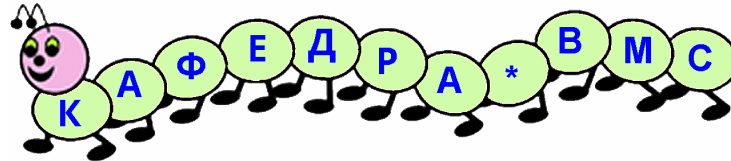
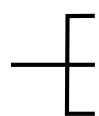




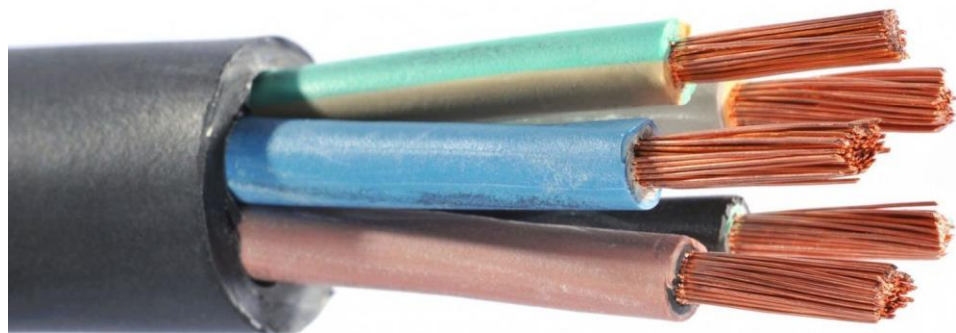
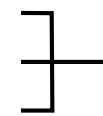
# ПВХ + МЕДЬ: ЕСЛИ ДОЛГО, ДОЛГО, ДОЛГО?...

**Зорин И.М., Зорина Н.А., Вальд Д.А.**  
*Санкт-Петербургский государственный университет*





# Герои моего рассказа



PVC

Cu

Это история о возможности  
прямой химической реакции  
металлической меди  
с органическими соединениями,  
в том числе - полимерами

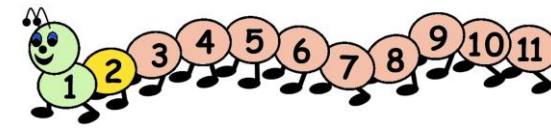


$\text{CCl}_4$

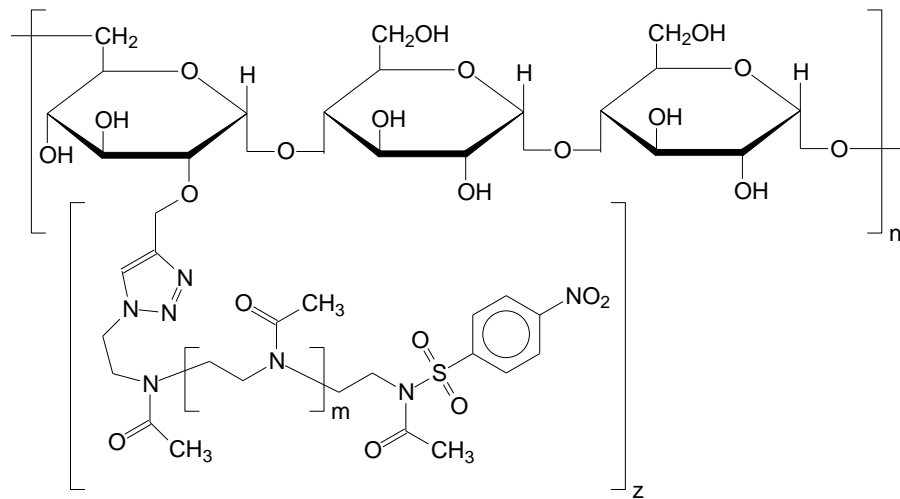
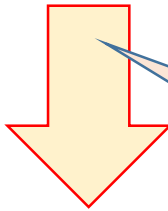
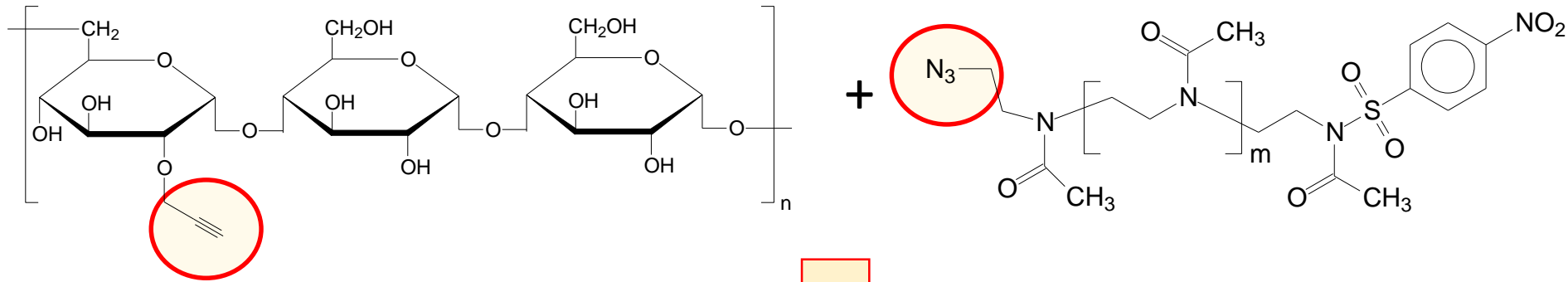


DMF; DMAc

# С чего всё начиналось?



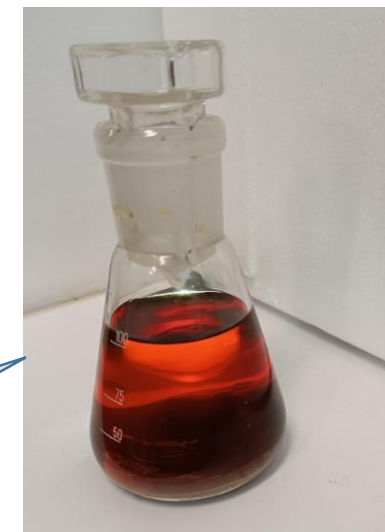
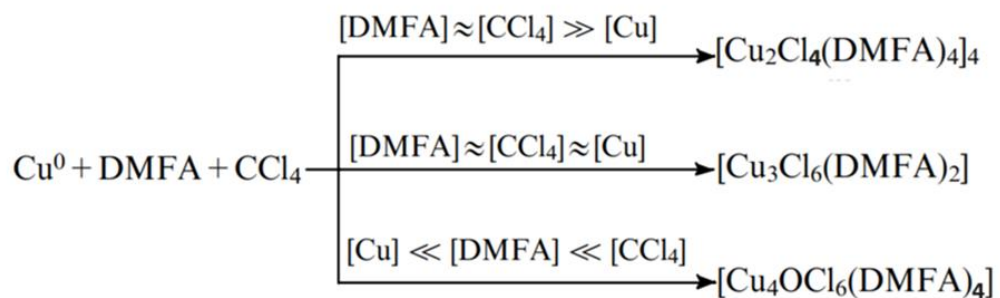
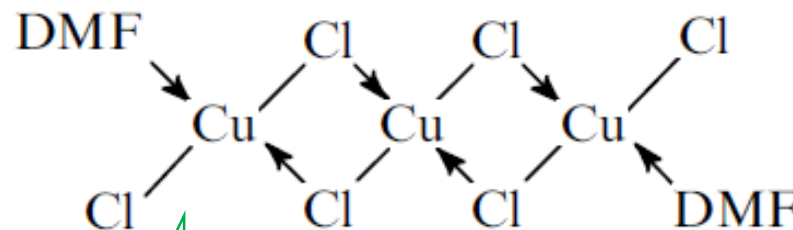
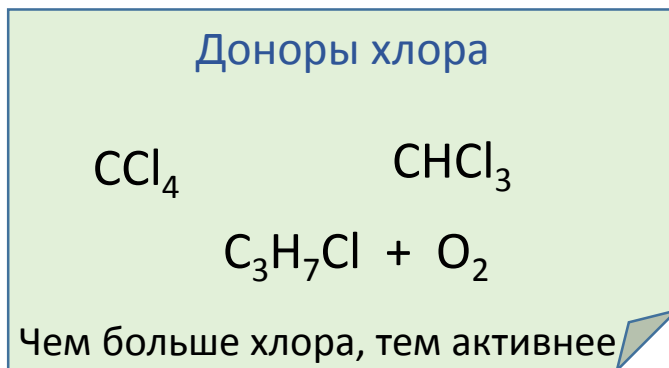
С азид-алкинового присоединения!.....



Catalyst  
Cu (II) + ascorbate  
Cu (I) + argon  
**Cu (0)**

Медь всегда  
растворялась!!!  
почему?

# — [ Медь и органические растворители ] —



Реакция идет до конца.  
Пока не кончится медь...

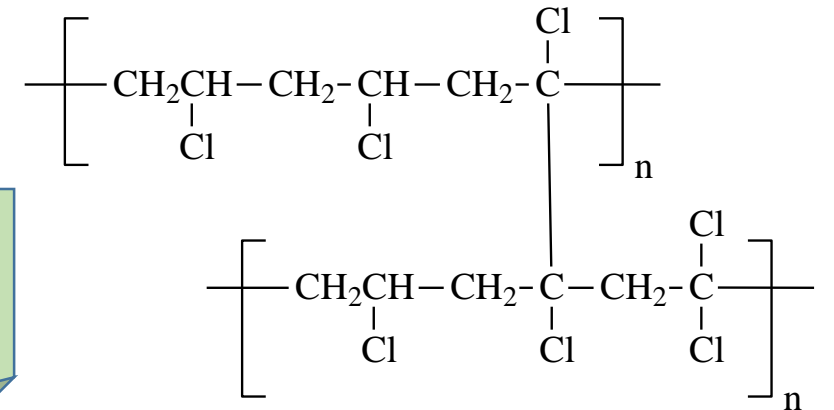
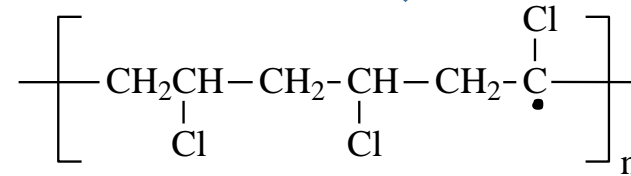
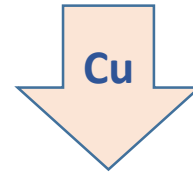
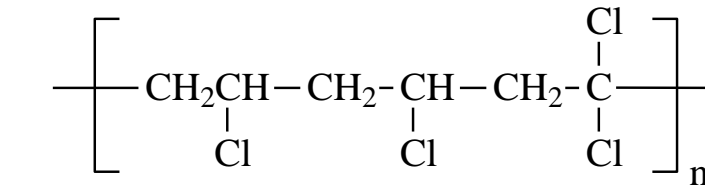
# — [ Хлорированные полимеры ] —



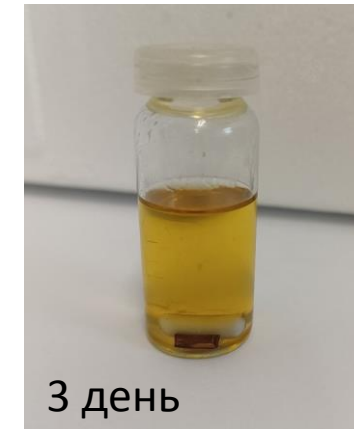
## 1. Хлорин, он же хлорированный ПВХ (65% хлора)



Используется :  
как клей (+ ацетон)  
как фильтровальная ткань



Свободно-радикальный  
механизм доказан  
в литературе



3 день



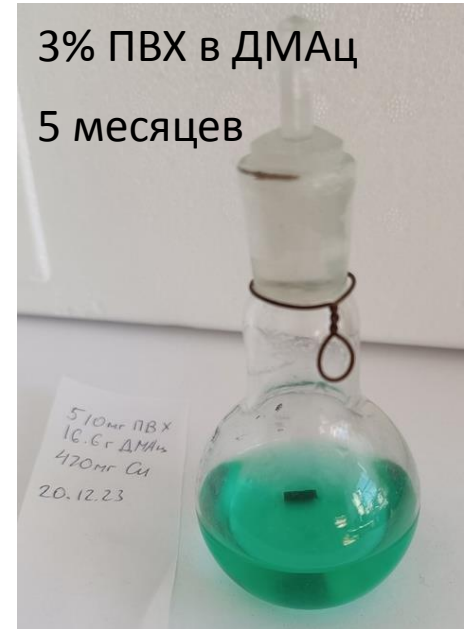
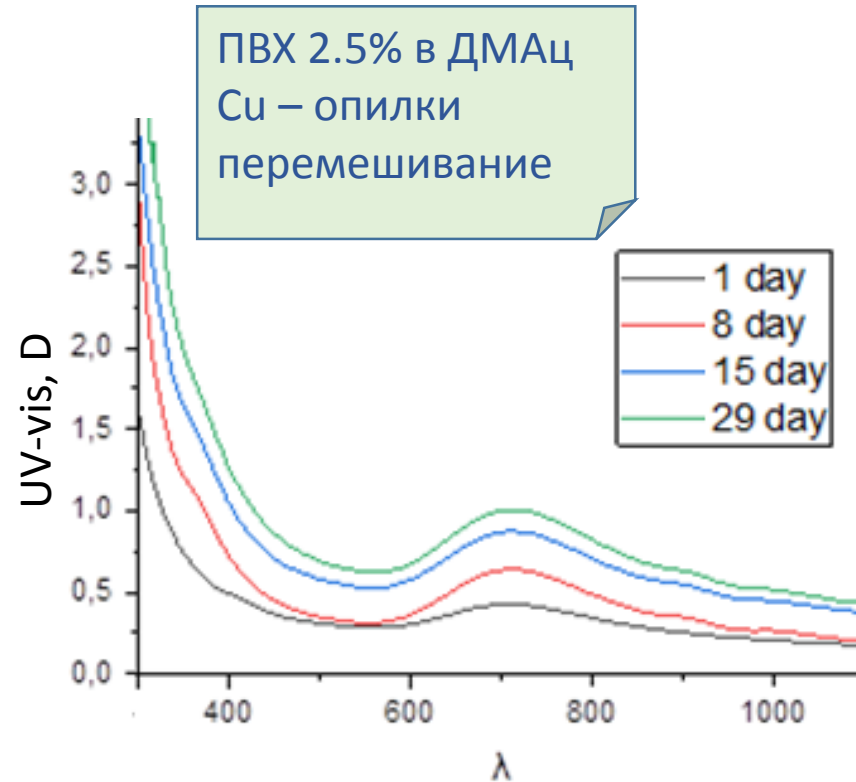
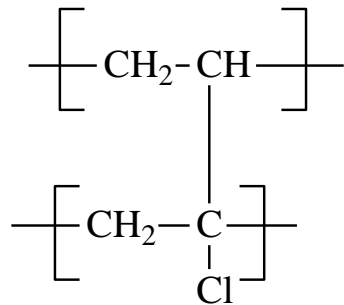
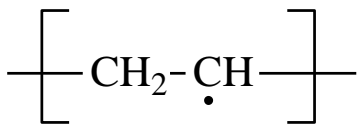
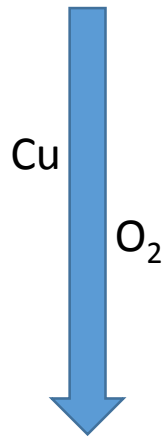
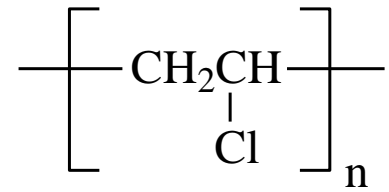
10 день

Раствор 20% в ДМАц

# Хлорированные полимеры



## 2. Поливинилхлорид (56% хлора)



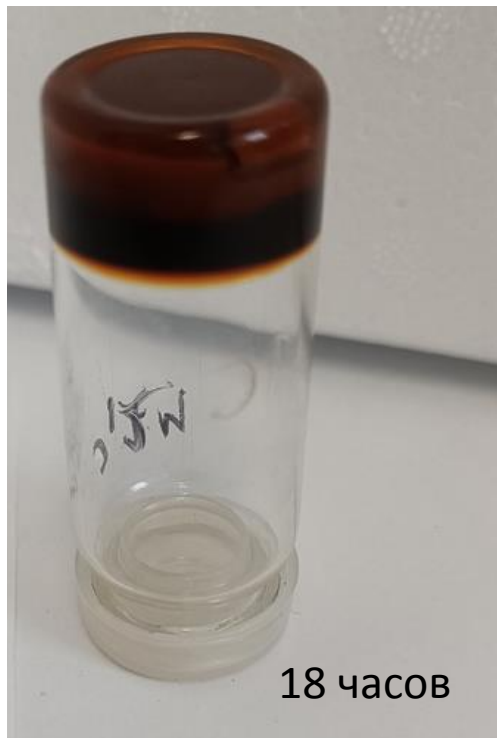
Вискозиметрия  
Исходный ПВХ  $[\eta]=40.8$  мл/г  
После реакции  $[\eta]=69.5$  мл/г

Реакция лимитируется кислородом:  
В закрытой колбе после его  
исчерпания — не идёт

# — [ Азот-содержащие полимеры ] —

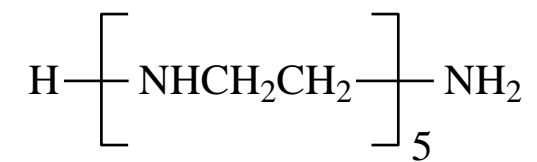


20 мин



18 часов

**Пентаметиленгексамин**

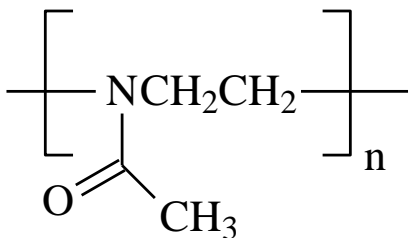


**25% в  $\text{CCl}_4$**

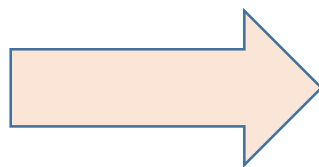
# Азот-содержащие полимеры



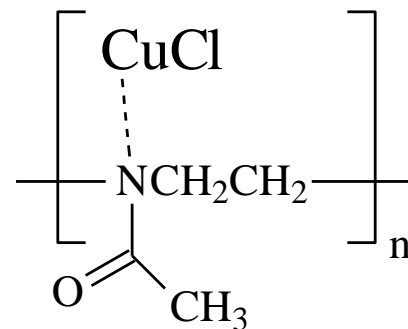
## Поли(2-метил-2-оксазолин)



(структурный аналог ДМАц)



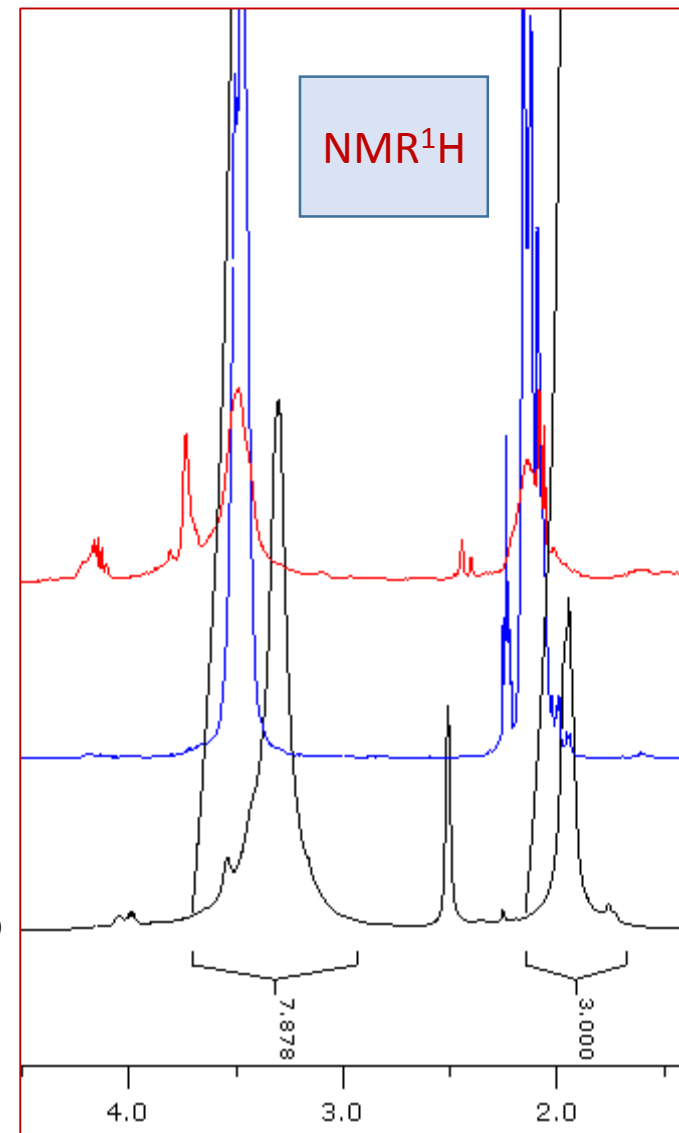
3% в  $\text{CCl}_4 / \text{CH}_3\text{OH}$   
3 месяца  
расход меди 40%



*pMeOx* экстракт

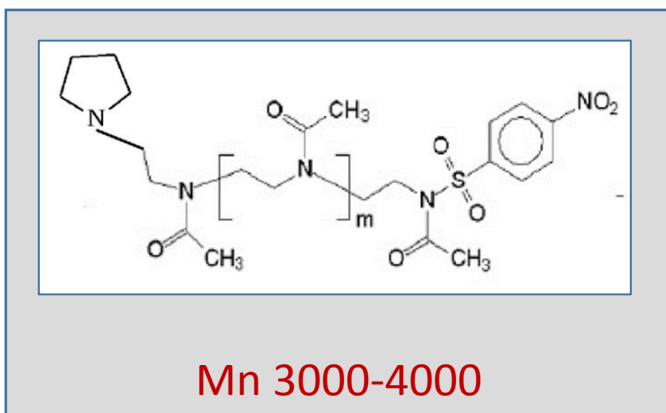
Исходный *pMeOx*

Комплекс с медью

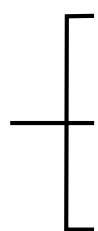


EDX:  $\text{Cu}_5\text{Cl}_6$

Analyte	Result	Line
Cu	59.928 %	CuKa
Cl	39.323 %	ClKa
S	0.749 %	S Ka



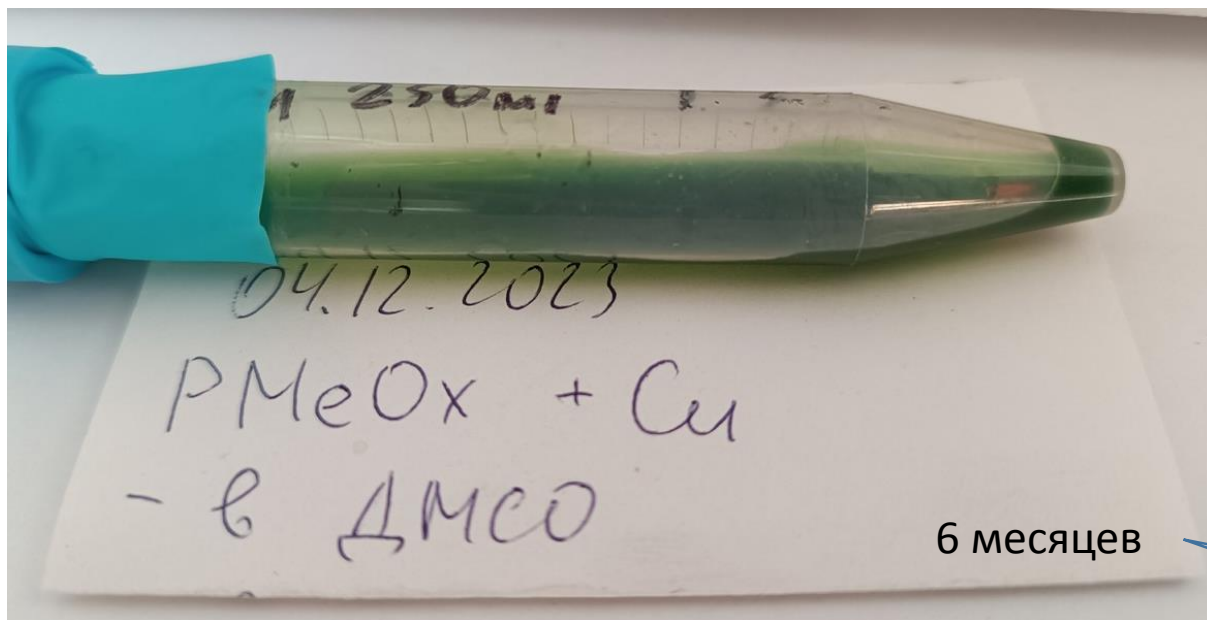
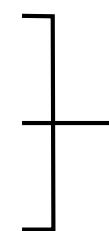




А нужен ли хлор?

А нужен ли азот?

А только ли медь?



Нужен окислитель и любой хелатирующий агент  
В полярных неводных растворителях  
Реагируют Cu, Fe, Co и другие металлы  
получают: **Cu(I)+Cu(II), Fe(II)+Fe(III)**  
А также мультядерные комплексы

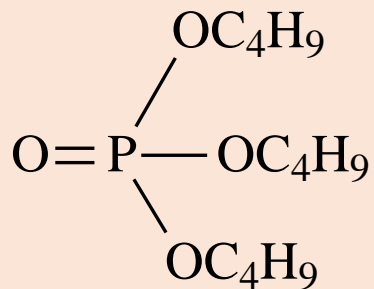
**без ХЛОРА**  
**Поли(2-метил-2-оксазолин) 7% в ДМСО**  
**Реакция определенно идёт**

Окислитель ДМСО или O<sub>2</sub>  
Лиганд - полиоксазолин

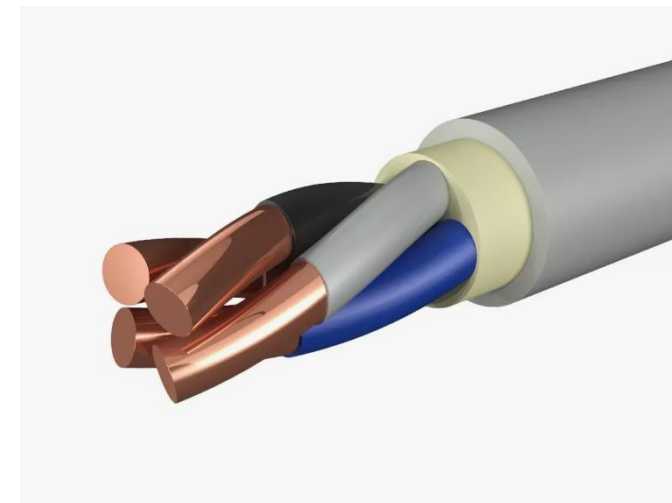
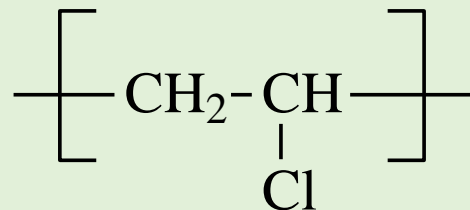
# — [ Почти реальная система ] —



пластификатор ТБФ



поливинилхлорид



10% **ПВХ** в ТГФ + ТБФ (1:1)  
Медные опилки, 3 месяца

Зафиксировано растворение меди и  
образование растворимого комплекса

# Полимеры в зоне риска



В присутствии аминов, амидов,  
фосфатов

Избегать контакта  
с **медью**,  
**железом**,  
**кобальтом**

В присутствии  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ , DMSO

Поливинилхлорид  
Поливинилиденхлорид  
Хлорин (хлор-ПВХ)

Поливинилпирролидон  
Полиоксазолины, Хитозан  
Полиэтиленимины

К этим работам есть вопросы.....

Synthesis and characterization of **copper nanoparticles/polyvinyl chloride** nanocomposites.  
*Procedia Materials Science* 9 ( 2015 ) 298 – 304

**Cu** nanoparticles/**PVC** Composites: Thermal, Rheological, and Antibacterial Properties.  
*Advances in Polymer Technology* July 2016 37(3)





*Спасибо за*

*внимание !!!*

