Российский Государственный Университет (НИУ) нефти и газа

им. И. М. Губкина

Кафедра технологий химичесих веществ для нефтяной и газовой промышленности

# «Исследование реологических характеристик радиационно-сшитых водорастворимых полимеров (гуар, гидроксипропилгуар, ксантан) с целью разработки новых составов для ГРП, бурения и глушения скважин»

Прохорова Е. В. ХТМ-15-04

Научный руководитель:
профессор, д.т.н., Магадова Л.А.

Научный консультант: Малкин Д.Н.

Москва 2017

# Цель и задачи исследования

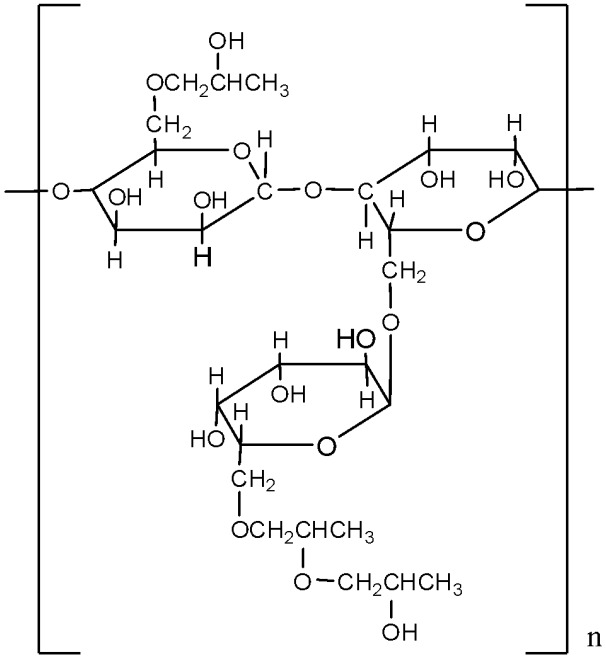
**Цель работы**:

- Исследование реологических свойств радиационно-сшитых полимеров, с последующим их использованием в рецептурах для строительства и глушения скважин.

**Задачи:**

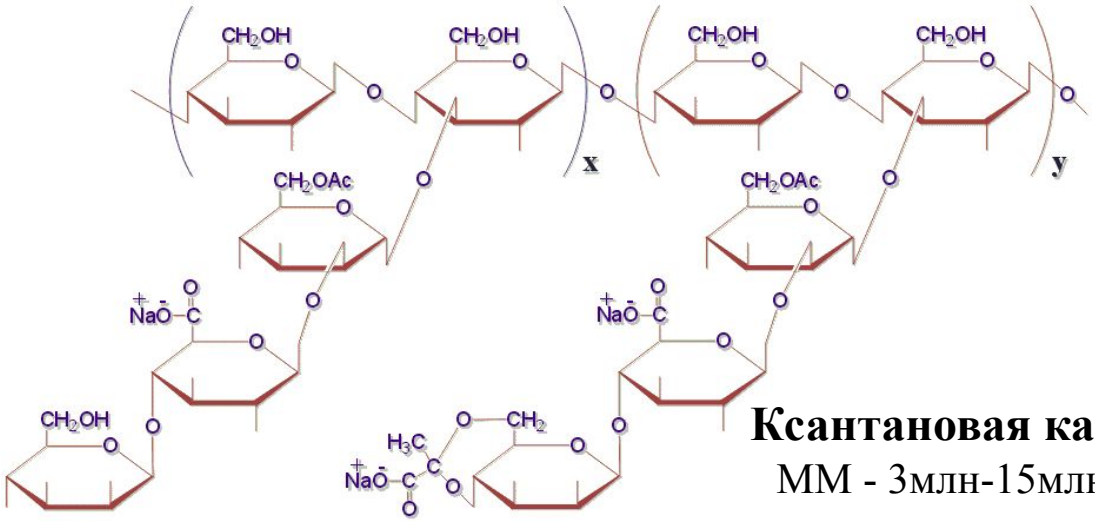
- Изучить литературные данные по методам и целям сшивки радиационным воздействием водорастворимых полимеров.
- Исследовать основные реологические параметры образцов полимеров после облучения, рассмотреть возможность использования этих полимеров в рецептурах бурения, глушения и гидроразрыва.
- Проработать возможность использования энзимного деструктора в составе жидкости гидроразрыва, с целью максимальной деструкции в трещине ГРП.
- Подобрать рабочую концентрацию энзима и уровень водородного показателя жидкости ГРП, в которой деструкция будет максимальной. Разработать состав жидкости ГРП.

# Молекулярное строение водорастворимых полимеров ксантана и гуара



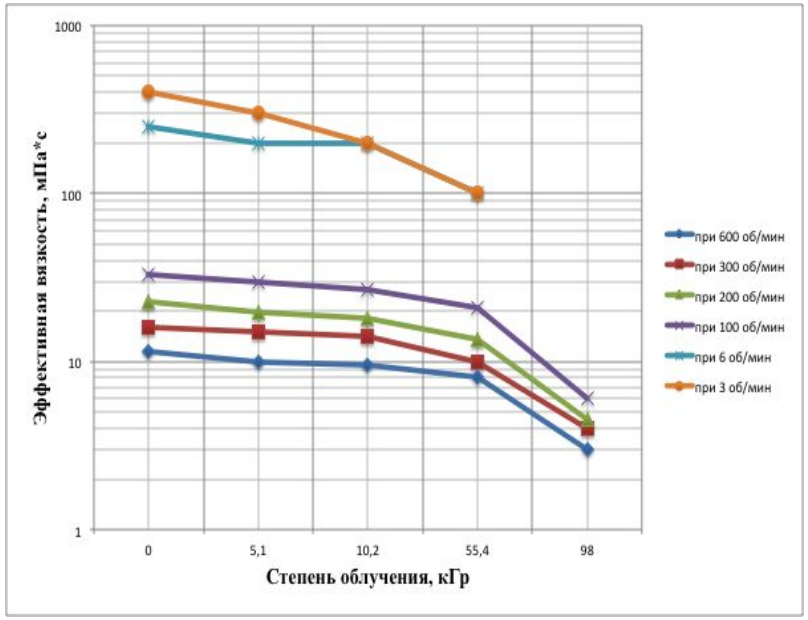

**Гидроксипропилгуар**
ММ - 1,2млн Да

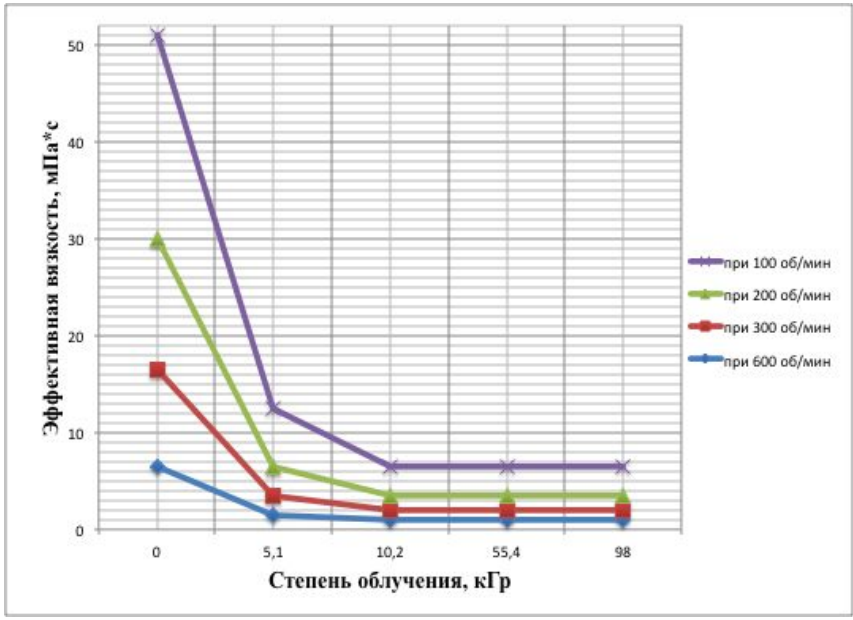
**Гуаровая камедь**
ММ – 2млн-5млн Да




**Ксантановая камедь**
ММ - 3млн-15млн Да

# Влияние степени облучения ксантана на его эффективную вязкость



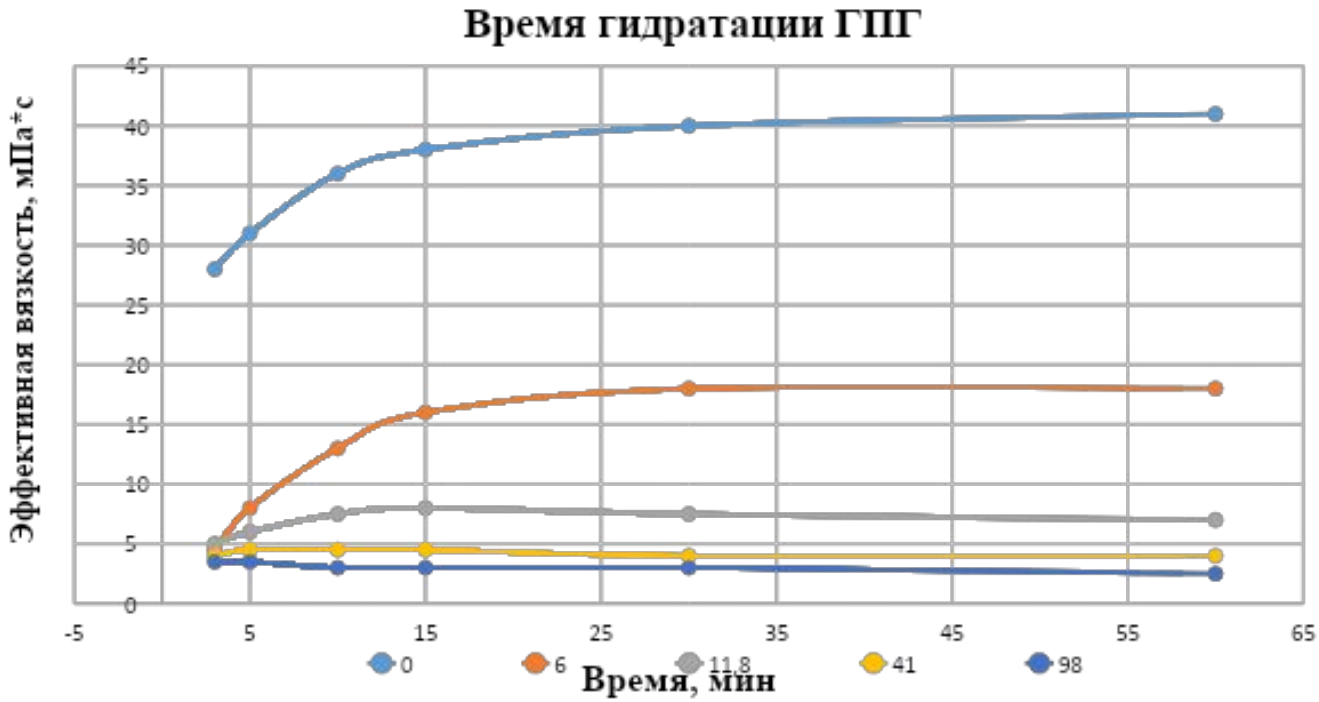




- Эффективная вязкость растворов ксантановой смолы при **20 $^0$С** сохраняет значения до степени облучения **55,4 кГр (килоГрей – единица поглощенной дозы)**

- Эффективная вязкость растворов ксантановой смолы при **80 $^0$С** резко снижается уже при степени облучения **5,1 кГр**, что связано с деструкцией полимера

**Вывод:** облучение выше **5,1 кГр** разрушает ксантантановый полимер до невозможности применения его в рецептурах для строительства и глушения скважин.

# Влияние степени облучения гуара на время его гидратации



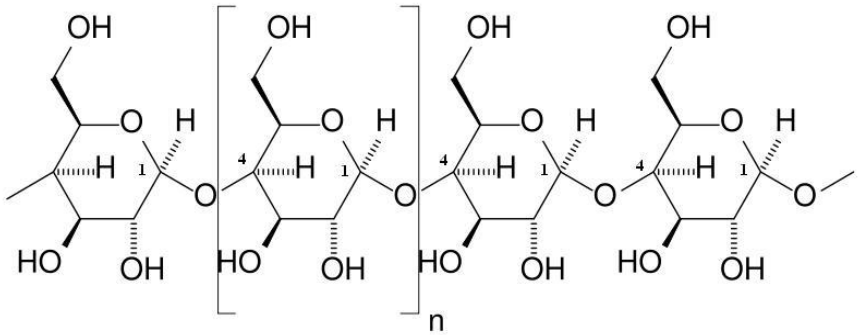

- Эффективная вязкость является минимальной уже при **20 $^0$C**
- При дозе облучения **6 кГц** время гидратации **уменьшается**
- Возможно, что снижение дозы облучения снизит негативное влияние на вязкость

# Выводы

В ходе исследования выявлено, что **при воздействии** минимальной дозы облучения равной **5,1 кГр**, ксантановая и гуаровая камеди **резко снижают эффективную вязкость**, до невозможности применения облученных полимеров в рецептурах для строительства и глушения скважин.

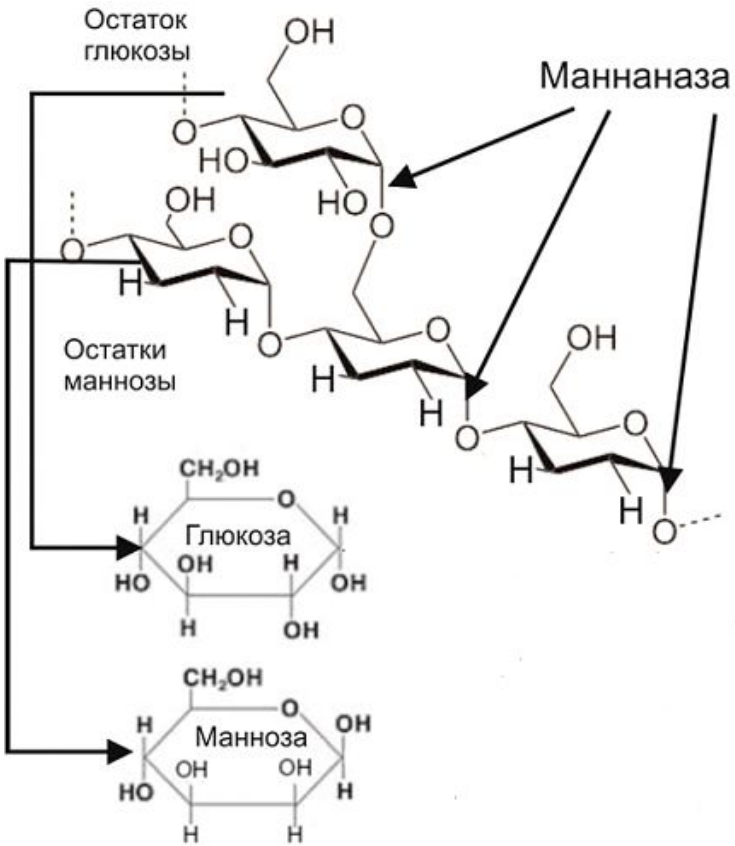
**Направление работы было скорректировано:**
Исследование поведения энзимного деструктора в составах жидкостей для гидроразрыва пласта.

# Воздействие энзима на полисахаридные звенья




**Фрагмент структуры энзимного деструктора**

**Структурный механизм действия энзима на полисахаридные звенья**

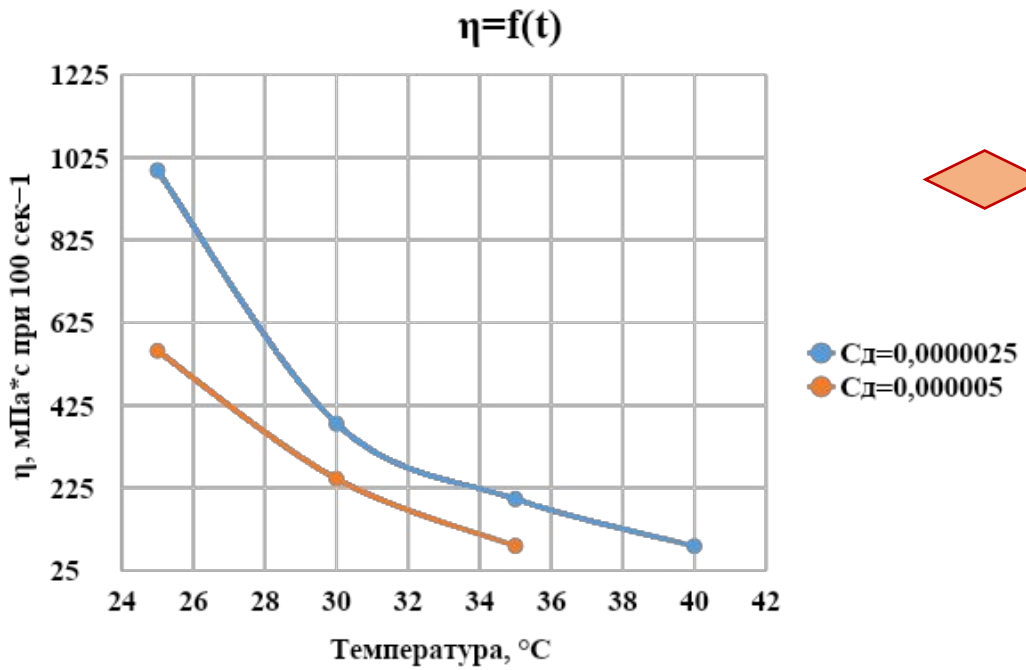


# Эффективная концентрация энзимного деструктора в жидкости ГРП

Выявлена максимальная концентрация энзима (β- маннаназы) – **0,00005 г/л** и для сшивателя «БС-1» и **0,0001 г/л** – для «БС-2»

# Реологические исследования геля ГРП в присутствии сшивателя «БС-1» и энзимного деструктора в условиях пластовых температур 25-40 °С

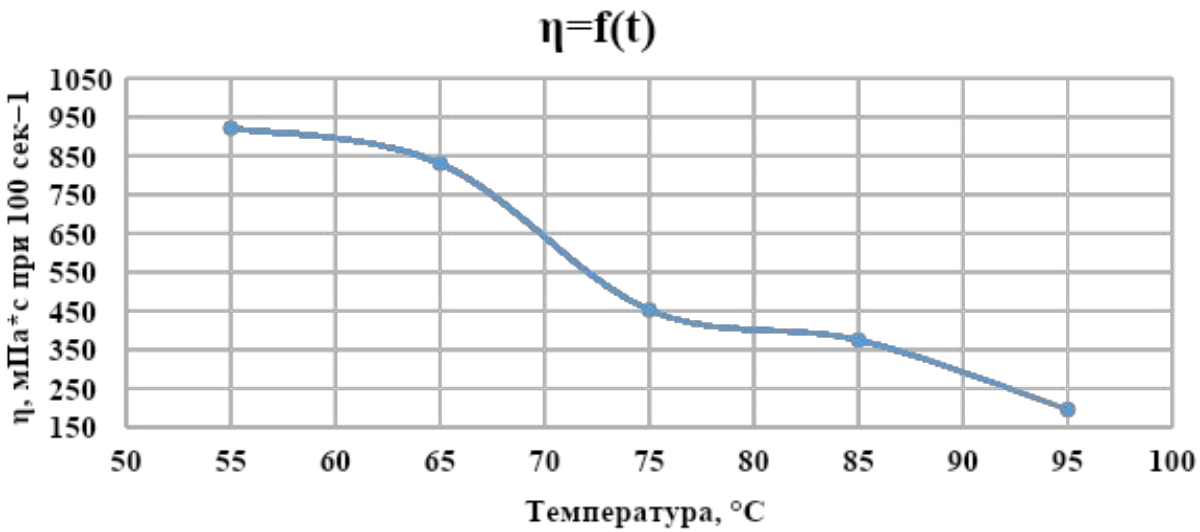
| t, °С / η, мПа*с при 100 сек−1 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|---|---|---|---|---|
| Сд=0,0000025 г/л | 993,68 | 380,34 | 198,23 | 84,02 |
| $С_д$=0,000005 г/л | 556,99 | 246,98 | 84,56 | - |




В температурном интервале 25-30°С рекомендуемая концентрация энзимного деструктора 0,0000025 г/л

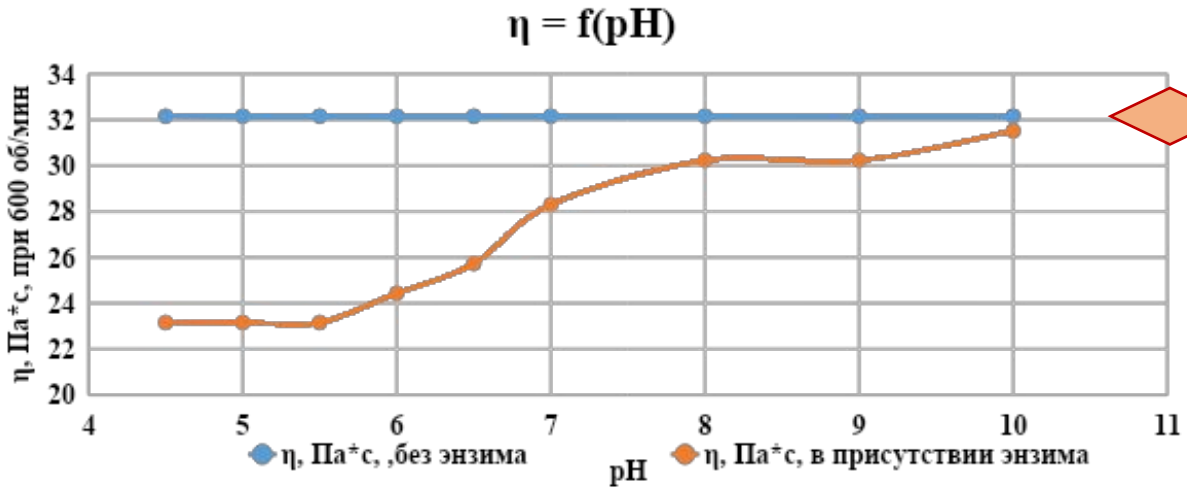
# Реологические исследования геля ГРП в присутствии сшивателя «БС-2» и энзимного деструктора в условиях пластовых температур 55-95 °С

| t, °С / η, мПа*с при 100 сек−1 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| Сд=0,0001 г/л | 993,68 | 380,34 | 198,23 | 84,02 | 84,02 |

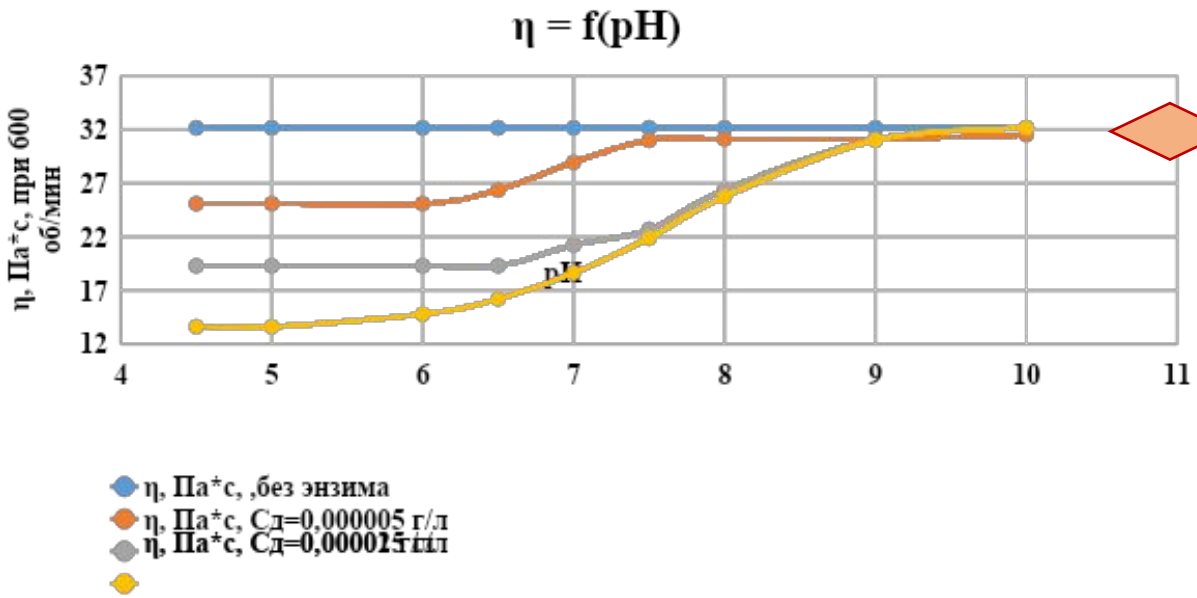



Максимальная пластовая температура для жидкости разрыва в присутствии энзимного деструктора - 75°С

# Влияние водородного показателя на реологию составов, содержащих энзимный деструктор

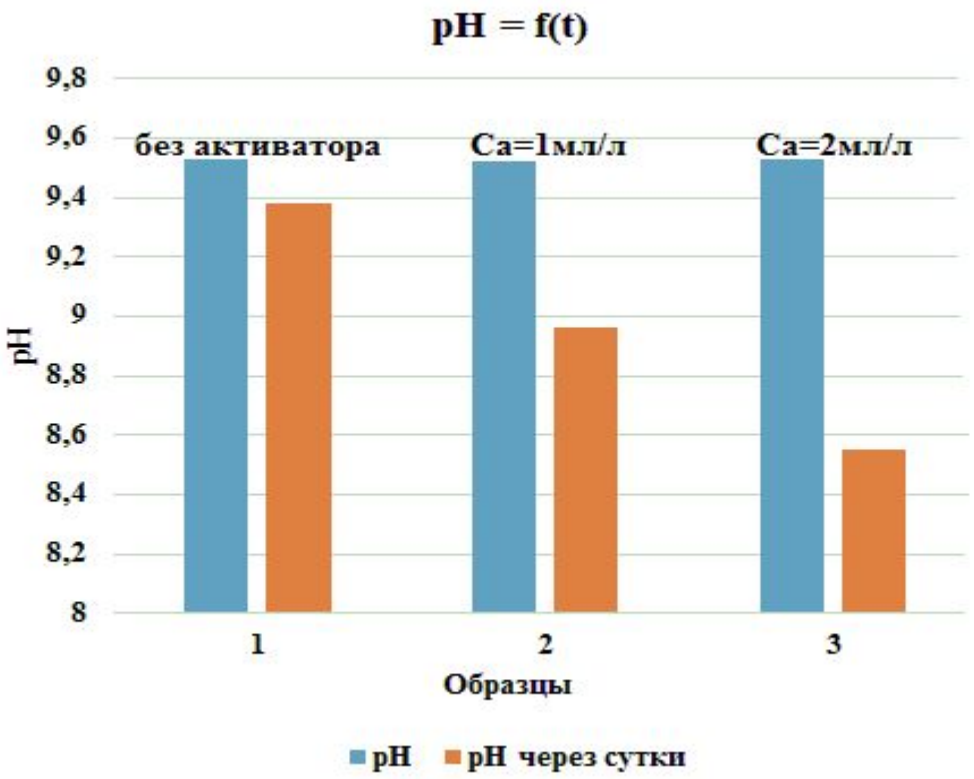



Падение эффективной вязкости при снижении pH




Зависимость эффективной вязкости от величины pH при различных концентрациях энзимного деструктора

# Влияние активатора деструкции на pH жидкости ГРП в присутствии энзимного деструктора




Очевидно снижение pH через сутки в присутствии активатора деструкции в количестве 2 мл/л.

# Выводы

1. В ходе исследования выявлено, что при воздействии дозы облучения равной 5,1 кГр, ксантановая и гуаровая камеди резко снижают эффективную вязкость до невозможности применения облученных полимеров в рецептурах для строительства и глушения скважин.
2. В результате работы, подобрана оптимальная концентрация β-маннаназы, которая может быть применима в скважинах с низкой пластовой температурой. Концентрации Сд=0,000025 г/л и Сд=0,0001 г/л являются приемлемыми для сохранения свойств геля и эффективной деструкции, при содержании в составе БС-1 и БС-2, соответственно.
3. Предложено использование активатора деструкции в количестве 2 л/м$^3$, снижающего pH при увеличении температуры до 65°С.
4. Предложены два типа рецептур

   1) С применением сшивателя марки «БС-1» (для 25°С):
   - «Гелеобразователь ГПГ – 1» – 3 кг/ м$^3$,
   - Сшиватель боратный «БС-1» – 3 кг/ м$^3$,
   - β-маннаназы водно-спиртовой раствор – 2 л/м$^3$ ($С_д$ = 0,000025 г/л).

   2) С применением сшивателя марки «БС-2» (для 65°С):
   - «Гелеобразователь ГПГ – 1» – 3 кг/ м$^3$,
   - Сшиватель боратный «БС-2» – 3,2 кг/ м$^3$,
   - β-маннаназы водно-спиртовой раствор – 2 л/м$^3$ ($С_д$ = 0,0001 г/л).
   - Активатор деструкции – 2 л/м$^3$.

# Спасибо за внимание!