

# КОМПОЗИТЫ АНИЛИНОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО ПОЛИМЕРА С СОЛЯМИ ЖЕЛЕЗА, ИХ СТРОЕНИЕ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫЕ СВОЙСТВА

Я. А. Висурханова, А. А. Музаппарова, Н. А. Павленко

Институт органического синтеза и углекислотной химии РК, г. Караганда, Казахстан

## Введение

Железосодержащим полимерным композитам уделяется пристальное внимание благодаря их уникальным магнитным и электропроводным свойствам. Эти свойства во многом зависят как от химического строения полимерной матрицы, так и от природы и размерности формирующихся в матрице микро- и наночастиц железа или его оксидов.

## Цель исследования:

Получение композитов на основе анилиноформальдегидного полимера (АФП), обладающего электроизоляционными свойствами, и соли железа ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ) без и с последующим химическим восстановлением катионов железа и изучение их строения и электропроводных свойств.

## Методы синтеза

Железосодержащие АФП-композиты были синтезированы двумя методами:

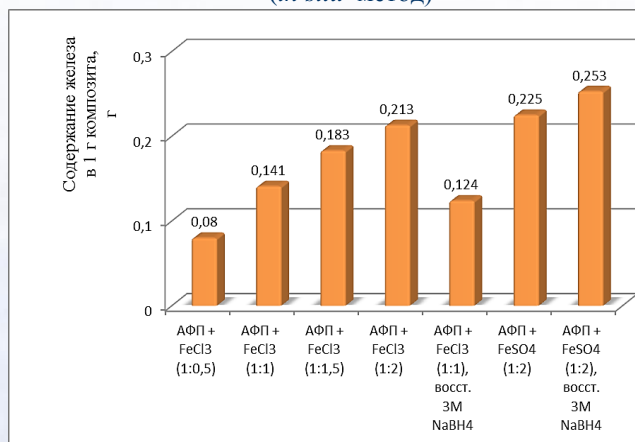
- 1 - введение соли металла в реакционную среду в процессе поликонденсации анилина с формальдегидом, т.е. методом *in situ*,
- 2 - термически обработанный АФП-полимер был использован в качестве сорбента для извлечения ионов железа из водных растворов его солей, т.е. «пропиточным» методом.

**Таблица 1 - Электропроводные свойства железосодержащих АФП-композитов**

№ композита	Композит	Содержание Fe в 1 г композита, г	Сопротивление (R), Ом (m=1052 г)	Электропроводность ( $\sigma$ ), Ом <sup>-1</sup> ·м <sup>-1</sup> (m=1052 г)
1	АФП + $\text{FeCl}_3$ (1:0,5) – 1 мет.	0,08	$34,7 \cdot 10^6$	$0,30 \cdot 10^{-6}$
2	АФП + $\text{FeCl}_3$ (1:1) – 1 мет.	0,141	$17,7 \cdot 10^6$	$0,52 \cdot 10^{-6}$
3	АФП + $\text{FeCl}_3$ (1:1,5) – 1 мет.	0,183	$25,4 \cdot 10^6$	$0,36 \cdot 10^{-6}$
4	АФП + $\text{FeCl}_3$ (1:2) – 1 мет.	0,213	$16,6 \cdot 10^6$	$0,54 \cdot 10^{-6}$
5	АФП + $\text{FeCl}_3$ (1:1), восст. 3М $\text{NaBH}_4$ – 1.3 мет.	0,124	$18,9 \cdot 10^6$	$0,49 \cdot 10^{-6}$
6	АФП+1% $\text{FeCl}_3$ , ПМ в воде	0,018	$27,9 \cdot 10^6$	$0,40 \cdot 10^{-6}$
7	АФП+3% $\text{FeCl}_3$ , ПМ в воде	0,054	$32,6 \cdot 10^6$	$0,30 \cdot 10^{-6}$
8	АФП+3% $\text{FeCl}_3$ +УЗО, ПМ в воде	0,137	$24,6 \cdot 10^4$	$0,39 \cdot 10^{-4}$
9	АФП+5% $\text{FeCl}_3$ , ПМ в воде	0,075	$28,9 \cdot 10^4$	$0,34 \cdot 10^{-4}$
10	АФП+5% $\text{FeCl}_3$ , восст. 3М $\text{NaBH}_4$ , ПМ в воде	0,215	$28,8 \cdot 10^4$	$0,27 \cdot 10^{-4}$
11	АФП + $\text{FeSO}_4$ (1:2)	0,225	$20,5 \cdot 10^6$	$0,43 \cdot 10^{-6}$
12	АФП + $\text{FeSO}_4$ (1:2), восст. 3М $\text{NaBH}_4$	0,253	$31,6 \cdot 10^6$	$0,30 \cdot 10^{-6}$
13	АФП+5% $\text{FeSO}_4$ , ПМ в воде	0,219	$29,1 \cdot 10^4$	$0,33 \cdot 10^{-4}$
14	АФП+5% $\text{FeSO}_4$ , восст. 3М $\text{NaBH}_4$ , ПМ в воде	0,215	$24,5 \cdot 10^4$	$0,36 \cdot 10^{-4}$

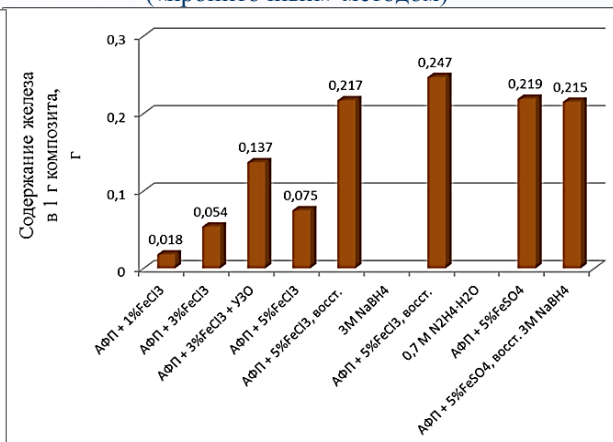
## Результаты

Сравнение содержания железа в 1 г композитов АФП +  $\text{FeCl}_3$  и АФП +  $\text{FeSO}_4$  без и с химическим восстановлением 3М  $\text{NaBH}_4$  (*in situ* метод)



Содержание железа в композитах АФП+ $\text{FeCl}_3$  и АФП+ $\text{FeSO}_4$  после их синтеза методом *in situ* полностью сохраняется и равняется количеству железа в исходно взятых его солях. При этом масса композитов АФП+ $\text{FeCl}_3$  возрастает с увеличением вводимого количества  $\text{FeCl}_3$ .

Сравнение содержания железа в 1 г композитов АФП +  $\text{FeCl}_3$  и АФП +  $\text{FeSO}_4$  без и с химическим восстановлением 3М  $\text{NaBH}_4$  («пропиточный» методом)



Из диаграммы следует, что содержание железа выше в композитах, синтезированных с химическим восстановлением 0,7 М  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  или 3М  $\text{NaBH}_4$ .

Было установлено, что в фазовых составах композитов АФП+ $\text{FeCl}_3$  присутствуют кристаллические фазы магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Однако в составе композита с меньшим содержанием железа АФП+ $\text{FeCl}_3$ (1:1) были идентифицированы также кристаллические фазы  $\alpha$ - $\text{FeOOH}$  (гетита), имеющие игольчатое строение (рисунок 1).

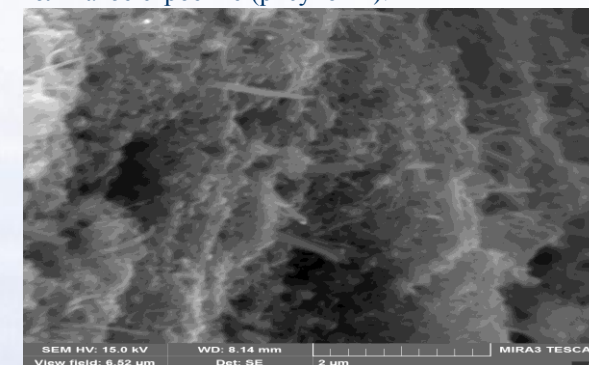


Рисунок 1

Композиты АФП+ $\text{FeSO}_4$ , полученные методом пропитки, имеют в своём составе кристаллические фазы  $\alpha$ - $\text{FeOOH}$  и  $\gamma$ - $\text{FeOOH}$ . Кроме того, все исследованные композиты обладают сетчатым или пористым строением, что определяется природой отверждённого полимера (рисунок 2).

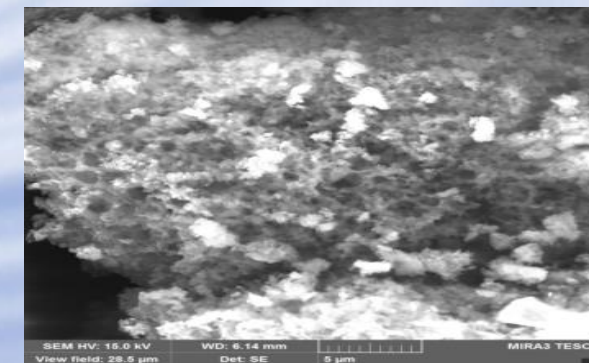


Рисунок 2

## Выводы:

- Получены железосодержащие АФП-композиты двумя способами: методом *in situ* и «пропиточным» методом.
- Изучены строение и морфологические особенности синтезированных композитов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа.
- Установлено, что большую электропроводность имеют композиты АФП+ $\text{FeCl}_3$  и АФП+ $\text{FeSO}_4$ , синтезированные «пропиточным» методом. Очевидно, в аналогичных композитах, полученных *in situ* методом, образующиеся частицы Fe-содержащих компонентов покрыты слоем полимера, снижающим их электропроводные свойства.