

# ВЕСТНИК

## БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Научно-методический журнал  
Издается с января 2003 г.  
Периодичность издания – 4 раза в год

2011 № 1

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь журнал включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным, техническим (сельскохозяйственное машиностроение) и экономическим (агропромышленный комплекс) наукам

### СОДЕРЖАНИЕ

#### *АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА*

М.М. Жудро. Экономическое обоснование приоритетных факторов эффективного развития растениеводства.....	5
Н.А. Тригуб. Конкурентоспособность продукции как экономическая категория.....	11
Б.М. Шундалов, А.В. Клочков. Рейтинговая оценка работы зерноуборочных комбайнов в условиях Республики Беларусь.....	15
А.Н. Куриленко. Совершенствование механизма оплаты труда в льноводческой отрасли Республики Беларусь.....	20
Збигнев Бочек, М.З. Фрейдин. Финансирование инвестиционных проектов в странах ЕС.....	24
Антони Мицкевич, Павел Мицкевич. Состояние польского сектора продовольствия после вступления Польши в ЕС.....	27

#### *ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО*

О.А. Мерзлова. Разработка параметров целесообразности возвращения загрязненных радионуклидами земель в сельскохозяйственное производство.....	33
Н.Н. Петрова, Е.А. Блохина. Оценка показателей качества зерна озимой мягкой пшеницы ...	37
С.В. Егоров, Н.А. Дуктова, Т.В. Кардис. К вопросу об использовании экспрессных методов контроля качества зерна.....	43
И.Р. Вильдфлуш, О.И. Мишура. Влияние комплексного применения удобрений и регуляторов роста растений на продукционные процессы, урожайность и качество яровой пшеницы.....	47
И.М. Нестерова, Б.В. Шелюто. Особенности роста и развития пажитника греческого ( <i>Trigonella foenum graecum</i> L.) в Беларуси.....	51
М.О. Моисеева, Т.В. Никонович, О.П. Шатарнов. Анализ регенерационной способности подсолнечника в культуре <i>in vitro</i> .....	55
Н.Н. Петрова, Е.А. Блохина. Оценка исходного материала озимой пшеницы по комбинационной способности в диаллельных скрещиваниях.....	59
Г.И. Витко, Г.И. Таранухо. Наследование апробационных признаков у люпина.....	66
Н.А. Дуктова, С.В. Егоров, Т.В. Кардис. Оценка родительских линий гибридов кукурузы с использованием метода электрофореза зеинов.....	72

<b>В.Н. Босак, В.В. Скорина, З.М. Алещенкова, М.Е. Кошман, Т.В. Колоскова, О.Н. Минюк.</b> Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений и фитостимолфа при возделывании сельскохозяйственных культур .....	76
<b>Г.И. Витко, Г.И. Тарануха, Г.А. Валюженич.</b> Экономическая и энергетическая эффективность возделывания новых сортообразцов узколистного люпина .....	79
<b>Г.А. Чернуха, А.В. Червяков, А.Р. Цыганов, М.И. Черкашин.</b> Влияние обработки почвы новым полимером-сорбентом на урожайность сельскохозяйственных культур и параметры накопления радионуклидов .....	84
<b>Б.В. Шелюто, И.М. Нестерова.</b> Пажитник греческий ( <i>Trigonella foenum graecum</i> L.) – перспективная кормовая культура для Беларуси .....	87
<b>О.С. Корзун, С.В. Исаев.</b> Метеорологические условия формирования урожайности пайзы при различных сроках посева .....	91
<b>М.Н. Авраменко, В.И. Бушуева.</b> Сравнительная характеристика новых сортообразцов галеги восточной различных фенотипов .....	96

### ***МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО***

<b>А.В. Колмыков.</b> Организационно-экономический механизм регулирования сельскохозяйственного землепользования с целью повышения эффективности использования земель .....	102
<b>В.А. Свитин.</b> Совершенствование земельно-имущественных отношений в направлении дальнейшей либерализации экономической деятельности .....	110
<b>В.И. Желязко, В.В. Копытовский.</b> Приемы повышения экологической безопасности специализированных мелиоративных систем .....	116

### ***МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ***

<b>В.Р. Петровец, С.В. Колос.</b> Анализ и исследование основных типов современных сошников ....	123
<b>А.Н. Карташевич, Д.С. Короленок.</b> Результаты исследования системы подачи пара во впускной коллектор дизеля и ее влияние на технико-экономические и экологические показатели трактора при выполнении сельскохозяйственных работ .....	127
<b>В.И. Клименко, В.Р. Петровец, В.Л. Самсонов.</b> Эффективность использования современных технологий возделывания картофеля .....	130
<b>И.И. Пиуновский, В.Р. Петровец.</b> Интенсификация влагоотдачи скошенных трав .....	137
<b>А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка.</b> Влияние смесового топлива на основе рапсового масла на эксплуатационные показатели колесного трактора .....	142
<b>А.В. Червяков, С.В. Курзенков, Д.А. Михеев.</b> Теоретические исследования движения материальной точки по поверхности камеры смешивания центробежного дражиратора .....	146
<b>В.С. Товстыка.</b> Улучшение рабочего процесса силовой установки трактора регулированием состава смесового топлива .....	153

### ***ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ***

<b>С.А. Киселев.</b> Направления воспитания в процессе обучения .....	157
---	-----

### ***РЕЦЕНЗИИ***

<b>Г.И. Тарануха, М.Н. Старовойтов, В.Г. Тарануха.</b> Рецензия на учебник «Кормопроизводство» А.А. Шелюто [и др.] (Под ред. А.А. Шелюто. – Минск: ИВЦ Минфина, – 2009. – 472 с.) .....	160
<b>Э.И. Михневич.</b> Рецензия на учебник «Сельскохозяйственные мелиорации» А.П. Лихацевича, М.Г. Голченко, Г.И. Михайлова (Под ред. А.П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, – 2010. – 464 с.) .....	162
<b>Д.В. Кольчевский.</b> Рецензия на книгу «Жемчужина в Горках: Архитектурный ансамбль сельхозакадемии» С.А. Сергачева (Минск: Изд. В. Хурсик, – 2010. – 212 с. – ил.) .....	162
<b>Сведения об авторах</b> .....	165

В.С. ТОВСТЫКА

УЛУЧШЕНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ТРАКТОРА  
РЕГУЛИРОВАНИЕМ СОСТАВА СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА*(Поступила в редакцию 25.02.11)*

*В статье теоретически обосновывается возможность улучшения рабочего процесса силовой установки трактора регулированием состава смеси топлива, описывается его влияние на изменение параметров топливного факела. Рассматривается целесообразность использования смеси топлива переменного состава при работе дизеля с устройством, позволяющим изменять концентрацию рапсового масла в смеси в зависимости от режима работы дизеля. Приводится аналитическая зависимость, связывающая динамическую испаряемость топлива с приведенным вихревым отношением, скоростью движения трактора и силой тяги на крюке, показывающая, что улучшить показатели работы трактора на режимах с низкой нагрузкой можно, уменьшив динамическую испаряемость топлива, то есть снизив кон-*

*центрацию рапсового масла в смеси топлива.*

*The article theoretically bases the possibility of improving the working process of tractor power plant by the regulation of mixed fuel composition and describes its influence on the change in the parameters of fuel flame. We have examined the possibility of the use of mixed fuel with changeable composition for diesel work with a device, which allows changing the concentration of rape oil in the mixture depending on the mode of diesel operation. We have shown analytical dependence, which relates dynamic evaporation of fuel to storm relation, the speed of tractor movement and the force of traction on a hook, which shows, that it is possible to improve the indicators of the work of tractor in modes with low load by decreasing dynamic evaporation of fuel, that is, by reducing the concentration of rape oil in mixed fuel.*

**Введение**

Особенности организации процессов горения топлива в силовых установках тракторов и автомобилей обуславливают образование вредных веществ, выбрасываемых вместе с отработавшими газами в окружающую среду, оказывающих вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей. В отработавших газах дизелей концентрации оксидов углерода и углеводородов значительно ниже, чем у бензиновых, однако дизели в больших количествах выбрасывают оксиды азота и твердые частицы (в основном сажу).

В идеальном случае при полном сгорании углеводородного топлива должны были бы образовываться только продукты полного сгорания топлива: диоксид углерода  $\text{CO}_2$  и вода  $\text{H}_2\text{O}$ . Практически же вследствие физико-химических процессов в цилиндрах двигателя действительный состав ОГ очень сложный и включает более 1000 токсичных соединений, большую часть из которых представляют различные углеводороды [1].

Снижение вредного воздействия на окружающую среду при использовании автотракторной техники можно добиться как улучшением организации процессов, происходящих в цилиндрах двигателей, так и изменением состава применяемого топлива. В настоящее время широко исследуются и применяются в качестве моторного топлива для дизелей спирты, диметиловый эфир, растительные масла и продукты их химической переработки. Для условий Республики Беларусь перспективным возобновляемым топливом является рапсовое масло (РМ) [2].

**Анализ источников**

Расширение ассортимента моторных топлив для дизелей на практике может привести (с точки зрения организации рабочего процесса существующего дизеля) к ухудшению таких его качеств, как цетановое число, плотность, испаряемость, вязкость, снижению или увеличению нижней расчетной теплоты сгорания. Вследствие этого изменяются параметры впрыскивания, распыливания и смешения.

Характеристики процесса топливоподачи в дизелях зависят от скорости истечения топлива из

сопловых отверстий, скорости продвижения переднего фронта факела и глубины его проникновения в камеру (дальнобойкости), угла конуса факела, распределения топлива в объеме факела, мелкости и однородности его распыливания [3].

Исследование процессов топливоподачи возможно как экспериментальными методами, так и моделированием этих процессов с использованием различных математических моделей. При этом моделирование позволяет уменьшить материальные затраты и сократить время исследований.

При рассмотрении процессов впрыскивания и распыливания важными показателями, влияющими на качество смесеобразования, являются: длина струи  $L$ , угол конуса раскрытия струи  $\beta$ , мелкость распыливания [3].

Исследуя процессы смесеобразования необходимо определять динамику развития струй распыленного топлива. В этой области широко известны работы таких ученых, как И.В. Астахов, В.А. Кутовой, А.С. Лышевский, В.И. Трусов, А.С. Хачиян и др. [3, 4, 5].

#### Методы исследования

Произведем расчет основных параметров топливного факела по методике, предложенной А.С. Лышевским [3]:

Длина струи распыленного топлива определяется следующим образом:

$$L = \sqrt{\frac{d_c \cdot U_c}{\sqrt{2} \cdot a_n}} \cdot t, \quad (1)$$

где  $d_c$  – диаметр соплового отверстия форсунки, м;  $U_c$  – скорость истечения топлива из отверстия форсунки, м/с;  $a_n$  – коэффициент, зависящий от критериев Вебера и Лапласа;  $t$  – время истечения струи, с.

Зависимость для определения угла конуса раскрытия струи  $\alpha$  имеет вид:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0.00751 \cdot \frac{W_e^{0.32} \cdot \sqrt{\rho}}{M^{0.07}}, \quad (2)$$

где  $W_e$  – числовой критерий Вебера;  $\rho$  – отношение плотности воздуха в камере сгорания к плотности топлива;  $M$  – числовой критерий Лапласа.

Мелкость распыливания оценим по среднему диаметру капель, взвешенному по удельной поверхности:

$$D = 1.445 \cdot d_c \cdot \frac{M^{0.0733}}{(\rho \cdot W_e)^{0.266}}. \quad (3)$$

Произведем расчет для условий работы дизеля Д-245.5S2 на трех режимах работы согласно восьмиступенчатому испытательному циклу правил ЕЭК ООН № 96 [6].

#### Основная часть

Данные расчета по формулам (1–3) представлены на рис. 1.

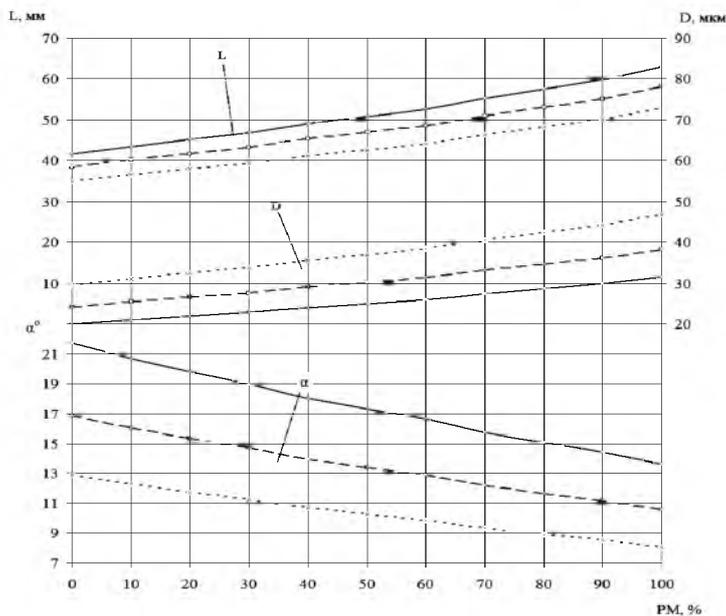


Рис. 1. Влияние смеси топлива на основе рапсового масла

на параметры распыливания при различных режимах работы дизеля

- режим №1, частота вращения номинальная  $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ , нагрузка 100% от номинальной;
- режим №3, частота вращения номинальная  $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ , нагрузка 50% от номинальной;
- ×— режим №8, частота вращения  $n=830 \text{ мин}^{-1}$ , нагрузка 0.

Расчеты показывают (рис. 1), что с ростом концентрации рапсового масла в дизельном топливе (ДТ) длина струи и средний диаметр капель увеличиваются, а угол конуса раскрытия топливной струи уменьшается. При этом эти показатели изменяются в зависимости от режима работы дизеля. Так, с уменьшением нагрузки снижается плотность воздуха в камере сгорания и давление впрыска топлива форсункой, при этом увеличивается дальнобойкость топливной струи и средний диаметр капель, а угол конуса раскрытия струи снижается.

Как видно из рис. 1, при работе дизеля на номинальном режиме на чистом ДТ длина струи составляет 41,6 мм, а при работе дизеля на топливе с содержанием рапсового масла 40% и чистом РМ – 49,1 и 63 мм соответственно. При снижении нагрузки на дизель длина струи уменьшается, но увеличивается средний диаметр капель распыленного топлива. На номинальном режиме для ДТ он составляет 20 мкм, при отсутствии нагрузки и минимальных холостых оборотах двигателя – 29,6 мкм. При работе дизеля на РМ этот показатель составляет 31,6 мкм и 44,7 мкм соответственно. Угол конуса раскрытия струи топлива снижается с увеличением количества РМ в ДТ на всех режимах работы дизеля. Для дизельного топлива на номинальном режиме он равен 13,7°, на режиме холостого хода – 12,9°. Для рапсового масла на номинальном режиме угол составляет 13,6°, на режиме холостого хода – 8°.

Рассчитаем изменение показателей впрыска топлива в зависимости от режима работы дизеля согласно 8-ступенчатому испытательному циклу на чистом ДТ, смесевом топливе, содержащем 20% РМ и 40% РМ и смесевом топливе переменного состава при работе дизеля с устройством, позволяющим изменять концентрацию рапсового масла в смесевом топливе в зависимости от режима работы дизеля [7] (рис. 2).

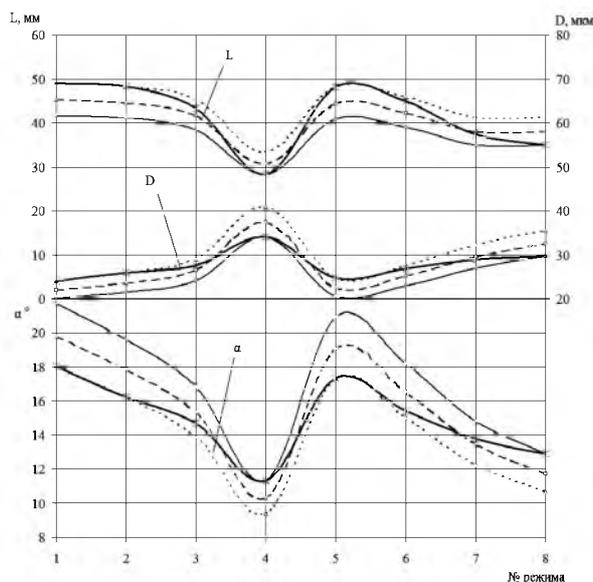


Рис. 2. Зависимость показателей впрыска топлива от режима работы дизеля по восьмиступенчатому испытательному циклу правил ЕЭК ООН № 96  
—○— — дизельное топливо; —□— — топливо 20% РМ + 80% ДТ; - -△ - - топливо 40% РМ+60% ДТ;  
—\*— — СТ переменного состава (концентрация рапсового масла от 0 до 40%).

Из данных, приведенных на рис. 2, видно, что значения параметров впрыска на всех рассматриваемых режимах значительно отличаются от параметров на номинальном режиме.

При впрыске ДТ предельные значения параметров составляют:  $L_{max}=41,6$  мм,  $D_{max}=34,1$  мкм,  $\alpha_{min}=11,3^\circ$ , в то время как при использовании смеси с концентрацией рапсового масла 40% –  $L_{max}=49,1$  мм,  $D_{max}=41$  мкм,  $\alpha_{min}=9,4^\circ$ , при использовании разработанного устройства –  $L_{max}=49,1$  мм,  $D_{max}=34,1$  мкм,  $\alpha_{min}=11,3^\circ$ . Применение разработанного устройства позволяет сгладить параметры впрыска смесевое топлива, уменьшив максимальный диаметр капель с 41 мкм для смеси с концентрацией рапсового масла 40% до 34 мкм, соответствующего впрыску чистого ДТ, и увеличив угол распыла с  $9,4^\circ$  до  $11,3^\circ$  соответственно.

Такое изменение показателей впрыска топлива при использовании системы регулирования состава смесевое топлива в зависимости от режима работы двигателя должно положительно сказаться на эксплуатационных параметрах дизеля, так как позволяет уменьшить максимальный диаметр капель впрыскиваемого топлива с 41 мкм до 34,1 мкм и увеличить минимальный угол распыла с  $9,4^\circ$  до  $11,3^\circ$ .

Данные расчетов впрыска топлива показывают, что с уменьшением нагрузки на двигатель снижается цикловая подача топлива, следовательно, уменьшается среднее давление впрыска форсункой, что приводит к снижению качества распыла топлива и соответственно будет требоваться повышение интенсивности вихревого движения в цилиндре двигателя.

Дизельный двигатель является основной силовой установкой для сельскохозяйственных и промышленных тракторов. Трактора в период своей эксплуатации выполняют работы с различными агрегатами и орудиями, требующими изменения как нагрузочного, так и скоростного режима работы дизеля. Однако для получения наибольшей отдачи от трактора при эксплуатации и снижения затрат стремятся вывести работу его силовой установки на определенный оптимальный режим. Изменение показателей качества топлива повлечет за собой необходимость изменения режима работы дизеля, и соответственно для сохранения оптимальных параметров работы силовой установки потребуется изменение режима работы трактора.

В работе [8] приводится аналитическая зависимость, позволяющая обосновать необходимость изменения концентрации рапсового масла в смесевом топливе в зависимости от режима работы дизеля и связывающая динамическую испаряемость топлива с приведенным вихревым отношением, частотой вращения и крутящим моментом дизеля:

$$N=i_{v,i} \cdot n \cdot M_{кр} \cdot \delta \delta_o = idem \quad (4)$$

где  $i_{v,i}$  – доля испарившегося топлива за период задержки воспламенения (динамическая испаряе-

мость топлива),  $n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $M_{кр}$  – крутящий момент на валу двигателя,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ,  $\delta$  – приведенное вихревое отношение,  $\delta_o$  – расчетный параметр.

В формуле (4) показатели частоты вращения и крутящего момента с учетом известных зависимостей [9] заменим на действительную скорость движения трактора  $V_d$  и силу тяги на крюке  $P_{кр}$ .

Тогда, для получения низких удельных показателей расхода топлива и токсичных компонентов при переходе трактора для работы с ДТ на топливо с другим фракционным составом, должно выполняться следующее условие:

$$N = i_{v,i} \cdot \frac{\delta}{\delta_o} \cdot \frac{3 \cdot 10^4}{\pi \cdot \left(1 - \frac{v}{100}\right) \cdot \eta_{mp}} \cdot V_d \cdot (P_{кр} + P_f) = idem. \quad (5)$$

Рассчитаем показатель  $N$  по формуле (5) для работы трактора с разными силами тяги на крюке и скоростями движения для ДТ и смесевых топлив с содержанием РМ 10%, 20%, 30% и 40% (табл. 1).

Таблица 1. Данные расчета параметра  $N$  на различных режимах работы трактора.

$V_d$ , км/ч	$P_{кр}$ , кН	Значение параметра $N$				
		100% ДТ	90% ДТ + 10% РМ	80% ДТ + 20% РМ	70% ДТ + 30% РМ	60% ДТ + 40% РМ
6,9	22,5	1679329	1622980	1571411	1494067	1410744
7,2	15,3	1139567	1101329	1066335	1013851	957309
7,5	8,2	685510	662508	641457	609885	575872
5,4	22,5	1260890	1218582	1179862	1121790	1059229
5,6	15,3	852892	824273	798083	758802	716484
5,9	8,2	495660	479028	463807	440979	416386

Как было показано на примере расчетов, приведенных в работе [8], лучшее смесеобразование соответствует большему значению параметра  $N$ . Для оптимальной работы трактора необходимо, чтобы усилие на крюке и скорость движения были наибольшими, то есть соответствовали номинальному режиму работы дизеля. При небольшом изменении скорости движения трактора и значительном снижении нагрузки на крюке показатель  $N$  снижается. То же самое наблюдается при неизменном  $P_{кр}$  и уменьшении  $V_d$ . Так, при работе трактора на СТ, состоящем из 60% ДТ и 40% РМ, при  $P_{кр}=8,2$  кН и  $V_d=7,5$  км/ч показатель  $N=575872$ . При необходимости поддержания трактором этого режима работы увеличить показатель  $N$  можно, уменьшив концентрацию РМ в СТ, и при работе на чистом ДТ показатель  $N$  примет значение 685510. Поэтому для улучшения показателей работы трактора на смесевом топливе при изменении нагрузки на крюке и скорости движения необходимо изменять концентрацию РМ в СТ. Значения концентрации РМ в СТ в зависимости от режима работы трактора можно определить, проведя ряд необходимых экспериментов.

#### Заключение

1. Теоретически установлено, что применение устройства регулирования состава смесового топлива в зависимости от режима работы трактора позволяет уменьшить максимальный диаметр капель впрыскиваемого топлива с 41 мкм до 34,1 мкм и увеличить угол распыла с  $9,4^\circ$  до  $11,3^\circ$ , что улучшает параметры впуска топлива и эксплуатационные показатели дизеля.

2. Приводится аналитическая зависимость, связывающая динамическую испаряемость топлива с приведенным вихревым отношением, скоростью движения трактора и силой тяги на крюке, показывающая, что улучшить показатели работы трактора на режимах с низкой нагрузкой можно, уменьшив динамическую испаряемость топлива, то есть снизив концентрацию рапсового масла в смесевом топливе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кульчицкий, А.Р. Токсичность автомобильных и транспортных дизелей / А.Р. Кульчицкий. М.: Академический проект, 2004. 400 с.
2. Карташевич, А.Н. Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка. Горки: БГСХА, 2007. 264 с.
3. Лышевский, А.С. Процессы распыливания топлива дизельными форсунками / А.С. Лышевский. М.: Машиностроение, 1963. 179 с.
4. Астахов, И.В. Подача и распыливание топлива в дизелях / И.В. Астахов, В.И. Трусов, А.С. Хачиян. М.: Машиностроение, 1971. 356 с.
5. Кутовой, В.А. Впрыск топлива в дизелях / В.А. Кутовой. М.: Машиностроение, 1981. 119 с.
6. Единые предписания, касающиеся официального утверждения двигателей от сжатия для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах в отношении выбросов загрязняющих веществ этими двигателями: Правила ЕЭК ООН №96. Введ. 01.07.2002. Минск: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. 117. С. 6.
7. Система регулирования состава смесового топлива для дизельного двигателя с наддувом: пат. на полезную модель №6626 / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка; заявитель и патентообладатель Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; заявлен: 04.01.2010; зарегистрирован в государственном реестре полезных моделей 29.06.2010; опубл.: 30.10.2010. // Офіцыйны бюлетэнь: Вынаходніцтвы. Карысныя мадэлі. Прамысловыя узоры. Минск: Дзяржаўны патэнтны камітэт Рэспублікі Беларусь, 2010. №5. 4 с.
8. Карташевич, А.Н. Влияние смесового топлива на эксплуатационные показатели дизеля при различных режимах работы / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. №4. С. 138–142.
9. Гуськов, В.В. Тракторы / В.В. Гуськов. Минск: Высш. школа, 1977. Ч. II. Теория. 384 с.