

**Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Вятская государственная сельскохозяйственная академия»**

# **УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

**Материалы  
IX Международной научно-практической конференции  
«Наука – Технология – Ресурсосбережение»**

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 17**



**Киров 2016**

**Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Вятская государственная сельскохозяйственная академия»**

**УЛУЧШЕНИЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ**

**Материалы  
IX Международной научно-практической конференции  
«Наука – Технология – Ресурсосбережение»**

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 17**

**Киров 2016**

Главный редактор – **Мохнаткин В.Г.**, доктор технических наук, профессор, ректор Вятской ГСХА.

Зам. главного редактора – **Конопельцев И.Г.**, доктор ветеринарных наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям.

Ответственный за выпуск - **Лиханов В.А.**, доктор технических наук, профессор, академик Российской Академии транспорта, проректор Вятской ГСХА.

Ответственный секретарь – **Лопатин О.П.**, кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов.

*Редакционная коллегия:*

**Курбанов Р.Ф.** – доктор технических наук, профессор, декан инженерного факультета, заведующий кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка и ремонта машин;

**Баранов Н.Ф.** – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и ремонта машин;

**Лопарев А.А.** – доктор технических наук, профессор кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов;

**Фарафонов В.Г.** - кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и физики.

У49 Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – Киров: Вятская ГСХА, 2016.- Вып. 17. – 271 с.

ISBN 978-5-9907854-0-3

В семнадцатом выпуске сборника научных трудов «**Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики**» опубликованы статьи профессорско-преподавательского состава и аспирантов, ведущих ученых, написанные по результатам исследований, выполненных в последние годы и имеющих важное теоретическое и прикладное значение.

УДК 629.114.2.004:639.95

**РАСЧЕТ ТЯГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ  
НА СМЕСЕВОМ ТОПЛИВЕ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА**

Карташевич А.Н. – докт. техн. наук, профессор  
Товстыка В.С. – канд. техн. наук, доцент  
УО Белорусская ГСХА, г. Горки, Республика Беларусь  
Плотников С.А. – докт. техн. наук, и.о. профессора  
Черемисинов П.Н. – аспирант  
ФГБОУ ВО ВятГУ, г. Киров, Россия

Основными направлениями по снижению загрязнения окружающей среды при работе автотракторной техники, являются: снижение расхода топлива, улучшение качества рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания (ДВС), развитие автотракторной техники, работающей на альтернативных возобновляемых видах топлива.

Наряду с проблемой снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) в ряде стран, в том числе и в Республике Беларусь, существует проблема обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами.

Снизить негативное воздействие тракторов на окружающую среду и уменьшить зависимость от минерального топлива можно, используя смесевое топливо на основе рапсового масла (РМ). Экологическую, экономическую и энергетическую эффективность использования этих топлив доказывают исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом. Наряду с этим, рост потребности в растительном сырье для изготовления топлива повышает доходность сельского хозяйства [2, 4, 6].

Практически все исследователи пришли к выводу, что использование смесевых топлив (СТ) в тракторах позволяет снизить расход чистого дизельного топлива (ДТ) и улучшить их экологические показатели без ущерба тяговому. Дальнейшее улучшение эксплуатационных показателей тракторов при использовании данного вида топлива возможно путём регулирования количества РМ в смесевом топливе в зависимости от режима работы машины. Это обуславливается различной степенью влияния смесевых топлив на показатели рабочего процесса силовой установки при смене режима работы.

Изменение тяговых показателей колесного трактора можно оценить по тяговой характеристике. Тяговые характеристики строятся при работе трактора на установившихся режимах и при движении по горизонтальному участку. Тяговую характеристику можно построить расчетным путем для типичных почвенных фонов.

Произведем расчет и построим теоретическую тяговую характеристику при работе трактора «Беларус-922» на стерне на двух видах топлива – дизельном топливе и смесевом топливе, состоящем из 60 % ДТ и 40 % РМ. В связи с тем, что РМ имеет теплоту сгорания ниже, чем у ДТ для реализации трактором одинаковой крюковой мощности, необходимо увеличить часовой расход смесевого топлива. Для построения тяговой характеристики используем внешнюю скоростную характеристику дизеля Д-245.5, устанавливаемого на тракторе «Беларус-922».

При построении теоретической тяговой характеристики примем ряд допущений [1, с. 165].

1. КПД трансмиссии трактора не изменяется от степени загрузки движителя и имеет для каждой передачи постоянное значение.
2. Коэффициент сопротивления движению трактора не изменяется на всех режимах работы.

Силу тяги на крюке, тяговый КПД, крюковую мощность, действительную скорость движения и удельный расход топлива трактора рассчитаем по следующим формулам [1, с. 165–169]:

$$P_{кр} = P_k - P_f = \frac{M_{кр} \cdot i_{тр} \cdot \eta_{mp}}{10^3 \cdot r_k} - P_f, \quad (1)$$

где  $P_{кр}$  – сила тяги на крюке, кН;  
 $P_k$  – касательная сила тяги, кН;  
 $P_f$  – сила сопротивления качанию, кН;  
 $i_{тр}$  – передаточное число трансмиссии трактора;  
 $r_k$  – динамический радиус колеса, м;  
 $\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии трактора.

$$\eta_m = \eta_{mp} \cdot \eta_r \cdot \left(1 - \frac{P_f}{P_k}\right) \cdot v, \quad (2)$$

где  $\eta_r$  – тяговый КПД трактора;  
 $\eta_r$  – КПД, отражающий потери в движителе;  
 $v$  – буксование.

$$N_{кр} = \eta_m \cdot N_e, \quad (3)$$

где  $N_{кр}$  – крюковая мощность, кВт;  
 $N_e$  – эффективная мощность силовой установки трактора, кВт.

$$V_d = r_k \cdot \left(1 - \frac{v}{1000}\right) \cdot \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot i_{тр}}, \quad (4)$$

где  $V_d$  – действительная скорость движения трактора, м/с;  
 $\pi$  – математическая константа, выражающая отношение длины окружности к её диаметру.

$$g_{кр} = \frac{1000 \cdot G_m}{N_{кр}}, \quad (5)$$

где  $g_{кр}$  – удельный расход топлива, г/кВт·ч;  
 $G_m$  – часовой расход топлива, кг.

Расчёты по формулам (1–5) произведём при работе трактора на трёх режимах:

1) трактор «Беларус-922» работает на 2-й передаче 1-го диапазона с включенным мультипликатором;

2) трактор «Беларус-922» работает на 3-й передаче 1-го диапазона;

3) трактор «Беларус-922» работает на 2-й передаче 1-го диапазона.

Результаты расчётов приведены на рисунках 1 и 2.

Из рисунков 1 и 2 видно, что для поддержания неизменной скорости и крюковой мощности трактора при переводе его работы с чистого ДТ на СТ необходимо увеличивать часовой расход смесового топлива, соответственно, удельный крюковой расход топлива повысится на 5,1%. Однако, применение смесового топлива позволит сократить расход трактором чистого ДТ.

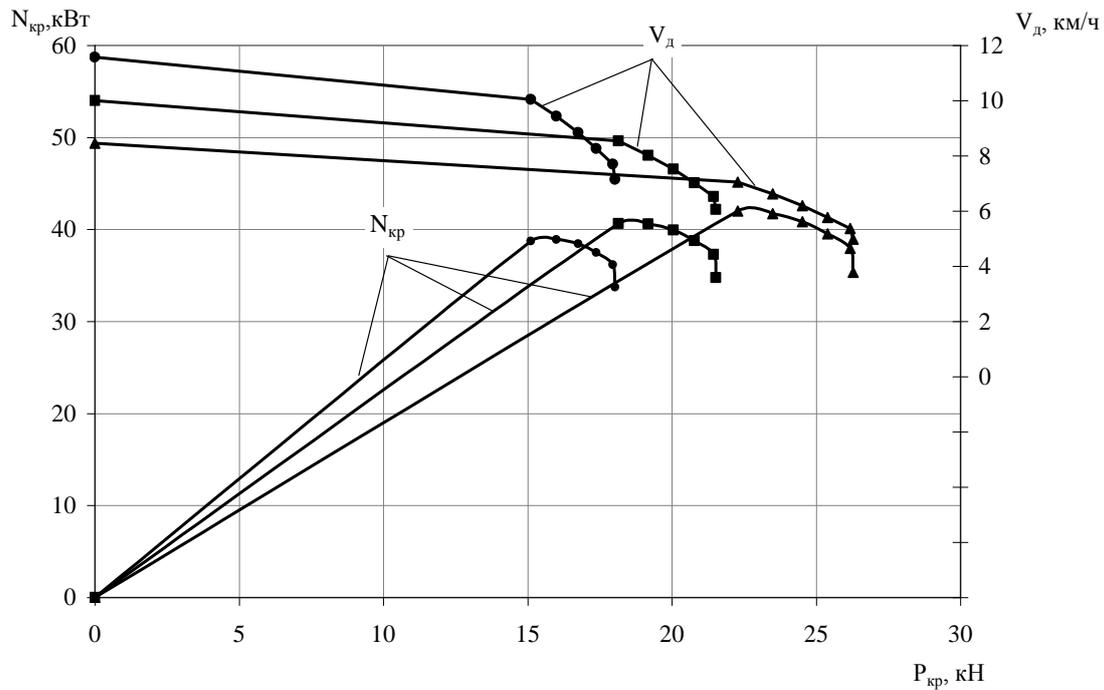


Рисунок 1 - Зависимость крюковой мощности и действительной скорости движения трактора от силы тяги на крюке:

—○— 1-й режим работы; —■— 2-й режим работы; —▲— 3-й режим работы

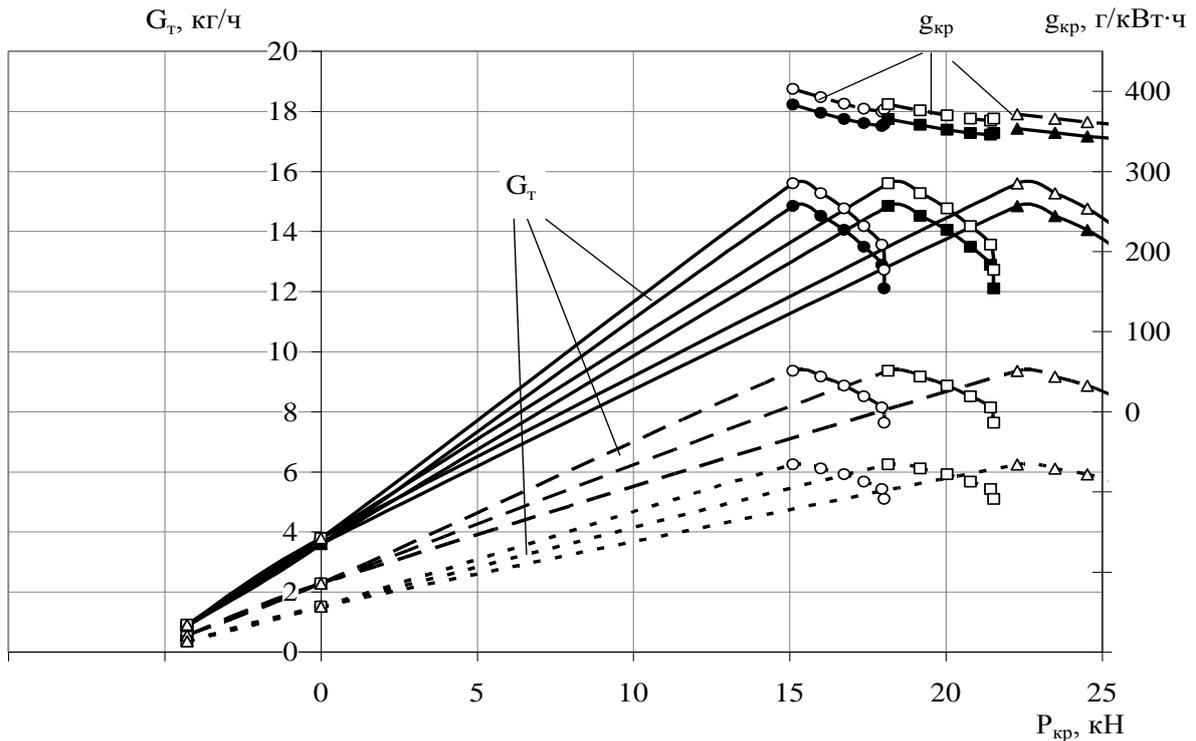


Рисунок 2 - Зависимость часового и удельного расходов топлива трактора «Беларус-922» от силы тяги на крюке при работе на ДТ и СТ, состоящем из 60 % ДТ и 40 % РМ:

—○— 1-й режим работы на ДТ; —○— 1-й режим работы на СТ; —○— расход ДТ при работе на СТ на 1-м режиме; - - - расход РМ при работе на СТ на 1-м режиме;  
 —■— 2-й режим работы на ДТ; —□— 2-й режим работы на СТ; —□— расход ДТ при работе на СТ на 2-м режиме; - - - расход РМ при работе на СТ на 2-м режиме работы;  
 —▲— 3-й режим работы на ДТ; —△— 3-й режим работы на СТ; —△— расход ДТ при работе на СТ на 3-м режиме; - - - расход РМ при работе на СТ на 3-й режиме работы.

Произведём расчёты снижения часового расхода ДТ при применении смесового топлива различной концентрации. Обозначим часовые расходы ДТ и СТ как  $G_{дт}$  и  $G_{см}$ , а их низшую расчетную теплоту сгорания как  $H_{дт}$  и  $H_{см}$ . Тогда при работе дизеля на смесовом топливе с достаточной точностью должно выполняться условие

$$G_{см}/G_{дт} \approx H_{дт}/H_{см}, \quad (6)$$

Или, несколько видоизменив формулу, получим

$$G_{см} = G_{дт}H_{дт}/((1 - b)H_{дт} + bH_{рм}), \quad (7)$$

где  $H_{рм}$  – низшая расчетная теплота сгорания рапсового масла;

$b$  – относительное содержание рапсового масла в смеси.

Учитывая, что часовой расход ДТ при работе дизеля на СТ

$$G_{дт(см)} = G_{см} (1 - b) \quad (8)$$

и, поделив обе части на  $G_{дт}$ , получим удельное значение часового расхода ДТ при работе дизеля на СТ по отношению к его значению при работе на чистом ДТ:

$$G_{ч} = (1 - b)H_{дт}/((1 - b)H_{дт} + bH_{рм}). \quad (9)$$

Расчет по выражению (9) позволяет получить ориентировочные значения экономии ДТ при работе дизеля на СТ по сравнению с работой на ДТ.

Так, в случае содержания РМ в смеси 10, 20, 30 и 40 %, экономия ДТ не будет превышать соответственно 8,9; 18; 27,3 и 36,9 %.

В действительности эти значения могут быть несколько меньше, так как на показатели топливной экономичности дизеля окажет свое влияние изменение параметров рабочего цикла силовой установки трактора.

Для комплексного улучшения эксплуатационных показателей трактора при работе на смесях ДТ и РМ также необходимо разрабатывать и применять системы регулирования состава смесового топлива.

## Литература

1. Гуськов В.В. Тракторы. Часть II. Теория /В.В. Гуськов. Минск: Высш. шк., 1977. 384 с.
2. Карташевич, А.Н. Изменение экологических показателей дизеля при использовании в системе питания рапсового масла / А.Н. Карташевич, В.А. Белоусов, В.С. Товстыка //Human and Nature safety: fourteenth international scientific-practical conference, Akademija (Kauno r.), 14–17 may and 12,13 June 2008 / editorial board: P. Abaravizius [and others]. Kauno, 2008. С. 53–55.
3. Карташевич А.Н., Товстыка В.С., Плотников С.А. Показатели работы тракторного дизеля на рапсовом масле. - Двигателестроение, 2011. № 2. С. 39–41.
4. Колчинский, Ю.Л. Тенденции производства и использования рапсового масла в России и за рубежом / Ю.Л. Колчинский // Информационный бюллетень. ГУП РТ «Республиканский информационно-вычислительный центр». Казань. №8. 2008.
5. Плотников С.А. Создание новых альтернативных топлив. Концепт. 2014. Спецвыпуск № 10. <http://e-koncept.ru/2014/14621.htm>.
6. Федоров, В.Ф. Состояние и развитие производства биотоплива / В.Ф. Федоров, Ю.Л. Колчинский, Е.П. Шилова. М.: ФГНУ «Росинформагротехник», 2007. 130 с.