



Омский государственный технический университет

---

# **Структура и свойства гранул на основе гидроксипатита и волластонита**

**Алиса Евгеньевна Шевченко**  
магистрант, НИМ-191

*Соавторы: А.П. Солоненко, А.И. Блесман*

---

Омск 2020

# Актуальность

---

## Гидроксиапатит ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ )

близок в химическом плане к минеральной составляющей костной ткани, но при этом обладает малой растворимостью

## Волластонит ( $\beta\text{-CaSiO}_3$ )

характеризуется высокой биосовместимостью и обеспечивает заполнение дефекта кости, стимулируя при этом процесс формирования биоапатита

Перспективно создание материалов на основе смесей гидроксиапатита и волластонита для биомедицинского применения



## Цель работы -

получение и исследование гранулированных композитов апатита и волластонита с различными пропорциями компонентов

## Задачи:

1. Осуществить синтез гранул из керамических порошков с варьируемым содержанием гидроксиапатита и волластонита.
2. Исследовать состав и морфологию гранул.
3. Определить микротвёрдость, плотность и пористость гранул.

# Материалы и методы

## Состав порошков, использованных для синтеза гранул

Соотношение ГА/ВТ, масс. %	Ca/(P+Si)	D(ГА), нм	D(ВТ), нм	D <sub>median</sub> , МКМ
80 / 20	1.57 ± 0.02 / 1.49	12.4	-	87.7
60 / 40	1.39 ± 0.02 / 1.34	11.9	9.5	99.0
50 / 50	1.30 ± 0.05 / 1.27	11.4	12.2	103.6
40 / 60	1.24 ± 0.04 / 1.21	11.0	11.0	110.7
20 / 80	1.10 ± 0.01 / 1.10	12.2	10.8	133.8
0 / 100	0.99 ± 0.01 / 1.00	-	13.1	133.3

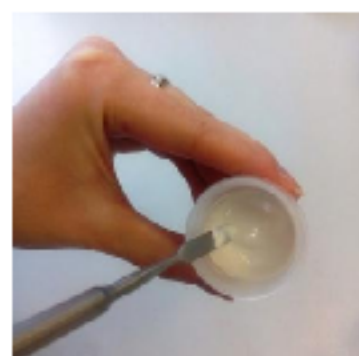
Обозначения: ГА – гидроксиапатит, ВТ – волластонит, слева от черты – найдено, справа от черты – вычислено, D(ГА) и D(ВТ) – размер кристаллитов ГА и ВТ, D<sub>median</sub> – медианный размер частиц образца.



А



Б



В



Г



Д



Е

**Схема получения гранул:** А – подготовка порошка, Б – прибавление желатина, В – смешение порошка и желатина, получение однородной суспензии, Г – прикапывание суспензии к маслу при перемешивании, Д – выдерживание гранул на холоде, Е – отмывка гранул от масла и высушивание на воздухе



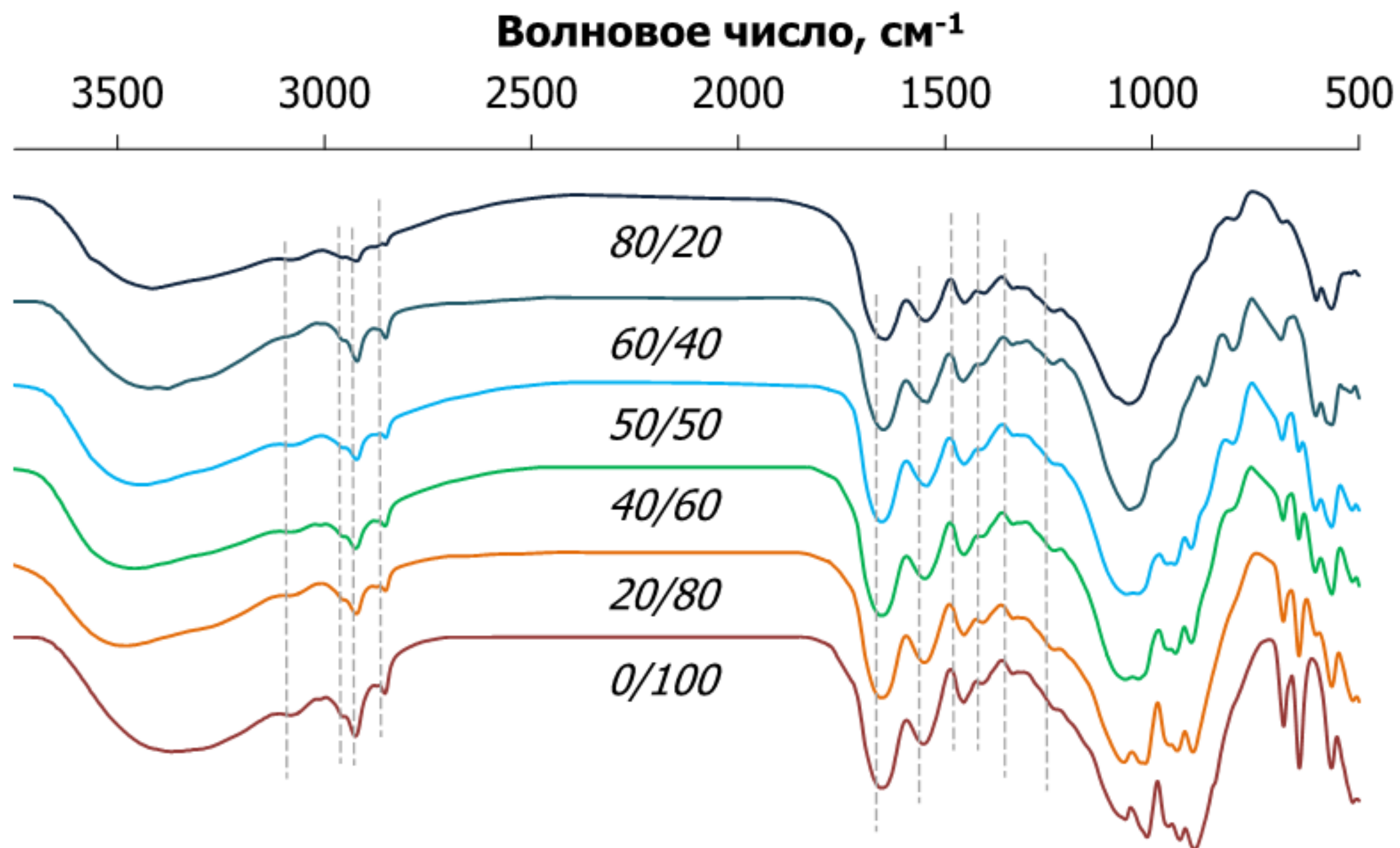
# Материалы и методы

---

Исследованы следующие характеристики полученных гранул:

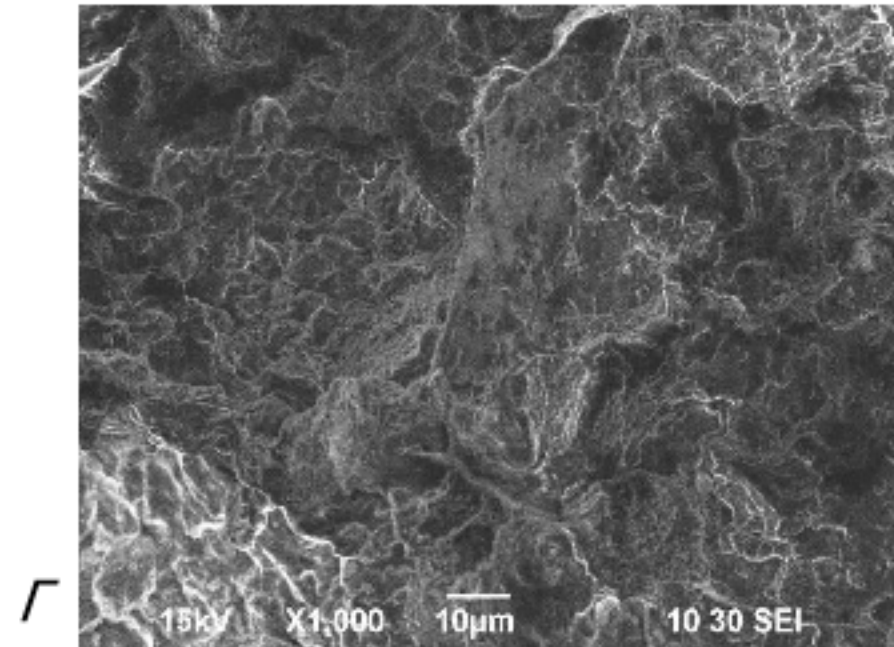
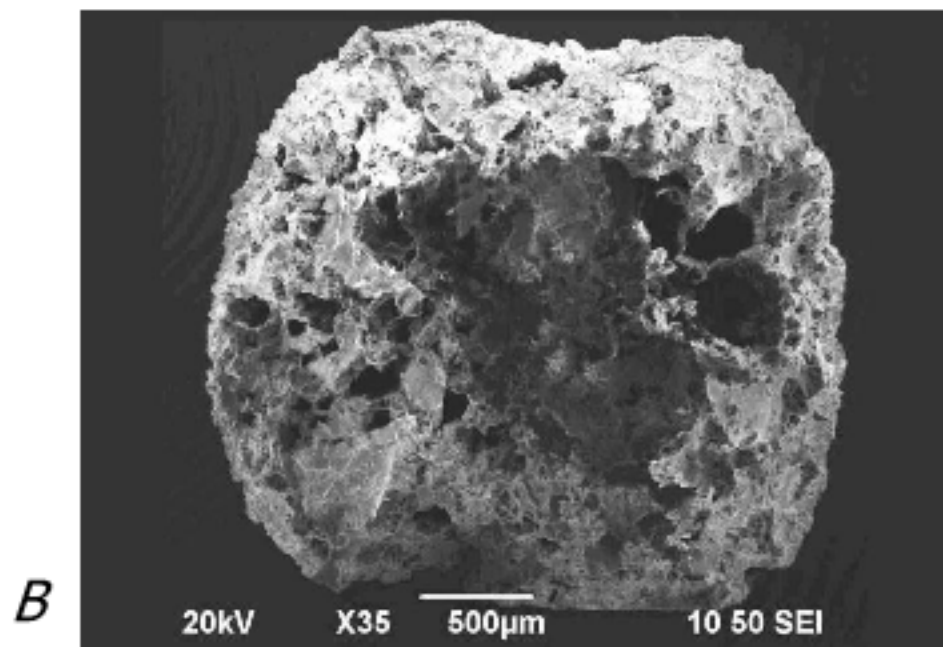
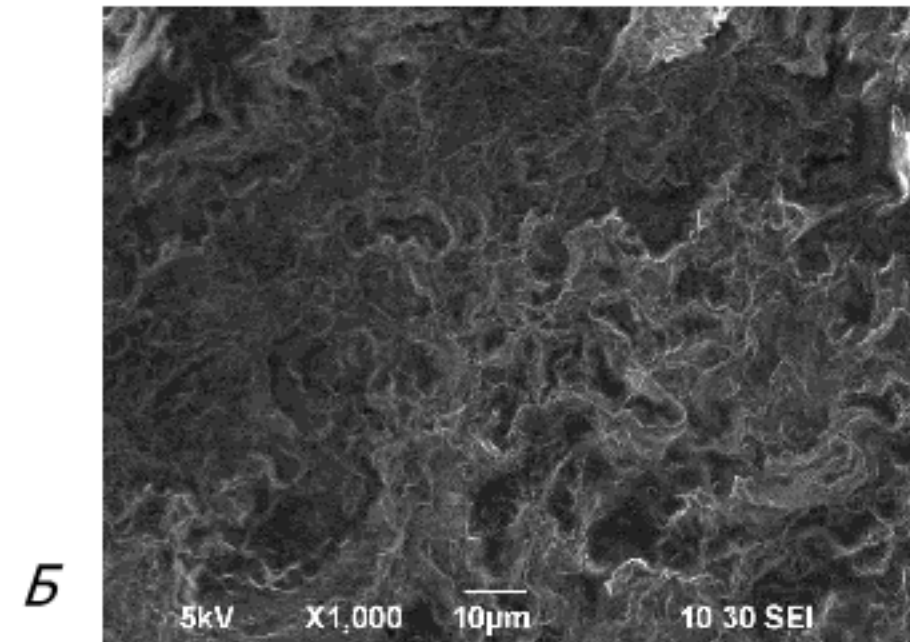
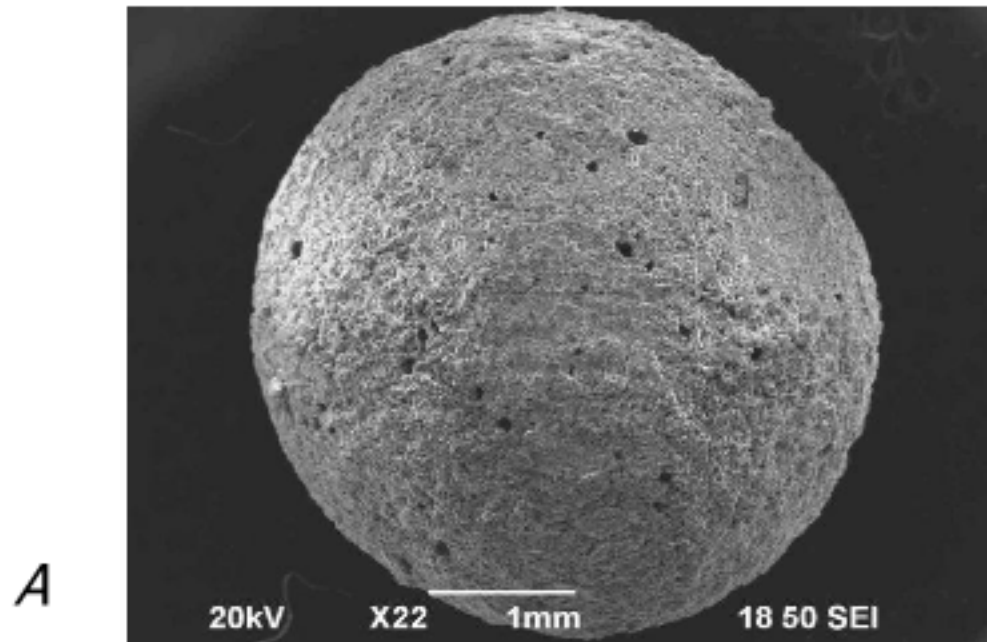
- ✓ функционально-групповой состав методом ИК-Фурье-спектроскопии с использованием ИК-спектрометра «ФТ-801», Simex;
- ✓ морфология и микроструктура гранул методом растровой электронной микроскопии на электронном микроскопе «JCM-5700», JEOL;
- ✓ микротвёрдость на микротвердомере «ПМТ-ЗМ», ЛОМО;
- ✓ средняя и истинная плотность, пористость пикнометрическим методом.

# Состав гранул



ИК-спектры гранул, полученных из порошков различного состава

# Структура гранул



Микрофотографии гранул с соотношением ГА / ВТ 40 / 60 масс. %:  
общий вид (*A*), структура поверхности (*Б*), скол (*B*) и внутренняя структура (*Г*)

# Микротвёрдость, плотность и пористость гранул

---

Соотношение ГА / ВТ, масс. %	HV 0.02	$\rho_{\text{ср}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{ист}}$ , г/см <sup>3</sup>	П, %
80 / 20	17.0 ± 0.4	1.13 ± 0.03	1.91 ± 0.11	41 ± 3
60 / 40	22.2 ± 0.4	1.09 ± 0.03	2.25 ± 0.07	52 ± 2
50 / 50	26.7 ± 0.4	1.07 ± 0.03	2.61 ± 0.12	59 ± 2
40 / 60	24.1 ± 0.3	1.01 ± 0.04	2.27 ± 0.14	55 ± 3
20 / 80	22.7 ± 0.4	1.23 ± 0.03	2.47 ± 0.20	50 ± 4
0 / 100	16.9 ± 0.4	1.20 ± 0.03	2.53 ± 0.21	53 ± 4

Обозначения: HV 0.02 – микротвёрдость по Виккерсу,  
 $\rho_{\text{ср}}$ ,  $\rho_{\text{ист}}$  – средняя и истинная плотность гранул, П – пористость гранул.



# Итоги работы

---

- ✓ осуществлен синтез гранул из керамических порошков с варьируемым содержанием гидроксиапатита и волластонита;
- ✓ по результатам ИК-спектроскопии установлено, что гранулы состоят из апатита, волластонита и желатина;
- ✓ определено, что полученные образцы имеют форму, близкую к сферической, открытую пористость порядка 50 % и микротвёрдость не менее 17 HV.

**Благодарю за  
внимание!**