



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Институт Технологии
Кафедра Технологии Бумаги и картона

*V Международная конференция, посвященная памяти профессора В.И.
Комарова «Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов»*

Тема доклада:

**«Использование минеральных волокнистых
полуфабрикатов в качестве сырья для
производства технических видов бумаги»**

Дубовый В.К., Суслов Г.А., Криницин Н.А.

Санкт-Петербург
2019

Классификация стеклянных волокон по диаметру

Показатель	Наименование волокон (марка)					
	Микро-тонкое, МТВ	Ультра-тонкое, УТВ	Супер-тонкое, СТВ	Тонкое	Утолщенное	Грубое
Средний диаметр волокна, мкм	Менее 0,5	0,5–1,0	1,0–3,0	4,0–12,0	13,0–25,0	Более 25,0

Промышленные марки штапельного стеклянного волокна

№ п/п	Марка волокна	Название волокна	Номинальный диаметр волокна, мкм и НМ	
			мкм	НМ
1	НТВ-0,10	Нанотонкое волокно	0,10	100
2	МТВ-0,25	Микротонкое волокно	0,25	250
3	МТВ-0,40	Микротонкое волокно	0,40	400
4	УТВ-0,60	Ультратонкое волокно	0,60	600

Состав стекол для массового производства волокна

Страна, марка	Содержание основных компонентов, % (масс.)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	BaO	Mn ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃	Прочие
Тип Е										
США	54,8	11,5	5,5	18,0	5,0	0,8	–	–	–	4,4
Германия	54,4	14,6	7,5	18,0	4,5	1,0	–	–	–	–
Франция	54,2	14,4	8,5	18,3	3,7	0,7	–	–	0,2	–
Англия	53,6	14,0	10,0	21,0	0,6	0,6	0,2	–	–	–
Тип А										
США	72,0	0,6	-	10,0	2,5	14,2	–	–	–	0,7
Тип С										
США	65,0	4,0	5,5	14,0	3,0	8,5	–	–	–	–

Состав основных волоконобразующих стекол, % по массе

Компоненты	¹Марка стекла				
	А Высоко-щелочное	С Химически стойкое	Е Электроби- зляционное	С Высоко- прочное	Квар- цевое
SiO ₂	70,5	64,0	53,0	64,2	99,95
Al ₂ O ₃	3,1	5,5	15,0	24,8	–
Fe ₂ O ₃	0,2	1,0	0,1	0,21	–
CaO	8,7	12,0	17,0	0,01	–
MgO	3,1	2,0	4,0	10,3	–
Na ₂ O	12,0	9,5	0,3	0,3	–
B ₂ O ₃	–	2,0	10	0,01	–
BaO	–	2,0	–	0,2	–
Прочие	2,4	2,0	0,6	0,03	0,05

¹Примечание: А-стекло называют также известково-натриевым,
С-стекло – натрийборосиликатным, Е-стекло – алюмоборосиликатным,
S-стекло – магнезиальноалюмосиликатным.

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ СТЕКЛЯННОГО ВОЛОКНА ОТ МАРКИ СТЕКЛА

Показатель	Марка стекла				
	A	C	E	S	Кварцевое
Плотность (ρ), кг/м ³	2500	2490	2540	2480	2210
Предел прочности при растяжении (σ_p , при 22 °С), МПа	3,0	3,0	3,5	4,6	6,0
Модуль упругости при растяжении (E, при 22 °С), МПа	74	69	72	86	75
Коэффициент линейного расширения ($\beta \cdot 10^{-6}$), К ⁻¹	8,6	7,2	5,0	5,6	0,55
Коэффициент теплопроводности (K_T), Вт/м·К	–	–	10,4	–	14,2
Удельная теплоемкость (C_y), кДж/кг·К	–	0,89	0,83	0,74	0,90
Объемное электрическое сопротивление (R_o , при 22 °С), Ом·м	10 ¹⁵	–	10 ¹⁷	10 ¹⁸	10 ²¹
Температура размягчения, °С	730	750	840	–	1670
Диэлектрическая постоянная (Q, при 22 °С и частоте 1 МГц)	6,9	7,0	6,3	5,1	4,2

Сравнительные показатели прочности стекловолокна

Физико-механические показатели	Материал (пределы значений)		
	Стекловолокно	Отливка из стекловолокна	Отливка из целлюлозы
Модуль упругости при растяжении (E , при 22 °С), МПа	69–86	1,4–2,3	13–100
Предел прочности при растяжении (σ_r , при 22 °С), МПа	3,0–6,0	0,025–4,4	2600–15 000

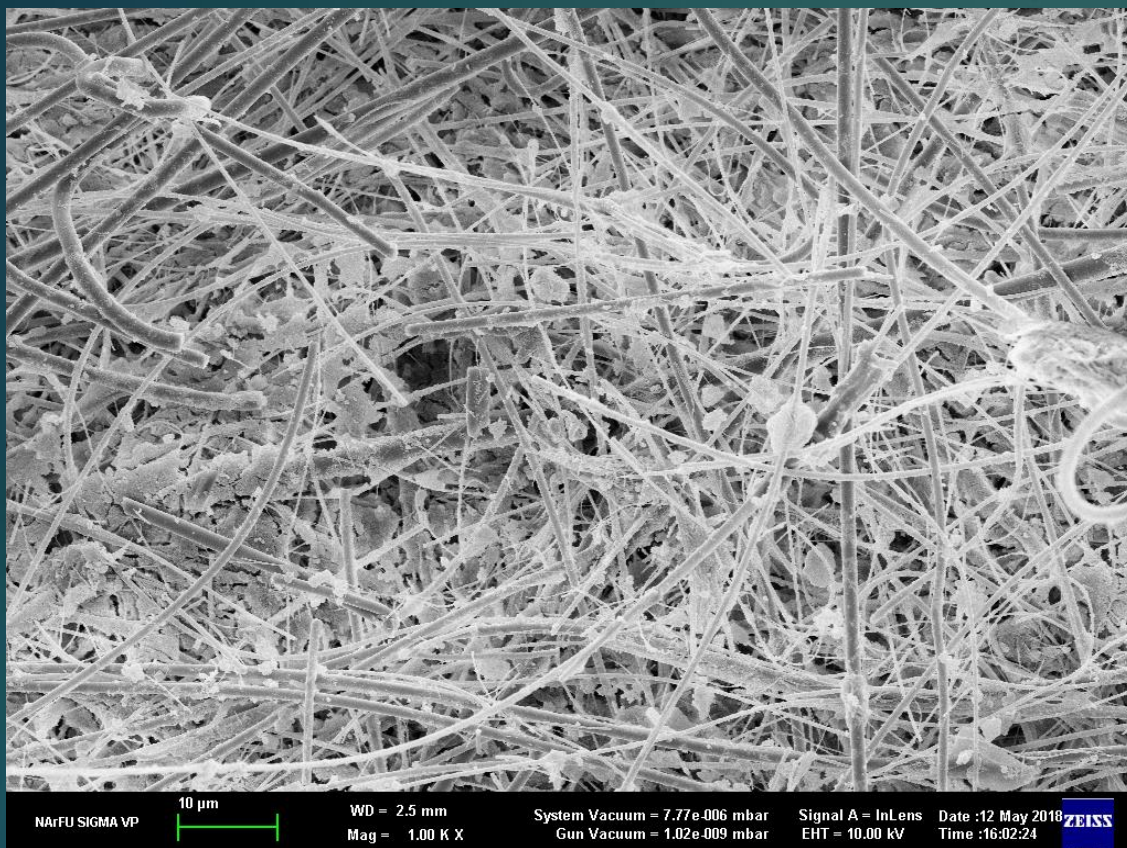


Рис.1 Микрофотография структуры композитного материала на основе стеклянных волокон

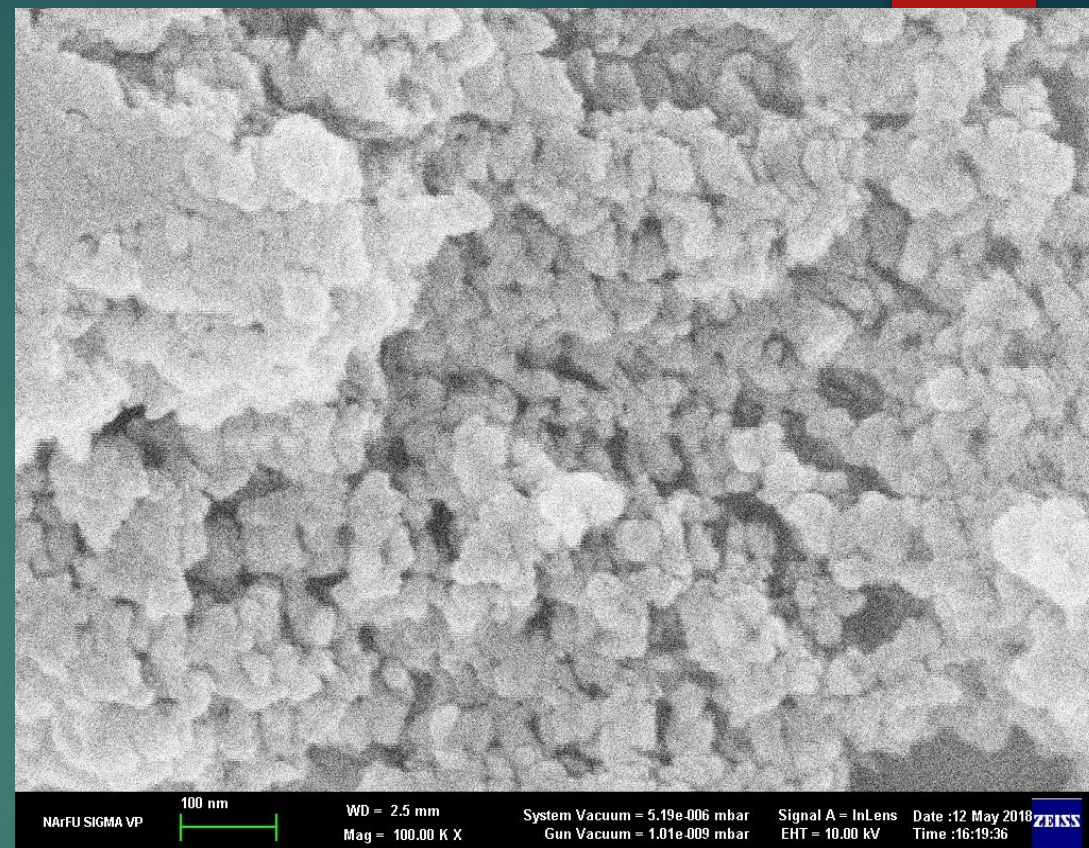
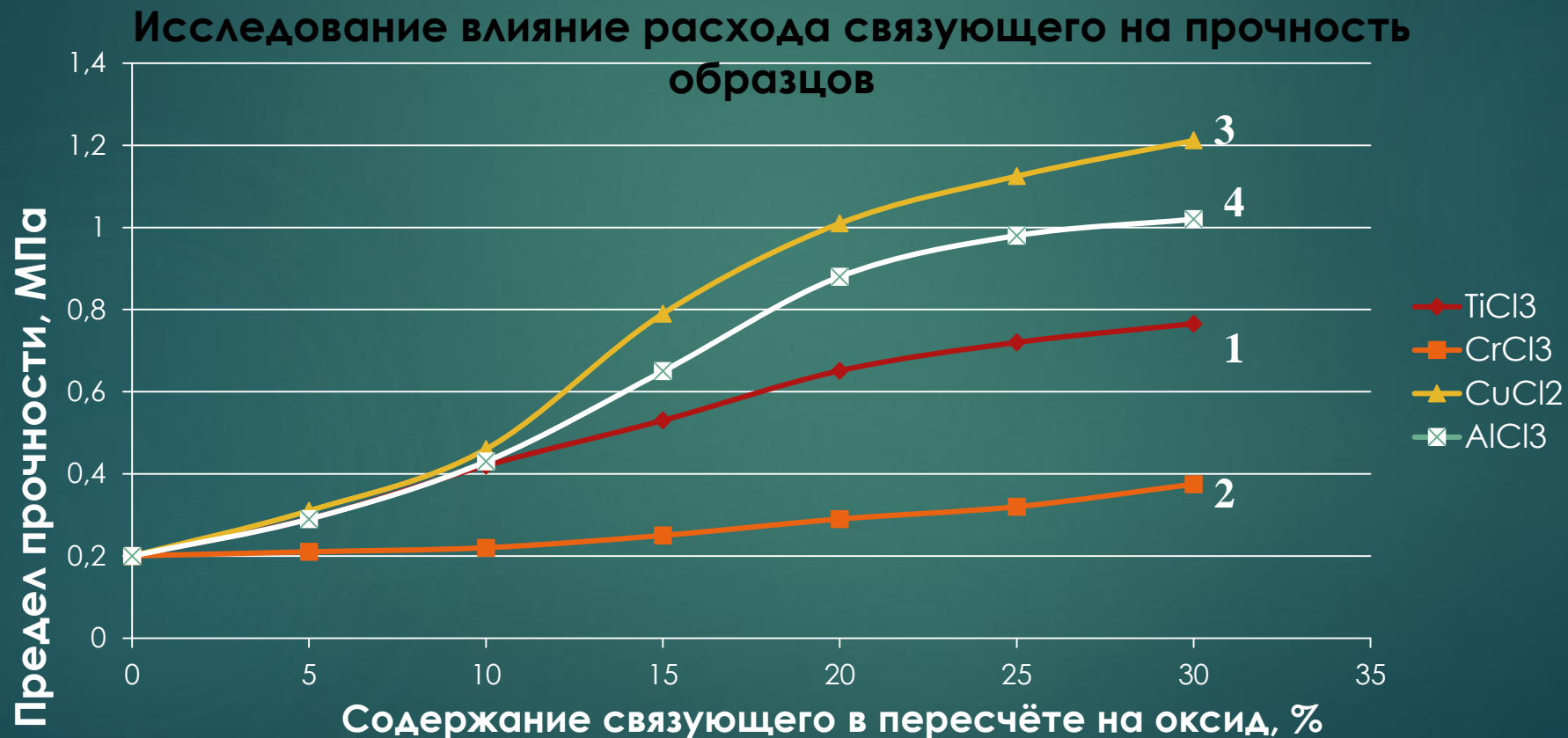
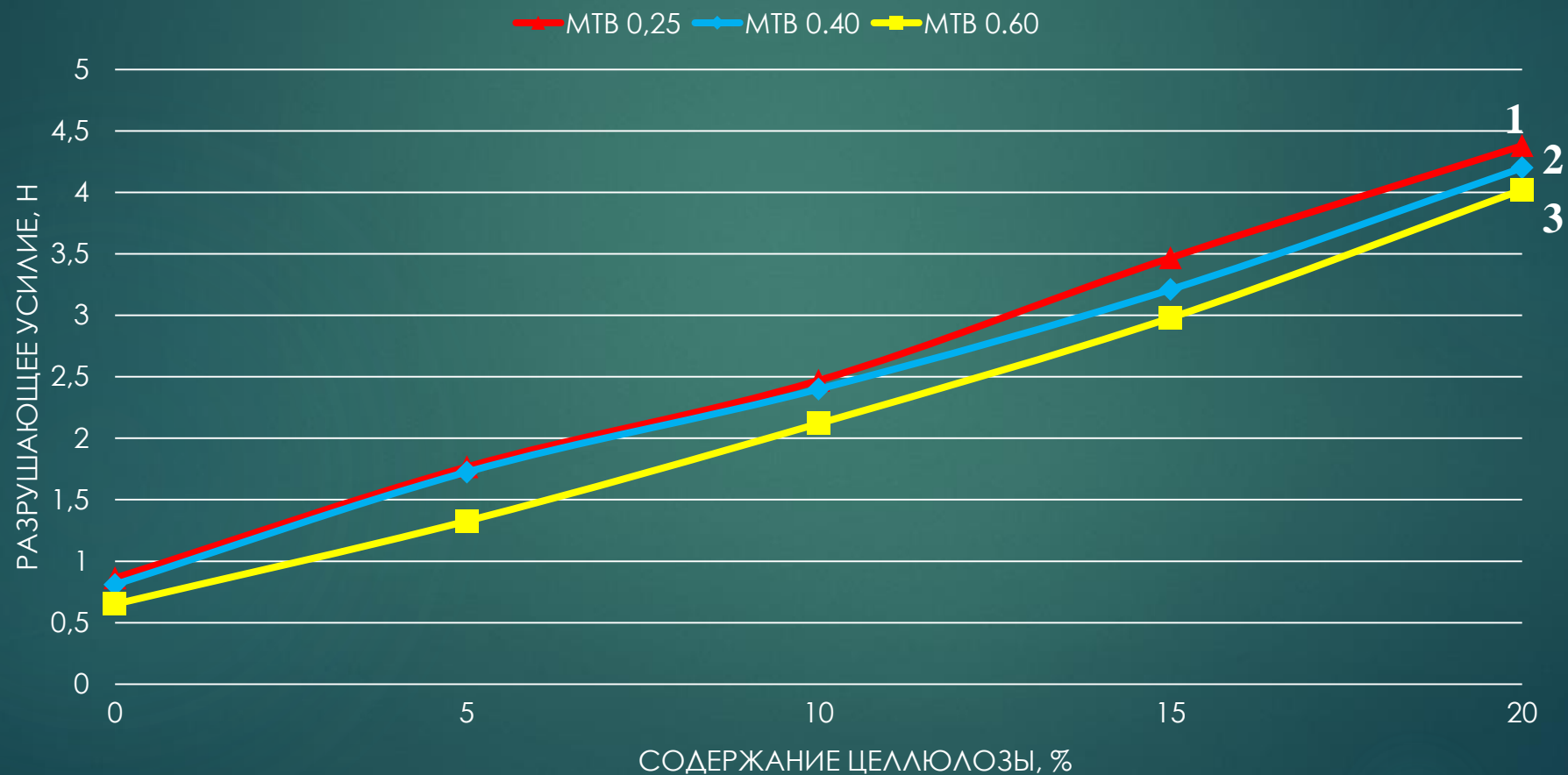


Рис.2 Микрофотография структуры комплексов алюминия на основе солей хлорида алюминия

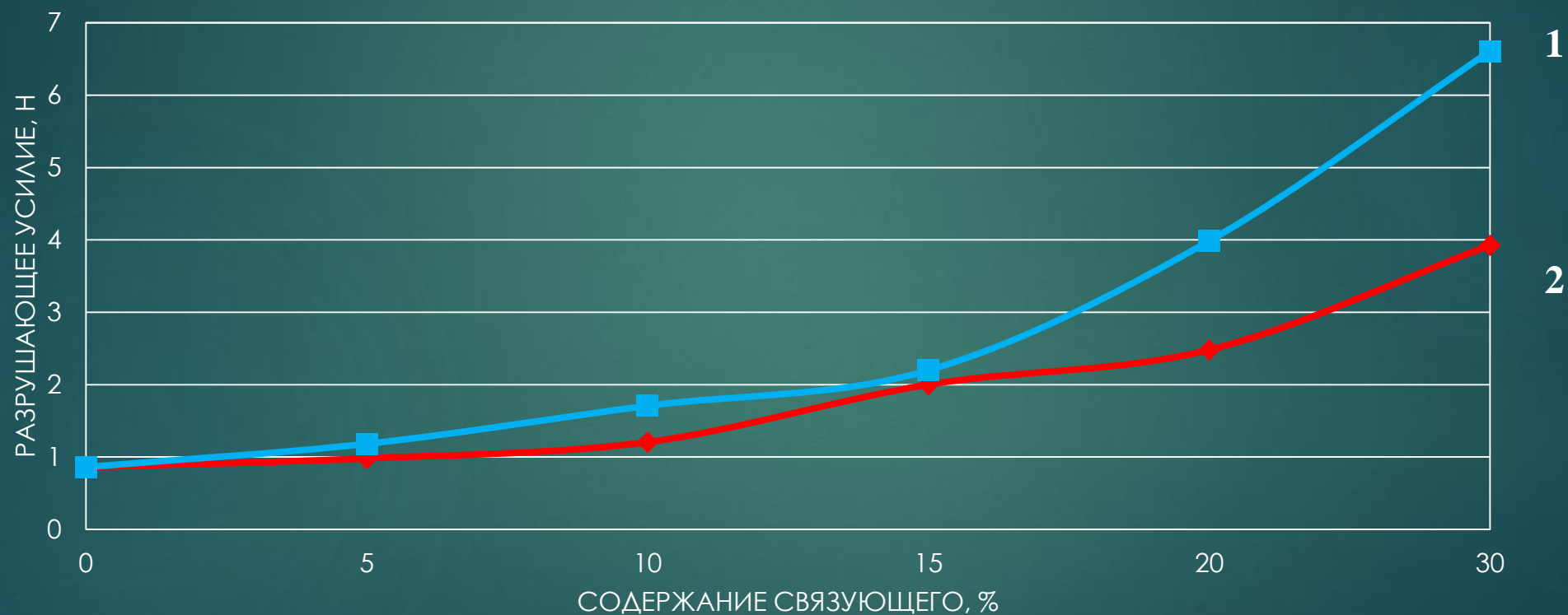
Зависимость влияния расхода связующего на прочность образцов



Зависимость разрушающего усилия материала от содержания целлюлозы



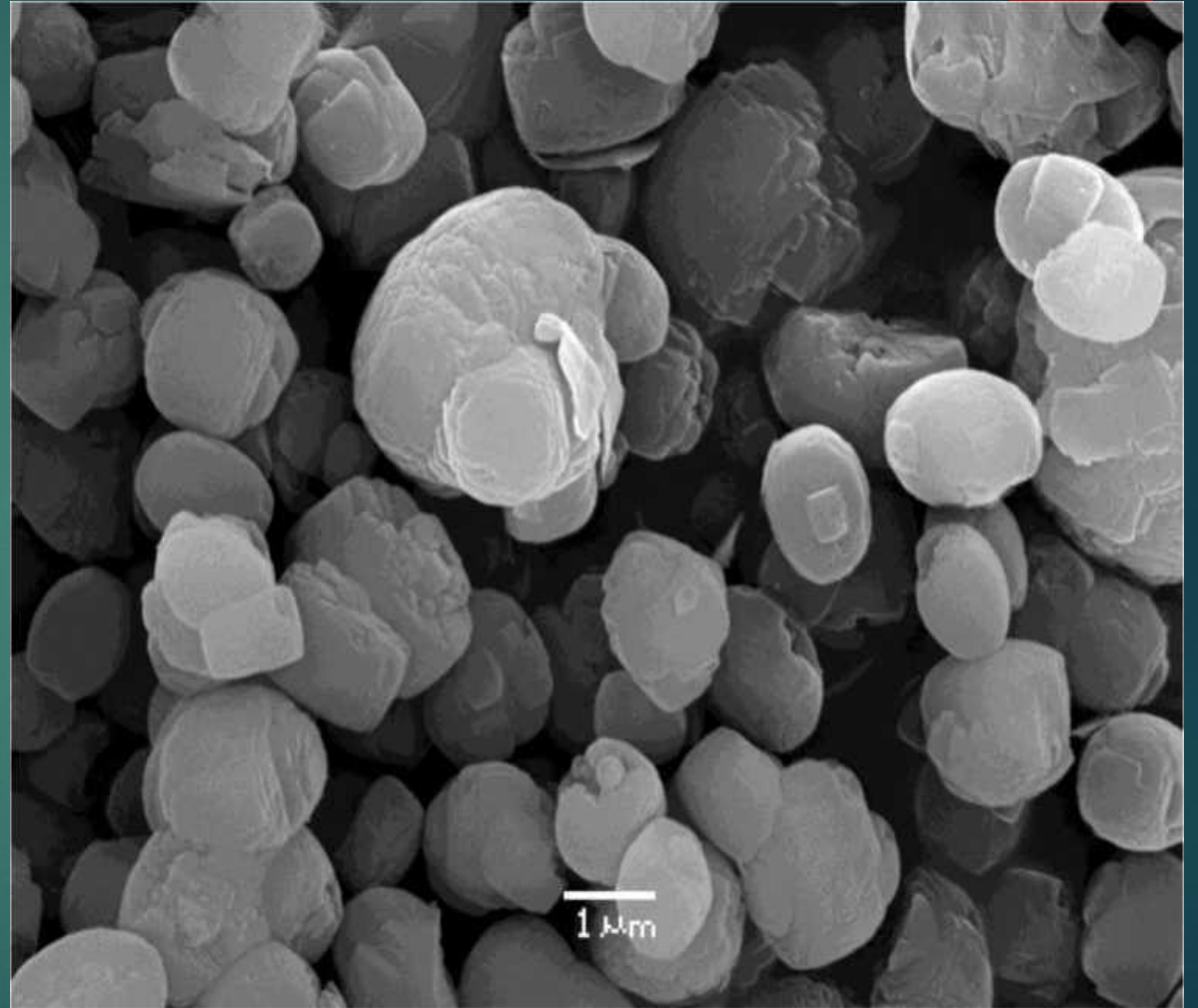
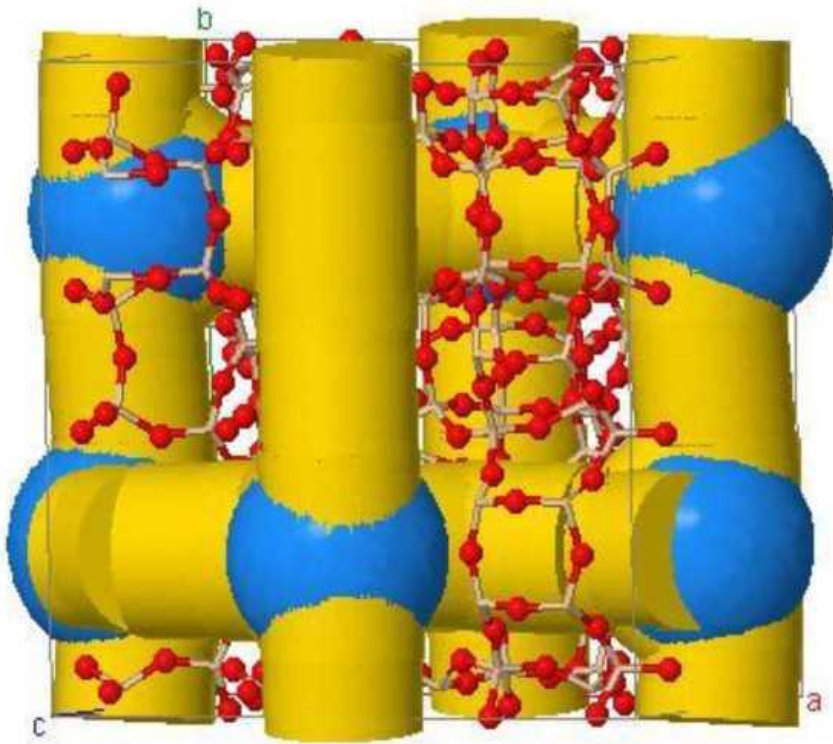
Зависимость разрушающего усилия от содержания минерального связующего



1 - Комплексы алюминия, полученные при использовании $AlCl_3$

2 – Комплексы алюминия, полученные при использовании $Al_2(SO_4)_3$

MFI





СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!!!