

УДК 631.37

## ВСЕРЕЖИМНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ЗАГРУЗКИ ДВИГАТЕЛЯ

*С.В. Стрельцов, к.т.н., доцент, тел. 8(84231)5-11-73, ssv314@mail.ru,  
Р.Н. Мустякимов, к.т.н., доцент, тел. 8(84231)5-11-73, musrail@yandex.ru,  
Л.Г. Татаров, к.т.н., доцент, тел: 8 (8422) 55-95-90, l.g.tatarov@mail.ru  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** коэффициент загрузки двигателя, устройство полноты загрузки двигателя по крутящему моменту; всережимный регулятор частоты вращения топливного насоса высокого давления, погектарный расход топлива.

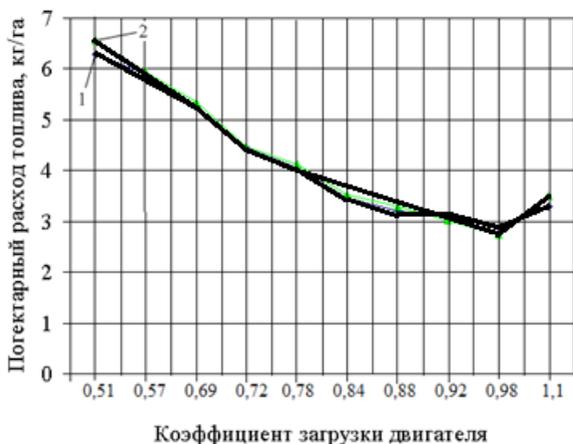
В работе рассмотрены вопросы повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов, за счет контроля и обеспечения полной загрузки двигателя по крутящему моменту. Для реализации данного условия предложено устройство обеспечивающее контроль полноты загрузки двигателя на всех режимах его работы.

Эффективность машинно-тракторного агрегата (МТА) в состав которого входит дизельное энергосредство, определяется полнотой использования мощности его двигателя. Теоретически влияние загрузки двигателя по крутящему моменту на эффективность использования МТА по параметру погектарный расход топлива оценивается зависимостью [1]:

$$g_m = \frac{G_m}{W} = \frac{30 \cdot i_d \cdot g_u \cdot 10^{-3} \cdot K_{y0} \cdot i_{np}}{0,0377 \cdot (K_z \cdot M_{en} \cdot i_{np} \cdot \eta_{np} - P_f \cdot r_{к(но)}) \cdot (1 - \delta)} \quad (1)$$

где  $G_m$  – часовой расход топлива, кг/ч;  $W$  производительность МТА, га/ч;  $i_d$  – количество цилиндров двигателя;  $g_u$  – цикловая подача топлива г/цикл;  $K_{y0}$  – удельное сопротивление на выполнение технологической операции, кН/м;  $i_{np}$  – передаточное число трансмиссии;  $K_z$  – коэффициент загрузки двигателя по крутящему моменту;  $M_{en}$  – крутящий момент двигателя, кН·м;  $\eta_{np}$  – механический КПД трансмиссии;  $P_f$  – усилие, затрачиваемое на перемещение агрегируемой машины, кН;  $r_{к(но)}$  – радиус качения ведущих колес трактора м;  $\delta$  – коэффициент буксования движителей трактора;  $\tau$  – коэффициент использования времени рабочей смены.

В данном случае загрузка двигателя, определяются степенью использования его крутящего момента (или мощности):



1 – погектарный расход топлива установленный по результатам исследований в производственных условиях, кг/га; 2 – погектарный расход топлива определенный расчетным путем (формула 1), кг/га

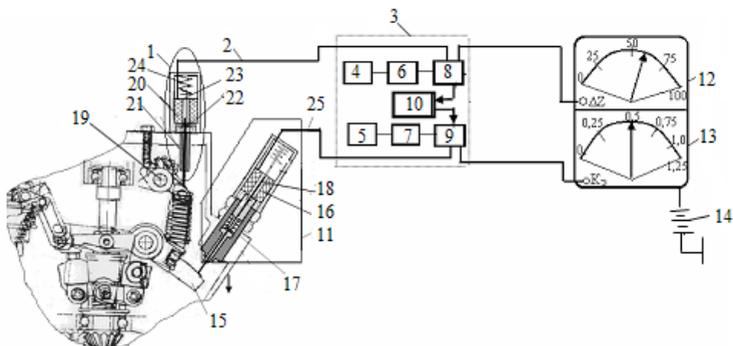
Рисунок 1 – Влияние загрузки двигателя тягового средства на погектарный расхода топлива МТА

$$K_z = \frac{M_e}{M_{en}}, \quad (2)$$

где  $M_e$  – текущее значение крутящего момента двигателя, кН×м;  $M_{en}$  – крутящий момент двигателя, соответствующий номинальному режиму, кН×м.

Для оценки влияния загрузки двигателя на эффективность использования МТА были проведены исследования в производственных условиях при выполнении культивации агрегатом в составе трактор Т-150 К и культиваторы КПС-4. Загрузка двигателя трактора Т-150 К устанавливалась количеством культиваторов в составе агрегата. Полученные результаты по влиянию загрузки двигателя на погектарный расход топлива, представленные на рисунке 1, также подтверждают достоверность теоретической зависимости (формула 1).

Актуальность данного вопроса определяется применением на современных тракторах и самоходных комбайнах штатных устройств, оценки полноты загрузки двигателей (УОПЗД) [2,3]. Выполненный анализ серийных УОПЗД свидетельствует, что они определяют положение рычага управления подачей топлива топливных насосов высокого дав-



1, 11 – первичный преобразователь; 2, 25 – соединительный кабель; 3 – преобразователь сигналов; 4, 5 – задающий генератор; 6, 7 – буферный каскад; 8, 9 – интегратор; 10 – буферный усилитель-инвертор; 12 – указатель заданного режима работы двигателя; 13 – указатель загрузки двигателя по крутящему моменту; 14 – источник питания; 15 – рычаг корректора центробежного РЧВ; 16, 20 – индуктивный датчик перемещений; 17 – корректор; 18, 22 – стальной сердечник; 19 – рычаг пружины регулятора; 21 – винт ограничения максимальной подачи топлива; 23 – стержень неметаллический; 24 – пружина нагружения.

Рисунок 2 – Принципиальная схема всережимного устройства контроля за грузки двигателя

ления (ТНВД), и по данному косвенному параметру оценивают степень загрузки двигателя. В данном случае оценивается задаваемый оператором режим работы двигателя и с учетом работы центробежного регулятора ТНВД получаемая информация по загрузке двигателя не соответствует её фактическому значению. Частично данную задачу решают предложенные устройства [4,5,6], оценивающие загрузку двигателя по положению рычага корректора, центробежного регулятора частоты вращения (РЧВ) ТНВД. В результате достоверная информация о полноте загрузки двигателя имеет место только при его работе в режиме максимальной подачи топлива ТНВД. Существенным недостатком данных устройств является отсутствие возможности достоверного контроля полноты загрузки двигателя при его работе на частичных режимах (рычаг управления РЧВ не установлен в положении максимальной подачи топлива).

Для устранения выше указанного недостатка то есть возможности непрерывного контроля полноты загрузки двигателя по крутящему

моменту во всем диапазоне его работы (в любом положении рычага управления РЧВ) сотрудниками инженерного факультета Ульяновской ГСХА предложено [7,8,9] применение устройства принципиальная схема которого представлена на рисунке 2.

Предлагаемое всережимное устройство контроля загрузки двигателя работает следующим образом. Устанавливая режим работы двигателя перемещением рычага управления РЧВ (в диапазоне от минимальной до максимальной подачи топлива), под действием рычага 19 пружины РЧВ происходит перемещение стального сердечника 22, индуктивного датчика перемещений 20, в результате изменяется индуктивность (величина выходного сигнала) первичного преобразователя 1, определяемая заданным режимом работы двигателя (установленной подачей топлива). Данный выходной сигнал с первичного преобразователя 1 по кабелю 2 поступает в преобразователь сигналов 3, при этом задающий генератор 4 преобразователя сигналов 3 вырабатывает электрические импульсы заданной частоты, которые поступают на буферный каскад 6, обеспечивающего развязку задающего генератора 4, и индуктивного датчика перемещений 20 первичного преобразователя 1, а интегратор 8 обеспечивает стабилизацию выходных сигналов первичного преобразователя 1 и их передачу на указатель 12, информирующего оператора о заданном режиме работы двигателя (установленной подачи топлива в процентах от ее максимального значения).

В зависимости от нагрузочного режима работы двигателя под действием рычага 8 корректора центробежного РЧВ происходит перемещение стального сердечника 18, индуктивного датчика перемещений 16 в результате изменяется индуктивность (величина выходного сигнала) первичного преобразователя 11, определяемая загрузкой двигателя по крутящему моменту. Выходной сигнал с первичного преобразователя 11 по кабелю 25 поступает в преобразователь сигналов 3, при этом задающий генератор 5 преобразователя сигналов 3 вырабатывает электрические импульсы заданной частоты, которые поступают на буферный каскад 7 обеспечивающего развязку задающего генератора 5 и индуктивного датчика перемещений 16 первичного преобразователя 11, а интегратор 9 обеспечивает стабилизацию выходных сигналов первичного преобразователя 11. Одновременно с выхода интегратора 8 поступает сигнал (значение которого пропорционально величине выходного сигнала первичного преобразователя 1) на буферный усилитель-инвертор 10, с выхода которого сигнал поступает на интегратор 9, в результате выходной сигнал первичного преобразователя 11 согла-

суется с заданным режимом работы двигателя (установленной подачи топлива) и преобразуется в показания указателя 13 загрузки двигателя по крутящему моменту (информирует оператора о коэффициенте его загрузки) во всем диапазоне его работы (на режимах частичной и полной подачи топлива).

По расчетам от использования агрегата на предпосевной культивации в составе трактора Т-150К (оснащенного предлагаемым всережимным УОПЗД) и трех культиваторов КПС-4 обеспечит годовой экономический эффект при выполнении нормативной годовой загрузки культиватором (280 га) 97346,67 рублей

#### *Библиографический список*

1. Уханов А.П «Режимы работы двигателя энергосредства с учетом эксплуатационных показателей МТА» Стрельцов С.В Мустякимов Р.Н., Тракторы и сельхозмашины №11 – Москва. 2009г.
2. Мустякимов Р.Н. «Обоснование способа и средств контроля загрузки дизеля в условиях эксплуатации» Материалы Международной научно-практической конференции. «Актуальные вопросы аграрной науки и образования» т 6 г. Ульяновск 2008г.
3. Мустякимов Р.Н // «Устройство контроля загрузки дизеля» /Уханов А.П., Стрельцов С.В., Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии г. Самара №3 2009
4. Уханов А.П. «Повышение эффективности использования машинно-тракторного агрегата за счет контроля загрузки двигателя»/ Стрельцов С.В Мустякимов Р.Н., //Международный журнал «Уральский научный вестник» г Днепропетровск №3 2009г.
5. Уханов А.П «Индуктивное устройство контроля загрузки двигателя» , Стрельцов С.В., Мустякимов Р.Н/«Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания».- Киров: Вятская ГСХА. – 2010.
6. Мустякимов Р.Н Влияние загрузки двигателя на эффективность использования МТА/ Материалы III Международной научно-практической конференции. Аграрная наука и образование на современном этапе развития: т.2 Ульяновск: УГСХА, 2011
7. Уханов А.П «Устройство контроля загрузки дизеля» Стрельцов С.В., Мустякимов Р.Н/ Патент на изобретение РФ №2379640 Оpubл.20.01.2010 Бюл.№2
8. Уханов А.П «Устройство контроля и оценки загрузки двигателя тягового средства» Мустякимов Р.Н., Стрельцов С.В Патент на полезную модель РФ №121064 Оpubл. 10.10.2012 Бюл.№28
9. Уханов А.П «Устройство контроля полноты загрузки дизельного двигателя»

Мустьякимов Р.Н., РыбловМ.В., Стрельцов С.В Патент на изобретение РФ №2514544 Оpubл.27.04.2014 Бюл.№2

## VARIABLE SPEED CONTROL DEVICE OF THE LOAD OF THE ENGINE

*Strelzov S.V., Mustyakimov R.N., Tatarov L.G.*

**Key words:** *load factor of the engine, the device is full-you download engine torque; variable-speed control hour-toths of rotation of the fuel pump high pressure fuel consumption per hectare.*

*In the article the questions of increase of efficiency of use of mashinno-tractor units by monitoring and ensuring the full load of the engine torque. To implement this condition, the proposed device provides monitoring of the completeness of the load of the engine in all modes of its work.*