

УДК 621.179.14

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ОКТАНОВЫМ ЧИСЛОМ И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПРОДУКТОВ

© 2009 Б.В. Скворцов, Е.А. Силов

Самарский государственный аэрокосмический университет

Поступила в редакцию 09.06.2009

В статье исследуются корреляционные зависимости между детонационной стойкостью, плотностью и электродинамическими параметрами топлив – диэлектрической проницаемостью, проводимостью и критической частотой молекул в широком диапазоне частот. Приводятся таблицы октановых чисел в сочетании с электродинамическими характеристиками углеводородных продуктов. На основе регрессионного анализа и сопоставления известных и экспериментально полученных авторами данных выводятся соотношения связывающие между собой исследуемые параметры углеводородных продуктов.

Ключевые слова: углеводородное топливо, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, время релаксации, критическая частота, октановое (цетановое) число, регрессионный анализ, область изменений.

Оперативный достоверный контроль октанового числа бензинов без сжигания актуален, так как как 17 % продаваемого в стране бензина имеет октановое число на 2 ÷ 3 ниже заявленного. Предлагаемый в статье материал дает теоретические основы для создания приборов оперативного контроля качества бензинов.

Известно [1], что углеводородное топливо, как все другие среды обладают комплексной диэлектрической проницаемостью:

$$\hat{\varepsilon} = \varepsilon - j\varepsilon', \quad (1)$$

где ε - действительная часть (относительная диэлектрическая проницаемость); ε' - мнимая часть ($j = \sqrt{-1}$). Мнимая часть (1) характеризует поглощение энергии (диэлектрические потери) в веществе, введенном в электрическое поле. Тангенс угла потерь определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}. \quad (2)$$

Известно также, что квазистатической и высокочастотной областях спектра значение ε' практически очень мало. Только в области аномальной дисперсии значение ε' становится существенным, а при критической частоте ω_0 достигает максимума и определяется процессом релаксации углеводородной молекулы.

Релаксация – это процесс установления статического равновесия, соответствующего данным внешним условиям, в частности процесс упорядочения или ориентационной поляризации ди-

польных молекул в статическом поле после его отключения. Постоянная времени релаксации $\tau = 1/\omega_0$. В течение времени τ после отключения статического поля ориентационная поляризация уменьшается в e раз. При частоте внешнего поля, существенно большей, чем релаксационная, ориентационная компонента поляризации становится пренебрежимо малой. Время, необходимое для поворота обладающих инерцией молекул в направлении поля после его включения, составляет около 10^{-8} - 10^{-9} сек. По значению комплексной диэлектрической проницаемости можно сделать грубую классификацию органических соединений, приведенную в табл. 1 [2].

Введение в молекулу углеводорода одной полярной группы вызывает характерное увеличение диэлектрической проницаемости и проводимости (потерь). Для гомологических рядов найдены аналитические зависимости между диэлектрической проницаемостью и числом атомов углерода [3].

Диэлектрическая проницаемость ε нефтепродуктов сильно различается от их химического строения. Среди жидкостей углеводороды обладают наименьшей диэлектрической проницаемостью. Для углеводородов различной структуры она неодинакова. Наибольшими значениями диэлектрической проницаемости характеризуются ароматические углеводороды, в основном определяющие октановое число бензинов. Диэлектрическая проницаемость нефтепродуктов увеличивается с возрастанием плотности, молекулярного веса и при переходе от насыщенных к ненасыщенным соединениям. Значения диэлектрической проницаемости ε для нефтяных фрак-

Скворцов Борис Владимирович, доктор технических наук, профессор, научный руководитель НИЛ "Аналитические приборы и системы". E-mail: aps@ssau.ru.
Силов Евгений Альбертович, аспирант

Таблица 1. Классификация химических веществ по комплексной диэлектрической проницаемости при температуре 20 °С

Группы органических соединений	ϵ	ϵ'
Алифатические и ароматические углеводороды	1,8 ÷ 2,5	0,001 ÷ 0,025
Галогензамещенные углеводороды (хлор, фтор, бром, йод содержащие)	3 ÷ 10	0,5 ÷ 2
Спирты и другие гидроксилосодержащие соединения	10 ÷ 35	2 ÷ 10
Карбоновые кислоты (содержат карбоксильные группы COOH)	2 ÷ 10	1 ÷ 2
Сложные эфиры	4 ÷ 9	0,5 ÷ 5
Альдегиды, кетоны	10 ÷ 20	2 ÷ 6
Простые эфиры	2 ÷ 5	0,2 ÷ 2
Амины	3 ÷ 13	1 ÷ 3
Нитрилы (алифатический, ароматический)	16 ÷ 38	2 ÷ 12
Нитросоединения	5 ÷ 56	3 ÷ 15
Эфирные масла	2 ÷ 17	2 ÷ 10

Таблица 2. Диэлектрическая проницаемость нефтяных фракций

Нефть и нефтепродукты	Температура выкипания, °С	Диэлектрическая проницаемость, ϵ	Плотность, ρ_{18} , г/см ³
Петролейный эфир	56 - 80	1,724	0,6550
Бензины	60 - 150	1,887	0,7668
Керосины	140 - 200	1,958	0,8057
Дизтопливо	190 - 250	1,963	0,8081
Нефть	50 - 300	2,183	0,8627
Мазут	больше 300	2,401	0,9388

ций с указанием их плотности ρ , при температуре 18 °С, приведены в табл. 2 [4].

Как видно из табл. 2, средняя диэлектрическая проницаемость бензиновых фракций (сырых, низкооктановых бензинов), измеренная на частотах до 10 ГГц составляет 1,877. Товарные бензины имеют несколько большую диэлектрическую проницаемость, так как имеют в своем составе высокооктановые присадки, в частности ароматические углеводороды. Диэлектрические проницаемости некоторых углеводородов, используемых в качестве присадок при производстве товарных бензинов, а также других соединений, которые могут входить в состав топлив, приведены в табл. 3.

В табл. 4 приведены значения диэлектрических проницаемостей типичных компонентов углеводородных топлив на частоте 9,5 ГГц при различных температурах, взятые из [5].

Из табл. 1 – 4 видно, что диэлектрическая проницаемость кислородосодержащих, сернистых и азотных соединений значительно выше диэлектрической проницаемости сырого бензина и воз-

можных присадок к нему. Поэтому даже малые примеси этих соединений в бензине значительно повлияют на его диэлектрическую проницаемость. Отметим, что присутствие кислородосодержащих и азотных веществ в топливах по ГОСТу не допускается, присутствие серосодержащих соединений не более 2 % от массы (для бензинов не более 0,02%).

В табл. 5 даны значения диэлектрических потерь ϵ' компонентов углеводородных топлив при различных температурах на частоте 9,5 ГГц ($\lambda = 3,15$ см).

Из табл. 4, 5 видно, что диэлектрическая проницаемость и потери с ростом температуры стабильно уменьшаются по нелинейному закону. Регрессионный анализ данных может определить конкретный вид температурной зависимости для каждого компонента. Сопоставляя значения табл. 1, 3 со справочными данными по плотности тех же компонентов и применяя к ним регрессионный анализ из математического пакета Mathcad-7, для взаимосвязи между плотностью и относительной диэлектрической проницаемостью можно записать:

Таблица 3. Диэлектрическая проницаемость компонентов топлив

Соединение	Температура °С	ϵ	Плотность ρ^{20}
Алканы:			
гексан.....	25	1,90000	0,6594
гептан.....	25	1,92700	0,6837
2,2-диметилгексан.....	20	1,95000	
декан.....	20	1,95600	0,7300
гексадекан.....	20	2,0520	0,7734
гептадекан.....	25	2,0520	0,7780
Алкены:			
гексен-1.....	20	2,0510	0,6738
гептен-1.....	20	2,0710	0,6990
2-метилгексен-2.....	20	2,9620	
Цикланы:			
циклогексан.....	20	2,0200	0,77854
цис-декалин.....	20	2,2200	
транс-декалин.....	20	2,1800	
Циклены:			
циклогексен.....	25	2,2200	
Ароматическис углеводороды			
бензол.....	25	2,2747	0,8790
этилбензол.....	20	2,4030	0,8670
стирол.....	25	2,4310	
толуол.....	25	2,3780	0,8669
о-ксилол.....	25	2,5100	0,8802
изопропилбензол.....	20	2,3840	
1,3,5-триметилбензол.....	20	2,2790	0,8637
1,2,4-триметилбензол.....	20	2,3780	0,8762
дифенил.....	75	2,5300	
Смешанные структуры:			
тетралин.....	20	2,7730	
Кислородсодержащие соединения			
вода.....	25	78,3000	1,000
ацетон.....	25	20,7400	
м-крезол.....	25	11,7500	
метилизобутилкетон.....	20	13,1000	
пентанол-2.....	20	14,7000	
фуран.....	25	2,9500	
фенол.....	50	10,2800	
фурфурол.....	20	41,7000	
циклогексанон.....	20	18,3000	
Сернистые соединения:			
бутилмеркаптан.....	25	4,9500	
тиофен.....	20	2,7300	
Азотистые соединения:			
пиридин.....	25	12,3000	
пиколин.....	20	9,9400	
о-толуидин.....	18	6,3400	
пиперидин.....	20	5,8000	
хинолин.....	25	9,2200	

$$\epsilon(\rho) = 5.626 \rho^2 - 6.526 \rho + 3.583 \quad (3)$$

Формула (3) связывает эмпирически полученные данные о диэлектрической проницаемости и плотности. Для сопоставления, в табл. 6 приведем значения диэлектрических проницае-

мостей и тангенса угла потерь $tg\delta = \frac{\epsilon'}{\epsilon}$ для некоторых эталонных жидкостей на частотах,

близких к критическим (9 – 10 ГГц) при температуре 20 °С, используемых в различных отраслях промышленности в качестве растворителей и калибраторов в диэлектromетрии [1, 2].

Для дальнейшего анализа сведем в одну табл. 7 октановые числа углеводородов, содержащихся в бензине и их диэлектрические характеристики. Ограничимся октановыми числами по исследовательскому методу.

Таблица 4. Величина диэлектрической проницаемости ϵ компонентов углеводородных топлив на частоте 9,5 ГГц при различных температурах

Вещество	Плотность $\rho^{20}, \text{г/см}^3$	ϵ						
		213К	233К	253К	273К	293К	313К	333К
п-Пентан	0,6262	1,978	1,942	1,906	1,871	1,835	-	-
н-Гексан	0,6594	2,019	2,009	1,991	1,984	1,892	1,826	1,781
н-Гептан	0,6836	2,028	2,000	1,992	1,944	1,916	1,880	1,860
п-Октан	0,7022	-	2,026	1,998	1,970	1,942	1,914	1,886
н-Нонан	-	-	2,049	2,022	1,995	1,967	1,941	1,914
п-Декап	-	-	-	2,038	2,012	1,986	1,960	1,934
н-Ундскан	-	-	-	2,052	2,026	2,000	1,974	1,948
н -Додекан	-	-	-	-	2,038	2,014	1,988	1,963
н-Тридекан	-	-	-	-	-	2,023	1,997	1,971
н-Тетрадекан	-	-	-	-	-	2,031	2,005	1,980
3,3-Диметилпентан	-	2,026	2,008	1,992	1,981	1,961	1,945	1,929
2,2,4-Триметилпентан (изооктан)	0,6919	2,068	2,043	2,018	1,989	1,961	1,931	1,910
3-Метилгексан	-	2,068	2,043	2,012	1,986	1,956	1,926	1,897
3-Метилгептан	-	2,104	2,074	2,048	2,017	1,988	1,963	1,934
2-Метилоктан	-	2,104	2,074	2,057	2,030	2,005	1,985	1,967
2,3,4-Триметилпентан	-	2,126	2,09	2,069	2,041	2,014	1,985	1,958
2-Метилундекан	-	-	2,091	2,069	2,048	2,026	2,004	1,982
Циклогексан	-	-	-	-	2,030	2,037	1,989	1,955
Дециклогексил	-	-	-	-	2,020	1,983	1,954	1,925
Дициклогексилметан	-	-	-	-	2,192	2,168	2,144	2,120
Толуол	-	-	-	-	-	2,362	2,323	2,284
Бензол	-	-	-	-	-	2,278	2,230	2,190

Таблица 5. Диэлектрические потери компонентов топлив

Вещество	Плотность, $\rho^{20}, \text{г/см}^3$	$\epsilon'' \times 10^{-4}$						
		213К	233К	253К	273К	293К	313К	333К
н-Пентан	0,6262	22	15	12	8,5	6,5	-	-
н-Гексан	0,6594	21,5	17,5	14	10	8	5	-
н-Гептан	0,6836	29,5	24,5	18	13	10	8	5,5
н-Октан	0,7022	-	24	20	14,5	12	9	8
н-Нонан	-	-	27	24	19	15,5	12	9
н-Декап	-	-	-	30	25	20	16	12,5
н-Ундскан	-	-	-	34	30	25	20	14
н -Додекан	-	-	-	-	25	22	18	13
н-Тридекан	-	-	-	-	-	17	14	11
н-Тетрадекан	-	-	-	-	-	18	16	14
3,3-Диметилпентан	-	36	30	21	18	13	9,5	5
2,2,4-Триметилпентан (изооктан)	0,6919	63	45	36	28	20	15	12
3-Метилгексан	-	63,5	46	36	29	21	16	13
3-Метилгептан	-	53	60	60	52	39	31	25
2-Метилоктан	-	82	84	82	71	60	53	45
2,3,4-Триметилпентан	-	98	98	90	80	68	56	45
Циклогексан	-	-	-	-	2,0	1,95	1,9	1,85
Дециклогексил	-	-	-	-	15	13	12	11
Дициклогексилметан	-	-	-	-	55	61	62	60,5
Толуол	-	-	-	-	-	290	230	170
Бензол	-	-	-	-	-	6	5	4

По данным [5] среднее значение диэлектрических потерь для циклических и ненасыщенных углеводородов составляет $\epsilon'' = 15$, при этом точно известно, что минимальными диэлектрическими потерями обладает циклогексан – $\epsilon'' = 1,95$. В табл. 7 присутствуют только те компоненты, которые соответствуют бензинам по температуре

выкипания. По таблице видно, что диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери ароматических углеводородов значительно выше, чем у других компонентов.

На основе табл. 5 составим среднестатистическую функцию зависимости октанового числа от диэлектрической проницаемости.

Таблица 6. Диэлектрические свойства эталонных жидкостей на частотах 9–10 ГГц

Вещество	ϵ	ϵ'	$\text{tg } \delta \times 10^{-4}$
Вода	61,5	31,4	510,6
<i>Углеводороды:</i>			
Толуол	2,362	0,029	122,9
Бензол	2,278	0,0006	2,5
Изооктан (2,2,4 – триметилпентан)	1,961	0,0020	10,20
n-гептан	1,916	0,0010	5,22
Цетан (гексадекан)	2,063		
α -метилнафталин	2,664	0,08	120,0
Гексан	1,892	0,008	42,2

Таблица 7. Октановые числа компонентов бензинов и их диэлектрические характеристики при температуре 20 °С

Соединение	Формула	Октановое число (ИМ)	ϵ	$\epsilon' \times 10^{-4}$	$\text{tg } \delta \times 10^{-4}$	$\omega_0 \times 10^8$
<i>Алканы</i>						
Бутан		93.8	-			
2-метилпропан (изобутан)		92,8	-			
Пентан	C_5H_{12}	61.7	1,835	6,5	3,54	4,00
2-метилбутан (изопентан)	C_5H_{12}	92.3	1,870			
2,2-диметилпропан (неопентан)		85.5				
Гексан	C_6H_{14}	24.8	1,892	8	4,24	3,7
2-метилпентан (изогексан)	C_6H_{14}	73.4	1,952			
2,2- Диметилбутан (неогексан)		91.8	1,960			
n - гептан	C_7H_{16}	0.0	1,916	10	5,14	2,63
2-метилгексан (изогептан)	C_7H_{16}	42.4	1,922			
2,3-диметилпентан	C_7H_{16}	88.5	1,945			
2,2,3-триметилбутан (триптан)	C_7H_{16}	103.2	1,930			
Октан	C_8H_{18}	-17	1,942	12	6,18	2,17
2-метилгептан		20.6	-			
2,2- диметилгексан	C_8H_{18}	72.5	1,950			
3,3-диметилгексан	C_8H_{18}	75.5	1,964			
2,5-диметилгексан (диизобутил)	C_8H_{18}	55.2	1,962			
2-метил-3-этилпентан	C_8H_{18}	87.3	1,986			
2,2,3-триметилпентан	C_8H_{18}	105.2	1,960			
2,2,4-триметилпентан (изооктан)	C_8H_{18}	100.0	1,961	20		2,04
2,3,3-триметилпентан	C_8H_{18}	103.0	1,978			
Нонан	C_9H_{20}	0.0	1,967	15,5	7,88	1,79
3-метилоктан	C_9H_{20}	-	1,967			
2,2,6-триметилгептан	C_9H_{20}	-	1,969			
Декан	$C_{10}H_{22}$	-	1,986	20	10,07	1,49
Средние значения по алканам		$\Omega_A = 66,0$	$\epsilon_A = 1,94$ 1	$\epsilon'_A = 13,1$	$\text{tg } \delta_A = 5,29$	$\omega_{0A} = 2,5$ 4
<i>Ненасыщенные углеводороды. (Алкены, олефины)</i>						
1-пентен	C_5H_{10}	90.9	1,92			
2-пентен	C_5H_{10}	98.0	2,1			
2-метил-1-бутен	C_5H_{10}	103.6	2,180			
2-гексен	C_6H_{12}	89.0	2,052			
2-гептен	C_7H_{14}	70.0	2,071			
1-октен	C_8H_{16}	28.7	2,084			
2-октен	C_8H_{16}	56.3	2,085			
3-октен	C_8H_{16}	72.5	2,086			
4-октен	C_8H_{16}	73.3	2,086			
2,2,4-триметил-1-пентен	C_8H_{16}	104				
1-нонен		20				
Средние значения по ненасыщенным углеводородам		$\Omega_{HF} = 81,43$	$\epsilon_{HF} = 2,07$	$\epsilon'_{HF} = 15$	$\text{tg } \delta_{HF} = 4,83$	

Таблица 7. Октановые числа компонентов бензинов и их диэлектрические характеристики при температуре 20 °С (продолжение)

Циклические (цикланы циклены) (нафтены)						
Циклопентан	C ₅ H ₁₀	100.2	1,969			
Метилциклопентан	C ₆ H ₁₂	91.3	1,985			
Циклогексан	C ₆ H ₁₂	83.0	2,037	1,95	0,96	
Метилциклогексан	C ₇ H ₁₄	74.8	2,02			
Пропилциклопентан		31.2				
Изопропилциклопропан		81.1				
Этилциклогексан		45.6				
1,2-диметилциклогексан		80.9				
1,1,3 - триметилциклогексан		81.3				
Средние значения по циклическим компонентам		$\Omega_{Ц} = 74,4$	$\epsilon_{Ц} = 2,002$	$\epsilon_{Ц} - 15$	$tg\delta_{Ц} = 4,79$	

Таблица 7. Октановые числа компонентов бензинов и их диэлектрические характеристики при температуре 20 °С (окончание)

Ароматические углеводороды						
Бензол	C ₆ H ₆	104,8	2,278	6	2,5	
Толуол	C ₇ H ₈	108.1	2,362	290	122,8	
о-ксилол (1,2 диметилбензол)	C ₈ H ₁₀	100.0	2,540	1060	417,3	
м-ксилол (1,3-диметилбензол)	C ₈ H ₁₀	106.2	2,342	366	156,2	
п-ксилол (1,4-диметилбензол)	C ₈ H ₁₀	105.5	2,250	20	8,89	
Этилбензол	C ₈ H ₁₀	101.8	2,355	565	239,9	
Пропилбензол	C ₉ H ₁₂	106.2	2,364			
Изопропилбензол	C ₉ H ₁₂	107.9	2,307	555	240,5	
Стирол	C ₈ H ₈		2,426			
1,3,5 - триметилбензол	C ₉ H ₁₂		2,279			
1,2,4 - триметилбензол	C ₉ H ₁₂		2,378			
Средние значения по ароматическим компонентам		$\Omega_{AP} = 105,6$	$\epsilon_{AP} = 2,35$	$\epsilon'_{AP} = 409$	$tg\delta_{AP} = 169,6$	

Таблица 8. Средне-статистические значения компонентного состава (% объема) и электрических параметров различных бензинов, изготовленных без применения антидетонационных присадок

Группы углеводородов	А-72 (АИ-76)	А-76 (АИ-80)	АИ-93			
			Риформинг	Каталитический крекинг	Термический крекинг	Прямая перегонка
Алкано-циклановые	67,9	65,3	54,2	56,9	65,3	59,4
В том числе:						
алканы	47,3	-	46,5	48,5	-	-
цикланы	20,6	-	7,7	8,4	-	-
Ароматические	25,2	23,8	44,0	42,4	29,8	37,2
Ненасыщенные (алкены)	6,9	10,9	1,8	0,7	4,9	3,4
Средняя диэлектрическая проницаемость, ϵ	$\epsilon_{72} = 2,059$	$\epsilon_{76} = 2,062$	2,127	2,119	2,079	2,106
			Средняя по АИ-93 $\epsilon'_{93} = 2,108$			
Средние диэлектрические потери, $\epsilon' \times 10^{-4}$	$\epsilon'_{72} = 113$	$\epsilon'_{76} = 108$	187	181	132	161
			Средние по АИ-93 $\epsilon'_{93} = 165$			
Средний тангенс угла потерь, $tg\delta \times 10^{-4}$	$tg\delta_{72} = 55$	$tg\delta_{76} = 52$	88	85	62,5	75,6
			Средний по АИ-93 $tg\delta_{93} = 77,6$			

Для этого воспользуемся программой полиномиальной регрессии, составленной в математическом пакете MATHCAD. На рис. 1 приведена среднестатистическая зависи-

мость диэлектрической проницаемости от октанового числа компонентов бензинов при температуре 20 °С, которая в аналитическом виде имеет вид:

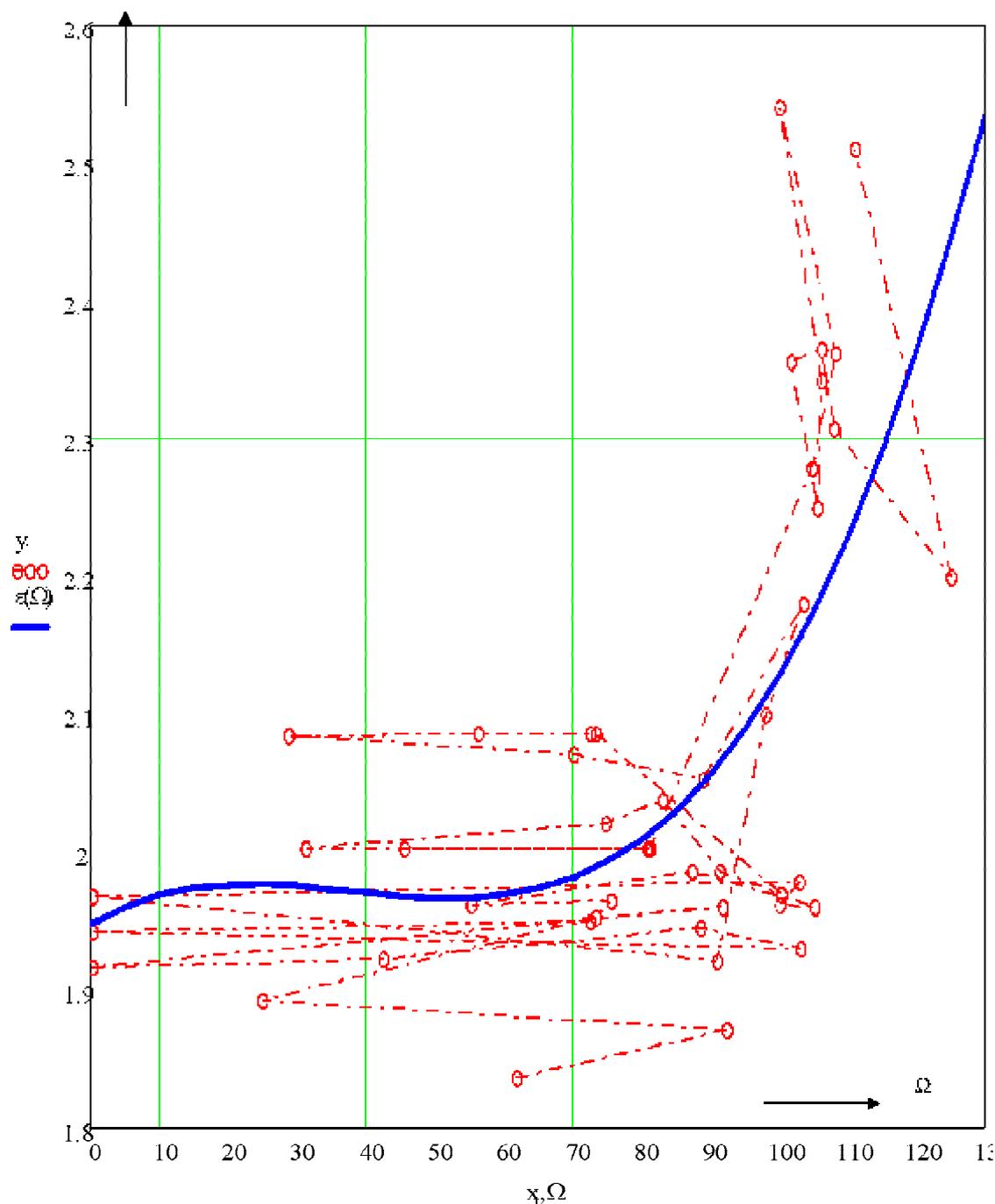


Рис. 1. Среднестатистическая зависимость октанового числа компонентов бензинов от диэлектрической проницаемости при температуре 20 °С при аппроксимации полиномом 3 степени

$$\varepsilon = 1,931 + 2,855 \cdot 10^{-3} \Omega - 8,873 \cdot 10^{-5} \Omega^2 + 7,813 \cdot 10^{-7} \Omega^3 \quad (4)$$

Полезна также обратная зависимость:

$$\Omega = -1,922 \cdot 10^4 + 3,755 \cdot 10^4 \varepsilon - 2,741 \cdot 10^4 \varepsilon^2 + 8,874 \cdot 10^3 \varepsilon^3 - 1,072 \cdot 10^3 \varepsilon^4 \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) совпадают с погрешностью 1% в диапазоне октановых чисел 75 – 100. На основе табл. 6 вычислены среднестатистические значения электрических параметров то-

варных автомобильных бензинов, изготовленных без применения антидетонационных присадок по различным технологиям (табл. 7).

В табл. 8 среднестатистические значения электрических параметров вычислены по формулам:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{CP} &= \varepsilon_{AC} C_{AC} + \varepsilon_{AP} C_{AP} + \varepsilon_{HE} C_{HE}, \\ \varepsilon'_{CP} &= \varepsilon'_{AC} C_{AC} + \varepsilon'_{AP} C_{AP} + \varepsilon'_{HE} C_{HE}, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \delta_{CP} = \frac{\varepsilon'_{CP}}{\varepsilon_{CP}},$$

где ε_{AC} , ε'_{AC} вычисляется по формулам:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{AC} &= C_A \varepsilon_A + C_C \varepsilon_C, \\ \varepsilon'_{AC} &= C_A \varepsilon'_A + C_C \varepsilon'_C, \end{aligned} \quad (7)$$

или

$$\begin{aligned} \varepsilon_{AC} &= C_{AC} \frac{3 \varepsilon_A + \varepsilon_C}{4}, \\ \varepsilon'_{AC} &= C_{AC} \frac{3 \varepsilon'_A + \varepsilon'_C}{4}, \end{aligned} \quad (8)$$

$C_A, C_C, C_{AC}, C_{AP}, C_{HE}, \varepsilon_A, \varepsilon_C, \varepsilon_{AC}, \varepsilon_{AP}, \varepsilon_{HE}, \varepsilon'_A, \varepsilon'_C, \varepsilon'_{AC}, \varepsilon'_{AP}, \varepsilon'_{HE}$ – процентное содержание алканов(А), цикланов(Ц), суммарно алканоциклановых (АЦ), ароматических (АР), ненасыщенных (НЕ) углеводородов, взятое из таблицы 6 и соответствующие им средние электрические характеристики, взятые из табл. 5. Формула (6) получена исходя из условия, что средне-статис-

тическое соотношение алканов и цикланов в бензинах составляет 3 : 1, что видно из табл. 8.

Представленный материал создает теоретическую основу для контроля углеводородных топлив косвенными методами, основанными на измерении комплексной диэлектрической проницаемости углеводородных продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахадов Я.Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей. М.: Издательство стандартов, 1972.
2. Надь Ш.Б. Диэлектрометрия. М.: Энергия, 1976.
3. Oehme F. Dielektrische Messmethoden zur quantitativen Analyse und fur chemische Strukturbestimmungen. Verlag Chemie, Weinheim, 1962.
4. Гурьев А.А. Применение автомобильных бензинов, М.: Химия, 1978
5. Шахпаронов М.И., Филиппов Л.П. Жидкие углеводороды и нефтепродукты. М.: МГУ, 1989.

RESEARCH OF CORRELATION DEPENDENCES BETWEEN OCTAN NUMBER AND ELECTRODYNAMIC PARAMETERS OF HYDROCARBONIC PRODUCTS

© 2009 B.V. Skvorcov, E.A. Silov

Samara State Aerospace University

In article correlation dependences between detonation firmness, density and electrodynamic parameters of fuel – dielectric permeability, conductivity and critical frequency of molecules in a wide range of frequencies are investigated. Tables of octan numbers in a combination to electrodynamic characteristics of hydrocarbonic products are resulted. On a basis of the regression analysis and comparison of the data known and experimentally received by authors parities investigated parameters of hydrocarbonic products connecting among themselves are deduced.

Keywords: hydrocarbonic fuel, dielectric permeability, dielectric losses, relaxation time, critical frequency, octan (cetane) number, the regression analysis, area of changes.

*Boris Skvorcov, Doctor of Technics, Professor, the Supervisor of studies of Research Laboratory "Analytical Devices and Systems". E-mail: aps@ssau.ru.
Evgenie Silov, Graduate Student*