

## ЭПР СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДОВОЙ КОМПОЗИЦИИ НАПОЛНЕННОЙ САЖИ

Марданова Юлдуз Уктам кизи

преподаватель НавГГТУ

Камалова Дилнавоз Ихтиёровна

д.т.н. (DSc), доцент НавГПИ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7445147>

**Аннотация.** В данной статье приведено ЭПР спектроскопическое исследование структуры системы композита поливинилиденфторид+сажа (0,02). А также, рассмотрено то что, с помощью электронно-парамагнитного резонанса можно выяснить характер распределения частиц поливинилиденфторид+сажа (0,02).

**Ключевые слова:** ЭПР спектроскопия, поливинилиденфторид (ПВДФ), сажа, межфазный слой, сверх высокая частота, композит, сигнал, спектр.

## EPR SPECTROSCOPIC STUDY OF THE STRUCTURE OF A POLYVINYLIDENE FLUORIDE COMPOSITION OF FILLED SOOT

**Abstract.** This article presents an EPR spectroscopic study of the structure of the polyvinylidene fluoride + carbon black (0.02) composite system. And also, it is considered that, with the help of electron paramagnetic resonance, it is possible to find out the nature of the distribution of particles of polyvinylidene fluoride + soot (0.02).

**Keywords:** EPR spectroscopy, polyvinylidene fluoride (PVDF), carbon black, interfacial layer, ultrahigh frequency, composite, signal, spectrum.

На сегодняшней день, как и в развитых странах мира, так и в нашей стране уделяется большое внимание развитие науки. Техника и технологии являются основой научной деятельности. Мы в данном материале исследовали структуру системы ПВДФ+сажа с помощью ЭПР спектроскопии. В этом случае представляло интерес исследование системы ПВДФ+сажа (0,02) с целью выяснения характера распределения частиц наполнителя в связующем и установления статистики размеров агломератов частиц наполнителя. Решение этого вопроса важно для установления факта о том, что можно ли рассматривать композит в качестве неупорядоченного материала. Решение другого вопроса – в связи с тем обстоятельством, что межфазный слой полимера вместе с частицами сажи играет доминирующую роль в установлении тех или иных свойств композита. С точки зрения материаловедения такими свойствами могут быть – магнитные [1].

Анализ статистики размеров частиц и агломератов (таблица 1) показывает, что меньше всего в исследуемом квадрате находятся агломерированные частицы сажи с размерами от 80000 Å до 200000 Å. Наибольшее распространение получают сажевые агломераты с размерами, лежащими в интервале от 40000 Å до 50000 Å (22,34%).

Таблица 1

Зависимость параметров насыщения большого сигнала ЭПР

W, мВт	$\frac{I_x}{I_{от}}$	Z	S	$\sqrt{\frac{1-S}{S}}$	$\frac{1}{4} \cdot H_1^2 \cdot v^2 \cdot T_1 \cdot T_2$
5	$3,4 \cdot 10^{-3}$	0,453	0,205	1,97	$8,1 \cdot 10^1$

25	$3,1 \cdot 10^{-3}$	0,413	0,17	2,2	$4,08 \cdot 10^2$
50	$3,47 \cdot 10^{-3}$	0,462	0,213	1,92	$8,16 \cdot 10^2$
100	$3,75 \cdot 10^{-3}$	0,50	0,25	1,73	$1,63 \cdot 10^3$
150	$3,69 \cdot 10^{-3}$	0,492	0,242	1,77	$2,45 \cdot 10^3$
200	$4,0 \cdot 10^{-3}$	0,533	0,284	1,58	$3,26 \cdot 10^3$

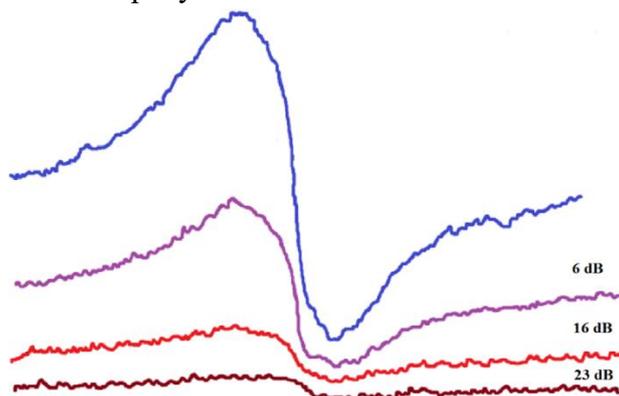
**Таблица 2**

### Обобщённая статистика агломератов сажи в ПВДФ

Размеры частиц в Å	Общее количество частиц	%
$8000 < \varnothing < 20000$	40	15,15
$20000 < \varnothing < 30000$	32	12,12
$30000 < \varnothing < 30000$	38	13,63
$40000 < \varnothing < 30000$	69	22,34
$50000 < \varnothing < 30000$	23	8,71
$60000 < \varnothing < 30000$	35	13,25
$80000 < \varnothing < 30000$	13	4,92
$100000 < \varnothing < 30000$	12	4,54
$120000 < \varnothing < 30000$	8	3,03
$140000 < \varnothing < 30000$	6	2,27

Этот установленный факт интересен тем, что скопления размерами большими чем 40000 Å при определенных условиях могут представлять собой магнитные слои. Скопления с меньшими размерами могут быть только домены.

Если речь идет о материале с магнитной доменной структурой, тогда одним из чувствительных структурных методов исследования проявления сильного магнетизма может послужить метод ЭПР спектроскопии [2]. Сигнал ЭПР исследуемого нами объекта представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1. ЭПР спектр композиции ПВДФ+сажа (0,02)**

Сосредоточим свое внимание на ширине сигнала ЭПР ( $\Delta H_{pp}$ , Э) и стабильности этого сигнала во времени. Стабильность сигнала, т.е. неизменяемость интенсивности во времени, доказана нами испытаниями, сопровождавшимися в течении 6 месяцев. Ширина линии ЭПР  $\Delta H_{pp}=380$  Э представляется достаточно большой, потому как сажа на воздухе дает синглетный сигнал с шириной  $\Delta H_{pp}=22$  Э, а ПВДФ является диамагнетиком. Такое явление уширения линии ЭПР может быть связано лишь с особенностями образования межфазного слоя.

В данный момент с некоторой уверенностью можно заключить, что речь идет о магнитном материале, как минимум сильно парамагнитного типа.

## REFERENCES

1. Камалова Д.И., Негматов С.С. Электронно-микроскопическое и ИК, ЭПР спектроскопическое исследование структуры системы ПВДФ+сажа (0,02) //Universum: технические науки. Россия. 2017. №11(44).
2. Kamalova Dilnavoz. Research of characteristics of the signal of EPR of composites. //Advanced materials research. Switzerland. 2017. Volume 1145. P.230-233.