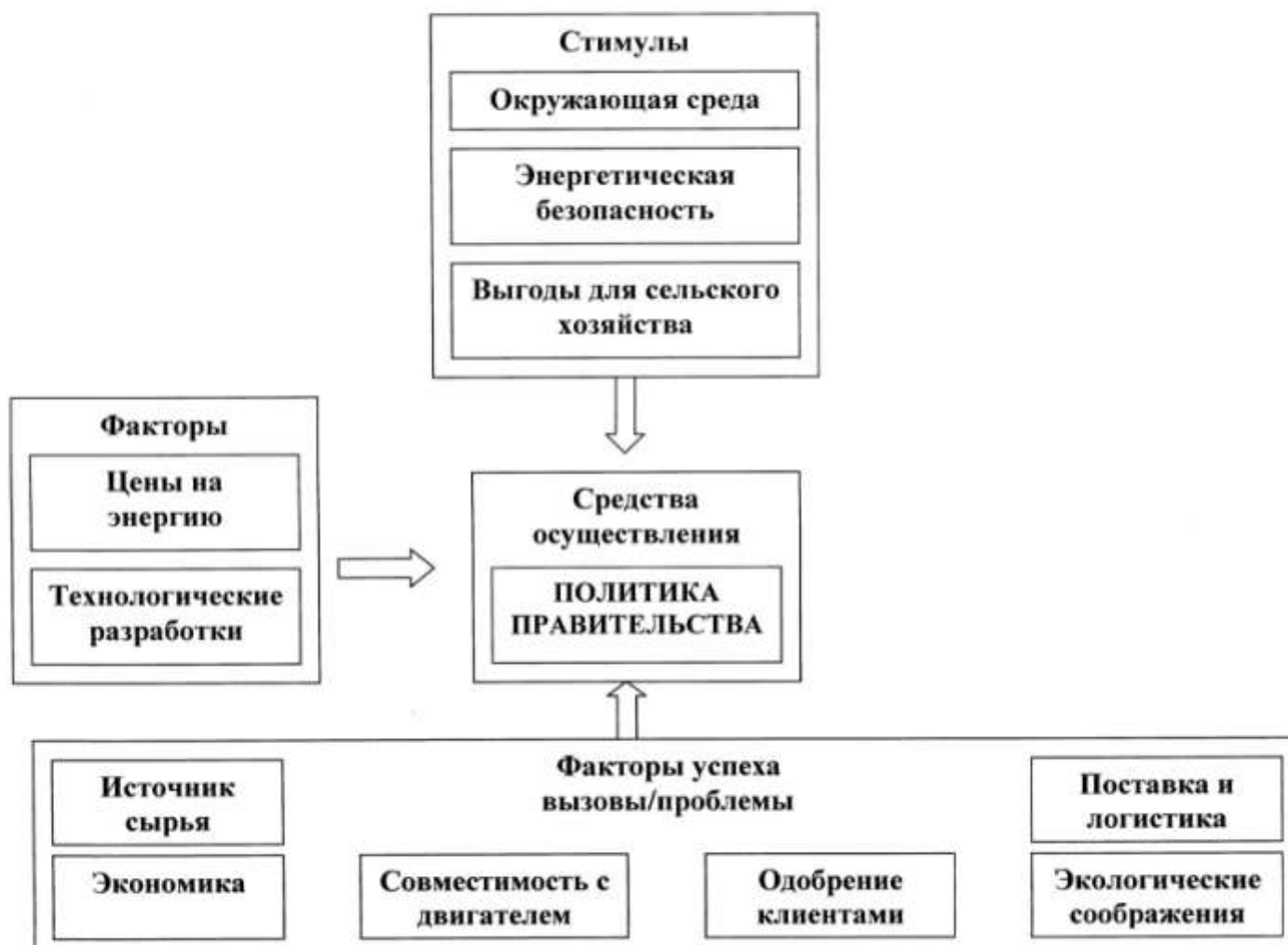


ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

**Разработки к.т.н., доцента
Семенова Владимира
Григорьевича**

**м.т.+380509851577 e-mail:
semenovv11@gmail.com**

**БИОТОПЛИВА ПРЕДСТАВЛЯЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ СОЧЕТАТЬ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ И
НЕЗАВИСИМЫЕ ФАКТОРЫ, МЕНЯЮЩИЕСЯ ОТ СТРАНЫ К СТРАНЕ**



Таб. 1 Фізико-хімічні показники біодизельного і дизельного палива підвищеної якості

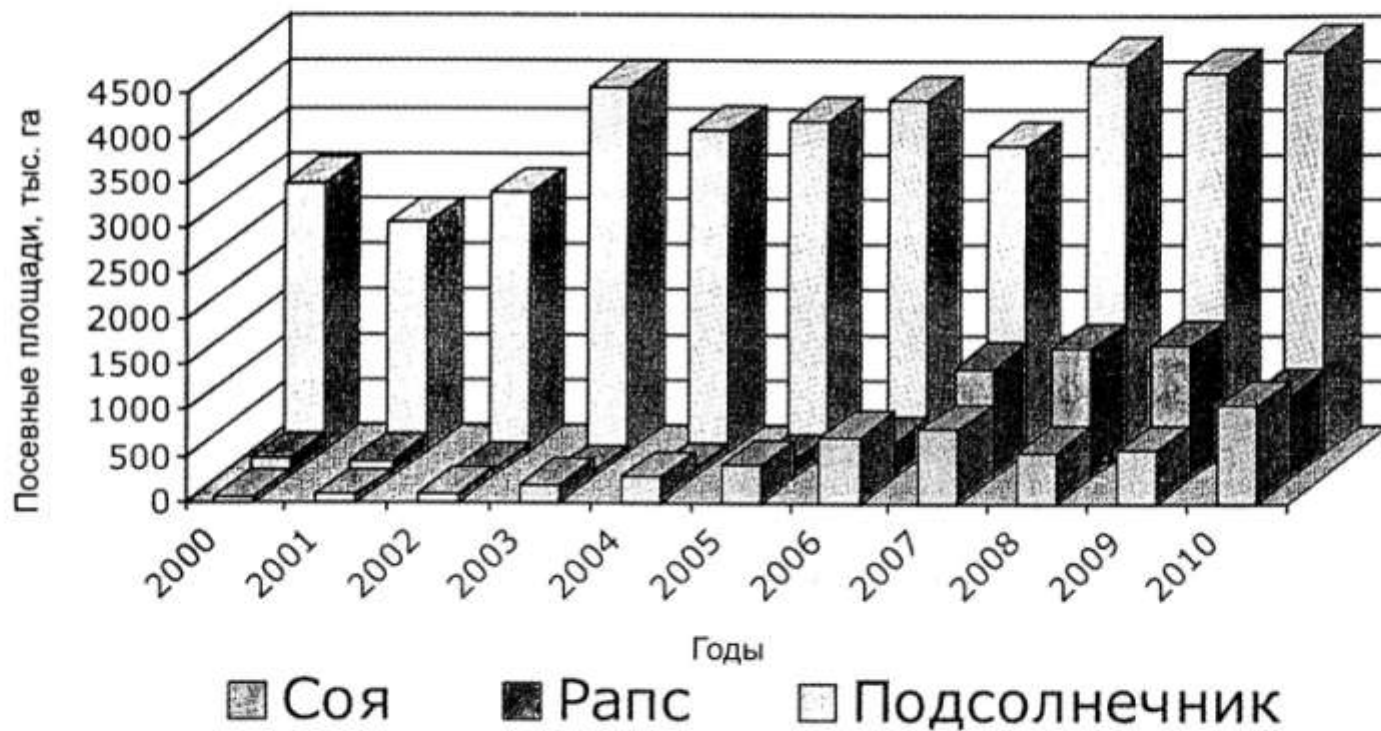
Назва показника	Національний стандарт України на біодизельне паливо ДСТУ 6081:2009		Національний стандарт України на паливо дизельне підвищеної якості ДСТУ 4840:2007	
	Розмірність	Значення	Розмірність	Значення
Вміст ефірів	% (м/м)	96,5		
Густина за температури 15 °С	кг/м ³	860-900		820-845
Кінематична в'язкість за температури 40 °С	мм ² /с	3,5-5,0		2,0-4,5
Температура спалюху у закритому тиглі, не менше ніж	°С	120		55
Масова частка сірки, не більше ніж	мг/кг	10		Вид І-10; Вид ІІ-50
Коксівність 10% залишку перегонки, не більше ніж	% (м/м)	0,3		0,3
Цетанове число, не менше ніж		51		51
Зольність, не більше ніж	% (м/м)	0,02		0,01
Вміст води, не більше ніж	мг/кг	500		немає (200)
Вміст механічних домішок, не більше ніж	мг/кг	24		немає (24)
Випробування на мідній пластинці (3 години при 50 °С)	оцінка	клас І		вистимує
Окисна стабільність, 110 °С, не менше ніж	годин	6,0	г/м ³	25
Кислотне число, не більше ніж	мг КОН/г	0,50	Показники, розмірність	
Водне число, не більше ніж	г J ₂ /100	120	Фракційний склад: за температури 250°С випаровується, % (об), не більше ніж	65
Метиллові ефіри ліноленої кислоти, не більше ніж	% (м/м)	12,0	за температури 350°С випаровується, % (об), не менше ніж	85
Поліненасичені (>4= подвійні зв'язки) метиллові ефіри	% (м/м)	1	95% переганяється за температури °С, не вище ніж	360
Вміст метанолу, не більше ніж	% (м/м)	0,20	Цетановий індекс, не менше ніж	46,0
Вміст монотрієстерів, не більше ніж	% (м/м)	0,80	Масова частка полі циклічних ароматичних вуглеводів, %, не більше ніж	11
Вміст дігліцеридів, не більше ніж	% (м/м)	0,20	Змащувальна здатність: діаметр плями зносу за температури 60°С, мкм, не більше ніж	460
Вміст тригліцеридів, не більше ніж	% (м/м)	0,20	Об'ємна частка метилових ефірів жирних кислот, % не більше ніж	5
Вільний гліцерин, не більше ніж	% (м/м)	0,02		
Спільний гліцерин, не більше ніж	% (м/м)	0,25		
1-а група лужних металів (Na+K), не більше ніж	мг/кг	5,0		
2-а група лужних металів (Ca+Mg), не більше ніж	мг/кг	5,0		
Вміст фосфору, не більше ніж	мг/кг	10,0		

Универсальная химмотологическая система

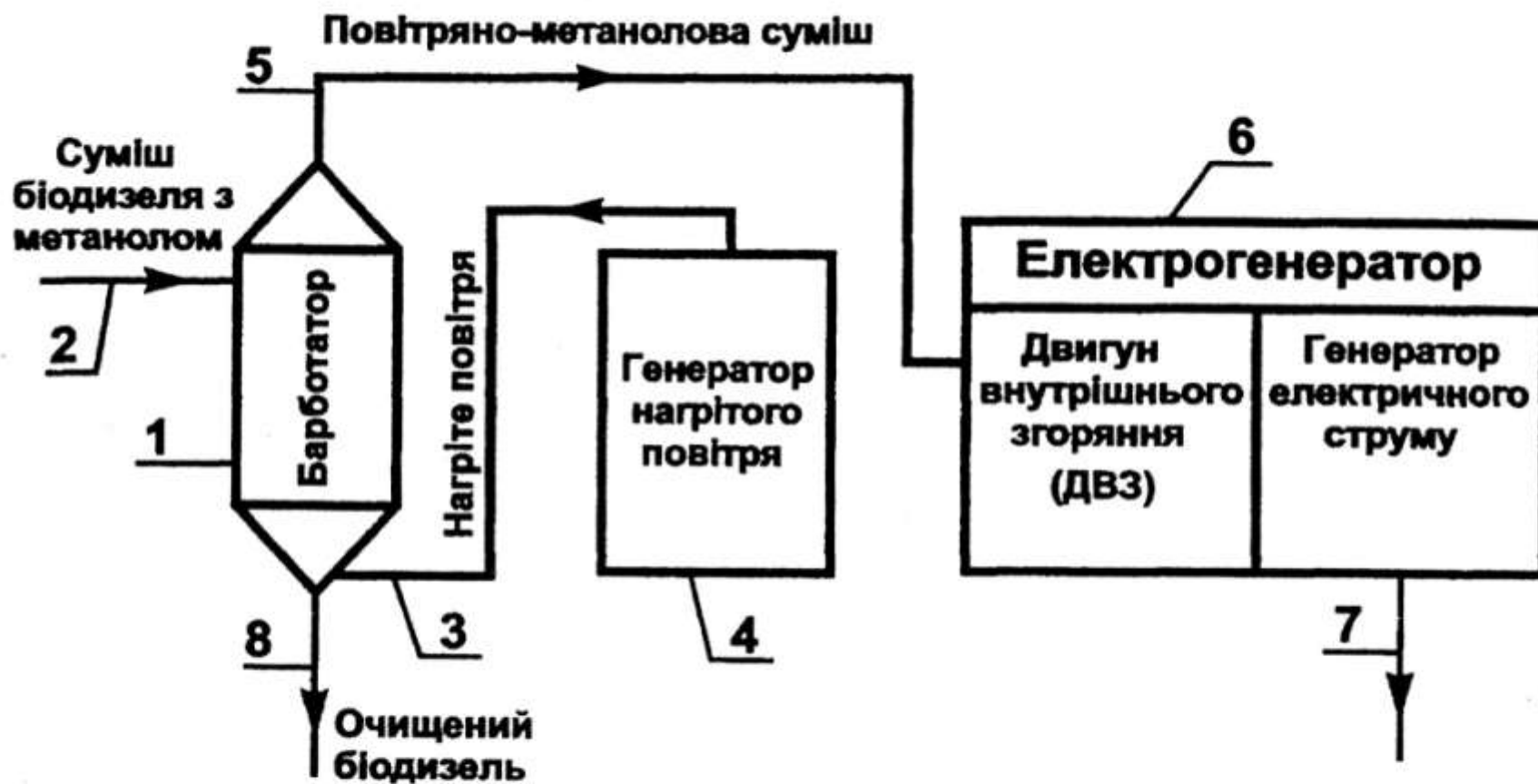


Разработчик -
Харьковское конструкторское бюро
по двигателестроению

Рис. 1. Посевные площади основных масличных культур в Украине, 2000-2010 гг.



УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ БІОДИЗЕЛЮ ВІД МЕТАНОЛУ





ранжирование по ИЧ
Austrian Biofuels Institute

Austrian Biofuels Institute

масличных культур мира

ranked by IV
all the world's oilseeds

Можем ли мы найти идеальный состав жирных кислот?

Can we find the ideal fatty acid profile ?

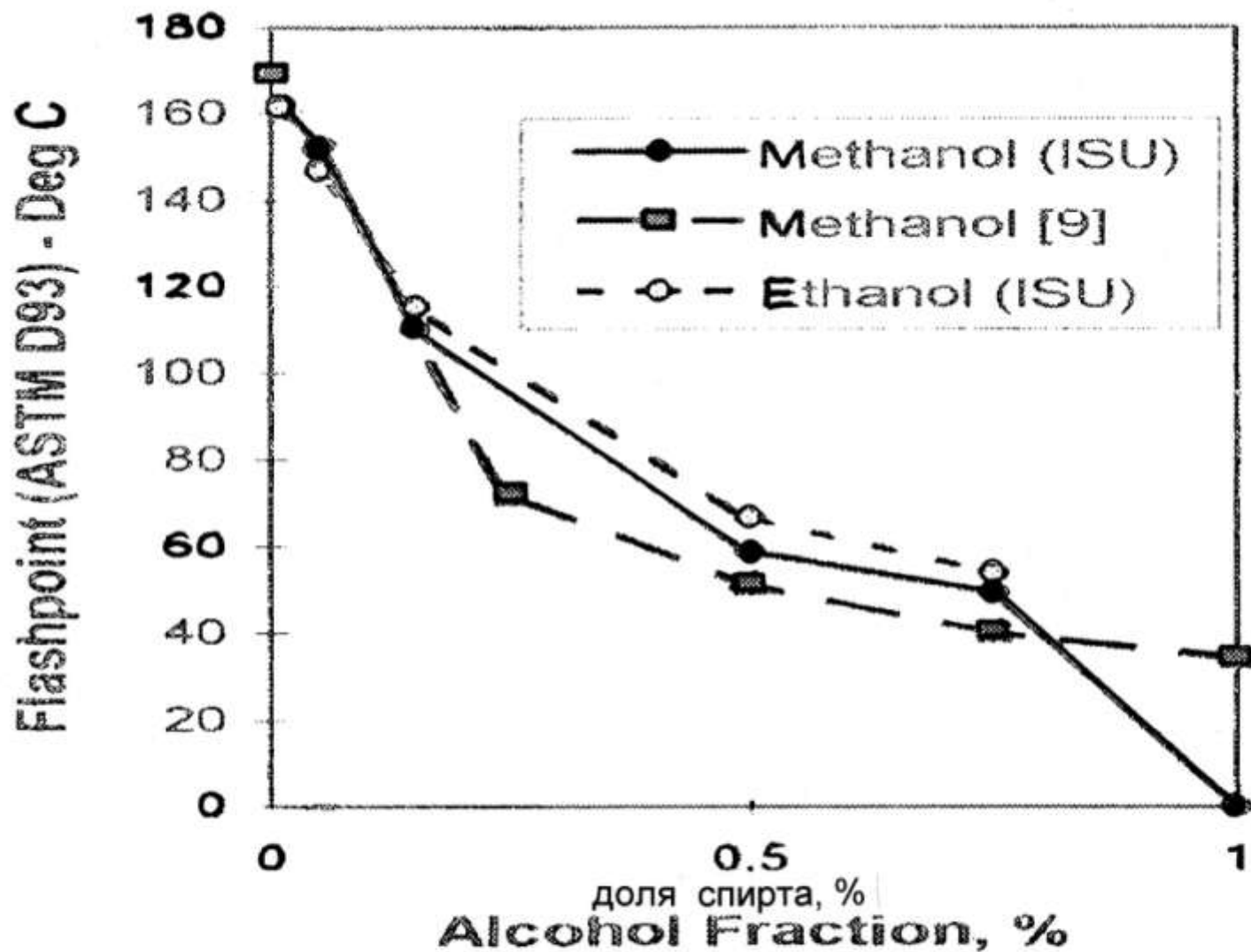
FAME	Labomr:	C 8:0	C 10:0	C 12:0	C 14:0	C 16:0	C 18:0	C 20:0	C 22:0	C 24:0	C 18:1	C 22:1	C 18:2	C 18:3	Gesamt: (%)	иодное число rJ2/100g
Coconut Fat - ME	05-308	7,0%	5,7%	42,4%	18,1%	11,3%	4,2%				8,7%		2,5%		100,0%	11,8
Acrocomia Nut Oil - ME	04-358	5,4%	4,5%	38,2%	8,8%	8,2%	3,3%				27,9%		3,6%		100,0%	30,2
Palm Fat - ME	05-141				1,3%	44,7%	5,4%	0,5%			37,2%		10,8%		100,0%	50,8
Lard - ME	04-319			0,4%	2,3%	29,6%	20,0%				33,2%		13,1%	1,5%	100,0%	55,0
Animal Fat - ME	05-107				2,3%	29,8%	17,1%				37,7%		11,5%	1,7%	100,0%	56,5
HO Sunflower Oil - ME	05-102					5,2%	4,2%		2,0%		78,7%		10,0%		100,0%	84,9
Soy Oil - ME HighOleic	05-710					5,4%	4,1%				81,3%		3,8%	5,3%	100,0%	90,4
Jatropha Oil - ME	05-728					17,7%	7,9%				37,8%		36,6%		100,0%	95,9
Used Frying Oil - ME high visc.	05-344					16,5%	5,9%	0,9%	1,2%		40,9%		26,8%	7,9%	100,0%	102,1
Canola Oil - ME	05-693					5,6%	2,4%	1,0%	0,8%		63,6%		23,4%	3,2%	100,0%	103,6
Used Frying Oil - ME low visc.	05-339					14,3%	5,0%	1,0%	1,2%		41,6%	0,8%	27,4%	8,8%	100,0%	106,8
Soy Oil - ME MidOleic	05-709					11,1%	5,0%	0,6%	0,9%		43,7%		35,5%	3,1%	100,0%	107,1
Rapeseed Oil - ME	05-333					6,0%	2,4%	0,9%			59,3%		28,6%	2,7%	100,0%	107,8
Milk Thistle Oil - ME расторопша	06-178					10,0%	6,2%	4,1%	3,9%	1,2%	22,7%		50,7%	1,2%	100,0%	110,4
Rapeseed Oil - ME	05-330					6,9%	2,5%	1,0%	0,8%		58,0%		20,9%	9,8%	100,0%	111,8
HEAR OIL - ME	05-093					4,3%	1,2%	0,9%	1,0%		14,0%	47,2%	15,5%	15,8%	100,0%	114,4
Rapeseed Oil - ME	04-260					6,3%	2,3%	0,9%			57,9%		22,2%	10,4%	100,0%	115,4
Rapeseed Oil - ME	05-348					5,7%	2,3%	0,9%	0,7%		57,1%		22,7%	10,5%	100,0%	115,9
Soy Oil - ME LowLin	05-701					12,1%	6,1%	0,5%	0,7%		24,2%		54,9%	1,5%	100,0%	119,8
Sunflower Oil - ME	05-078					8,0%	4,7%		1,2%		28,9%		56,5%	0,7%	100,0%	124,8
Soy Oil - ME	05-314					13,0%	4,9%	0,5%	0,8%		23,9%		49,6%	7,3%	100,0%	125,5
Rapeseed Soy Oil-ME	05-108					12,3%	5,6%		0,7%		22,1%		52,1%	7,3%	100,0%	128,3
Soy Oil - ME Regular	05-700					12,5%	5,2%				22,3%		50,2%	9,8%	100,0%	131,8
Camelina Oil - ME рыжик	04-321					6,7%	3,0%	2,3%	0,7%		14,3%	6,5%	18,2%	48,4%	100,0%	175,0
Linseed Oil - ME	05-166					6,1%	4,6%				17,5%		15,9%	55,9%	100,0%	188,9

Table 4.3 Properties of some FAMES
Свойства некоторых МЭЖК

Methyl	C:N	температура кипения, °C 760mm	температура Melting Point(°C) плавления	измеренное цетановое число number	Viscosity (mm ² /s) @313K
Caproate	6:0	151 ^a	-71 ^a	18.0 ^a	0.785 ^a
Caprate	10:0	224 ^a	-18 ^a	47.9 ^a	1.69 ^a
Laurate	12:0	262 ^a	5 ^a	60.8 ^a	2.28 ^a
Myristate	14:0	323 ^a	18.4 ^a	73.5 ^a	3.23 ^a
Palmitate	16:0	330 ^a	28 ^a	74.3 ^a	4.32 ^a
Stearate	18:0	356 ^a	39 ^a	75.6 ^a	5.61 ^a
Oleate	18:1	-	-20 ^c	56 ^b	4.45 ^b
Linoleate	18:2	-	-35 ^c	45.9 ^b	4.43 ^b
Linolenate	18:3	-	-57 ^c	41.7 ^b	3.99 ^b

C: no. of carbon. N: no. of carbon-carbon double bond(связи)

ЯПОНИЯ



Температура вспышки биодизеля при различном уровне спирта

Biodiesel Flashpoint for Varying Alcohol levels (Van Gerpen et al.)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА (ЦЧ) БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА (БТ)

автор: Семенов В.Г.

Цетановое число чистых (В100) метиловых эфиров жирных кислот

Жирная кислота	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C22:1
Цетановое число БТ	18.0	33.6	47.9	61.1	69.9	74.4	51.0	76.3	57.2	36.8	21.6	76.0

1. Пропорционально процентному содержанию x_i метиловых эфиров в биодизельном топливе

$$\text{ЦЧ} = \sum x_i \times \text{ЦЧ}_i$$

2. Уравнение регрессии ($k, a, b, c, d, e, f, g, h$ – константы; $x_1 \dots x_8$ % компонентов в биодизеле)

$\text{ЦЧ} = k + ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4 + ex_5 + fx_6 + gx_7 + hx_8$, где $k + ax_1 = 61.1$; $x_2 \dots x_8$ – процентное содержание метиловых эфиров соответственно x_2 – C14:0; x_3 – C16:0; x_4 – C18:0; x_5 – C16:1; x_6 – C18:1; x_7 – C18:2; x_8 – C18:3

$$\text{ЦЧ} = 61.1 + 0.088x_2 + 0.133x_3 + 0.152x_4 - 0.101x_5 - 0.039x_6 - 0.243x_7 - 0.395x_8$$

3. По иодному числу ИЧ (г J₂/100 г) и числу омыления ЧО (мг КОН/г)

$\text{ИЧ} = \sum (253.8 \times D \times A_i) / MW_i$; $\text{ЧО} = \sum (560 \times A_i) / MW_i$ где D – количество двойных связей (1, 2, 3); A_i, MW_i соответственно процентное содержание и молекулярная масса каждого из компонентов

$$\text{ЦЧ} = 46.6 + 5458/\text{ЧО} - 0.225 \text{ ИЧ}$$

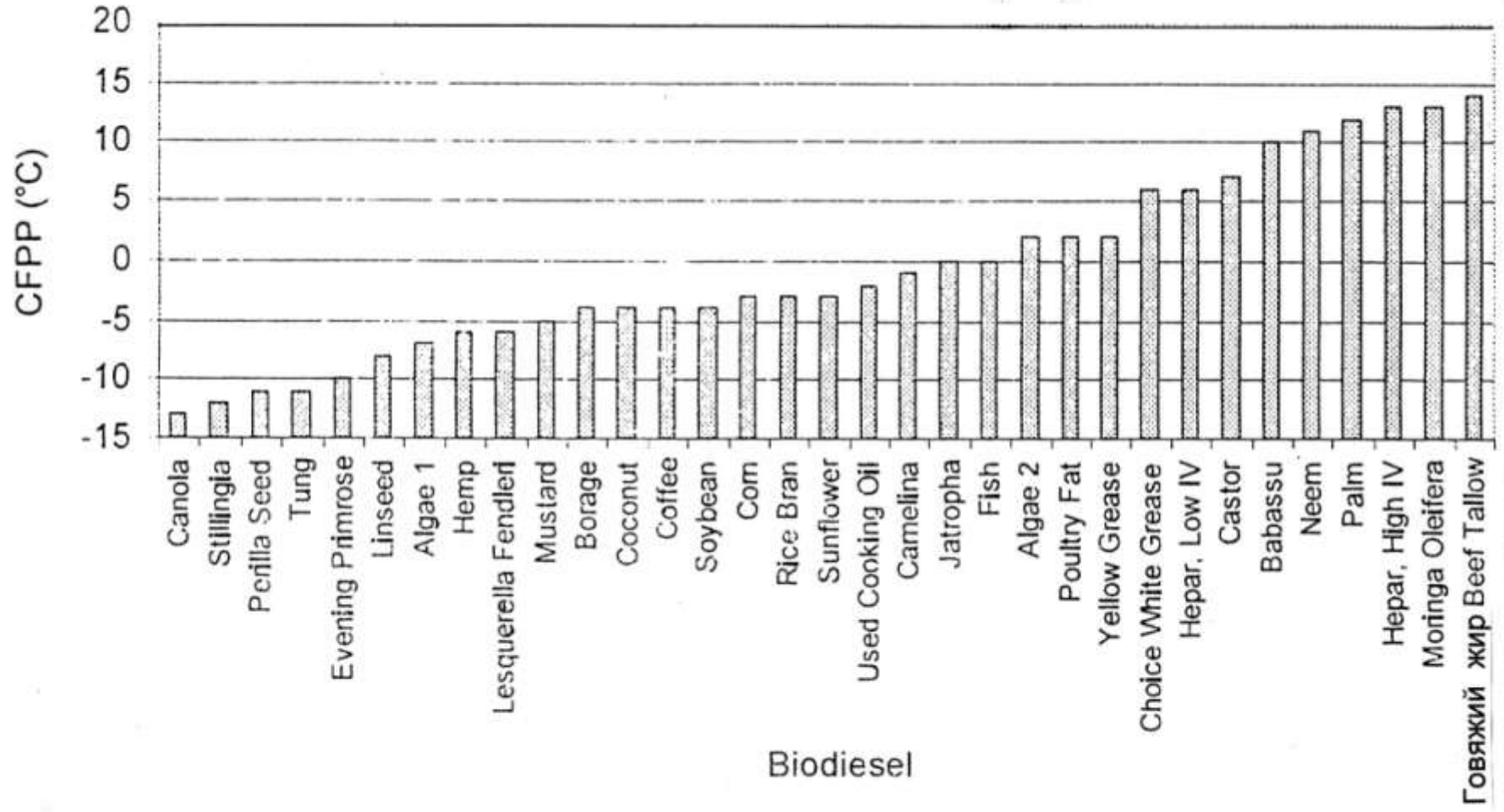
$$Q_v = 4.1868(11380 - \text{ИЧ} - 9.15 \text{ ЧО}) \text{ кДж/кг} - \text{высшая теплота сгорания по Бертрану}$$

Более высокие ЦЧ имеют эфиры насыщенных кислот с большей длиной цепи.

Диапазоны изменения цетановых чисел для биодизельного топлива из растительных масел и животных жиров:
рапс: 44.0-59.7; соя – 45.0-60.0; подсолнечник: 49.0-61.2; хлопок: 45.0-55.0; арахис: 54.0; пальма: 58.3-70.0;
свиной жир: 63.6; животный жир: 58.0-64.8.

По данным иностранных публикаций

Biodiesel Cold Filter Plugging Point (CFPP) Предельная температура фильтруемости (CFPP) биодизеля

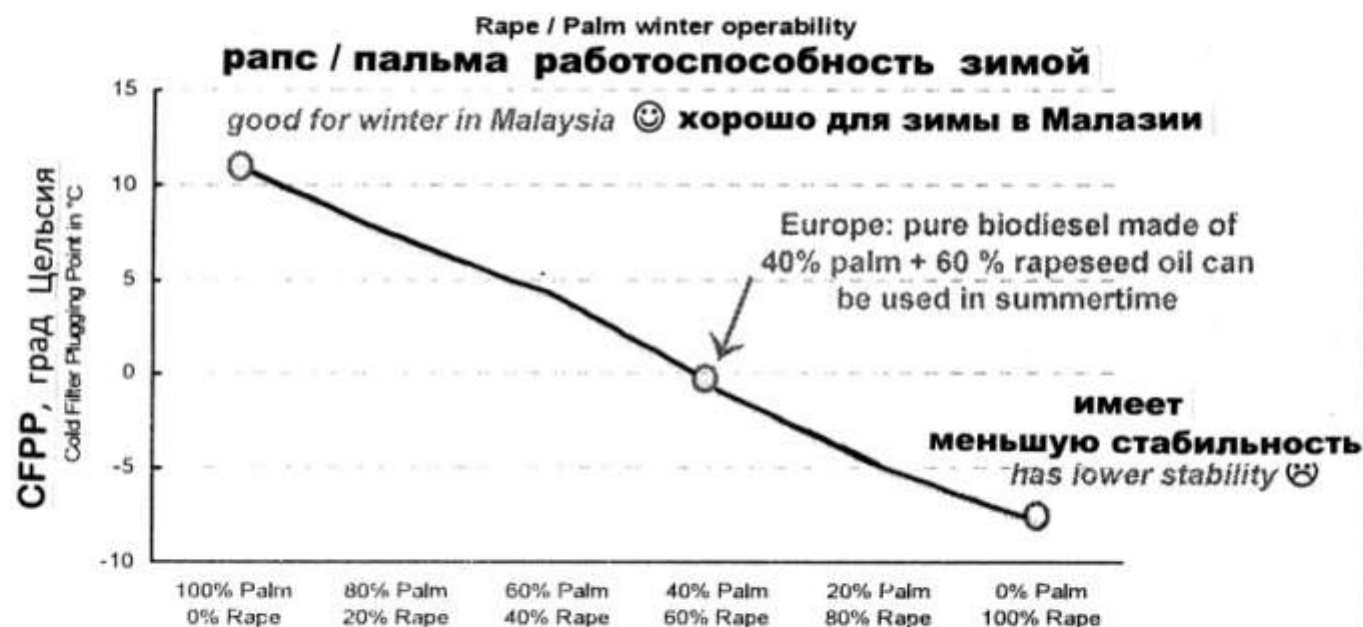




Austrian Biocrops Institute

www.austrianbiocropsinstitute.com

..... one can optimise feedstock cost by intelligent blending
...ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ СЫРЬЯ ПУТЕМ СМЕШИВАНИЯ



source: ABI

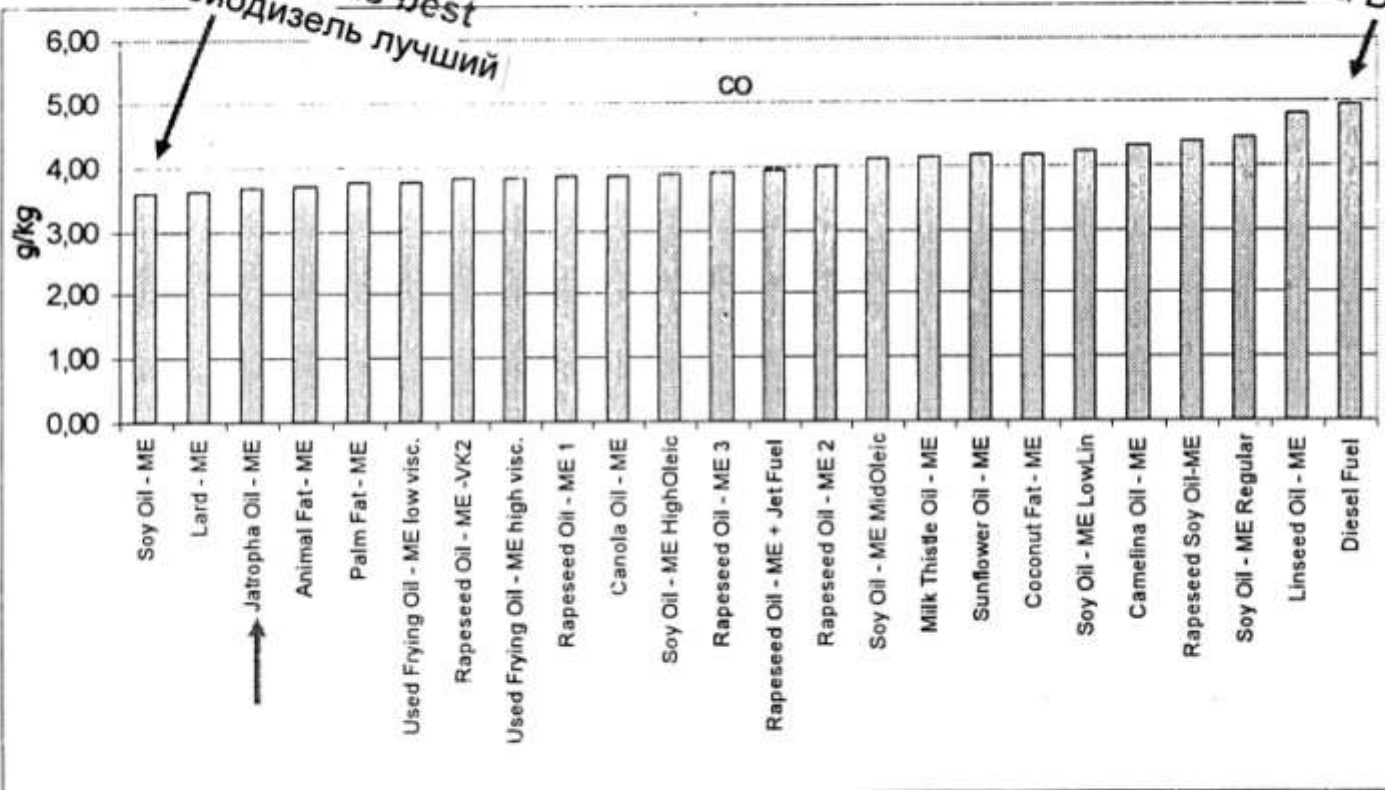


Research & Development Institute

CO emissions

all biodiesel better than DK
весь биодизель лучше, чем ДК

soy biodiesel is best
соевый биодизель лучший



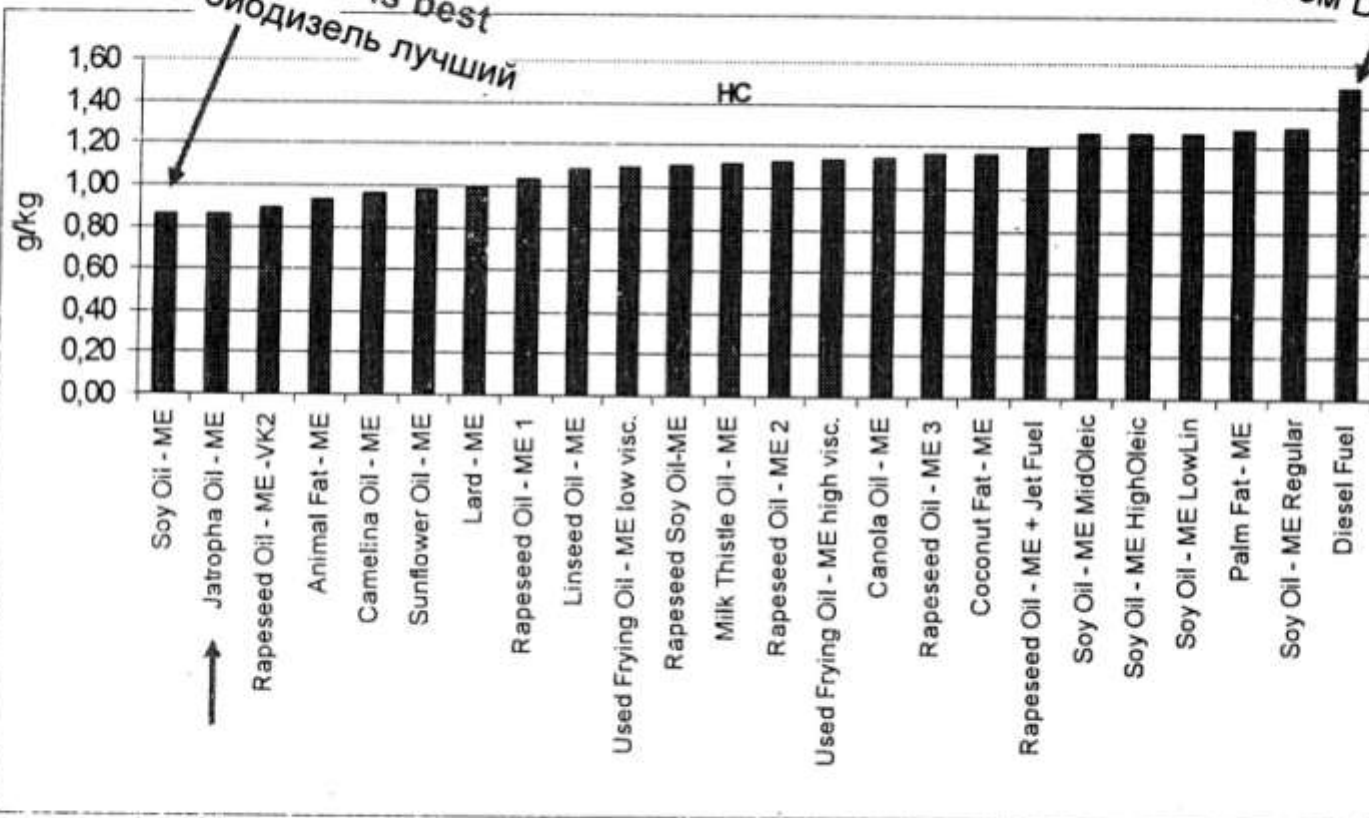


Russian Biotechnological Institute

HC emissions

all biodiesel better than DK
весь биодизель лучше, чем DK

soy biodiesel is best
соевый биодизель лучший

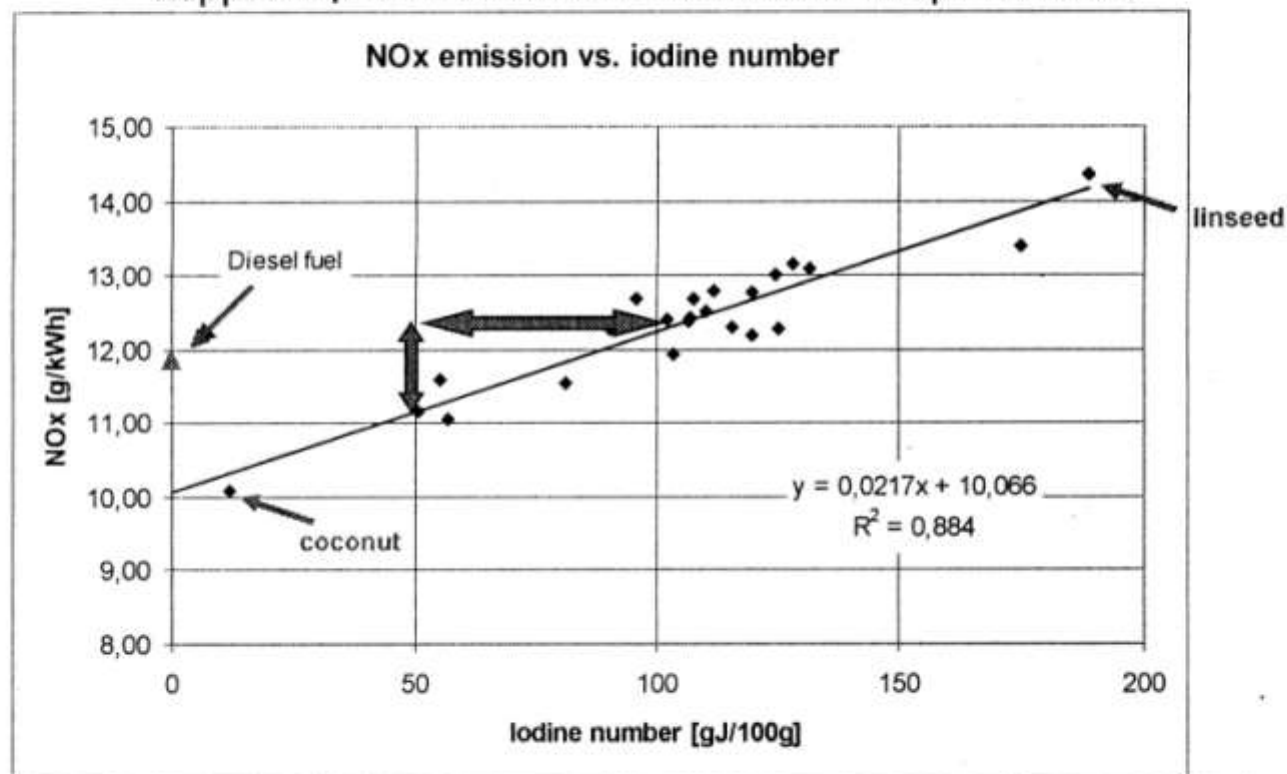




Austrian Biogas Institute

Correlation: the lower the iodine number
the lower the NO_x emissions

Корреляция: чем ниже ИЧ тем ниже выбросы NO_x





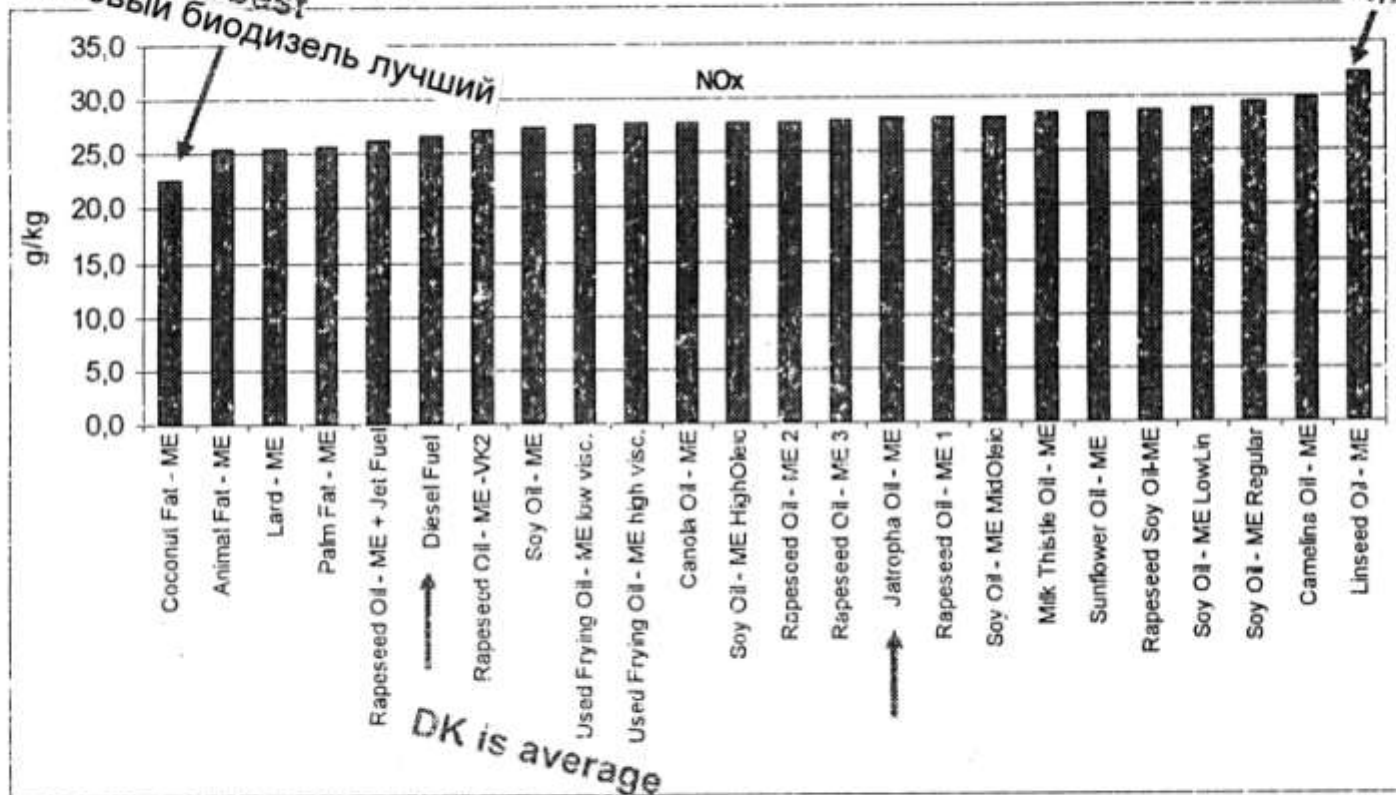
Australian Biodiesel Institute

AN AUSTRALIAN GOVERNMENT INITIATIVE
IN THE DEVELOPMENT OF THE BIODIESEL
INDUSTRY

coconut biodiesel
is best
кокосовый биодизель лучший

NO_x emissions

linseed biodiesel is worst
льняной биодизель худший



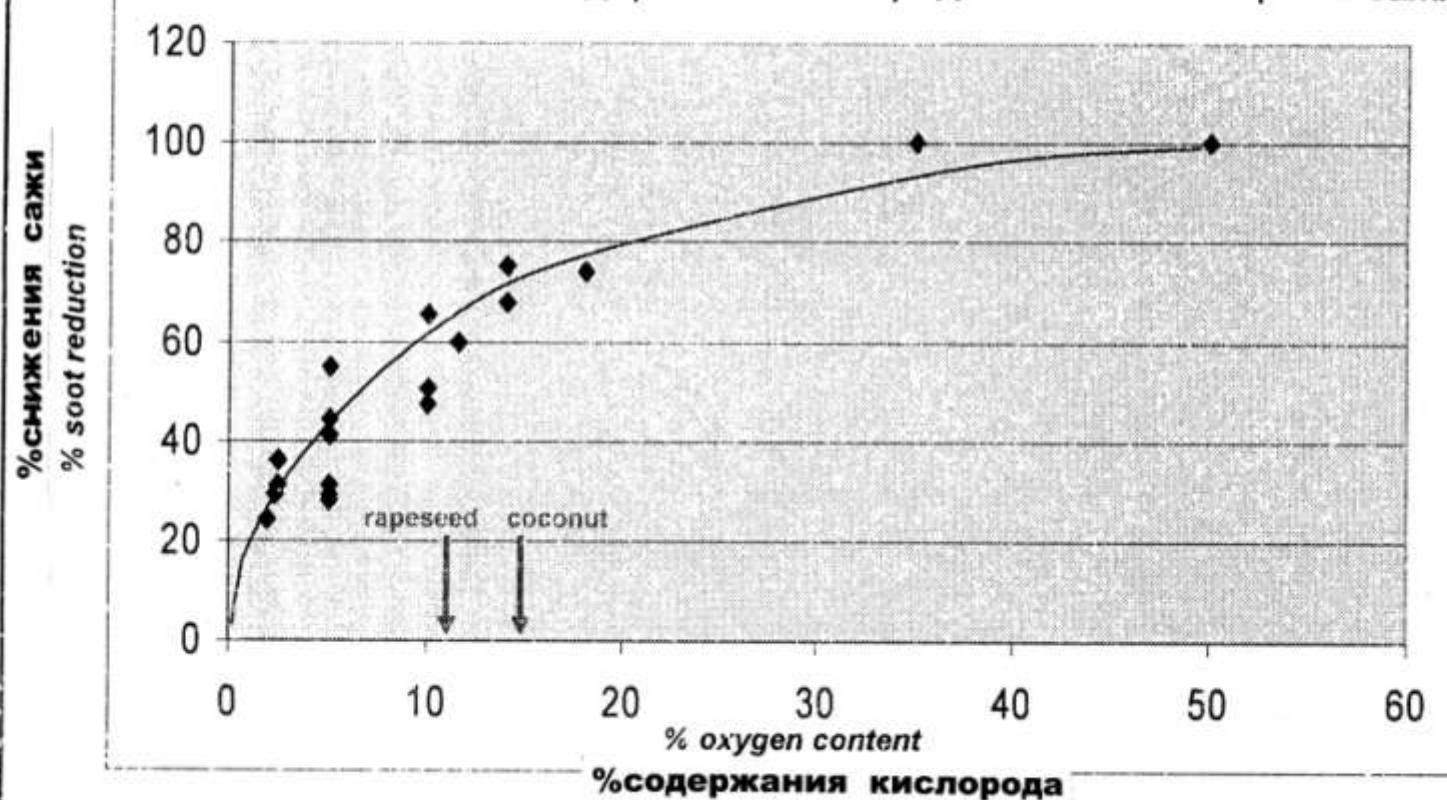


International Institute for Sustainable Development

Международный институт устойчивого развития

Correlation: the higher the oxygen content
the lower the soot emissions

Корреляция: чем выше содержание кислорода тем ниже выбросы сажи



Source: TU Graz

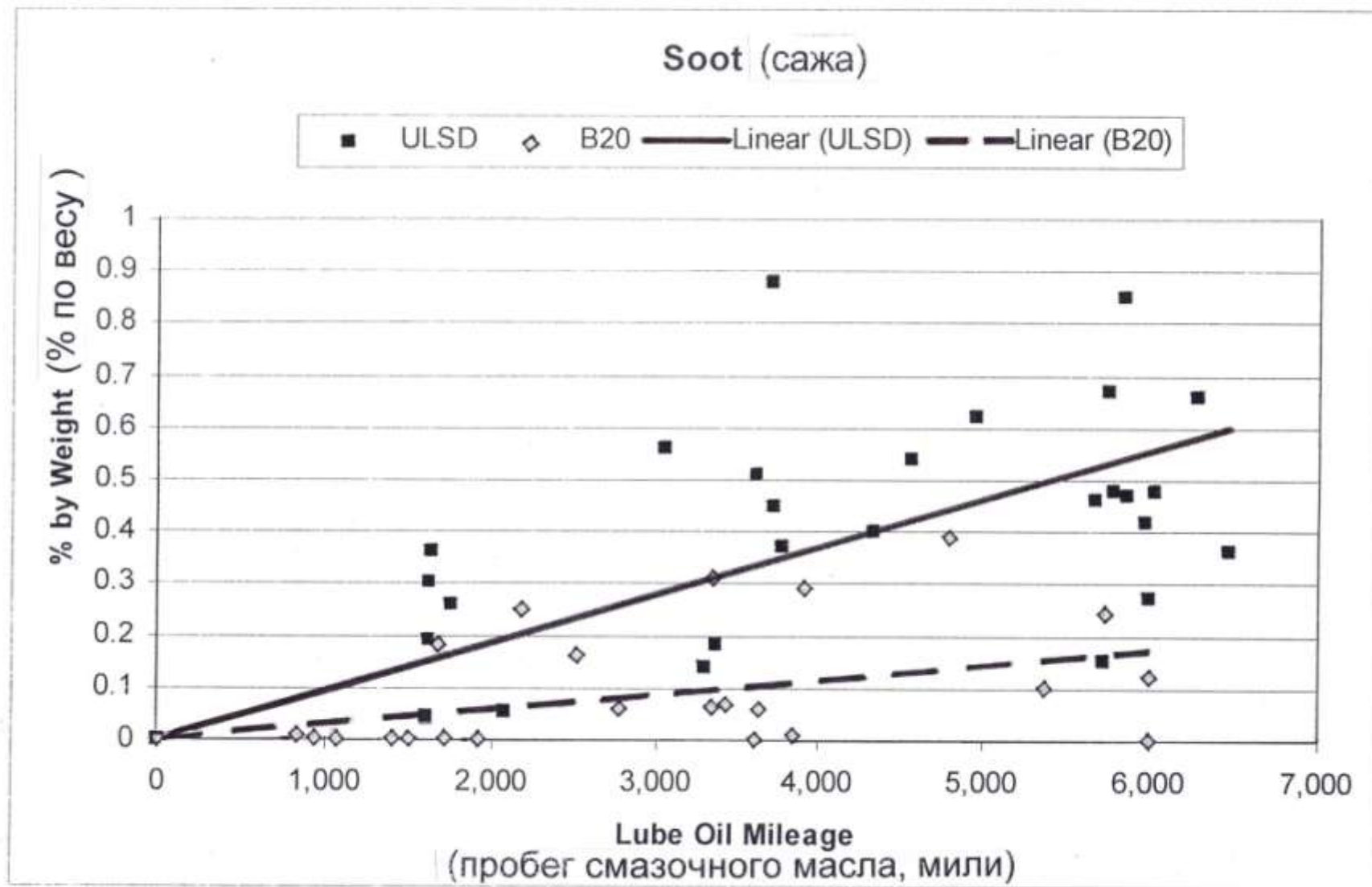


Figure 7. Soot in Lube Oil (сажа в смазочном масле)

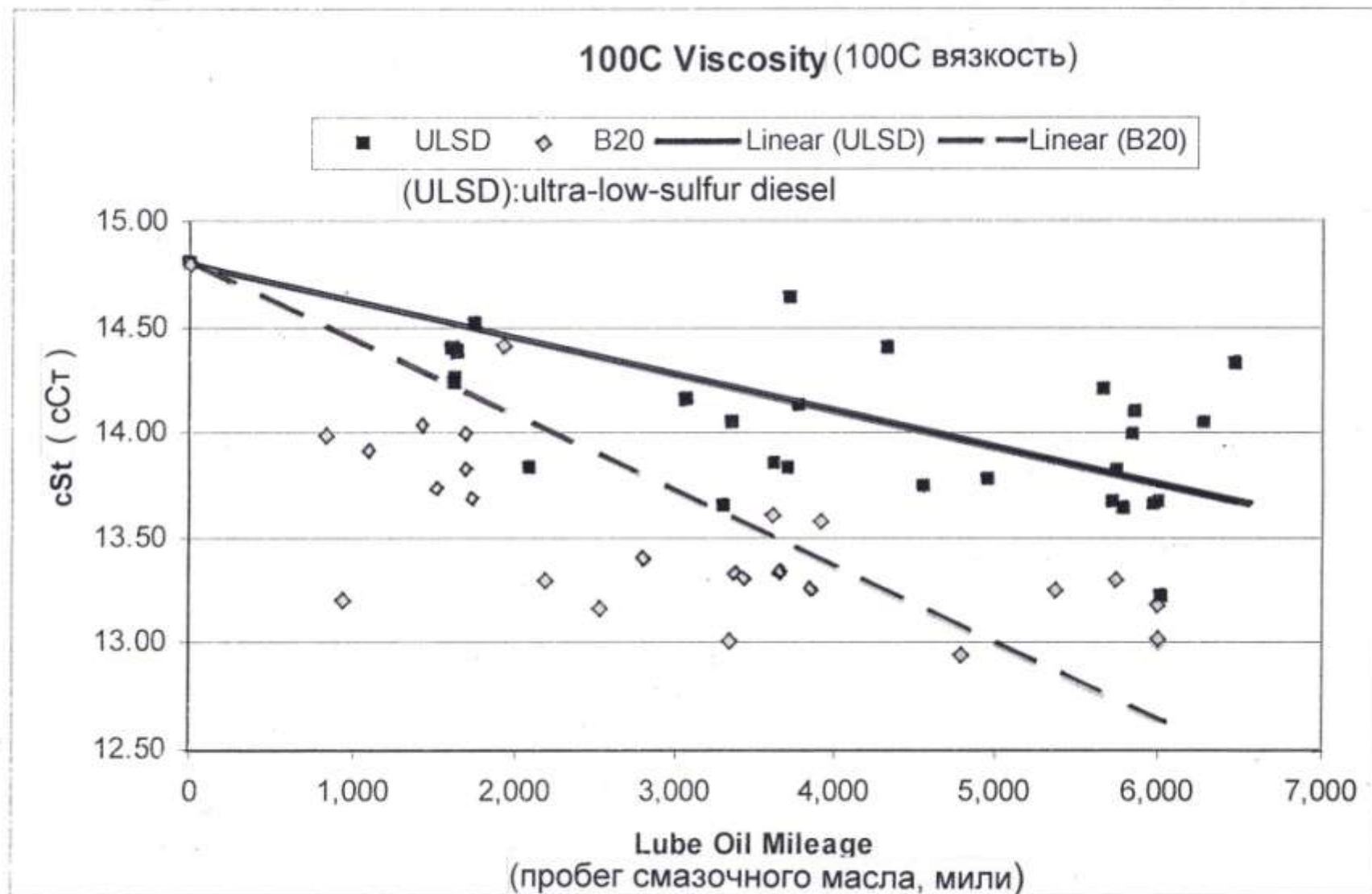


Figure 8. 100C Viscosity of Lube Oil
(100C вязкость смазочного масла)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ [С.П. КУЛМАНАКОВ].

Физико-химические свойства опытных образцов метилового эфира МЭРМ

№ п/п	Определяемый параметр	Образец №1 МЭРМ	Образец №2 МЭРМ
1	Кинематическая вязкость при 20°C, мм ² /сек	8,36	8,7
2	Температура вспышки в закрытом тигле, °C	90	88
3	Температура застывания, °C	-13	-
4	Сульфатная зола, %	0,009	0,003
5	Массовая доля мех. примесей, %	отс.	0,002
6	Массовая доля воды, %	0,17	-
7	Плотность при 15 °C, г/см ³	0,887	0,885
8	Массовая доля метанола, %	0,05	0,13
9	Массовая доля глицерина, %	0,01	0,02
10	Массовая доля КОН (NaOH), %	0,009	0,03
11	Массовая доля АПАВ, %	отс.	-
12	Массовая доля метилового эфира жирных кислот, %	100	82,7
13	Кислотное число, мг КОН/г	-	0,17
14	Йодное число, гI ₂ /100г	-	112,5
15	Массовая доля метилового эфира линоленовой кислоты, %	-	6,4
16	Проба на медной пластине	Выдержив. испыт.	Выдержив. испыт.

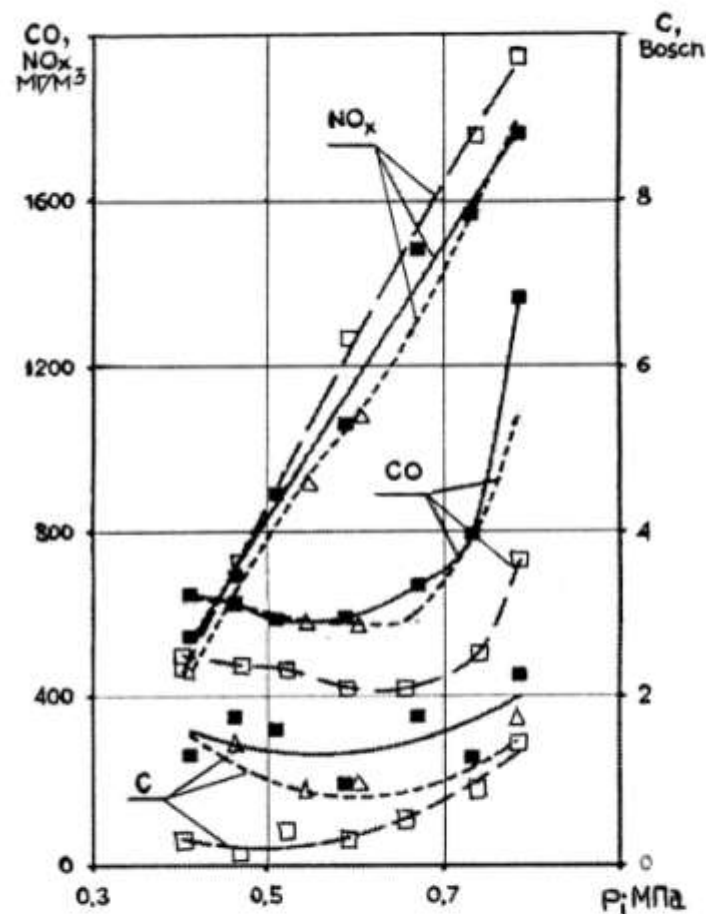


Рис. 6. Содержание токсичных газов (CO, NO_x) и твердых частиц (C) в выбросах: —■—■ дизтопливо; —□—□ образец №1; —△—△—△— дизтопливо; —△—△—△— образец №2

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ [С.П. КУЛМАНАКОВ].

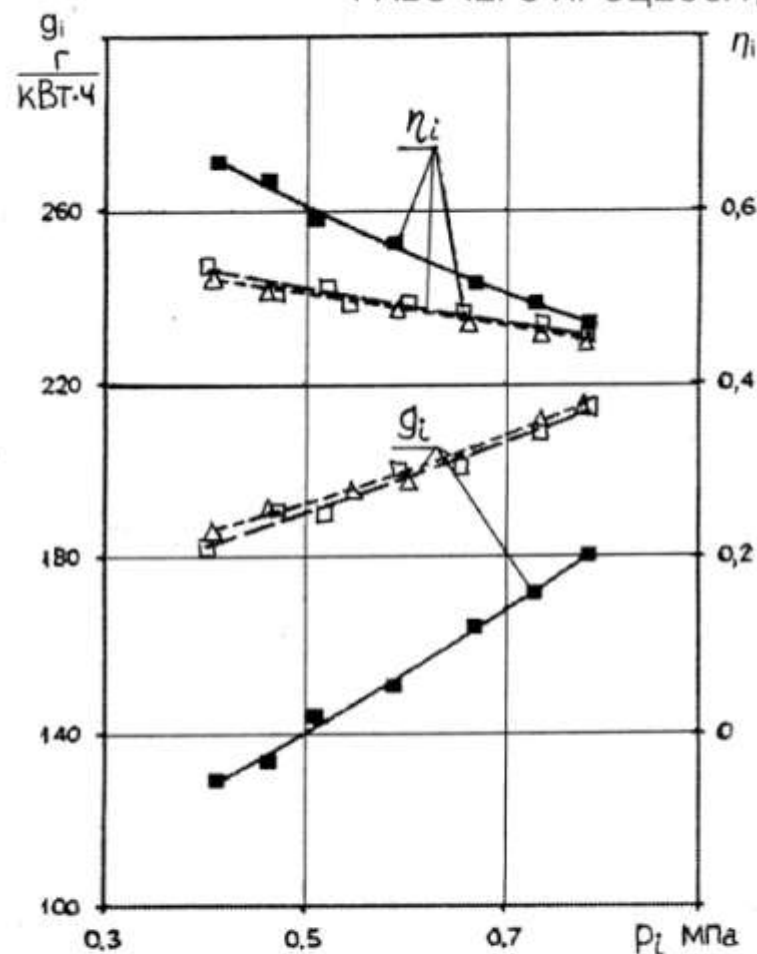


Рис. 5. Удельный индикаторный расход топлива (g_i) и индикаторный КПД двигателя (η_i):
 —■—■— дизтопливо; —□—□— образец №1;
 -Δ--Δ-- образец №2

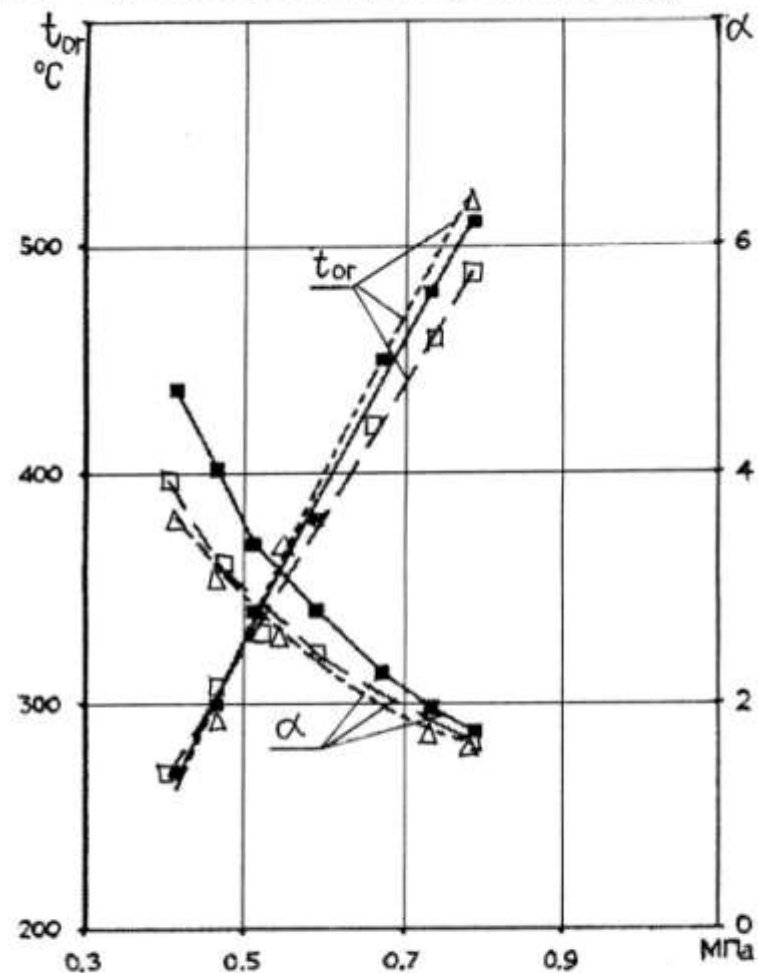


Рис. 3. Температура отработавших газов на выходе (t_{or}) и коэффициент избытка воздуха (α):
 —■—■— дизтопливо; —□—□— образец №1;
 -Δ--Δ-- образец №2

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ [С.П. КУЛМАНАКОВ].

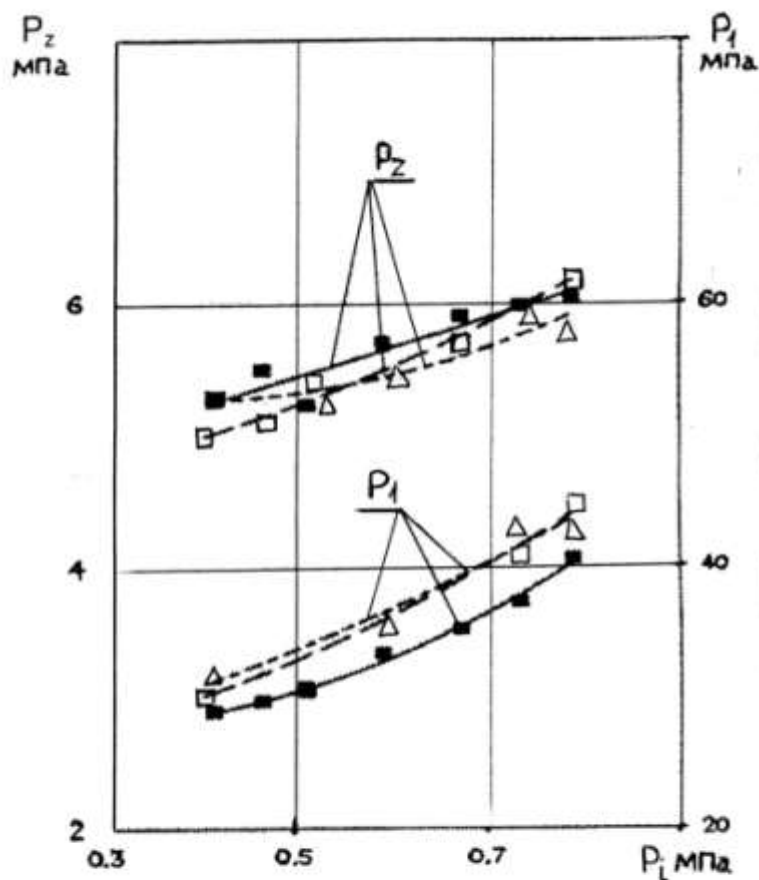


Рис. 1. Максимальное давление газов в цилиндре (P_z) и максимальное давление топлива в трубопроводе высокого давления (P_1): —■—■— дизтопливо; —□—□— образец №1; —△—△— образец №2

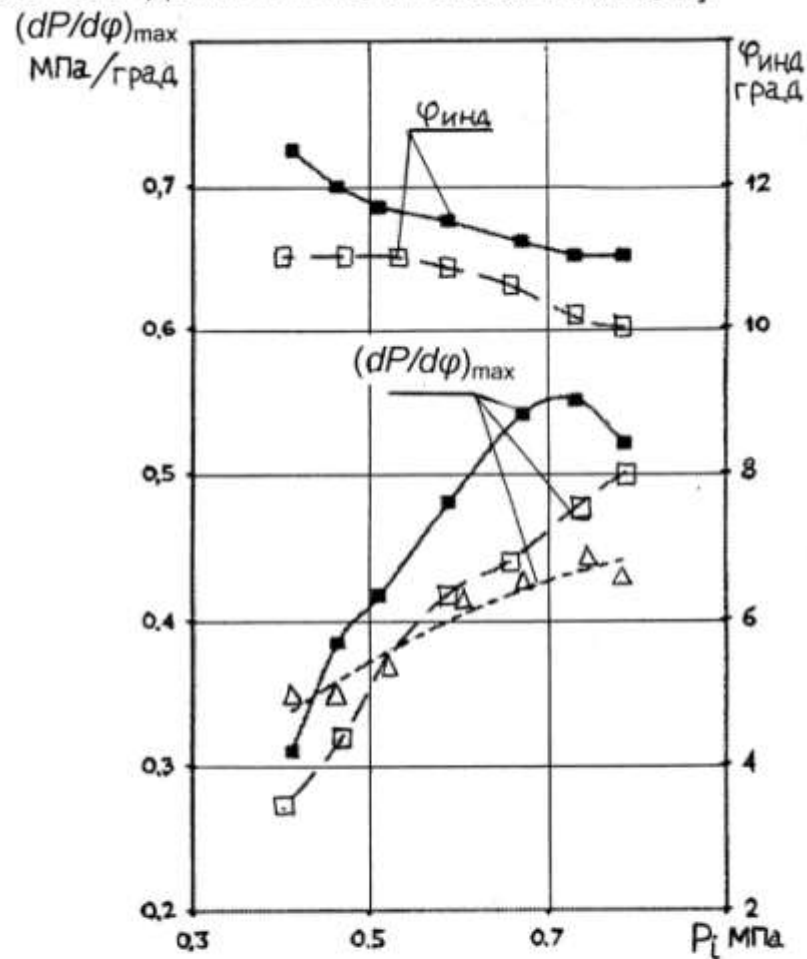
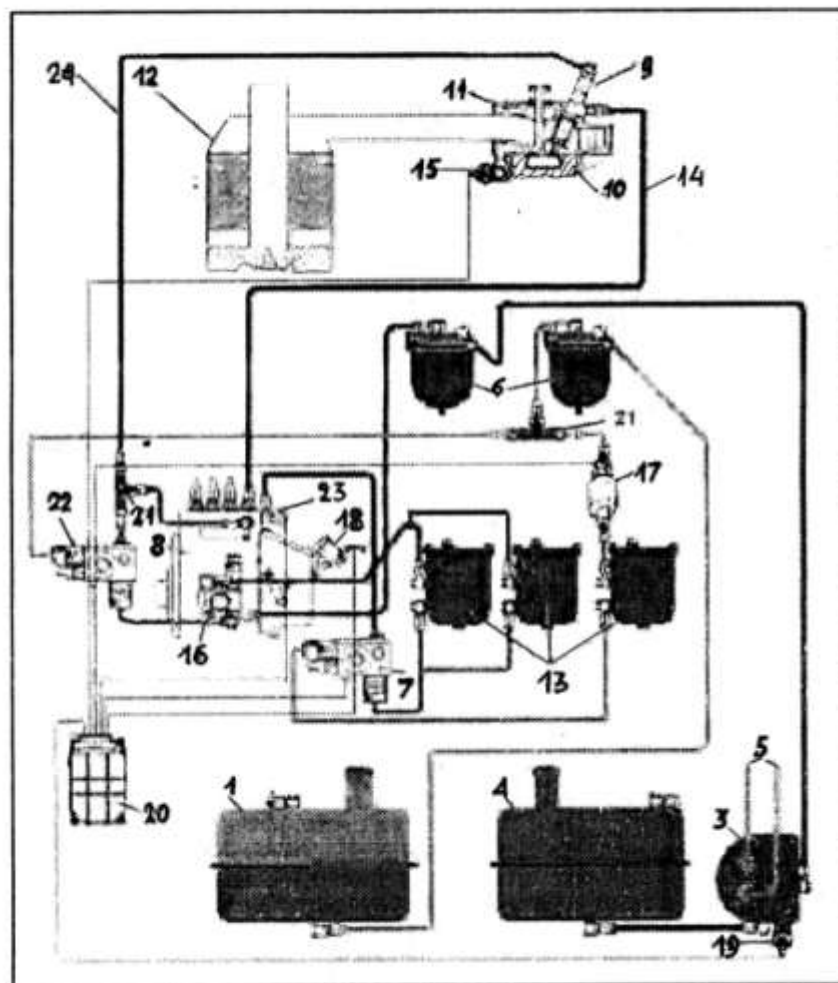


Рис. 2. Максимальная скорость нарастания давления газов в цилиндре ($dP/d\phi_{\max}$) и угол задержки воспламенения топлива ($\phi_{\text{инд}}$): —■—■— дизтопливо; —□—□— образец №1; —△—△— образец №2

Адаптированная для работы на РМ топливная система трактора МТЗ-82 с автоматизированным переключением видов топлив



1 – дополнительный бак для ДТ; 3 – подогреватель; 4 – основной бак для РМ; 5 – подвод охлаждающей жидкости из системы охлаждения двигателя; 6 – фильтр грубой очистки; 7 – топливо-подкачивающий насос; 8 – ТНВД; 9 – форсунка; 10 – распылитель; 11 – головка блока цилиндров; 12 – воздушный фильтр; 13 – фильтр тонкой очистки; 14 – топливо-провод; 15 – датчик температуры; 16 – электромагнитный клапан переключения вида топлива; 17 – электрический топливоподкачивающий насос; 18 – датчик положения рейки ТНВД; 19 – датчик температуры топлива; 20 – управляющий блок; 21 – тройник; 22 – электромагнитный клапан слива; 23 – датчик давления топлива; 24 – сливная трубка.

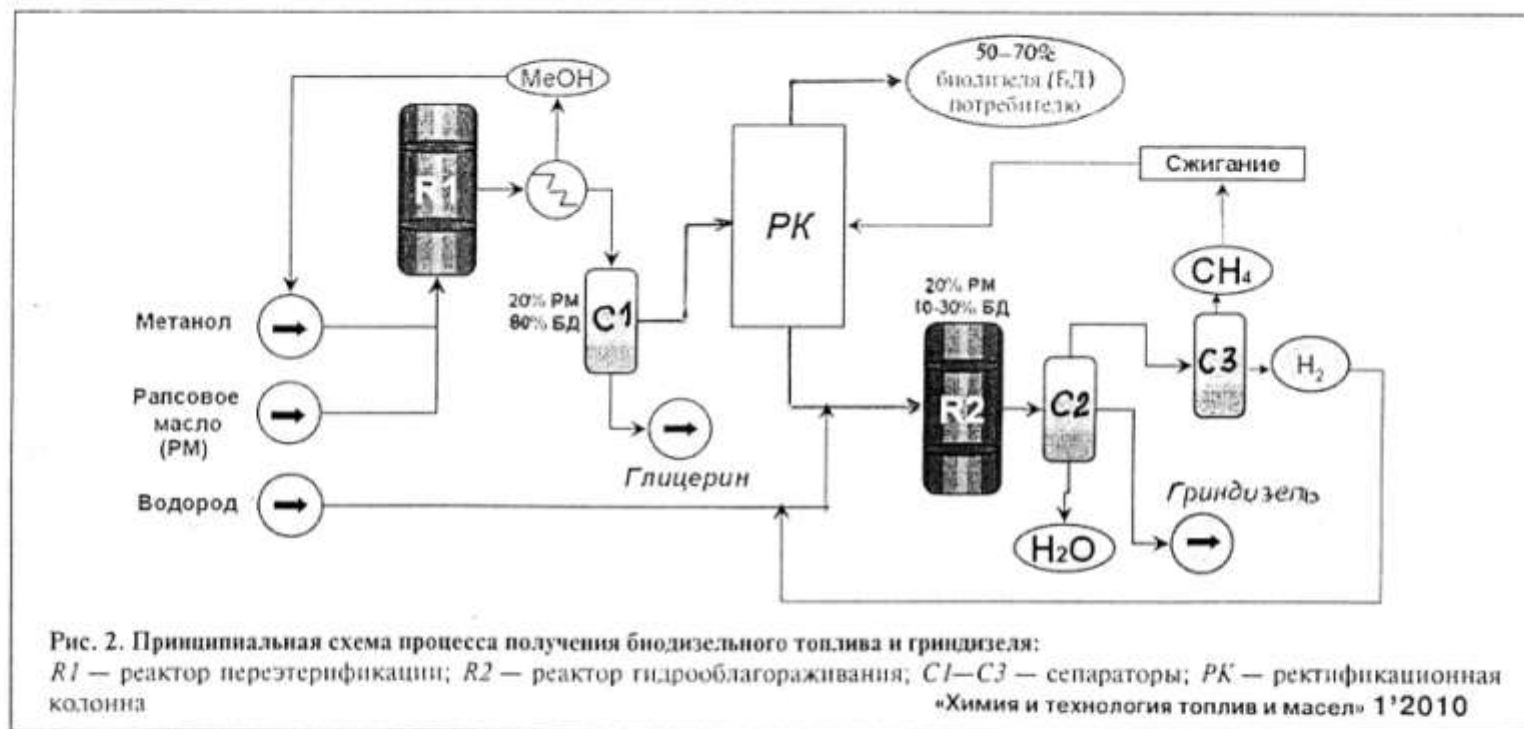
САВЕЛЬЕВ Г.С. РОССИЯ ГНУ ВНИИ МСХ



Bild 2. Verkrustungen an der Einspritzdüse nach 50stündigem Betrieb mit raffiniertem Rapsöl; Einzylindermotor mit direkter Einspritzung.

Рис. 2 Отложения на распылителе после 50 часов работы на рафинированном рапсовом масле; одноцилиндровый двигатель с непосредственным впрыском (DI)

Разработка процесса переработки рапсового масла в биодизель и высокоцетановые компоненты дизельного топлива



Поступило, кг	
Рапсовое масло.....	1250
Метанол.....	407
Получено, кг	
Метилловые эфиры.....	1004
Глицерин.....	104
Рапсовое масло.....	250
Метанол.....	299

Поступило, кг	
Метилловые эфиры.....	377
Водород.....	31
Получено, кг	
Алканы $C_{12}-C_{17}$	307
Метан.....	41
Вода.....	46
Водород.....	14