

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2010 № 3

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

А.А. Тимаев, А.М. Каган, А.Б. Гедранович. Оценка инновационного потенциала и анализ его использования на предприятиях агросервиса	5
Д.И. Дадеркина, О.А. Шевченко. Состояние и перспективы развития личных подсобных хозяйств граждан	10
О.Ч. Величко. Гендерные особенности рынка труда в аграрном секторе	15
Збигнев Бочек. Методы оценки предприятий: опыт и проблемы	19
В.Н. Кулаков. Анализ современного состояния плодоводства в Республике Беларусь	25
Л.В. Корбут. Эффективное фермерское хозяйствование как фактор устойчивого развития агробизнеса и сельских территорий	29
М.М. Жудро. Формирование эффективной конкурентной среды на рынке аграрной техники .	33
Славомир Янкевич. Предпринимательство – ключевой фактор конкурентоспособности стран Восточной Европы	38
Е.В. Грузинская. Экономические модели системы и механизма кредитования	41

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

И.А. Прищепа, Д.А. Долматов, А.Н. Толопило. Защита огурца в защищенном грунте от вредителей и болезней при интенсивной технологии возделывания культуры	49
О.В. Янюк, В.З. Богдан, Н.Н. Петрова. Изучение зависимостей между признаками у сортов льна-долгунца графически-секторным способом анализа	53
М.В. Потапенко, В.П. Дуктов, Н.А. Дуктова. Эффективность различных схем применения пестицидов на посевах ярового пивоваренного ячменя	59
К.В. Коледа, Е.К. Живлюк, И.И. Коледа. Результаты государственного испытания новых сортов мягкой озимой пшеницы на хозяйственную полезность	63
Т.М. Серая, Т.Э. Минченко, Т.П. Полосикова. Влияние различных систем удобрений на продуктивность культур звена севооборота (озимая тритикале-люпин узколистный) на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава	67
Е.В. Горбачева, Т.Н. Азаренок, С.В. Шульгина. Влияние гумусного состояния агрозема культурного на его структурно-агрегатный состав	71
В.Н. Босак, О.Н. Марцуль, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева. Влияние различных видов органических удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве	75
В.Г. Тарануха. Засоренность посевов желтого люпина и видовой состав сорняков в зависимости от применяемых гербицидов	78

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Н.А. Садовов. Эмбриональное развитие осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения: основные аномалии и причины их появления	82
Н.А. Лобан. Эффективность селекции на повышение продуктивных качеств свиней белорусской крупной белой породы с использованием маркерных генов	85
М.В. Шалак, Н.А. Садовов. Сравнительная характеристика различных видов и гибридных форм осетровых рыб при выращивании в установках замкнутого водоснабжения	90
В.В. Зайцев. Способ стабилизации биологических свойств лептоспир при хранении	93
Н.В. Подскребкин, Н.А. Татаринov. Эффективность использования ферментного препарата «Roxazyme ® G2 Granular» в рационах молодняка свиней	97
М.В. Шалак, Н.А. Садовов. Физиолого-репродуктивный статус производителей осетровых рыб в преднерестовый период в условиях аквакультуры	102
Н.Н. Катуюнок, А.И. Портной, М.В. Шалак. Химический состав и питательность свинины при использовании в рационе ароматической добавки	105
В.В. Малашко, Е.И. Хомутинник. Гистохимический анализ содержания РНК в соматической мускулатуре цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» под воздействием катозала	108

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

В.А. Свитин. Модель информационного обеспечения использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения	111
А.В. Колмыков. Севообороты как организационно-территориальная основа повышения эффективности использования земель	116

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

А.В. Червяков, С.В. Курзенков, П.Ю. Крупенин. Моделирование процесса диспергирования зерновых кормов	122
А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка. Расчетно-теоретические исследования влияния состава смесевых топлив на основе рапсового масла на эксплуатационные показатели тракторного дизеля Д-245.5S2	126
А.В. Червяков, П.Ю. Крупенин. Теоретические и экспериментальные исследования производительности роторного кавитационного измельчителя-диспергатора кормов	131
А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка, И.Д. Кузьмич. Анализ теоретических зависимостей для расчета свойств смесевых видов автотракторных дизельных топлив на основе рапсового масла ..	136
В.Р. Петровец, В.Л. Самсонов, С.В. Колос. Об эффективности внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия	140
А.Н. Карташевич, А.Ф. Скадорва, А.Е. Улахович, И.Л. Подшиваленко. Выбор рационального режима работы пахотного агрегата	147
А.С. Добышев, А.И. Филиппов, С.Н. Ладутько. Результаты исследований массоразмерных характеристик распространенных в Республике Беларусь сортов картофеля	151
В.Р. Петровец, С.В. Авсюкевич. Динамическое сопротивление двухдискового сошника с ребордами-бороздообразователями	155

НАВСТРЕЧУ 170-ЛЕТИЮ БГСХА

И.С. Серяков, А.В. Могильный. Начало научных исследований в области животноводства в Беларуси	161
--	-----

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

И.С. Серяков, А.В. Могильный. Создание белорусской черно-пестрой породы свиней (к 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН Беларуси Николая Митрофановича Замятина)	167
Сведения об авторах	169

А.Н. КАРТАШЕВИЧ, В.С. ТОВСТЫКА
РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА
СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА
НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ Д-245.5S2

(Поступила в редакцию 09.07.10)

Описан план полного трехфакторного эксперимента. На основании плана был реализован эксперимент для определения оптимальных нагрузочных и скоростных режимов работы дизеля Д-245.5S2, обеспечивающих максимум эффективного КПД и наименьшее содержание в ОГ сажи и оксидов азота. По результатам эксперимента были получены уравнения регрессии, построены поверхности отклика и приведен их анализ.

We have described a plan of full three-factor experiment. On the basis of the plan we conducted an experiment for determination of optimal load and speed modes of operation of diesel D-245.5S2, which ensure the maximum efficiency and the least content of soot and nitrogen oxides in exhaust gases. According to the results of the experiment we have calculated formulae of regression and built surfaces of response and analyzed them.

Введение

При использовании смесевых видов топлива на основе рапсового масла достаточно интересно определить наиболее приемлемые интервалы частот вращения и режимы работы дизеля с точки зрения получения наибольшей эффективности.

Поскольку проведение испытаний на всех допустимых нагрузках и частотах вращения коленчатого вала дизеля при использовании смесевых топлив различных составов не представляется возможным, в исследованиях было реализовано планирование эксперимента (табл. 1).

Основная часть

Для определения оптимальных нагрузочных и скоростных режимов работы дизеля Д-245.5S2, обеспечивающих максимум эффективного КПД и наименьшее содержание в ОГ сажи и оксидов азота, был реализован полный трехфакторный план эксперимента для трех уровней варьирования [1, 2, 3]. Опыты проводились в четырехкратной повторности. Факторы и уровни их варьирования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни варьирования факторов при реализации полного трехфакторного эксперимента для трех уровней при определении оптимальных нагрузочных и скоростных режимов работы дизеля

Кодированное значение факторов	Название факторов, их обозначение и единица измерения	Уровни факторов		
		-1	0	+1
X_1	Крутящий момент на валу двигателя, Н·м	38,2	189,09	378,18
X_2	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	1200	1400	1800
X_3	Содержание рапсового масла в топливе, %	0	20	40

Для облегчения последующего анализа уравнений регрессии значения факторов X_i кодировались по формулам 1–3. В табл. 2 представлены уровни варьирования факторов в кодированном виде.

$$x_1 = \frac{X_1 - 38,2}{191}, \quad (1)$$

$$x_2 = \frac{X_2 - 1200}{200}, \quad (2)$$

$$x_3 = \frac{X_3}{20}. \quad (3)$$

Таблица 2. Уровни варьирования факторов при реализации полного трехфакторного плана эксперимента для трех уровней при определении оптимальных нагрузочных и скоростных режимов работы дизеля в кодированном виде

Кодированное значение факторов	Название факторов, их обозначение и единица измерения	Уровни факторов		
		-1	0	+1
X ₁	Крутящий момент на валу двигателя, Н·м	0	0,79	1,78
X ₂	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	0	1	3
X ₃	Содержание рапсового масла в топливе, %	0	1	2

На первом этапе испытаний проводилось определение режимов работы дизеля, соответствующих наименьшему содержанию в отработавших газах сажи.

После реализации плана эксперимента было получено уравнение регрессии в кодированном виде, описывающее содержание сажи в отработавших газах дизеля:

$$Y_C, \% = 2,137609 + 3,202963 \cdot x_1 - 4,72987 \cdot x_2 - 1,26515 \cdot x_3 - 2,29714 \cdot x_1 \cdot x_2 - 3,54633 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,04762 \cdot x_2 \cdot x_3 + 9,688296 \cdot x_1^2 + 2,578704 \cdot x_2^2 + 1,444444 \cdot x_3^2. \quad (4)$$

В раскодированном виде уравнение примет вид:

$$Y_C, \% = 84,343979 + 68,64087 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 - 0,1160745 \cdot X_2 - 13,5082 \cdot 10^{-3} \cdot X_3 - 6,0134 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 - 92,8358 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_3 - 1,1905 \cdot 10^{-5} \cdot X_2 \cdot X_3 + 26,5571 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 + 3,9467 \cdot 10^{-5} \cdot X_2^2 + 36,1111 \cdot 10^{-4} \cdot X_3^2. \quad (5)$$

Следующим нормируемым компонентом ОГ дизелей являются окислы азота NO_x [4]. Поэтому дальнейшие исследования проводились с целью выявления зависимости изменения концентрации окислов азота от крутящего момента на валу двигателя, частоты вращения коленчатого вала и содержания рапсового масла в топливе.

После реализации плана эксперимента было получено уравнение регрессии в кодированном виде:

$$Y_{NOx, ppm} = 168,755 + 636,033796 \cdot x_1 + 53,5442092 \cdot x_2 - 28,2417312 \cdot x_3 - 37,6828518 \cdot x_1 \cdot x_2 + 8,60624537 \cdot x_1 \cdot x_3 - 4,11904762 \cdot x_2 \cdot x_3 - 172,098001 \cdot x_1^2 - 24,4490741 \cdot x_2^2 + 23,25 \cdot x_3^2. \quad (6)$$

В раскодированном виде уравнение примет вид:

$$Y_{NOx, ppm} = -1211,986928 + 4,874189042 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,772348343 \cdot X_2 - 0,262434727 \cdot X_3 - 0,000986462 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,002252943 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,001029761 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,004717469 \cdot X_1^2 - 0,000611226 \cdot X_2^2 + 0,058125 \cdot X_3^2. \quad (7)$$

Известно, что эффективность теплоиспользования в дизеле, работающего на различных топливах, достаточно просто оценить по величине эффективного коэффициента полезного действия (КПД) [5, 6].

Поэтому в дальнейших исследованиях было реализовано планирование эксперимента с использованием эффективного КПД в качестве критерия оптимизации [1]. После реализации плана эксперимента было получено уравнение регрессии в кодированном виде, описывающее изменение эффективного КПД:

$$Y_{КПД} = 0,1662867 + 0,34265 \cdot x_1 + 0,0033072 \cdot x_2 + 0,00279242 \cdot x_3 - 0,00496606 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,00106425 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,00092219 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,11773924 \cdot x_1^2 - 0,00134477 \cdot x_2^2 - 0,00188319 \cdot x_3^2. \quad (8)$$

В раскодированном виде уравнение примет вид:

$$Y_{КПД} = 0,018832939 + 219,6554 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 + 10,2188 \cdot 10^{-5} \cdot X_2 - 12,6394 \cdot 10^{-5} \cdot X_3 - 13 \cdot 10^{-8} \cdot X_1 \cdot X_2 - 27,859947 \cdot 10^{-8} \cdot X_1 \cdot X_3 + 23,05475 \cdot 10^{-8} \cdot X_2 \cdot X_3 - 322,7 \cdot 10^{-8} \cdot X_1^2 - 3,361925 \cdot 10^{-8} \cdot X_2^2 - 470,7 \cdot 10^{-8} \cdot X_3^2. \quad (9)$$

Для оценки качества полученных моделей в исследованиях использовали такие статистические характеристики, как критерии Фишера (F-критерий) и Стьюдента (t-критерий). При этом использовали стандартные методики их определения [1]. Статистическую оценку полученных моделей производили при уровне значимости $\alpha=0,05$.

Значимость коэффициентов регрессии b_i и b_{ij} проверяли с помощью построения доверительных интервалов для коэффициентов регрессии. Коэффициент регрессии считается значимым, если его абсолютное значение превышает величину доверительного интервала Δb_i , которая находится по формуле [1]:

$$\pm \Delta b_i = \pm t S_{b_i}, \quad (10)$$

где $S_{b_i} = \sqrt{\frac{S_y^2}{N}}$ – квадратичная ошибка коэффициента регрессии $S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^m (y_{iu} - \bar{y})^2}{N(m-1)}$ – дисперсия, характеризующая ошибки опытов; \bar{y} – среднее значение критерия оптимизации в u -том опыте; N – количество опытов, $N=27$; x_{iu} , x_{ju} – значения двух факторов в u -том опыте; m – число повторностей одного опыта, $m=4$; y_{iu} – значение критерия оптимизации в параллельных опытах (в u -той строке); t – табличное значение t-критерия при числе степеней свободы, с которым определялось S_y^2 .

Табличное значение t-критерия при числе степеней свободы $f=81$, $t=1,99$ [1]. Число степеней свободы определяли по формуле:

$$f = N \cdot (m-1). \quad (11)$$

Проверку адекватности представления результатов экспериментов полиномом второй степени осуществляли путем сравнения табличного критерия Фишера с расчетным.

Расчетное значение критерия Фишера находили по формуле [1]:

$$F = \frac{S_{LF}^2}{S_y^2}, \quad (12)$$

где $S_{LF}^2 = \frac{m \sum (\bar{y} - y'_u)^2}{N - (k+1)}$ – дисперсия неадекватности математической модели; y'_u – теоретическое (расчетное) значение параметра оптимизации в u -том опыте; k – число факторов в матрице плана, $k=3$.

Табличное значение критерия Фишера с числом степеней свободы числителя $f_1=N-k-1=23$ и числом степеней свободы знаменателя $f_2=N(m-1)=81$ равно $F=1,67$.

Результаты расчетов показателей приведены в табл. 3.

Таблица 3. Статистические характеристики моделей и их коэффициентов.

Статистические оценки	Параметр оптимизации		
	$Y_{C, \%}$	$Y_{NOx, ppm}$	$Y_{KПЦ}$
S_y^2	4,349012	532,47222	0,000103
S_{b_i}	0,401341	4,440855	0,00195
$\pm \Delta b_i$	0,798668	8,387302	0,00388
S_{LF}^2	6,309758	671,9218	0,000138
F	1,450848	1,26	1,343747

В ходе сравнения вычисленных доверительных интервалов с коэффициентами регрессии по каждому из параметров оптимизации были выявлены незначимые. Для $Y_{C, \%}$ им оказался коэффициент при $X_6 - b_{23}$, для $Y_{NOx, ppm} - b_{23}$, для $Y_{KПЦ} - b_2, b_3, b_{13}, b_{23}, b_{22}, b_{33}$. Однако в случае исключения членов уравнений с данными коэффициентами может произойти нарушение адекватности моделей. Поэтому уравнения оставляем без изменений [1].

Анализ полученных моделей проведем по поверхностям отклика при фиксированных значениях уровня фактора X_2 (частота вращения коленчатого вала).

Графическое отображение модели, отражающей содержание сажи в отработавших газах дизеля, приведено на рис. 1.

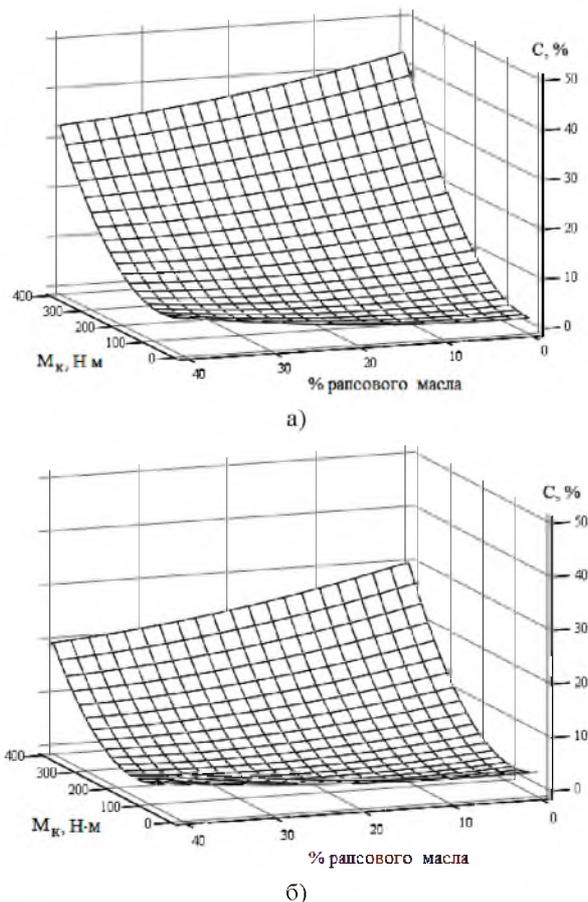
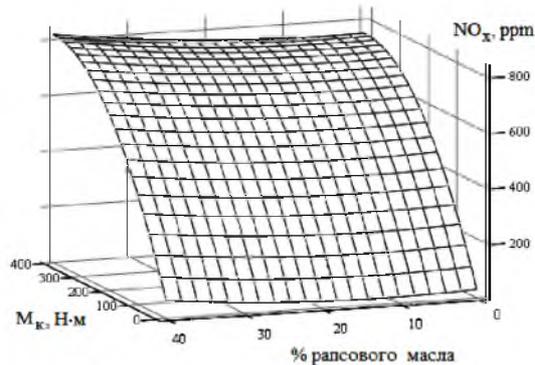


Рис. 1. Зависимости содержания сажи в отработавших газах дизеля от факторов X_1 и X_3

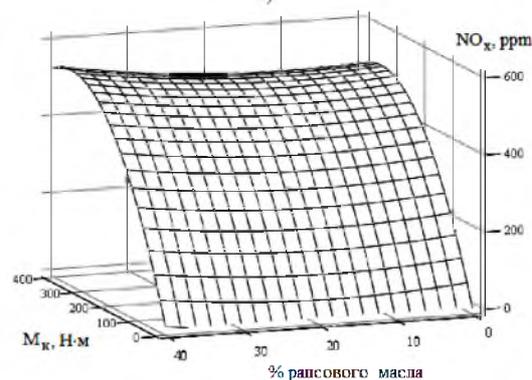
при фиксированном уровне фактора X_2 (частота вращения коленчатого вала): а) $X_2 = -1$; б) $X_2 = +1$.

Как видно, увеличение количества рапсового масла в смесевом топливе приводит к снижению дымности при высоких нагрузках, в то время как при низких нагрузках дымность увеличивается. Такая динамика характерна для всех скоростных режимов работы дизеля. Так, при частоте вращения коленчатого вала двигателя $n=1200 \text{ мин}^{-1}$ и $M_{кр}=378,18 \text{ Н}\cdot\text{м}$ с увеличением концентрации рапсового масла в дизельном топливе с 0% до 40% дымность снижается с 39% до 29%, при $n=1200 \text{ мин}^{-1}$ и $M_{кр}=38,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – дымность возрастает с 2% до 5%. На номинальной частоте вращения 1800 мин^{-1} и $M_{кр}=378,18 \text{ Н}\cdot\text{м}$ с увеличением концентрации рапсового масла в дизельном топливе с 0% до 40% дымность снижается с 26% до 17%, при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ и $M_{кр}=38,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – дымность возрастает с 2% до 5%. Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что для снижения дымности выхлопа дизеля при добавлении рапсового масла в дизельное топливо необходимо, чтобы концентрация масла была максимальной при максимальной нагрузке на двигатель, при минимальной нагрузке дизель должен работать на чистом дизельном топливе.

На рис. 2 показаны поверхности отклика, построенные по уравнению 7, при различном фиксированном уровне фактора X_2 (частота вращения коленчатого вала).



а)

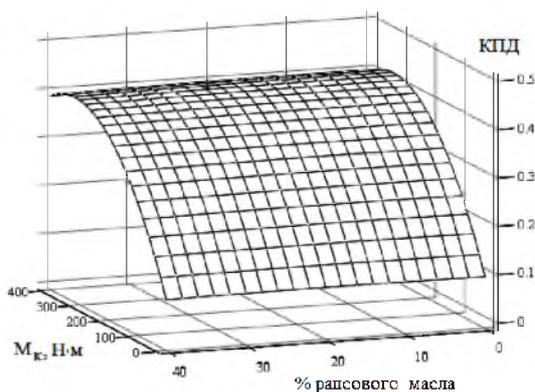


б)

Рис. 2. Зависимости содержания оксидов азота NO_x в отработавших газах дизеля от факторов X_1 и X_3 при фиксированном уровне фактора X_2 (частота вращения коленчатого вала): а) $X_2 = -1$; б) $X_2 = +1$.

Как видно (рис. 2а), наибольший выброс оксидов азота с отработавшими газами дизеля достигается при высоких нагрузках. Увеличение присутствия рапсового масла в топливе влечет увеличение выбросов NO_x в отработавших газах.

На рис. 3 показаны поверхности отклика, построенные по уравнению 9, при различном фиксированном уровне фактора X_2 .



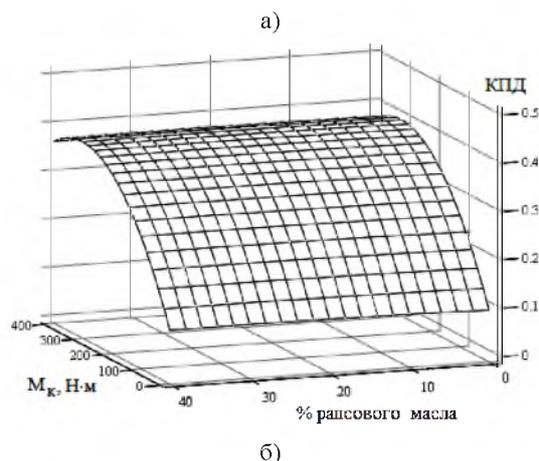


Рис. 3. Зависимости эффективного КПД дизеля от факторов X_1 и X_3 при фиксированном уровне фактора X_2 (частота вращения коленчатого вала): а) $X_2 = -1$; б) $X_2 = +1$.

При частоте вращения коленчатого вала дизеля $n=1200 \text{ мин}^{-1}$ (рис. 3а) наибольший выброс оксидов азота с отработавшими газами дизеля достигается при крутящем моменте $M_{кр}=378,18 \text{ Н}\cdot\text{м}$. В данных условиях при работе двигателя на дизельном топливе выбросы NO_x составляют 755 ppm, а при переводе на топливо с содержанием рапсового масла 40% – 822 ppm. При той же частоте вращения и крутящем моменте на валу $M_{кр}=38,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ перевод работы двигателя с дизельного топлива на смесевое с содержанием рапсового масла 40% приводит к повышению выхлопа окислов азота со 168 ppm до 205 ppm.

При работе дизеля с частотой вращения коленчатого вала $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ (рис. 3, б) характер воздействия факторов на выброс с отработавшими газами оксидов азота существенно не меняется. Тем не менее видно, что процентное содержание выброса NO_x тем выше, чем выше крутящий момент на валу дизеля. Увеличение концентрации рапсового масла в топливе также приводит к повышению выбросов окислов азота.

Таким образом, для достижения наименьшего выброса NO_x с отработавшими газами дизель должен работать на чистом дизельном при этом частота вращения коленчатого вала должна быть близка к номинальной – $n=1800 \text{ мин}^{-1}$.

Анализ полученных данных показывает, что на величину эффективного КПД в большей степени оказывают влияние факторы X_1 и X_2 . Характер изменения кривых одинаков при работе дизеля как на низких, так и на высоких частотах вращения. С повышением нагрузки наблюдается увеличение эффективного КПД. При частоте вращения коленчатого вала 1200 мин^{-1} (рис. 3а) и крутящем моменте 378,18 Н·м дизель, работая на чистом дизельном топливе, достигает наибольшего значения эффективного КПД, равного 0,403, при переводе работы дизеля на топливо с концентрацией рапсового масла 20% и 40% эффективные КПД составляют 0,402 и 0,397 соответственно.

На высоких частотах вращения коленчатого вала дизеля (рис. 3б) и высоких нагрузках максимальное значение эффективного КПД не превышает 0,374 при работе на дизельном топливе. При добавлении в смесевое топливо 20% и 40% рапсового масла эффективные КПД составляют 0,376 и 0,374 соответственно.

Использование рапсового масла приводит к небольшому снижению эффективные КПД на низких частотах вращения. При работе дизеля на частотах вращения, близких к номинальной, изменение было незначительно (не более 0,5%).

Анализ полученных в исследованиях данных убедительно говорит о том, что наибольшая эффективность работы дизеля может быть достигнута при содержании рапсового масла в суммарном топливе по массе до 40% и его работе на частотах вращения коленчатого вала, близких к номинальному значению, – 1800 мин^{-1} . Значения эффективной нагрузки дизеля при этом могут изменяться в широком диапазоне.

Заключение

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы [7, 8]:

1. Получены регрессионные модели, отражающие зависимость эффективного КПД, содержания сажи и оксидов азота в отработавших газах от крутящего момента на валу двигателя, частоты вращения коленчатого вала и содержания рапсового масла в топливе.

2. Пониженный выброс оксидов азота и сажи с ОГ дизеля на всех нагрузочных режимах наблюдается при частотах вращения коленчатого вала, близких к номинальному значению. При этом на малых нагрузках при повышении концентрации рапсового масла в дизельном топливе количество сажи в выхлопе увеличивается с 2% до 5%, а при больших – снижается с 39% до 29%. Увеличение концентрации рапсового масла в топливе приводит к повышению количества окислов азота в отработавших газах на малых нагрузках в среднем на 20%, на больших – 8,8%, при этом эффективный КПД изменяется в пределах 1,2%.

3. Величина изменения количества выбросов оксидов азота и сажи с ОГ дизеля на разных режимах работы различна. Поэтому считаем необходимым для улучшения экологических показателей работы дизеля изменять концентрацию рапсового масла в топливе при изменении режима работы двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. Л.: Колос, 1980. 168 с.
2. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Н.В. Смирнов. М.: Наука, 1965. 465 с.
3. Райков, И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания: учебник для вузов / И.Я. Райков. М.: Высш. школа, 1975. 320 с.
4. Лиханов, В.А. Снижение токсичности автотракторных дизелей / В.А. Лиханов, А.М. Сайкин. М.: Агропромиздат, 1991. 208 с.
5. Николаенко, А.В. Теория конструкция и расчет автотракторных двигателей. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1992. 414 с.
6. Николаенко, А.В. Энергетические установки и машины. Двигатели внутреннего сгорания: учеб. пособие / А.В. Николаенко, В.С. Шкрабак. СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2004. 438 с.
7. Карташевич, А.Н. Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка. Горки: БГСХ, 2007. 264 с.
8. Девянин, С. Применение рапсового масла в качестве альтернативного топлива для дизелей / С. Девянин, А. Савастенко, М. Кузнецов // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2007. №3. С. 68–71.