



# Нанокompозитные полимерные материалы на основе мезоструктурированных полимерных матриц и сульфата магния: синтез, физико-химические свойства

Работу выполнила:

ученица 11X класса СУНЦ МГУ Югай Э.В.

Научный руководитель:

к.х.н, в.н.с Аржакова О.В.

Научный консультант:

инженер 1 категории, студент 6 курса Чаплыгин Д.К.

# Цель работы

Получение нанокompозиционных материалов на основе мезопористых полимерных матриц ПЭВП и  $\text{MgSO}_4$



# Актуальность

Хранение и  
накопление  
энергии

Разделение и  
очистка газов

Системы с  
фазовым  
превращением

Матрица



Соль



Композит

Сбор воды

Кондиционеры  
пассивного  
типа

Тепловые  
машины

# Решение

Промышленные  
полимеры

деформация

Мезопористые  
полимерные  
матрицы

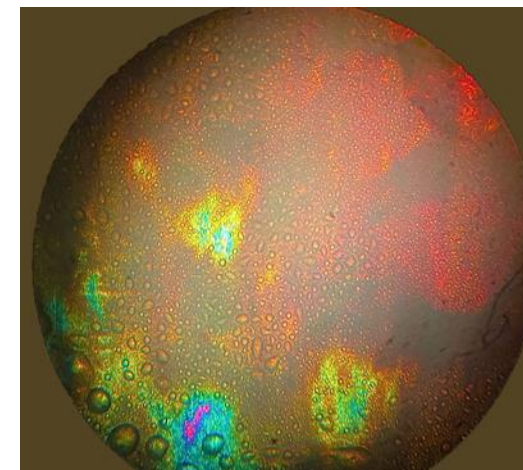
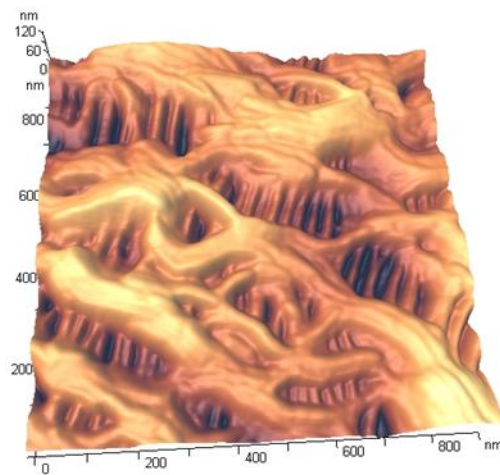
пропитка

Готовый продукт

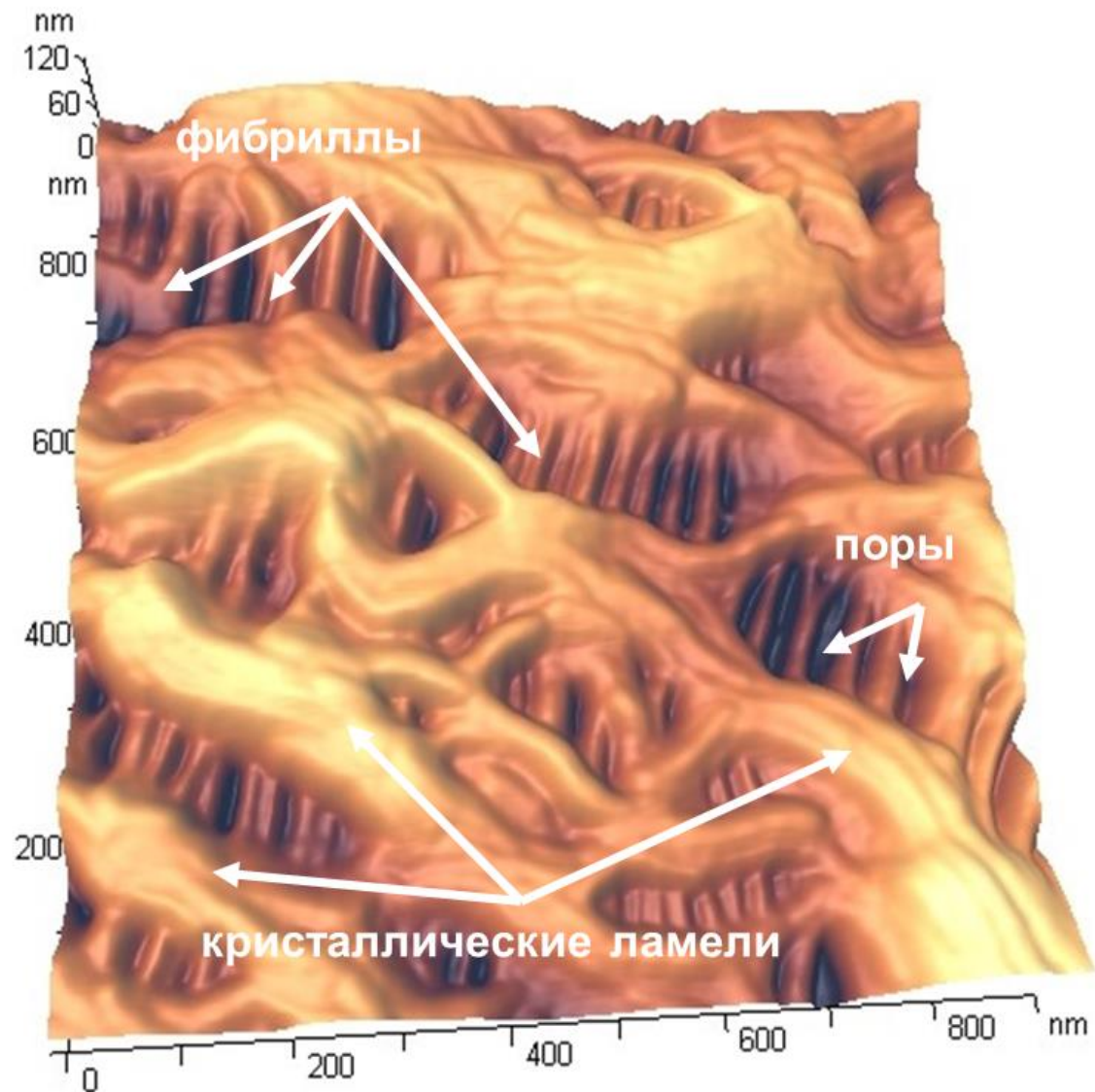
- Доступны
- Хорошие механические свойства
- Химически инертны

- Сохраняют хорошие механические характеристики
- Высокая пористость
- Развитая поверхность

- Равномерное распределение добавки в наноразмерном состоянии
- Отсутствует агломерация

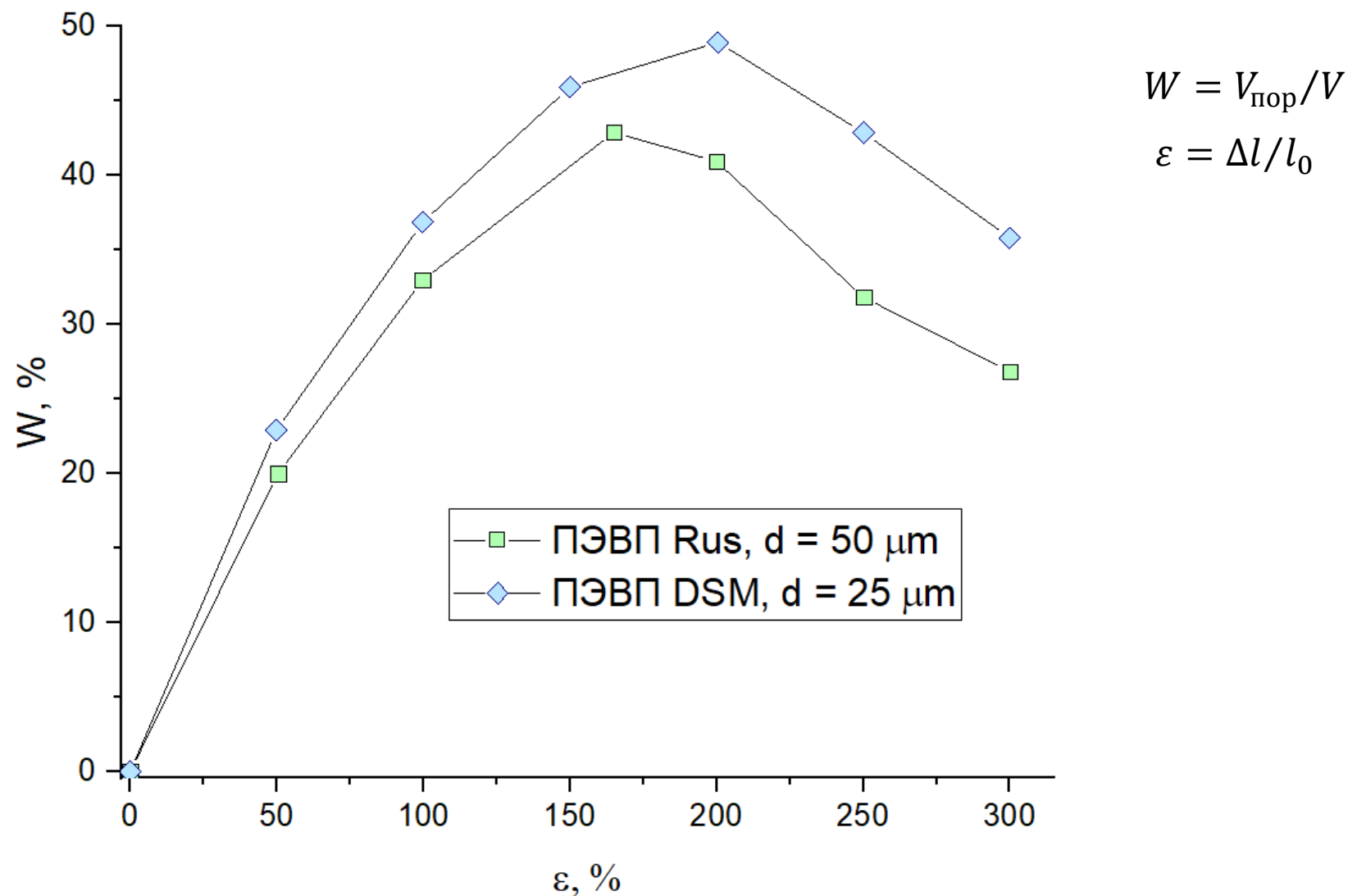


# Крейзинг мезопористых полимерных матриц



3D АСМ изображение образца ПЭВП со ст  
вытяжки 200%

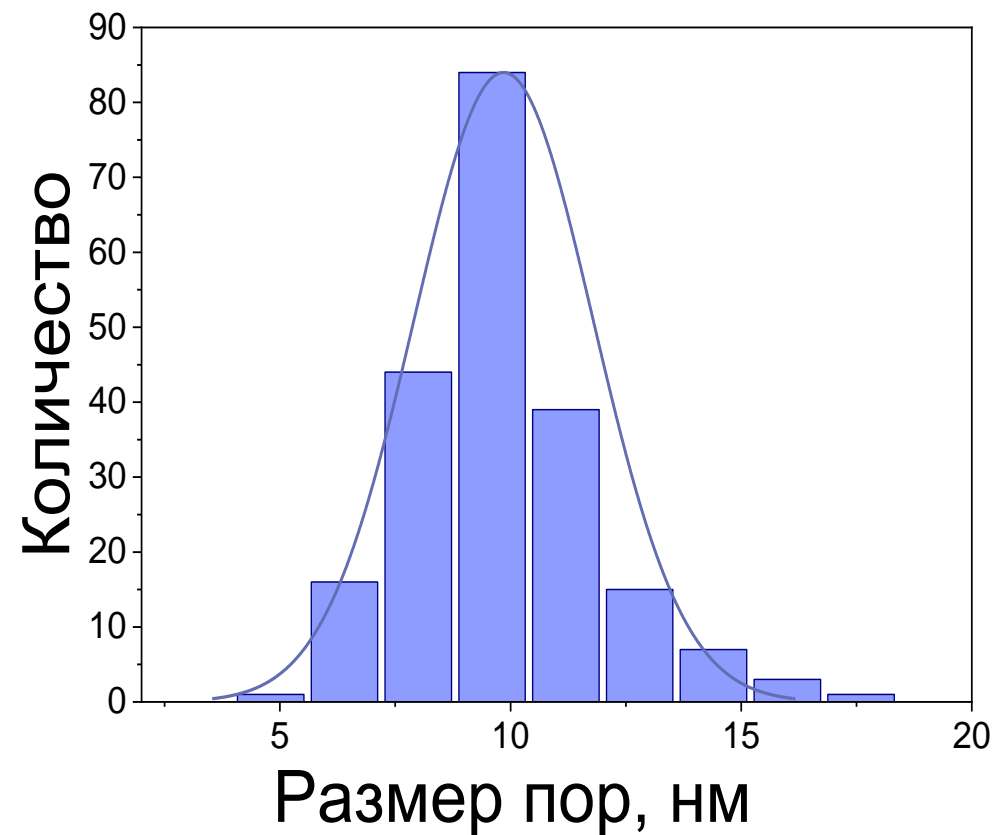
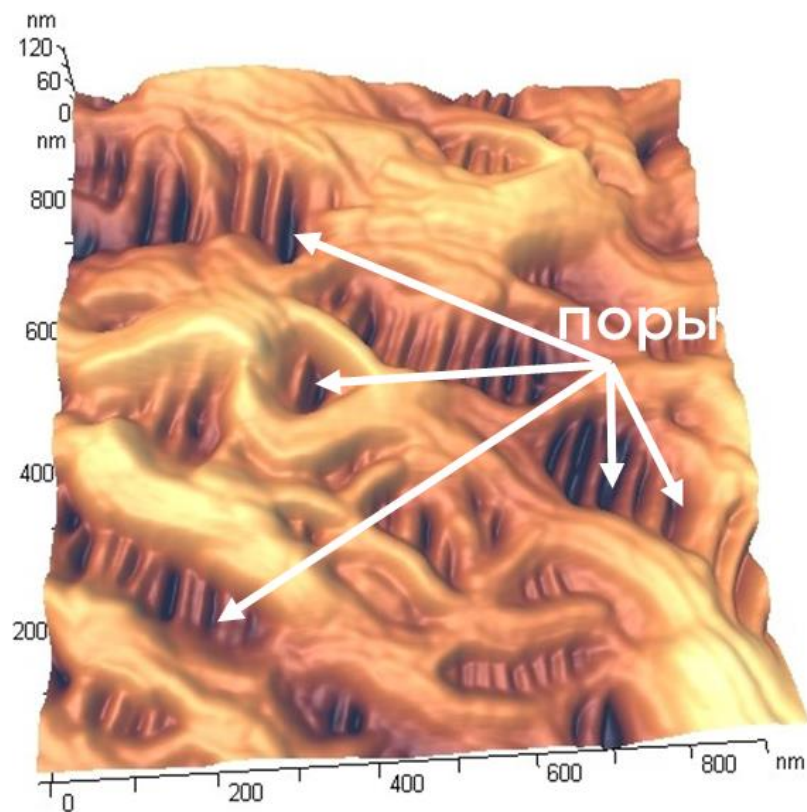
# Мезопористые полимерные матрицы



Зависимости пористости ( $W$ ) от степени вытяжки  $\varepsilon$  образцов полимерных плёнок

# Мезопористые полимерные матрицы

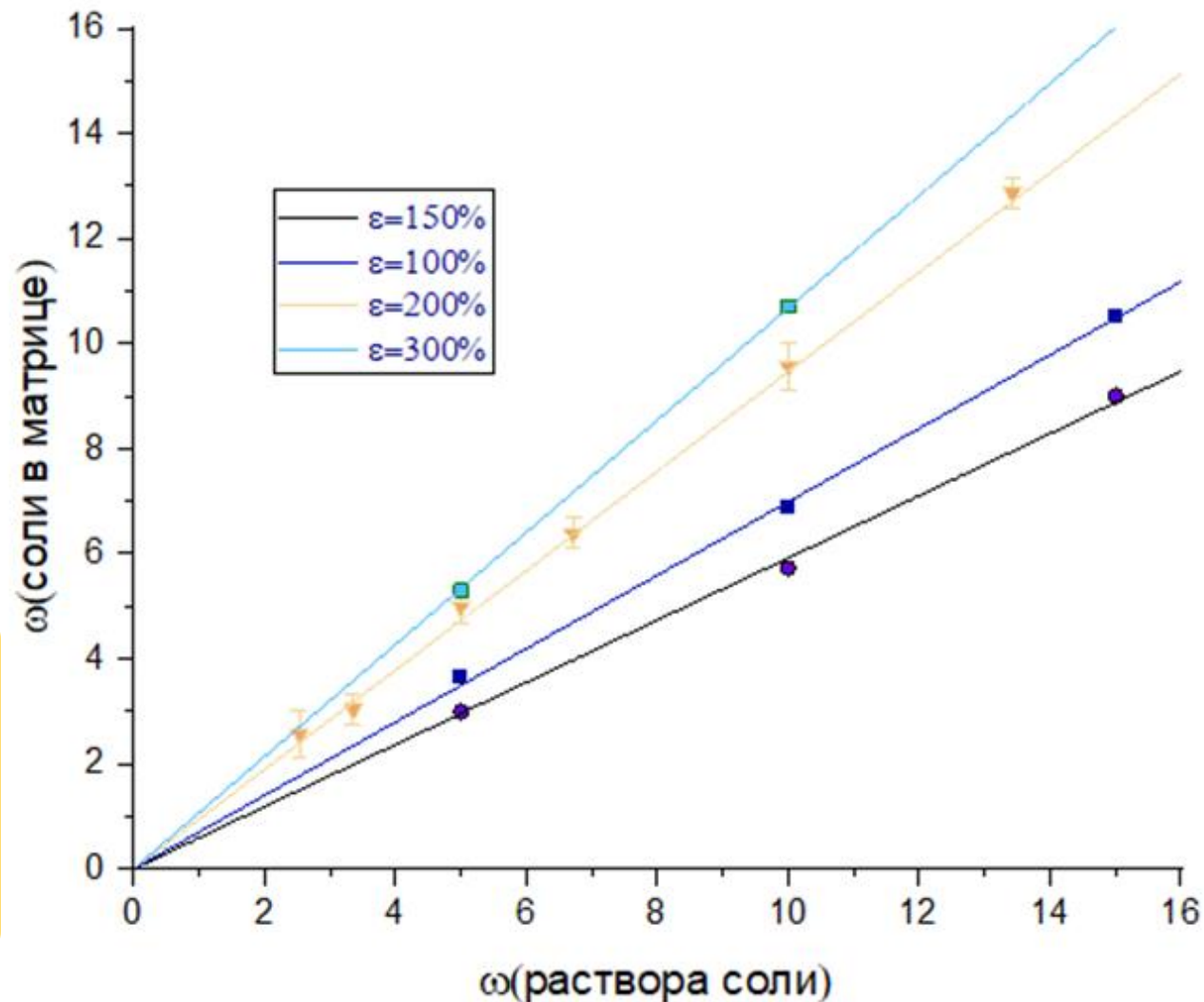
Вывод:  
мезопористые  
матрицы ПЭВП  
могут выступать в  
качестве  
эффективной  
матрицы для  
размещения  
неорганических  
солей



# Совмещение добавки и полимерной матрицы

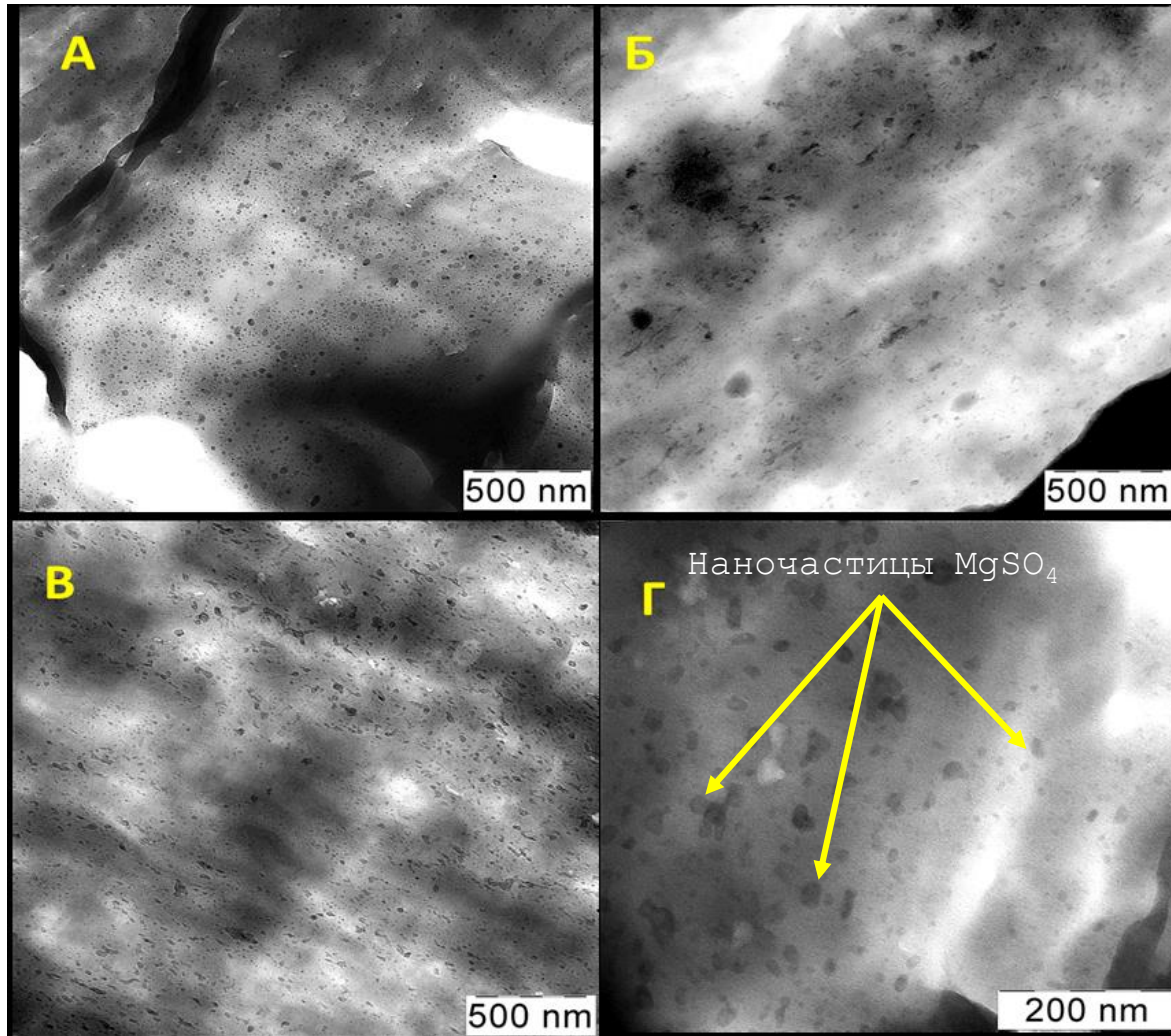
Введение  $\text{MgSO}_4$  в готовую пористую матрицу – пропитка

Данный метод позволяет получать нанокомпозиты с контролируемым содержанием неорганической фазы





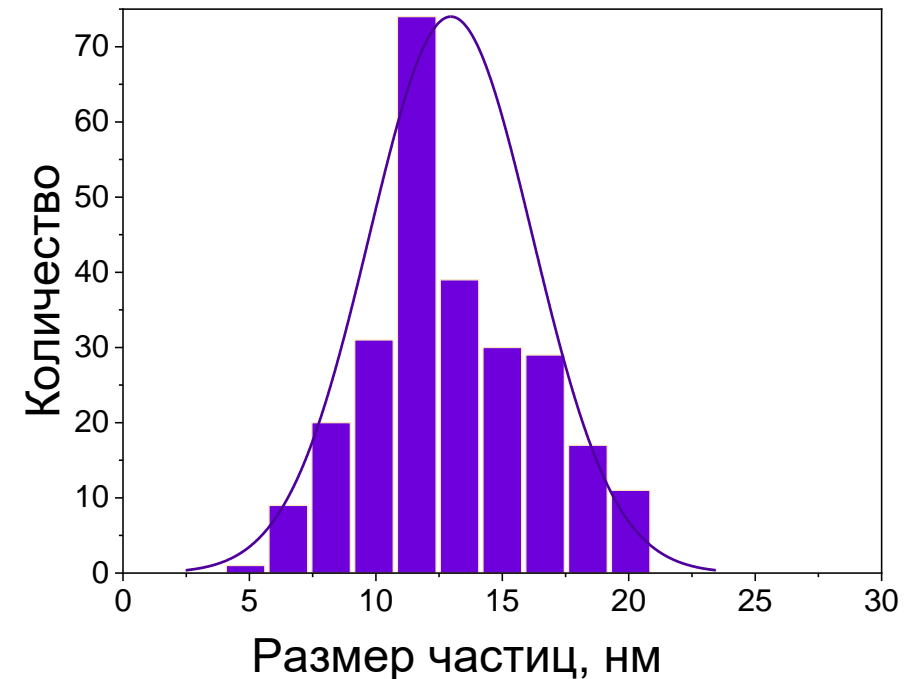
# Распределение частиц



(А) – (Г) ПЭМ-фотографии ультратонкого среза СПМ нанокompозита « $MgSO_4$  – ПЭВП»

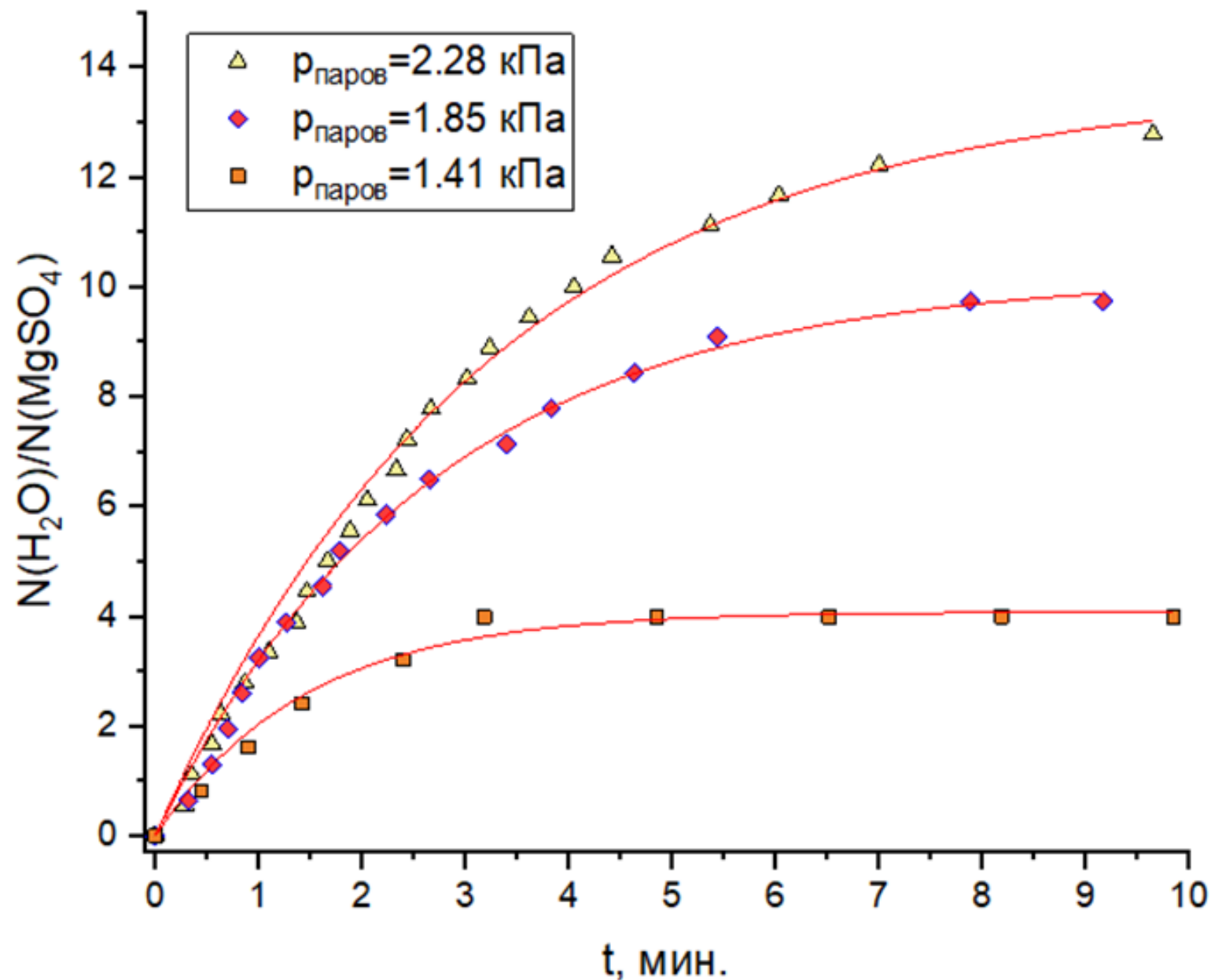
Характеристики полученных нанокompозитов:

- Однородное распределение наночастиц по всему объему материала
- Средний размер частиц 11 нм
- Отсутствие агломерации



# Сорбция воды

Кривые сорбции  
воды  
нанокомпозитами  
« $\text{MgSO}_4$  – ПЭВП»  
при различном  
давлении паров



# Выводы

- Установлено, что пик пористости крейзованного полимера приходится на степень вытяжки 200-250%, в этих значениях пористость достигает 45-50%.
- Установлено, что содержание соли в конечном нанокompозите СПМ линейно зависит от концентрации этой соли в пропиточном растворе.
- Полученные полимерные нанокompозиты характеризуются однородным распределением введенной добавки по всему объему.
- Установлено, что полученные материалы способны к быстрой обратимой сорбции паров воды и обладают высокой емкостью ( до 0,3 г H<sub>2</sub>O /г сорбента)

# Литература

1. Aristov Y.I. New family of solid sorbents for adsorptive cooling: Material scientist approach // J. Eng. Thermophys. 2007. Vol. 16, № 2. P. 63–72.
2. Gordeeva L.G., Aristov Y.I. Composites “salt inside porous matrix” for adsorption heat transformation: A current state-of-the-art and new trends // Int. J. Low-Carbon Technol. 2012. Vol. 7, № 4. P. 288–302.
3. Gordeeva L.G., Aristov Y.I. Adsorptive heat storage and amplification: New cycles and adsorbents // Energy. 2019. Vol. 167. P. 440–453.
4. Frazzica A. et al. Development of “salt in porous matrix” composites based on LiCl for sorption thermal energy storage // Energy. Elsevier Ltd, 2020. Vol. 208. P. 118338.
5. Passaglia E. Crazes and fracture in polymers // J. Phys. Chem. Solids. 1987. Vol. 48, № 11. P. 1075–1100.
6. Kambour R.P. A review of crazing and fracture in thermoplastics // J. Polym. Sci. Macromol. Rev. John Wiley & Sons, Ltd, 1973. Vol. 7, № 1. P. 1–154.
7. А. Л. Волынский, Л. М. Ярышева, А. Ю. Ярышева, Н. Ф. Бакеев, Е.Г. Рухля, А.В. Ефимов.  
"Деформационное размягчение кристаллических и аморфных полимеров" // Russ. Chem. Rev. Vol. 82, № 10, 2013. P. 988–1006.
8. Arzhakova O. V. et al. Environmental crazing and properties of mesoporous and nanocomposite materials based on poly(tetrafluoroethylene) films // Polymer (Guildf). Elsevier B.V., 2019. Vol. 161. P. 151–161.