытан и отрегулирован.

После регулировки ТНВД имел следующие параметры:

Таблица 1 – Регулировочные параметры ТНВД 4УТНМ-1111005-20

№ секции	Режим номинальной подачи топлива $Q_{ном} = 68 \text{ мм}^3/\text{ц}$		Режим подачи топлива на холостом ходу $Q_{кр} = 24 \text{ мм}^3/\text{ц}, Q_{хх} = 28 \text{ мм}^3/\text{ц}$			
	$n_{ном}, \text{ мин}^{-1}$	$Q_{ном}, \text{ мм}^3/\text{ц}$	$n_{кр}, \text{ мин}^{-1}$	$Q_{кр}, \text{ мм}^3/\text{ц}$	$n_{ном}, \text{ мин}^{-1}$	$Q_{хх}, \text{ мм}^3/\text{ц}$
1	1800	69	1400 мин^{-1}	27	1800	30
2	1800	67	1400 мин^{-1}	23	1800	27
3	1800	68	1400 мин^{-1}	25	1800	28
4	1800	67	1400 мин^{-1}	26	1800	29

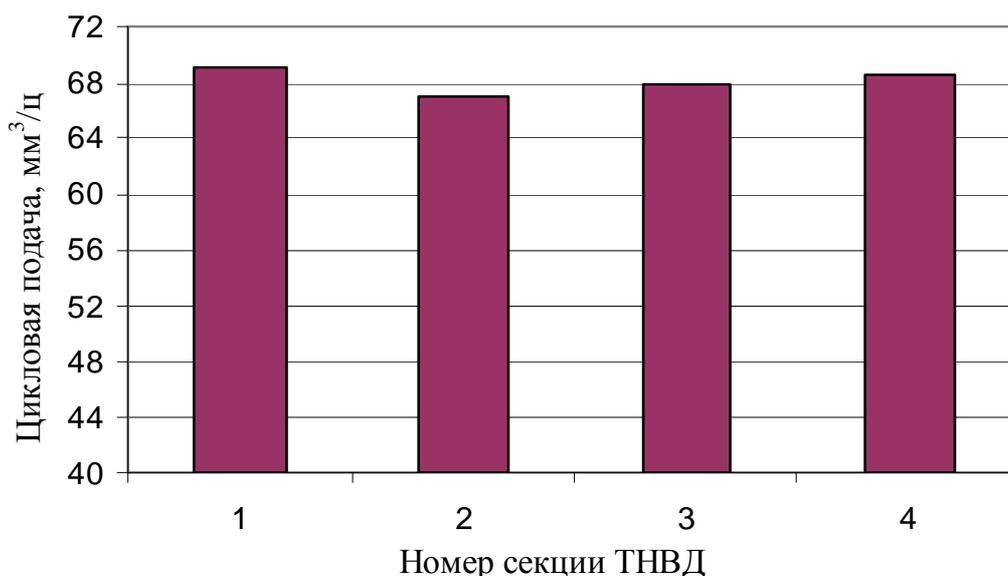


Рисунок 5 – Результаты регулировки ТНВД 4УТНМ-1111005-20 на стенде КИ-35478 (режим номинальной мощности)

После выполнения регулировки ТНВД на стенде неравномерность цикловой подачи между секциями составила в среднем $\pm 1,5\%$ на режиме номинальной мощности (рис. 5) и от 3,5 до 12% на режимах холостого хода (табл. 1).

После регулировки на стенде ТНВД был установлен на двигатель и испытан без демонтажа с ДВС с помощью переносного аппаратно-программного комплекса для диагностики ТНВД без демонтажа с ДВС КИ-35505

Результаты испытания ТНВД 4УТНМ-1111005-20 представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Регулировочные параметры ТНВД 4УТНМ-1111005-20

№ секции	Режим подачи топлива на холостом ходу $Q_{кр} = 24 \text{ мм}^3/\text{ц}$, $Q_{хх} = 28 \text{ мм}^3/\text{ц}$			
	$n_{кр}$, мин ⁻¹	$Q_{кр}$, мм ³ /ц	$n_{ном}$, мин ⁻¹	$Q_{хх}$, мм ³ /ц
1	1400 мин ⁻¹	28	1800	31
2	1400 мин ⁻¹	25	1800	28
3	1400 мин ⁻¹	26	1800	29
4	1400 мин ⁻¹	27	1800	30

Анализ результатов испытаний (рис. 7, 8, табл.1, 2) показал, что величина погрешности измерения цикловой подачи топлива на режимах холостого хода больше, чем на режиме номинальной мощности. При этом, наименьшая погрешность измерения цикловой подачи на режимах холо-

стого хода отмечается на номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

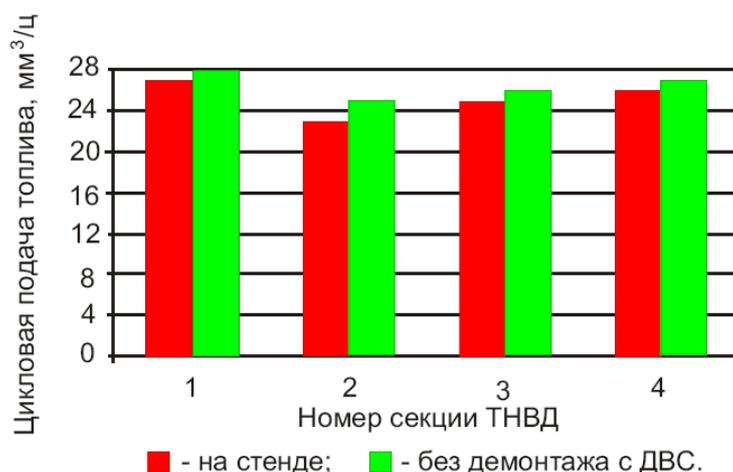


Рисунок 7 – Результаты контроля регулировки ТНВД на режиме холостого хода при $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$

При испытаниях ТНВД без демонтажа с ДВС абсолютные значения измеренной цикловой подачи топлива секциями ТНВД несколько возрастают по отношению к их значениям, измеренным при испытаниях на стенде.

Такой характер изменения величины цикловой подачи обусловлен тем, что при испытаниях ТНВД без демонтажа с двигателя, в связи с отключением из работы на режиме испытаний одной из секций насоса высокого давления, возрастает доля механических потерь в двигателе и как следствие – возрастает нагрузка на него, что вызывает реакцию регулятора насоса в сторону увеличения цикловой подачи топлива для поддержания заданного режима его работы.



Рисунок 8 – Результаты контроля регулировки ТНВД на режиме холостого хода при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$

Тем не менее, можно заметить, что при испытаниях ТНВД на стенде и без демонтажа с ДВС имеет место корреляция в изменении абсолютных значений величины цикловой подачи секциями насоса на всех режимах испытаний, следовательно на основе их сравнения можно сделать заключение о техническом состоянии ТНВД в целом и необходимости его регулировки.

Результаты испытаний показали, что меньшая погрешность изменения значений цикловой подачи топлива секциями ТНВД имеет место при частоте вращения коленчатого вала двигателя, соответствующей номинальной мощности.

Таким образом, изложенные результаты исследований могут быть положены в основу для разработки методики (технологии) диагностирования ТНВД без демонтажа с ДВС.

Литература

1. Баширов Р.М. Топливные системы автотракторных и комбайновых дизелей – Уфа: БГАУ, 2004. – 232 с.
2. Габитов И.И., Неговора А.В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей. – Уфа: БГАУ, 2004, - 216с
3. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131
4. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.
5. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.
6. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.
7. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.
8. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.
9. Бышов Н.В. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления / Борычев С.Н., Юхин И.А., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Кравченко А.М., Полищук С.Д., Загородских Б.П.,

Смольянов А.В., Данилов И.К.// В электронном журнале «Научный журнал КубГАУ». – 2016 г., № 123 (09), режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/36.pdf>, С. 169–192.

10. Симдянкин А.А. Оценка фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива на основе изменения разряжения в топливопроводе системы питания COMMON RAIL// Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Сеницин П.С., Клишнов А.А., Лучков М.С.// В электронном журнале «Научный журнал КубГАУ». – 2014 г., № 104 (10), режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/36.pdf>, С. 211–221.

11. Успенский И.А. /Усовершенствованная технология и средство диагностирования фильтров тонкой очистки дизельного топлива системы топливоподачи «COMMON RAIL»// Успенский И.А., Кокорев Г.Д.// .// Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК» – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – С. 43-48.

12. Успенский И.А. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «SAMTEC»/ Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Бобров И.В., Карцев Е.А., Сеницин П.С.// Техника и оборудование для села. 2012. №7 С. 44-47.

References

1. Bashirov R.M. Toplivnye sistemy avtotraktornyh i kombajnovyh dizelej – Ufa: BGAU, 2004. – 232 с.

2. Gabitov I.I., Negovora A.V. Toplivnaya apparatura avtotraktornyh dizelej. – Ufa: BGAU, 2004, - 216s

3. Kokorev G.D. Osnovnye principy upravleniya ehffektivnost'yu processa tekhnicheskoy ehkspluatacii avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozyajstve / G.D. Kokorev// Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 50-letiyu kafedr «EHkspluatsiya mashinno-traktornogo parka» i «Tekhnologiya metallov i remont mashin» inzhenerenogo fakul'teta RGSKHA. – Ryazan': RGSKHA, 2004. S. 128–131

4. Kokorev G.D. Osnovy postroeniya programm tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozyajstve / G.D. Kokorev// Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 50-letiyu kafedr «EHkspluatsiya mashinno-traktornogo parka» i «Tekhnologiya metallov i remont mashin» inzhenerenogo fakul'teta RGSKHA. – Ryazan': RGSKHA, 2004. S. 133–136.

5. Kokorev G.D. Programmy tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozyajstve / G.D. Kokorev// Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-

prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh i specialistov k 55-letiyu RGSKHA. – Ryazan': RGSKHA, 2004. S. 136–139.

6. Kokorev G.D. Sostoyanie teorii sozdaniya ob"ektov sovremennoj tekhniki / G.D. Kokorev// Sbornik nauchnyh trudov RGSKHA. – Ryazan': RGSKHA, 2001. S. 425–427.

7. Kokorev G.D. Modelirovanie pri proektirovanii novykh obrazcov avtomobil'noj tekhniki /G.D. Kokorev// Sbornik nauchnyh trudov RGSKHA. – Ryazan': RGSKHA, 2001. S. 423–425.

8. Kokorev G.D. Matematicheskie modeli v issledovaniyah slozhnykh sistem / G.D. Kokorev // Nauchno-tekhnicheskij sbornik №10. – Ryazan': VAI, 2000. S 8–12.

9. Byshov N.V. Analiz metodov diagnostirovaniya toplivnoj apparatury avtotraktornykh dizelej i razrabotka matematicheskoy modeli toplivnogo nasosa vysokogo davleniya / Borychev S.N., YUhin I.A., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., SHemyakin A.V., Kostenko M,YU., Rembalovich G.K., Kravchenko A.M., Polishchuk S.D., Zagorodskih B.P., Smol'yanov A.V., Danilov I.K.// V ehlektronnom zhurnale «Nauchnyj zhurnal KubGAU». – 2016 g., № 123 (09), rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/36.pdf>, S. 169–192.

10. Simdyankin A.A. Ocenka fil'truyushchego ehlementa fil'tra tonkoj ochistki topliva na osnove izmeneniya razryazheniya v toplivoprovode si-stemy pitaniya COMMON RAIL// Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., YUhin I.A., Sinicin P.S.,Klinshov A.A., Luchkov M.S.// V ehlektronnom zhurnale «Nauchnyj zhurnal KubGAU». – 2014 g., № 104 (10), rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/36.pdf>, S. 211–221.

11. Uspenskij I.A. /Uovershenstvovannaya tekhnologiya i sredstvo diagnostirovaniya fil'trov tonkoj ochistki dizel'nogo topliva sistemy toplivopodachi «COMMON RAIL»// Uspenskij I.A., Kokorev G.D.// // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnye napravleniya i metody realizacii nauchnyh issledovaniy v APK» – Ryazan': FGBOU VPO RGATU,2012. – S. 43-48.

12. Uspenskij I.A. Metodika diagnostirovaniya mobil'noj sel'skohozyajstvennoj tekhniki s ispol'zovaniem pribora firmy «SAMTEC»/ Uspenskij I.A., Kokorev G.D., Bobrov I.V., Karcev E.A., Sinicin P.S.// Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2012. №7 S. 44-47.