

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС-922» С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ЕГО  
ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ  
НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАПСОВОГО МАСЛА**

**Товстыка Виктор Станиславович, к.т.н., доцент**

**Полесский государственный университет**

Taustyka Viktor, PhD, tovstyka.v@polessu.by

Palessky State University

В статье приводятся результаты эксплуатационных испытаний трактора «Беларус 922» с установленным устройством регулирования состава смесового топлива на основе рапсового масла. Установка устройства привела к уменьшению расхода дизельного топлива за счёт замещения его рапсовым маслом и снижению дымности, выбросов оксида углерода и увеличению количества оксидов азота в отработавших газах.

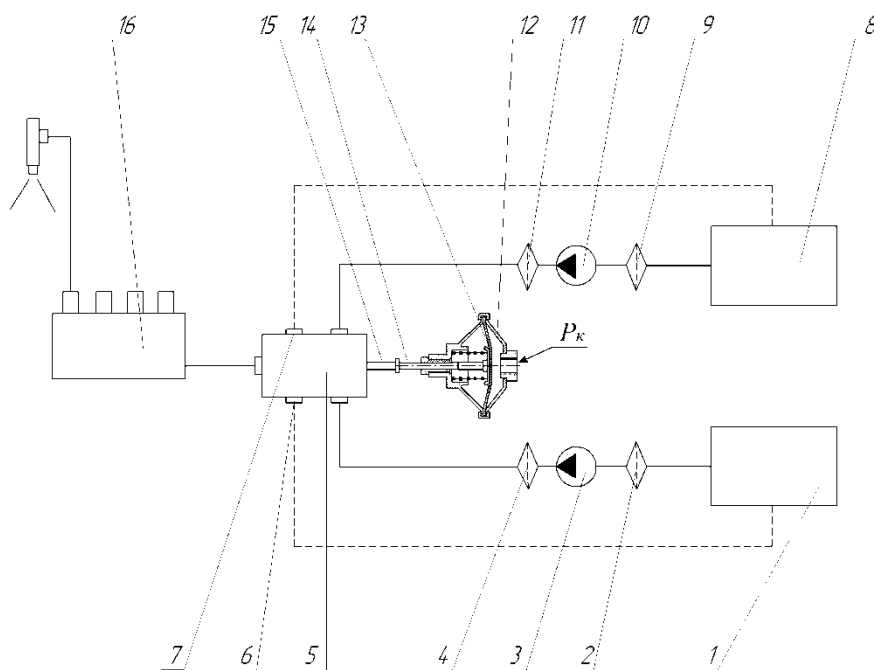
**Ключевые слова:** экология, рапсовое масло, дизельное топливо.

С каждым годом парк автотракторной и комбайновой техники растёт, увеличивается единичная мощность и расширяется сфера применения техники. Всё это приводит к увеличению загрязнения атмосферы токсичными веществами отработавших газов и увеличению их вредного воздействия. Поэтому улучшение экологических показателей автотракторной и комбайновой техники имеет важное значение.

Улучшить экологические показатели дизеля и снижение потребления минерального топлива возможно используя альтернативные возобновляемые топлива с добавлением рапсового масла. 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 [1, с. 102, 2]. Кратковременное использование растительных масел в качестве моторного топлива улучшает экологические показатели дизелей, мощность остаётся практически на уровне дизельного процесса, однако происходит снижение удельного расхода топлива в связи с понижен-

ной теплотой сгорания растительного масла [3, с. 54]. Длительное использование растительных масел в дизелях без снижения их ресурса возможно при условии подбора оптимальной камеры сгорания, глубокой очистки растительного масла, подбора сорта масла с необходимым жирнокислотным составом, использования не чистого растительного масла а его смеси с нефтяным ДТ, добавление в растительное масло присадок снижающих нагарообразование и добавление антиокислительных присадок в моторное масло.

Нами была разработана и исследована на моторном стенде системы регулирования состава смесевое топлива для дизельного двигателя с наддувом [4]. С целью исследования работоспособности системы в реальных условиях были проведены эксплуатационные испытания трактора БЕЛАРУС-922, с дизельным двигателем Д-245.5. Топливная система трактора была дополнительно доукомплектована согласно схеме [5] приведённой на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Система регулирования состава смесевое топлива для дизельного двигателя с наддувом: 1, 8 – бак для ДТ и биотоплива; 2, 9 – фильтры грубой очистки ДТ и биотоплива; 3, 10 – топливоподкачивающие насосы ДТ и биотоплива; 4, 11 – фильтры тонкой очистки ДТ и биотоплива; 5 – смеситель-дозатор; 6, 7 – перепускные клапаны ДТ и биотоплива; 12 – пневмокорректор; 13 – подпружиненная мембрана; 14 – шток; 15 – плунжер; 16 – топливный насос высокого давления**

Работа трактора с устройством регулирования исследовалась на двух операциях: вспашка (трёхкорпусный плуг ПЛН-3-3,5), предпосевная обработка почвы (АКШ-3,6-01).

Во время проведения испытаний тракторный дизель работал на повышенных частотах вращения и с высокими нагрузками. На этих режимах работы давление наддувочного воздуха имеет значения, при которых устройство регулирования состава смесевое топлива подаёт к топливному насосу высокого давления смесь, состоящую из 60 % ДТ и 40 % РМ. В таблице 1 представлены результаты сравнительных испытаний трактора при работе на чистом ДТ и при работе с установленным устройством регулирования.

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний трактора «Беларус 922» при работе на чистом ДТ и с установленным устройством регулирования

Сельскохозяйственная машина	Состав топлива	n, мин <sup>-1</sup>	G <sub>m</sub> , кг/ч	E <sub>c</sub> , г/ч	E <sub>NOx</sub> , г/ч	E <sub>CO</sub> , г/ч	P <sub>кр</sub> , кН	V <sub>т</sub> , км/ч	V <sub>р</sub> , км/ч	N <sub>кр</sub> , кВт
ПЛН-3-35	ДТ	1800	11,15	10,53	323,8	128,7	12,69	9,33	8,781	30,95
	60% ДТ + 40% РМ	1800	11,79	6,59	350,8	128,9	12,81	9,33	8,776	31,23
АКШ-3,6-01	ДТ	1700	12,02	17,01	360,12	158,43	10,53	10,2	9,614	28,12
	60% ДТ + 40% РМ	1700	12,69	10,56	394,2	119,02	10,62	10,2	9,609	28,35

Как видно по результатам исследований, представленных в таблице 1 часовой расход топлива при работе трактора на вспашке с устройством регулирования состава СТ увеличился на 5,74 % по сравнению с чистым ДТ, а при предпосевной обработке почвы увеличение составило 5,57 %. Выбросы ТЧ снижаются при работе трактора на СТ. Так для трактора «Беларус 922» с устройством регулирования, работающего с ПЛН-3-35 снижение, составляет 59,8 % по сравнению с работой на ДТ, а при работе с АКШ-3,6-01 – 61%. Также при работе с АКШ наблюдается снижение выбросов СО на 33,1 %. Однако на обеих операциях при применении устройства регулирования возрастают выбросы оксидов азота. На вспашке увеличение составляет 8,3 %, а при предпосевной обработке почвы – 9,5 %. Изменения нагрузки на крюке и реальной скорости движения составляют менее 1%. Эти изменения связаны с возможными различиями физических свойств почвы и считаем необходимым их не учитывать.

Согласно техническим характеристикам часовая производительность ПЛН-3-35 составляет 0,94 га/ч, а АКШ-3,6-01 – 2,61 га/ч. Методикой проведения эксперимента не предусматривалось проведение замеров на холостых поворотах и во время остановок с работающим двигателем, поэтому расчёт погектарного расхода топлива проведём по упрощённой формуле:

$$G'_{\tau} = \frac{G_{\tau}}{W_{\tau}}, \quad (1)$$

где  $G'_{\tau}$  – погектарный расход топлива, кг/га;  $G_{\tau}$  – часовой расход топлива, кг/ч;  $W_{\tau}$  – часовая производительность трактора, кг/га.

Для расчёта погектарных выбросов токсичных компонентов используем аналогичные формулы:

$$E'_{c} = \frac{E_c}{W_{\tau}} \quad (2)$$

$$E'_{NOx} = \frac{E_{NOx}}{W_{\tau}} \quad (3)$$

$$E'_{CO} = \frac{E_{CO}}{W_{\tau}} \quad (4)$$

где  $E'_{c}$ ,  $E'_{NOx}$ ,  $E'_{CO}$  – погектарный выброс твёрдых частиц, окислов азота, оксида углерода, кг/га,  $E_c$ ,  $E_{NOx}$ ,  $E_{CO}$  – часовые выбросы твёрдых частиц, окислов азота, оксида углерода, г/ч.

Результаты расчётов по формулам 1 – 4 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Удельные показатели работы трактора «Беларус 922» на чистом ДТ и с установленным устройством регулирования

Сельскохозяйственная машина	Состав топлива	$G'_T$ , кг/га	$E'_C$ , г/га	$E'_{NOx}$ , г/га	$E'_{CO}$ , г/га
ПЛН-3-35	ДТ	11,86	11,2	344,4	136,9
	60% ДТ + 40% РМ	12,54	8,04	373,2	137,1
АКШ-3,6-01	ДТ	4,61	6,52	137,9	60,7
	60% ДТ + 40% РМ	4,86	4,04	151	45,6

Погектарный расход топлива с установкой устройства регулирования увеличился как при работе с плугом (12,54 кг/га против 11,86 кг/га), так и при работе с АКШ (4,86 кг/га против 4,61 кг/га). Выбросы ТЧ снизились с 11,2 г/га до 8,04 г/га на вспашке и с 6,52 г/га до 4,04 г/га при предпосевной обработке почвы. Так же наблюдалось снижение выбросов СО при работе трактора с АКШ-3,6-01 с 60,7 г/га до 45,6 г/га. На вспашке выбросы оксида углерода не изменились. Однако при применении устройства регулирования наблюдалось увеличение выбросов окислов азота при работе с плугом на 28,8 г с 344,4 г/га до 373,2 г/га, а при работе с АКШ на 13,1 г с 137,9 г/га до 151 г/га.

Эксплуатационные испытания системы регулирования на тракторе «Беларус 922» показали работоспособность системы в реальных условиях. При этом погектарный расход топлива с установкой устройства регулирования увеличился, как при работе с плугом (12,54 кг/га против 11,86 кг/га), при работе с АКШ (4,86 кг/га против 4,61 кг/га). Выбросы твердых частиц снизились с 11,2 г/га до 8,04 г/га на вспашке и с 6,52 г/га до 4,04 г/га при предпосевной обработке почвы. Наблюдалось снижение выбросов СО при работе трактора с АКШ-3,6-01 с 60,7 г/га до 45,6 г/га. Однако при применении устройства регулирования произошло увеличение выбросов окислов азота при работе с плугом на 28,8 г/га, а при работе с АКШ на 13,1 г/га.

#### Список использованных источников

1. Карташевич, А.Н. Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка. Горки: БГСХ, 2007. 264 с.
2. Разработать технологии возделывания сорта рапса с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот и его комплексной переработки с получением различных видов дизельного топлива и сопутствующих продуктов: комплексный государственный научно-технический проект «Дизельное биотопливо» / НИИ ФХП БГУ Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем». Минск, 2002.
3. Ефанов, А.А. Улучшение экологических характеристик дизеля регулированием состава смесового биотоплива: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. / А.А. Ефанов. Москва, 2008. 127 с.
4. Карташевич, А.Н. Результаты работы устройства регулирования на основе рапсового масла в условиях эксплуатации / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2010. – № 4. – С. 151–156.
5. Патент на полезную модель №6626. Система регулирования состава смесового топлива для дизельного двигателя с наддувом / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка; заявитель и патентообладатель Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Зарегистрирована в государственном реестре полезных моделей 29.06.2010; опубликован: 30.10.2010. // Афіцыйны бюлетэнь: Вынаходніцтвы. Карысныя мадэлі. Прамысловыя узоры. – Мн.: Дзяржаўны патэнтны камітэт Рэспублікі Беларусь, 2010. – №5.