

Российский Государственный Университет (НИУ) нефти и газа

им. И. М. Губкина

Кафедра технологий химических 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.

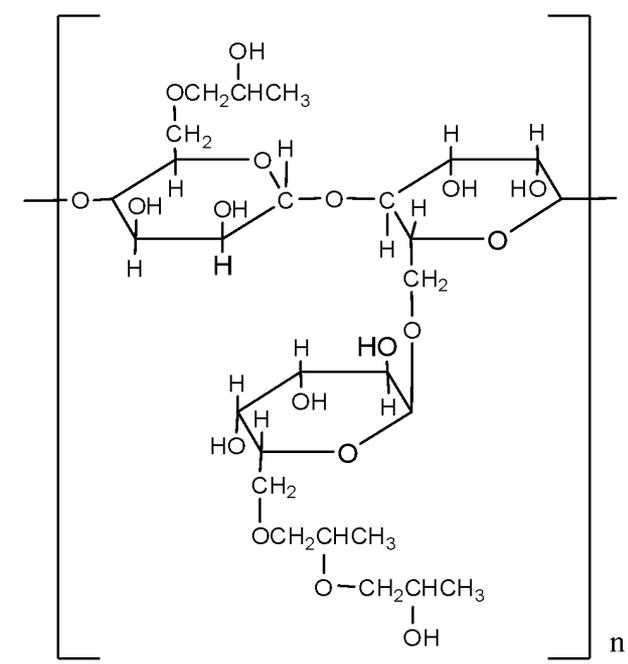
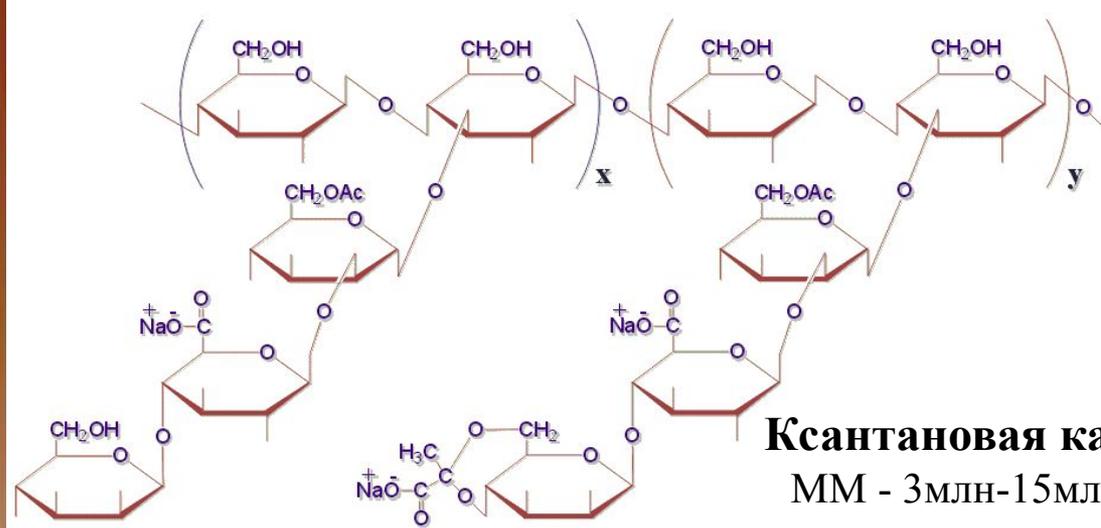
Задачи:

- 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

Гуаровая камедь
ММ – 2млн-5млн Да

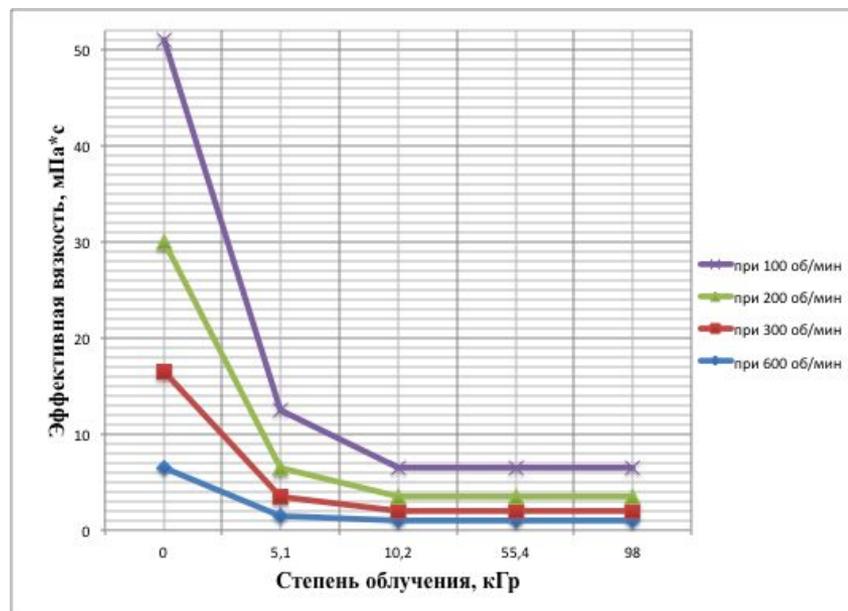
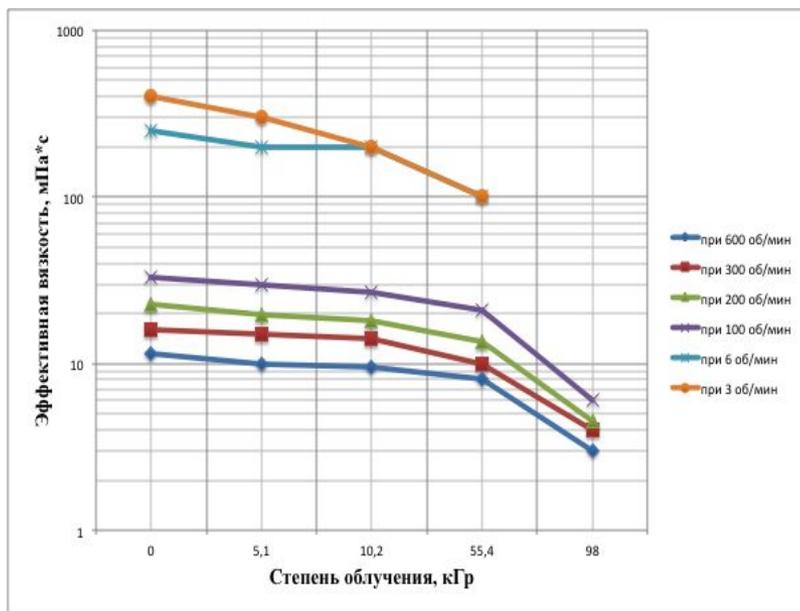


Гидроксипропилгуар
ММ - 1,2млн Да

Ксантановая камедь
ММ - 3млн-15млн Да



Влияние степени облучения ксантана на его эффективную вязкость



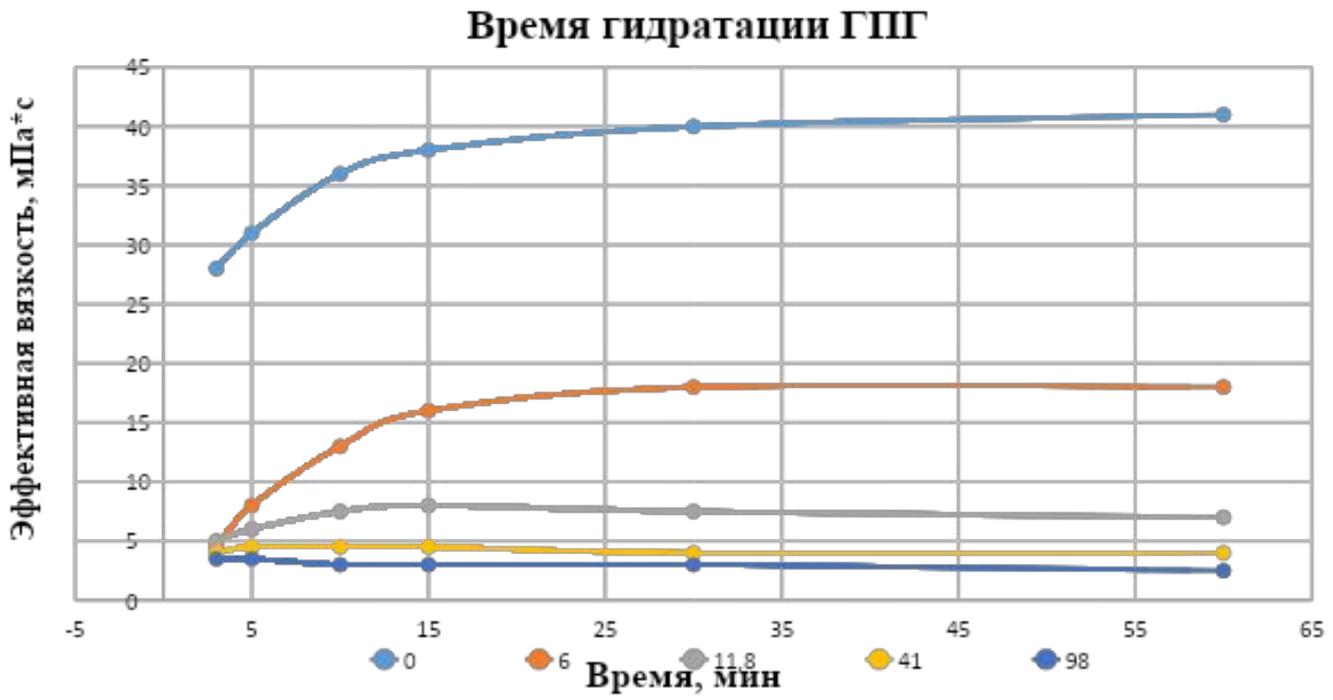
Эффективная вязкость растворов ксантановой смолы при 20°C сохраняет значения до степени облучения **55,4 кГр** (килоГрей – единица поглощенной дозы)

Эффективная вязкость растворов ксантановой смолы при 80°C 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 °С
- ◆ При дозе облучения 6 кГц время гидратации уменьшается
- ◆ Возможно, что снижение дозы облучения снизит негативное влияние на вязкость



Выводы

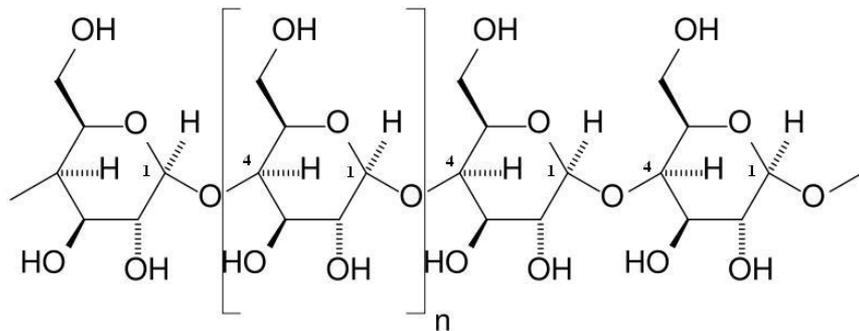
В ходе исследования выявлено, что при воздействии минимальной дозы облучения равной **5,1 кГр**, ксантановая и гуаровая камеди **резко снижают эффективную вязкость**, до невозможности применения облученных полимеров в рецептурах для строительства и глушения скважин.

Направление работы было скорректировано:

Исследование поведения энзимного деструктора в составах жидкостей для гидроразрыва пласта.

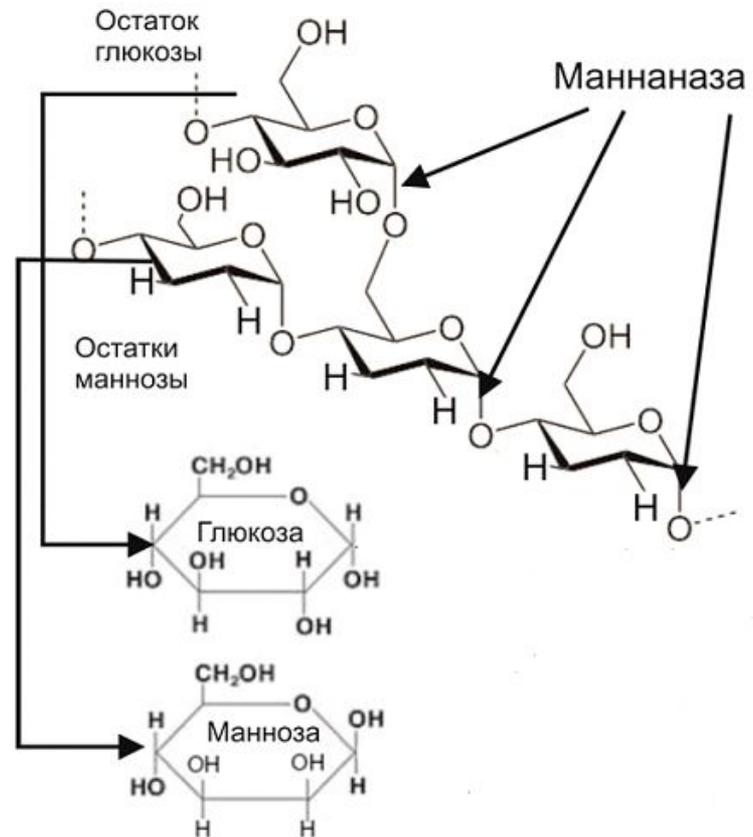


Воздействие энзима на полисахаридные звенья



Фрагмент структуры энзимного деструктора

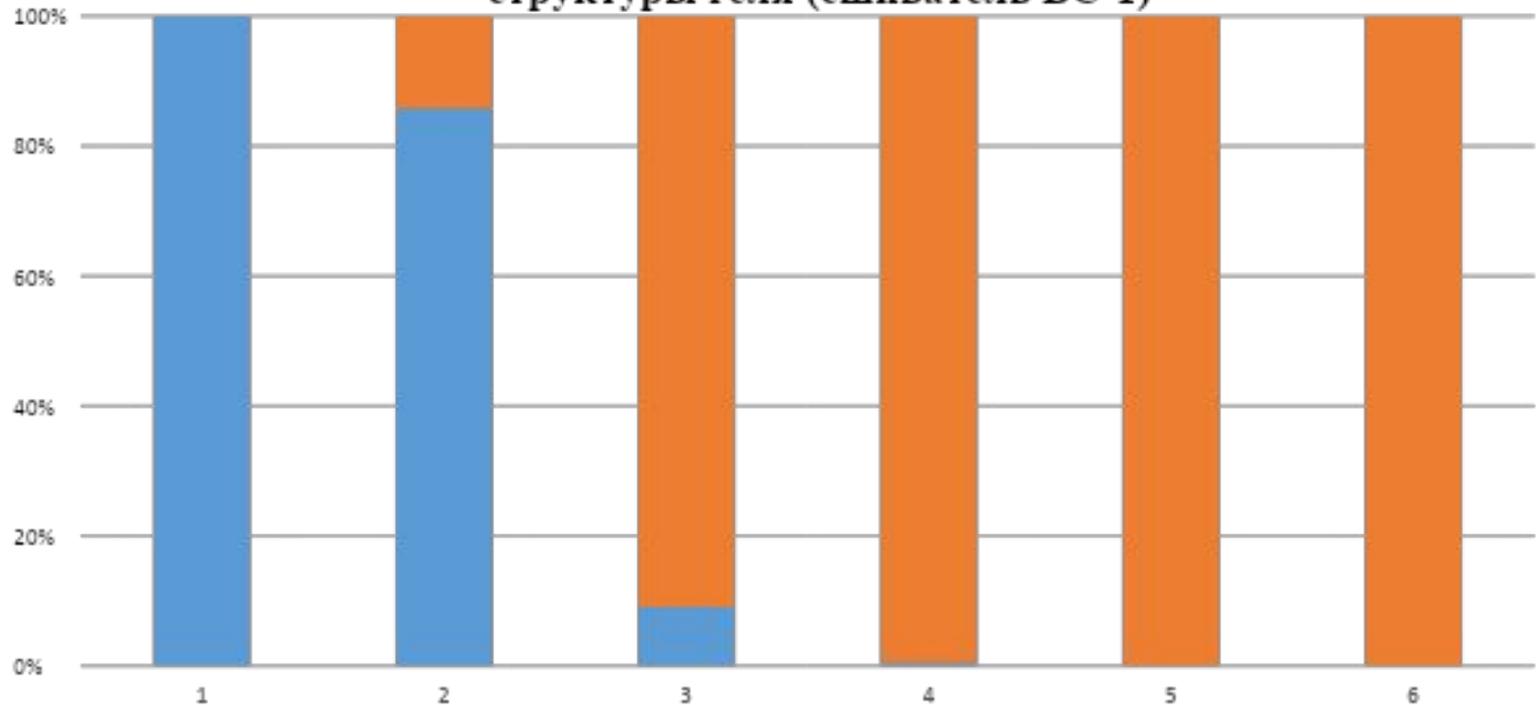
Структурный механизм действия энзима на полисахаридные звенья





Эффективная концентрация энзимного деструктора в жидкости ГРП

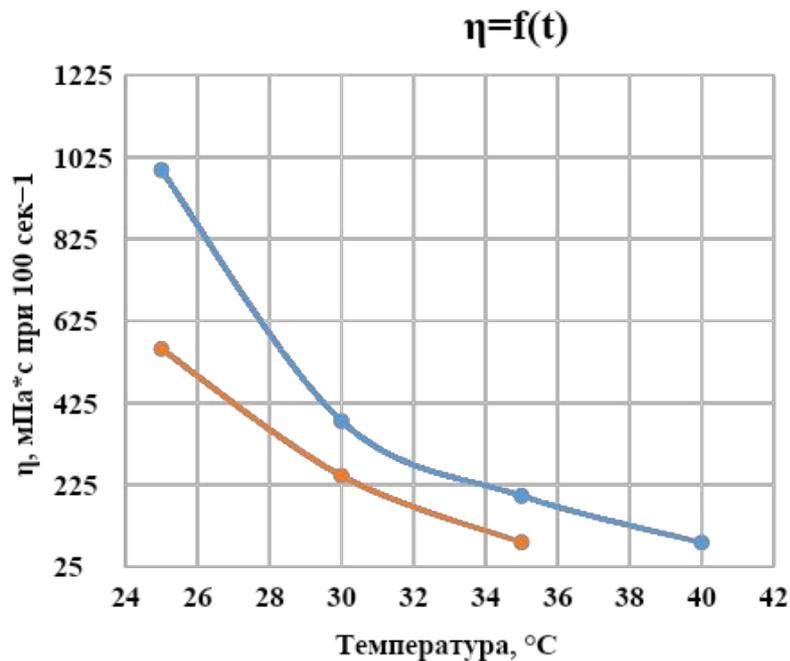
Влияние количества сухого деструктора на время разрушения
структуры геля (сшиватель БС-1)



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

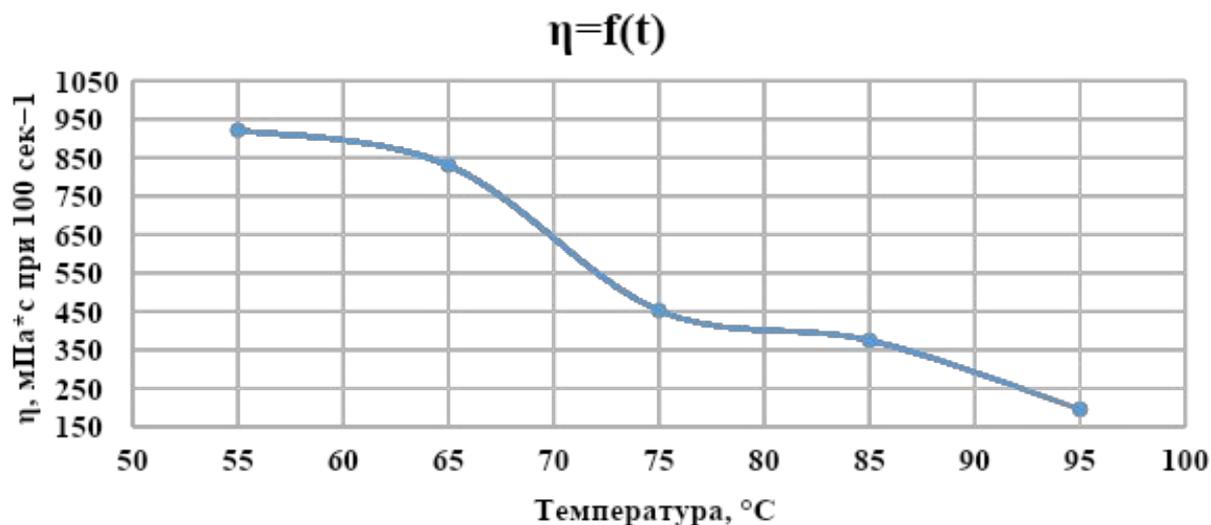
t, °C / η , мПа*с при 100 сек ⁻¹	25	30	35	40
$C_d=0,0000025$ г/л	993,68	380,34	198,23	84,02
$C_d=0,000005$ г/л	556,99	246,98	84,56	-



 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

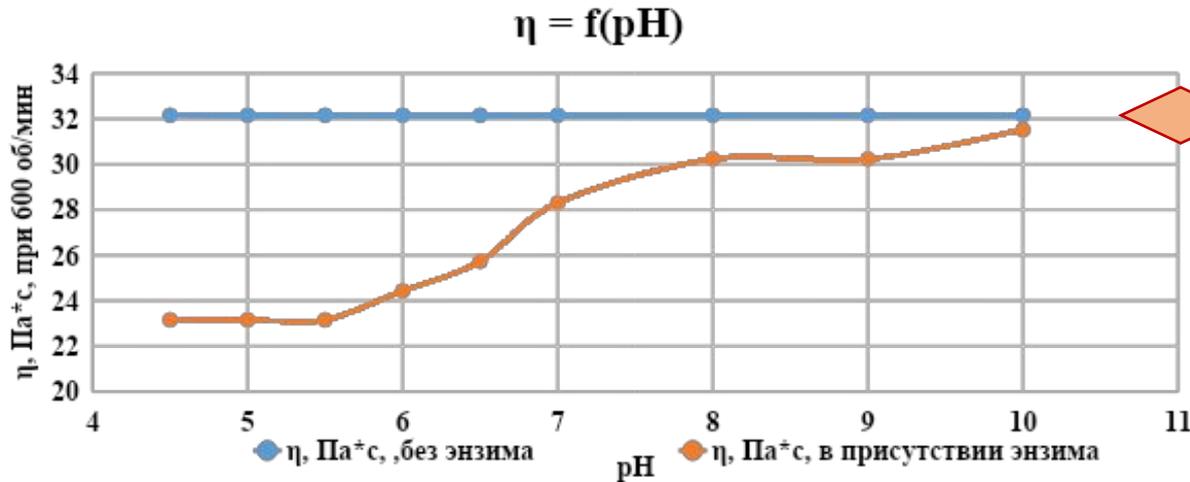
t, °С / η , мПа*с при 100 сек ⁻¹	55	65	75	85	95
Сд=0,0001 г/л	993,68	380,34	198,23	84,02	84,02



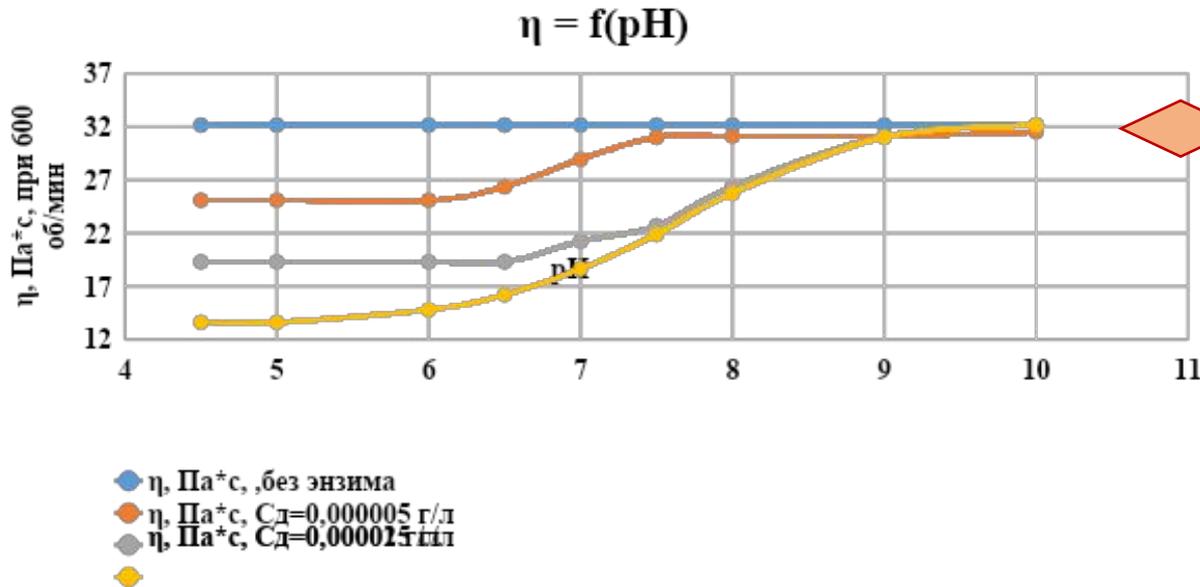
Максимальная пластовая температура для жидкости разрыва в присутствии энзимного деструктора - 75°С



Влияние водородного показателя на реологию составов, содержащих энзимный деструктор

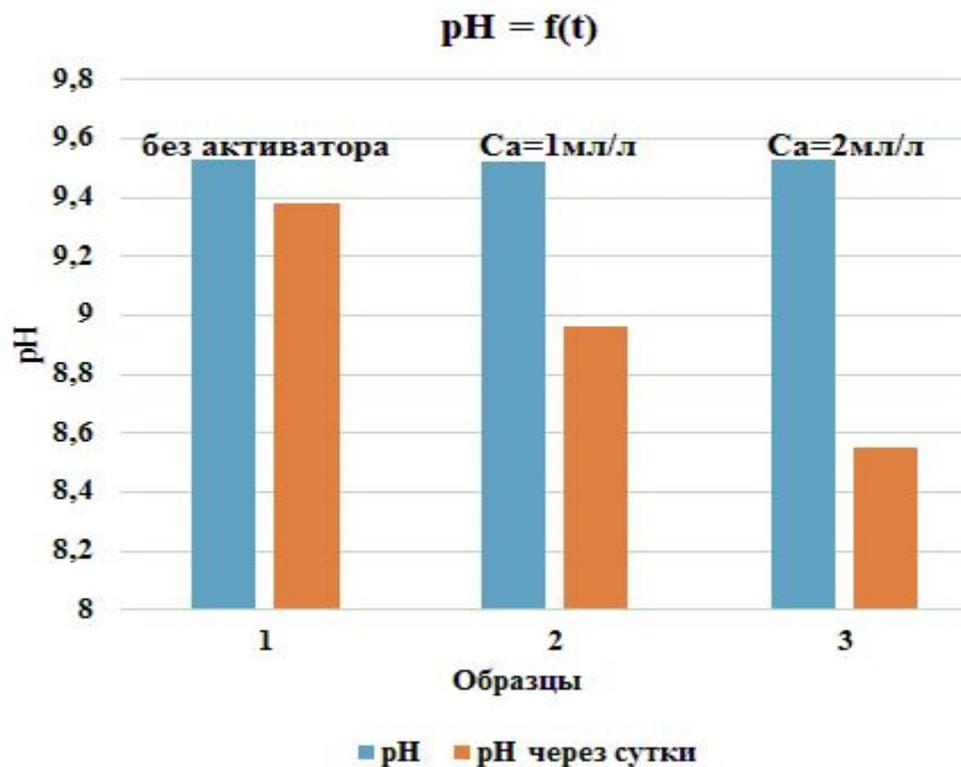


Падение эффективной вязкости при снижении pH



Зависимость эффективной вязкости от величины pH при различных концентрациях энзимного деструктора

Влияние активатора деструкции на рН жидкости ГРП в присутствии энзимного деструктора



Очевидно снижение рН 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 $C_d=0,000025$ г/л и $C_d=0,0001$ 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/м³, снижающего рН при увеличении температуры до 65°C.
4. Предложены два типа рецептур
 - 1) С применением сшивателя марки «БС-1» (для 25°C):
 - «Гелеобразователь ГПГ – 1» – 3 кг/ м³,
 - Сшиватель боратный «БС-1» – 3 кг/ м³,
 - β -маннаназы водно-спиртовой раствор – 2 л/м³ ($C_d = 0,000025$ г/л).
 - 2) С применением сшивателя марки «БС-2» (для 65°C):
 - «Гелеобразователь ГПГ – 1» – 3 кг/ м³,
 - Сшиватель боратный «БС-2» – 3,2 кг/ м³,
 - β -маннаназы водно-спиртовой раствор – 2 л/м³ ($C_d = 0,0001$ г/л).
 - Активатор деструкции – 2 л/м³.



Спасибо за внимание!
