

*НИЦ "Курчатовский институт"*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ВОЛОКНООБРАЗОВАНИЯ ИЗ РАСТВОРОВ  
ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА**

Докладчик: Рутенберг В.Д. студент МФТИ (ГУ)

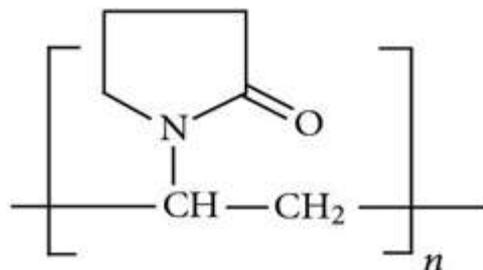
Москва, 2016

# Цели и задачи исследования

**Цель работы** - Получение и сшивка нетканого волокнистого материала на основе поливинилпирролидона методом электроформования для дальнейшего использования в биомедицине.

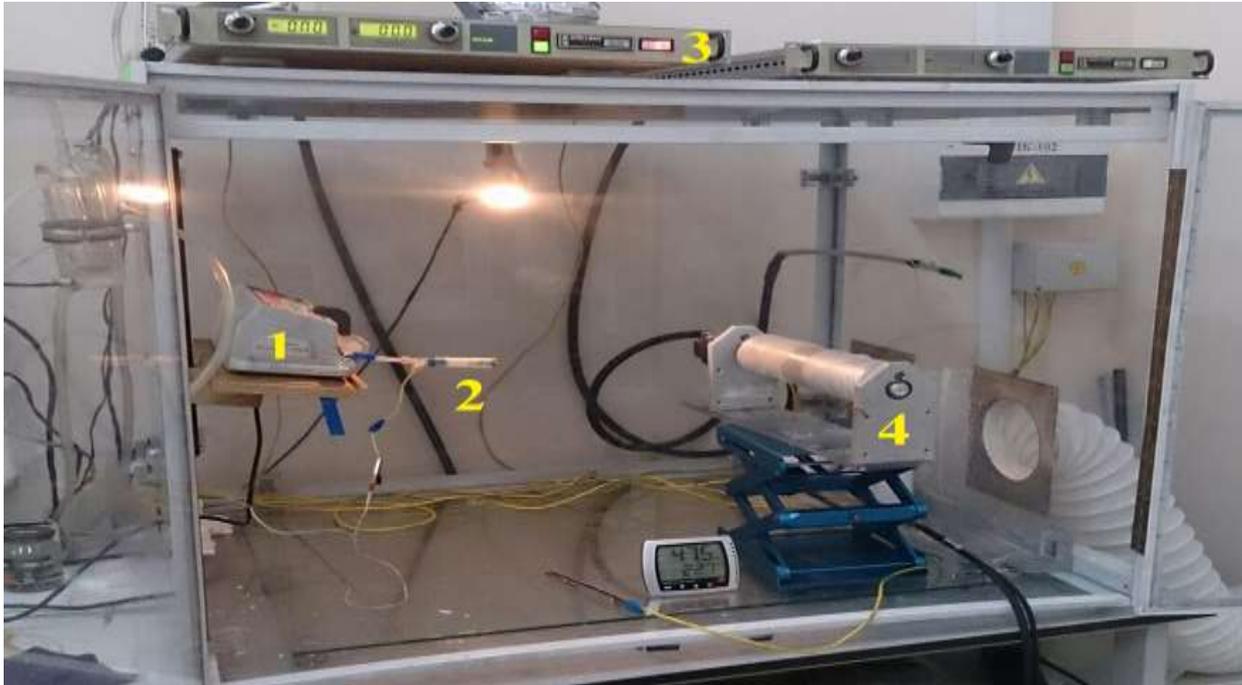
## Задачи

- исследование процесса волокнообразования из растворов поливинилпирролидона (ПВП) различных молекулярных масс;
- исследование реологических свойств растворов на основе поливинилпирролидона;
- исследование процессов сшивания материалов на основе поливинилпирролидона.

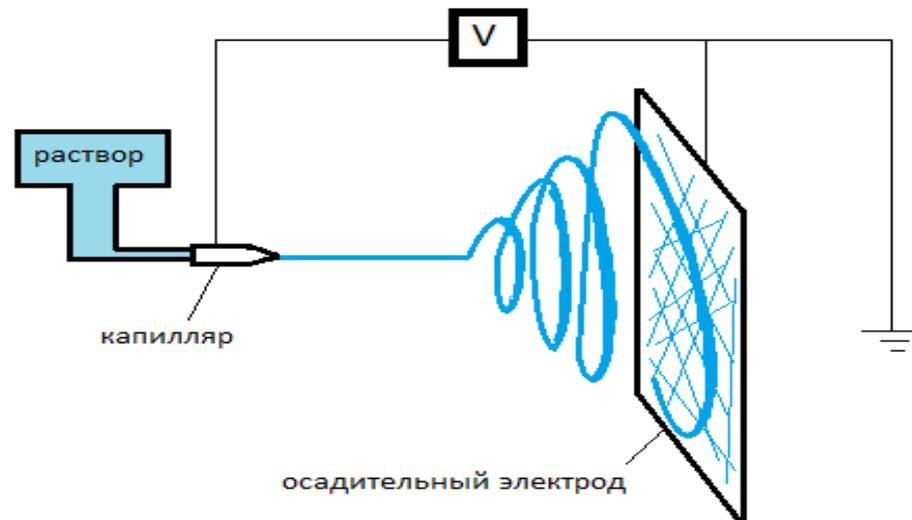


Структурная формула ПВП

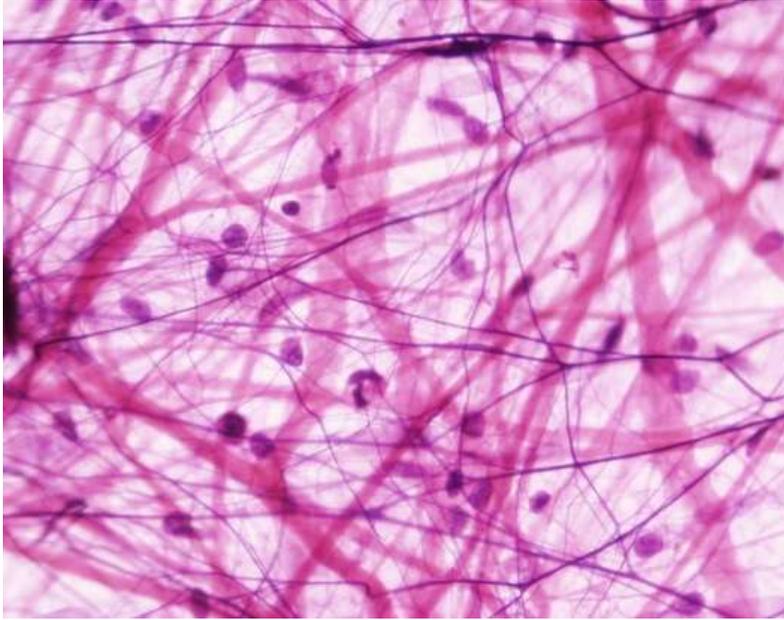
# Метод электроформования



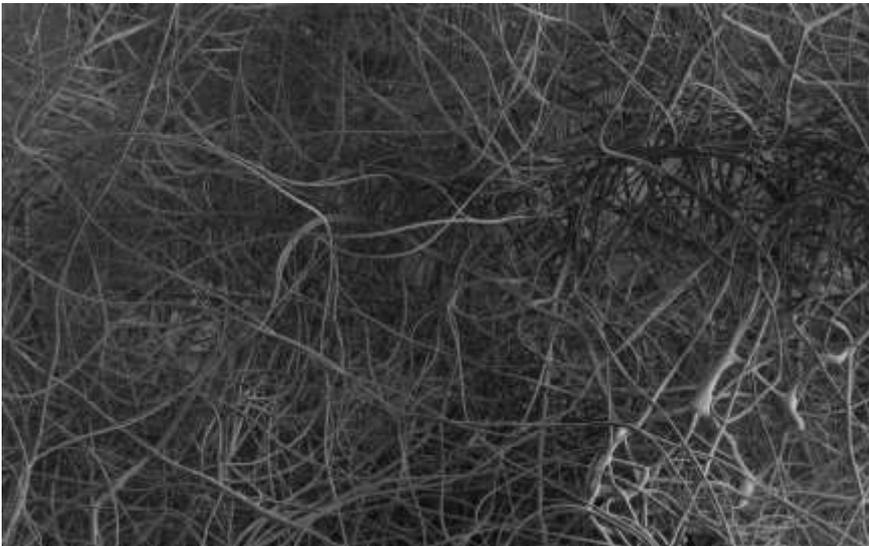
- 1 - шприцевой насос
- 2 – капилляр
- 3 – источник напряжения
- 4 – осадительный электрод



# Структура нетканого волокнистого материала

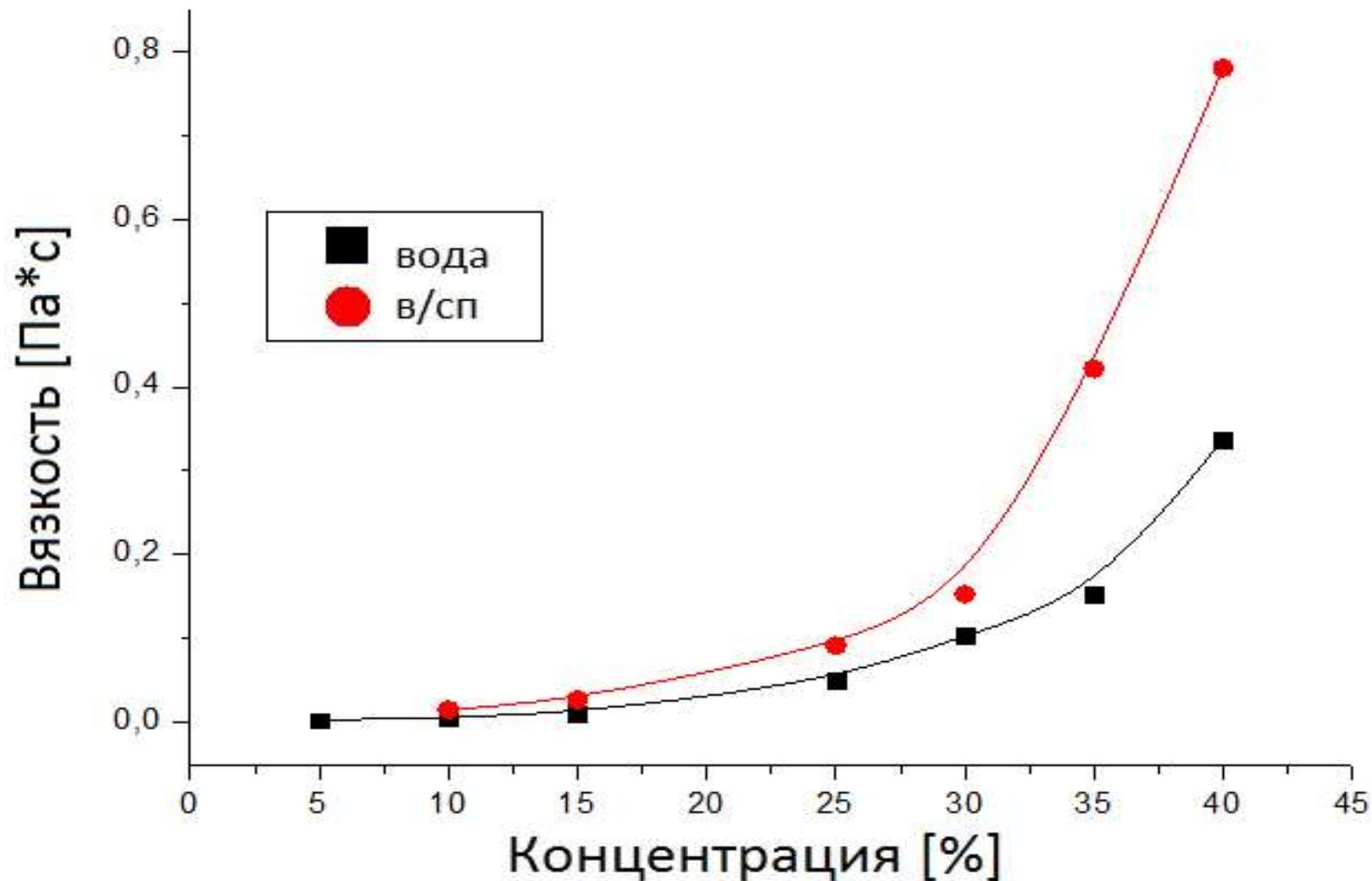


**Соединительная ткань организма**



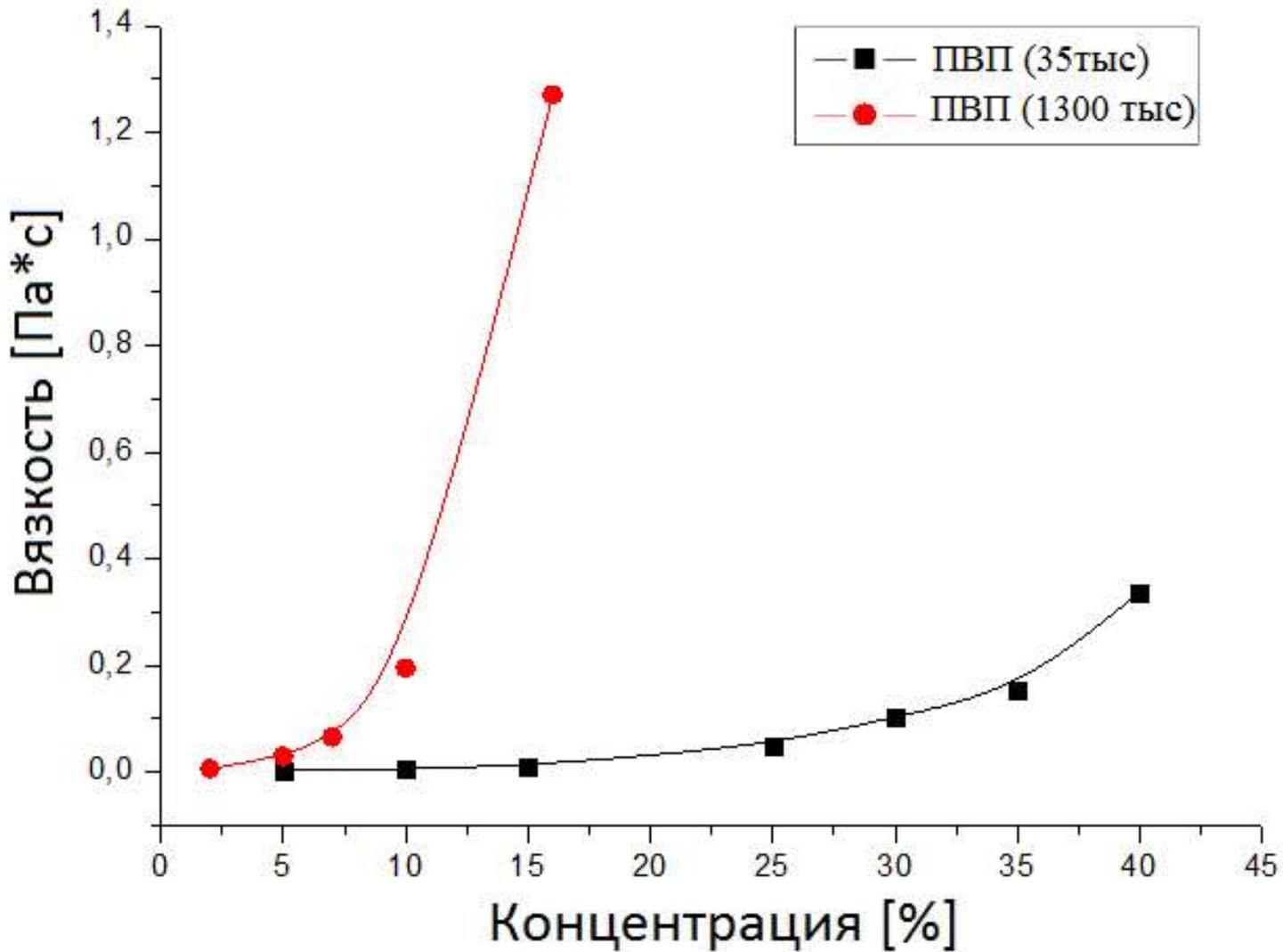
**Материал, полученный с помощью метода электроформования**

# Результаты исследования растворов на основе ПВП



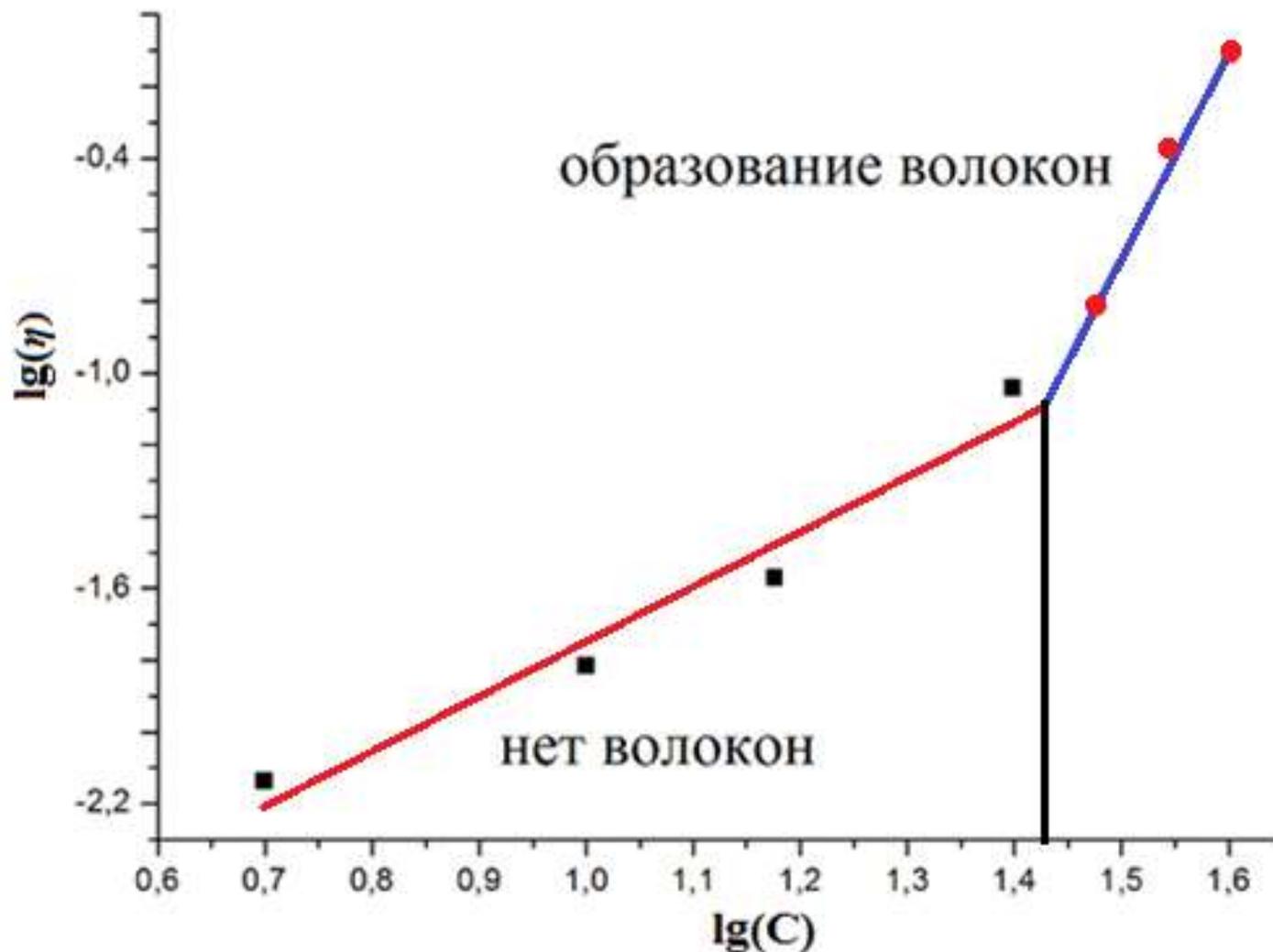
Зависимость вязкости растворов от концентрации ПВП для молекулярной массы 35 000 г/моль

# Результаты исследования растворов на основе ПВП



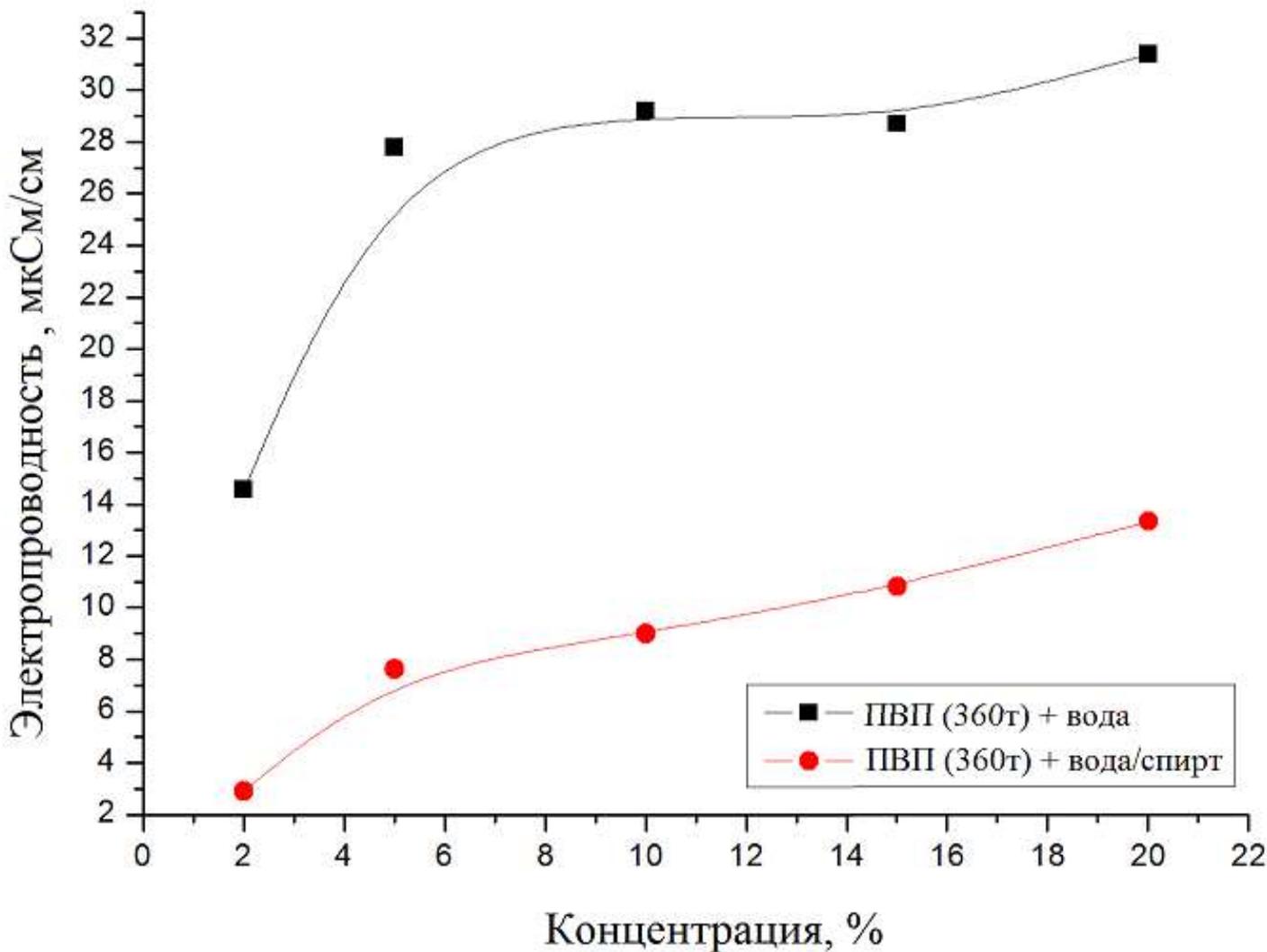
Зависимость вязкости растворов от концентрации ПВП для различных молекулярных масс, в качестве растворителя - вода

# Результаты исследования растворов на основе ПВП



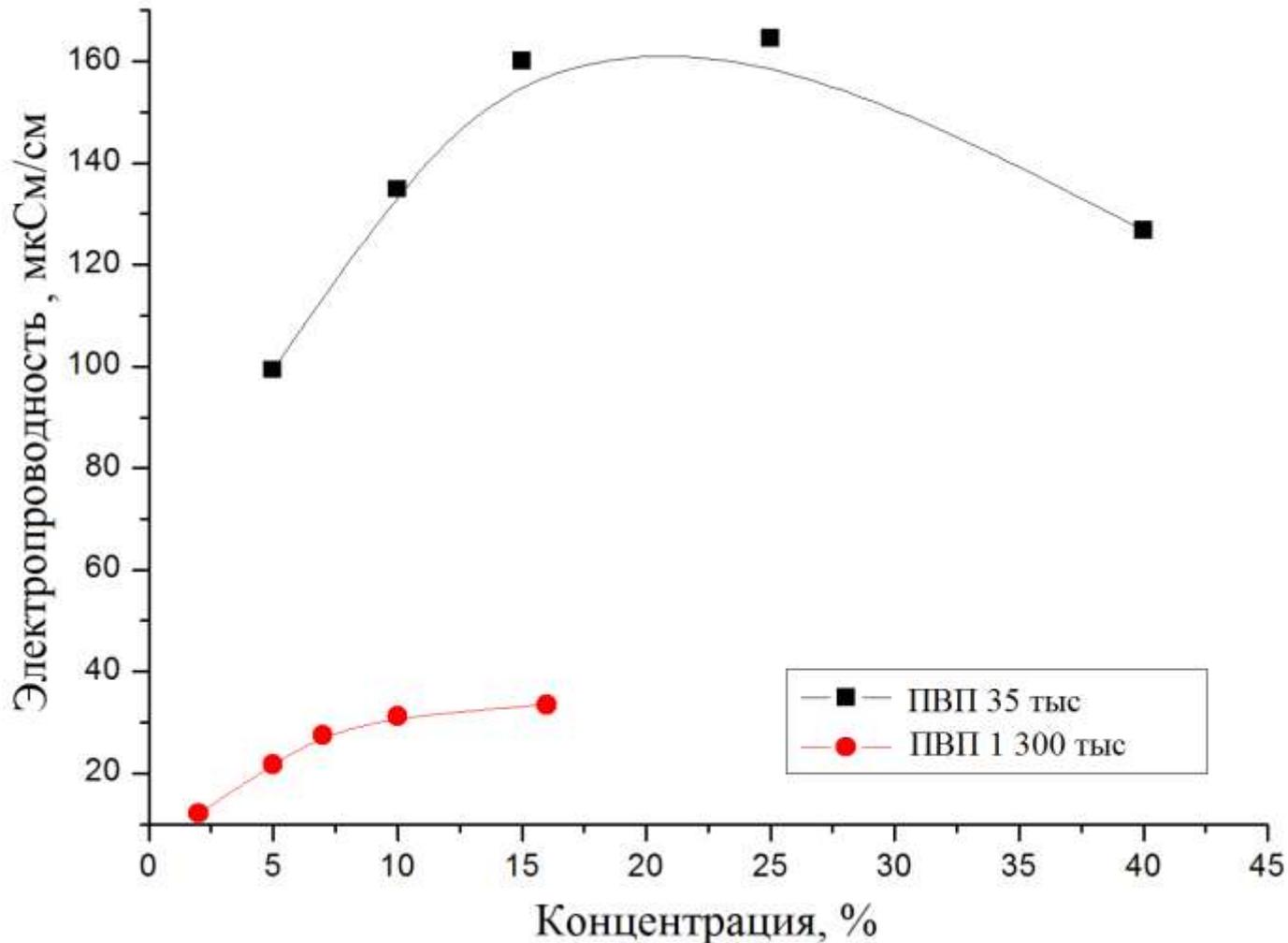
Зависимость вязкости от концентрации ПВП молекулярной массы 35 000 г/моль в растворе с дистиллированной водой/спиртом (1:1) в двойном логарифмическом масштабе

# Зависимость электропроводности раствора от концентрации



Влияние растворителя

# Зависимость электропроводности раствора от концентрации



Влияние молекулярной массы полимера

# Параметры формования ПВП (35 000 г/моль)

Концентрация, %	Расход, мл/час	Напряжение, кВ	Расстояние, см	Наличие волокон
Растворитель: вода				
15	0,5	20	25	-
25	0,2	30	25	-
30	0,8	31	34	+
35	0,8	28	34	+
40	0,1	30	30	+
Растворитель: вода/спирт				
15	0,5	20	25	-
25	0,5	25	25	-
30	0,8	26	34	+
35	0,8	28	34	+
40	0,3	30	25	+

# Параметры формования ПВП ( 360 000 г/моль)

Концентрация, %	Расход, мл/час	Напряжение, кВ	Расстояние, см	Наличие волокон
Растворитель: вода				
5	0,2	22	27	-
11	0,8	28	34	+
13	0,8	28	34	+
15	0,5	16,5	27	+
20	5	23	28	+
Растворитель: вода/спирт				
5	0,2	17	27	-
11	0,8	25	34	+
13	0,8	25	34	+
15	5	20	25	+
20	5	29	28	+

# Параметры формования ПВП (1 300 000 г/моль)

Концентрация, %	Расход, мл/час	Напряжение, кВ	Расстояние, см	Наличие волокон
Растворитель: вода				
10	5	20	25	-
16	5	27	30	+
Растворитель: вода/спирт				
8	2	19	30	+
10	5	19	23	+
12	5	17,3	37	+

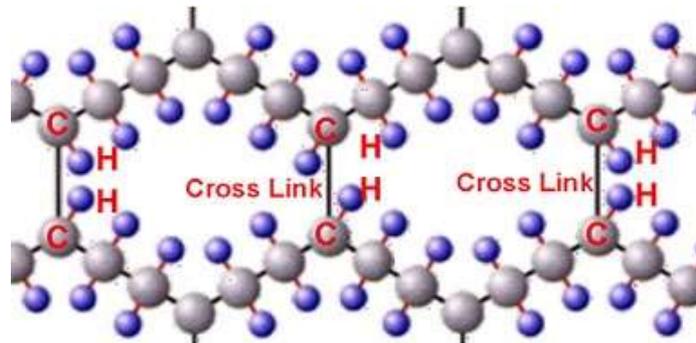
# Результаты электроформования

Полимер	ПВП (35 000 г/моль)		ПВП (360 000 г/моль)		ПВП (1 300 000 г/моль)	
	Вода	Вода / спирт	Вода	Вода / спирт	Вода	Вода / спирт
Концентрация %	15	15	5	5	-	<b>8</b>
	25	25	<b>11</b>	<b>11</b>	10	<b>10</b>
	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		
	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		

Красным цветом выделены значения концентраций полимера в растворе, при которых происходило образование волокон в процессе.

# Сшивка материалов на основе ПВХ

- Радиационная облучение: длительное гамма-облучение разными дозами: 10 кГр, 25 кГр, 50 кГр.
- Ультрафиолетовое облучение: облучение ртутной УФ-лампой двумя различными длинами волн - 312 нм и 356 нм.
- Термическая сшивка: путём термического нагревания до температуры 200 °С.



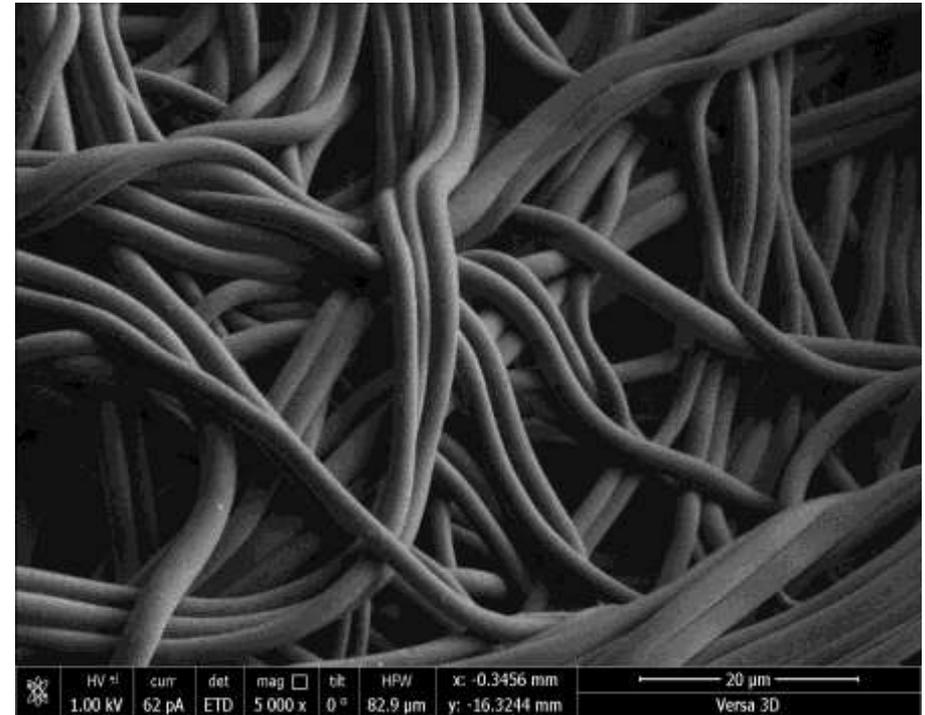
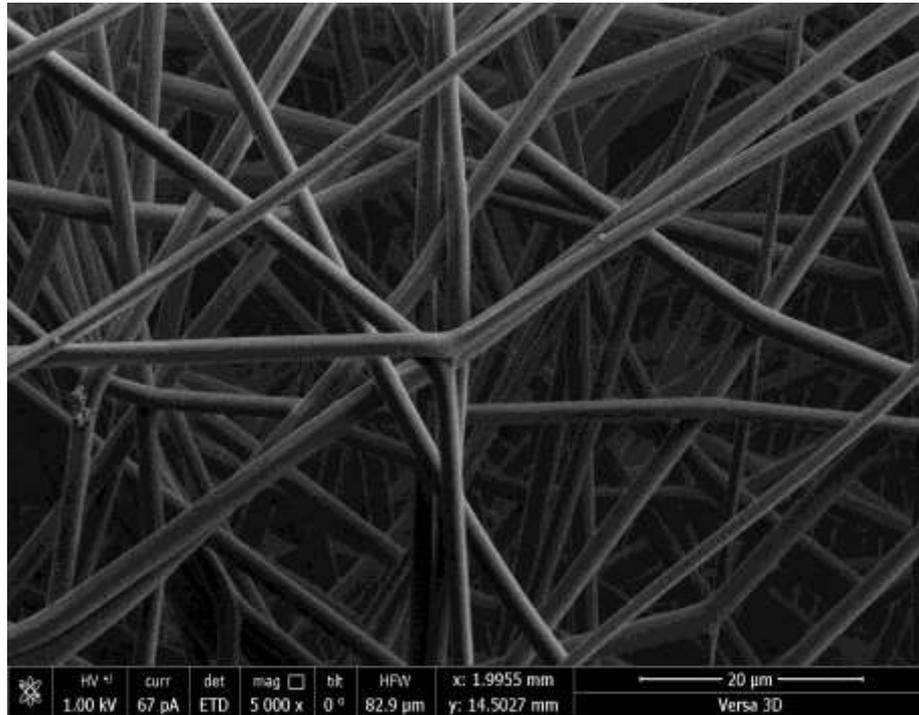
# Сшивка материалов на основе ПВП

Материал	Степень нерастворимости, %	Влаговпитываемость, %
ПВП (360 кДа)	82,5	452
ПВП (1 300 кДа)	83	512



Растворение сшитого материала

# Сшивка материалов на основе ПВП

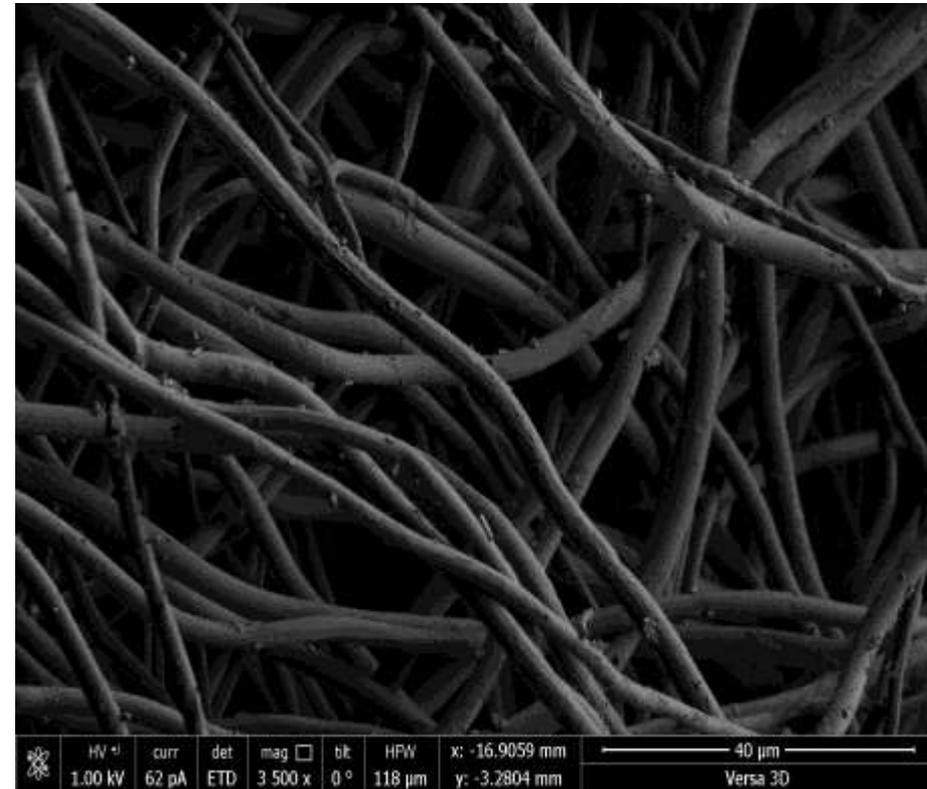
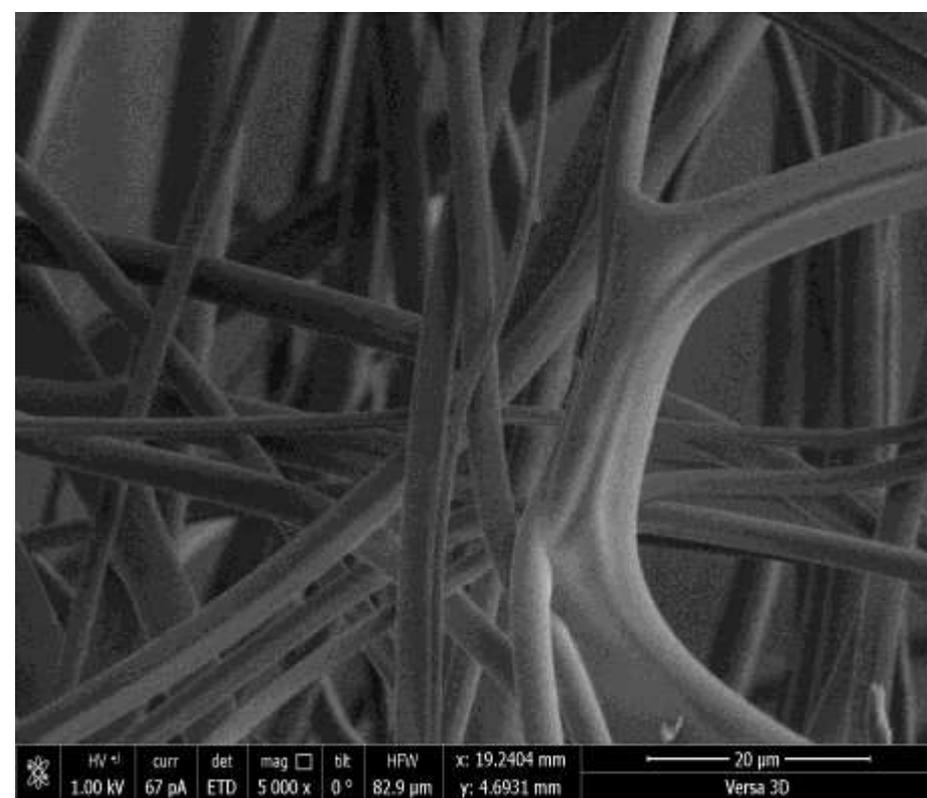


До помещения в воду на 10 минут

После помещения в воду на 10 минут

Материал из 15% ПВП (360 кДа) в воде/спирте

# Сшивка материалов на основе ПВП

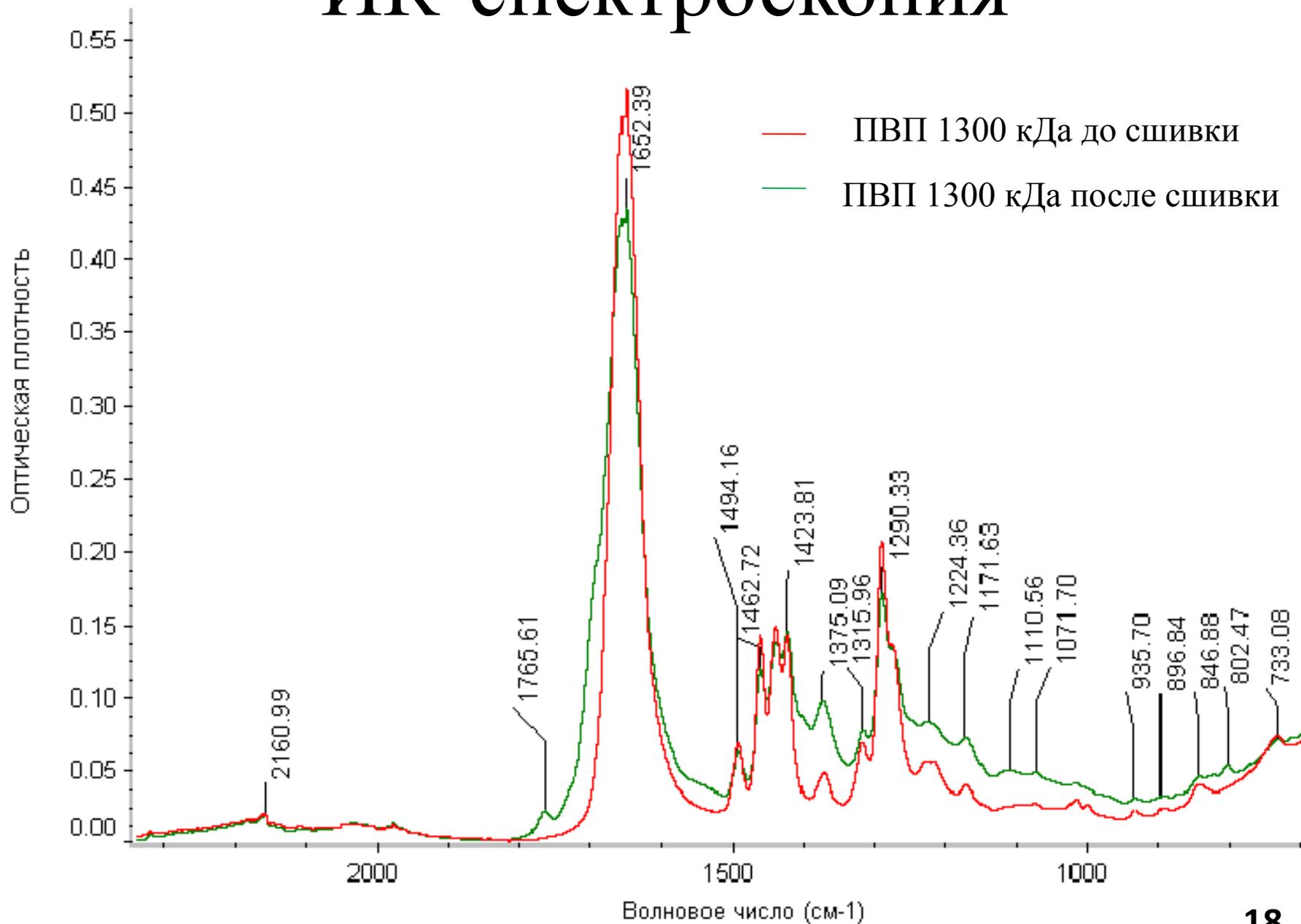


До помещения в воду на 10 минут

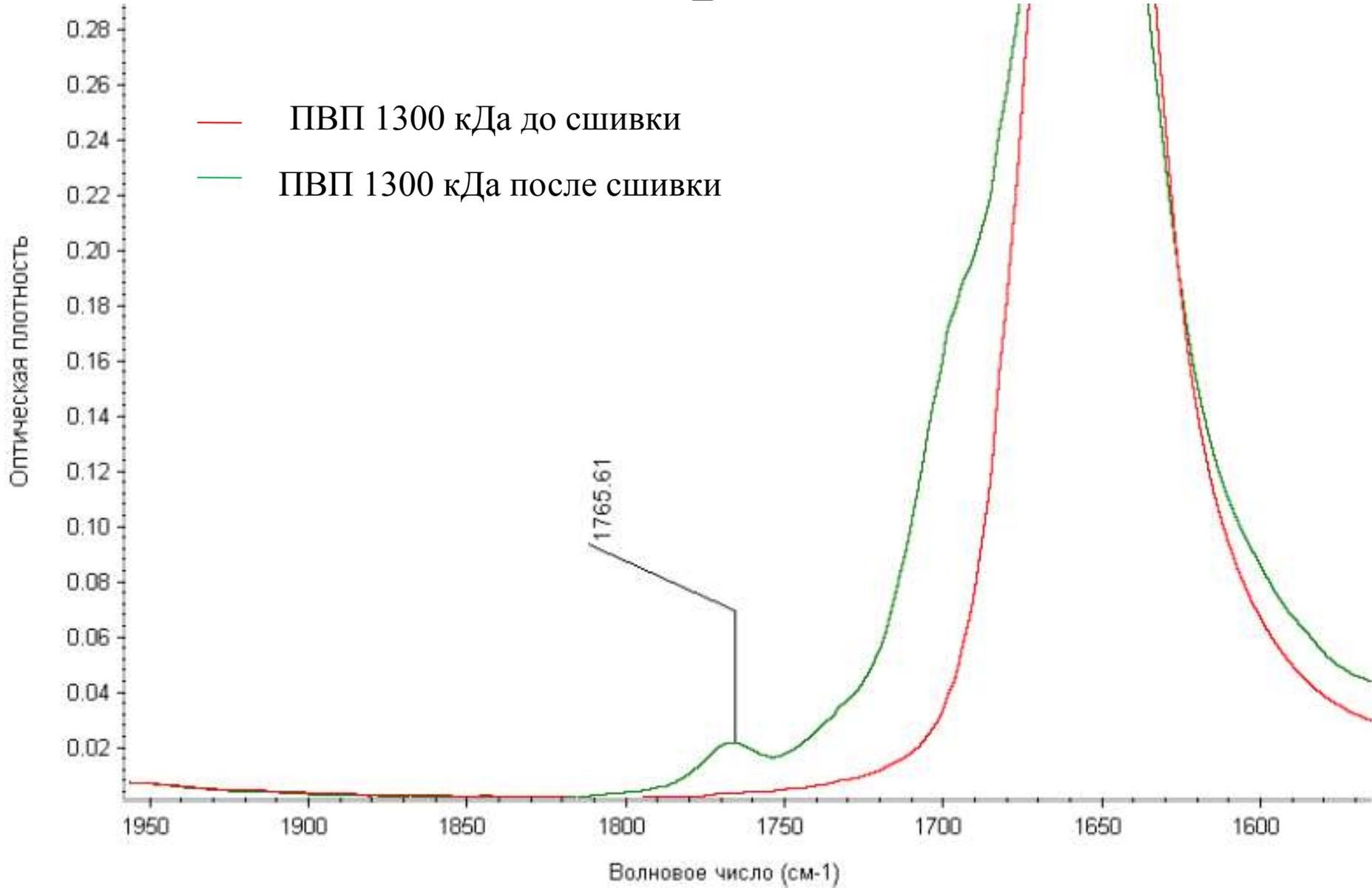
После помещения в воду на 10 минут

Материал из 8% ПВП (1 300 кДа) в воде/спирте

# ИК-спектроскопия



# ИК-спектроскопия



# Выводы

- Определено влияние характера растворителя и молекулярной массы на критическую концентрацию волокнообразования;
- Изучены реологические и электропроводящие свойства растворов;
- Разработаны режимы получения нетканого волокнистого материала на основе поливинилпирролидона из различных молекулярных масс (35 000, 360 000, 1 300 000 г/моль), диаметр волокон от 0.5 мкм до 4,5 мкм;
- Проведена сшивка поливинилпирролидона под действием высоких температур. Обнаружено, что волокнистая структура материала сохраняется, полученные материалы обладают высокой степенью влаговпитываемости.