



АЛМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ

**Тема выпускной квалификационной работы:
Оценка эффективности закачки подземных минерализованных вод
в условиях месторождения**

Студент группы 66-11 нефтегазового факультета
(заочное отделение)
Семенов А.В.

Руководитель ВКР: ст. научный сотрудник, д.т.н.
кафедры РиЭНГМ
Фаттахов Ирек Галиханович

Актуальность: Разработка слабопроницаемых глинистых коллекторов требует особого внимания, так как при заводнении их пресными или же сточными водами не достигается должного эффекта. Данную проблему решили с помощью закачки в данные пласты подземных минерализованных вод системами ВСП-ППД и МСП-ППД.

Возможность применения пластовых минерализованных вод с целью ППД заметили еще во 60-х годах прошлого века. На тот момент не было подходящего оборудования для внедрения данного метода ППД. На сегодняшний день существует множество компоновок оборудования для осуществления закачки пластовых вод в продуктивный пласт с целью ППД, а также дополнительным извлечением нефти.

Цель работы: – исследование эффективности проведения обработки призабойной зоны пласта с помощью глинокислотной композиции

- Задачи:** - анализ состояния системы ППД на анализируемом объекте;
- анализ динамики коэффициента приемистости и давления закачки на скважинах, использующих подземные минерализованные воды;
 - ассоциативный анализ влияния факторов на эффективность применения технологий с использованием подземных минерализованных вод на объекте;
 - однофакторный дисперсионный анализ по оценке влияния факторов на технологическую эффективность закачки подземных минерализованных вод на скважинах объекта;
 - критерии и выбор скважин объекта для закачки подземных минерализованных вод в пласты

ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормирование качества вод для заводнения при разработке ряда методик проводилось более 20 лет назад и с этого времени на территории бывшего СССР накоплен большой практический опыт по определению предельного содержания компонентов, ухудшающих коллекторские свойства заводняемых пластов. Однако до настоящего времени нет единых общепринятых и четко обоснованных требований к качеству вод после очистных сооружений в спорных случаях, когда выполнение проектных норм требует больших капитальных вложений.

При закачке воды в пласт-коллектор для поддержания пластового давления (ППД) необходимо учитывать:

- свойства закачиваемых вод и флюидов, продукция залежей девона может содержать сероводород, карбона - характеризоваться его отсутствием;
- наличие или отсутствие ионов железа в пластовой воде при отсутствии в ней сероводорода;
- возможность появления сероводорода в пресных или разбавленных пластовых водах по результатам деятельности СВБ;
- попадание сероводородсодержащих вод в межколонное пространство скважин с продукцией, содержащей ионное железо;
- фильтрацию флюидов между слоями различной проницаемости, их химическую совместимость при смешивании с агентом для заводнения, растворение минералов и катионообменные реакции между глинистыми минералами пласта и закачиваемой водой.

При закачке в пласт любых флюидов, в том числе идеально чистых, происходят эффекты самокольматации пласта несцементированными частицами, содержащимися в любом из них. Эти процессы имеют место как в зоне перемещения нефти к призабойной зоне добывающих скважин, так и в зоне движения закачиваемой воды со стороны нагнетательных скважин. В связи с этим имеет место ухудшение коллекторских свойств пласта (пористости, проницаемости) и снижение как приемистости нагнетательных, так и продуктивности добывающих. Закачка в пласты чистой воды существенно улучшает условия вытеснения нефти и тормозит ухудшение коллекторских свойств пласта, обеспечивая вытеснение нефти из большего числа порово-трещинных каналов, увеличивая тем самым нефтеотдачу пластов.

Граничные значения пород - коллекторов и их классификация для горизонтов **Д0 и **Д1** Акташской площади Ново – Елховского месторождения**

Параметры	Неколлектор	Коллектор	
	аргиллиты, алевролиты мелко- и среднезернистые, глинистые	I класс низкопроницаемые или низкопродуктивные крупнозернистые алевролиты и мелкозернистые песчаники	II класс хорошопроницаемые или хорошопродуктивные мелкозернистые песчаники и крупнозернистые алевролиты
Пористость, m , %		менее 14	14-18
Проницаемость, K , 10^{-3} мкм^2	менее 70	70-200	более 200
Нефтенасыщенность, K_n , % (подвижная + остаточная)	менее 70	70-85	более 85
Глинистость, $K_{гл}$, %	более 5	5-2,5	менее 2,5
Динамическая пористость, $\sqrt{k \times m}$, %	менее 32	32-55	более 55
Динамическая нефтенасыщенность, $K_{дн}$, %	менее 10	10-16	более 16
Коэффициент вытеснения, $K_{вн}$, %	нет	68-72	72-85
Удельный дебит, $t/(сут \cdot м)$	менее 0,5	0,5-2,0	более 2,0

Технологические показатели разработки **Акташской** площади

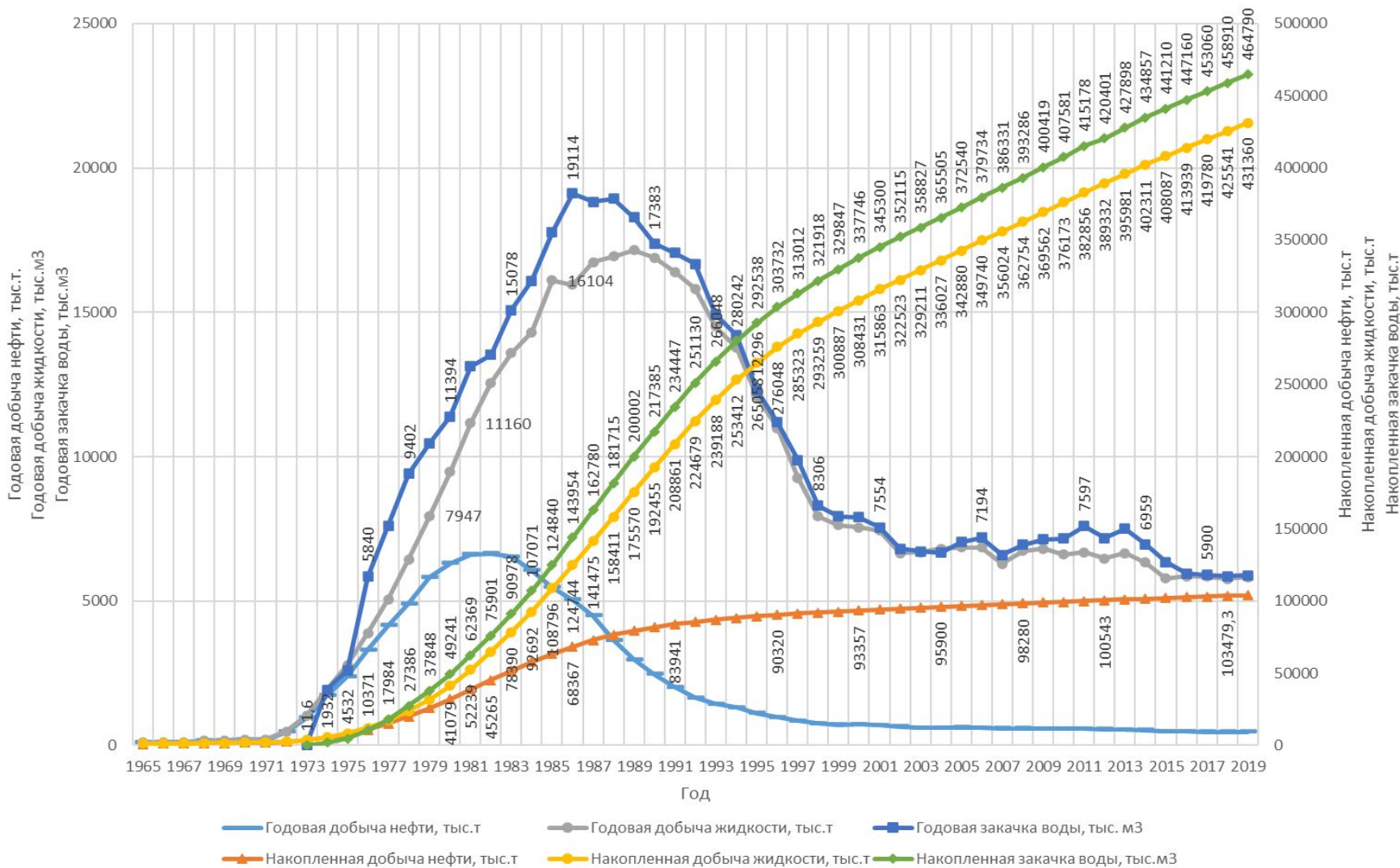
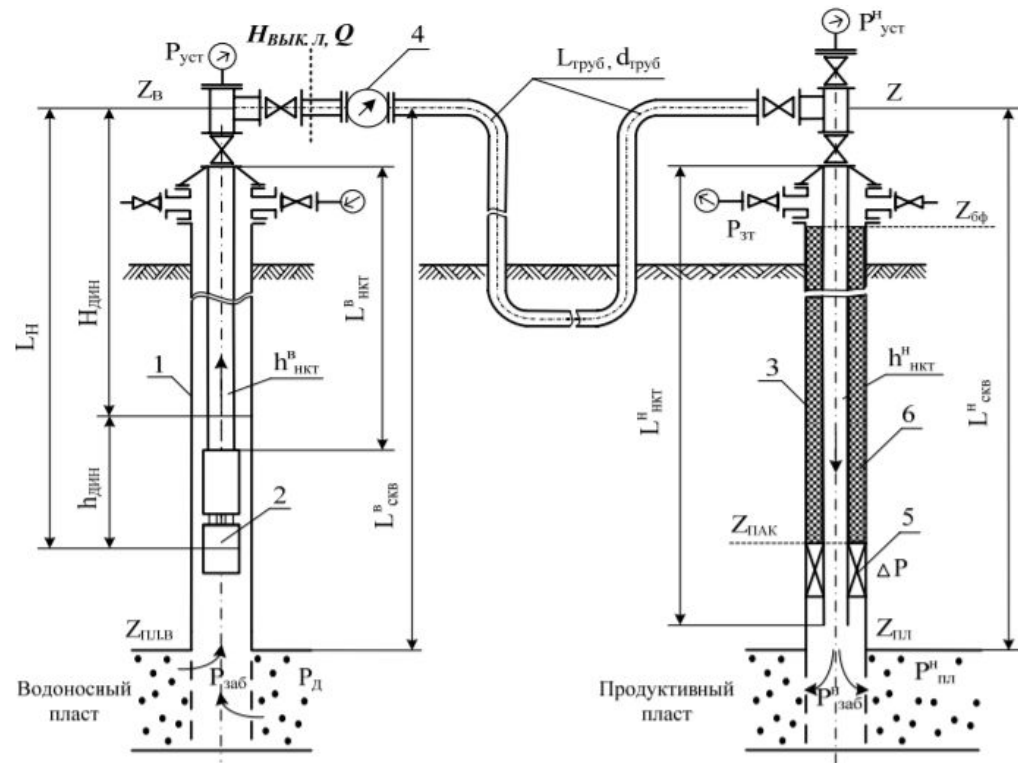


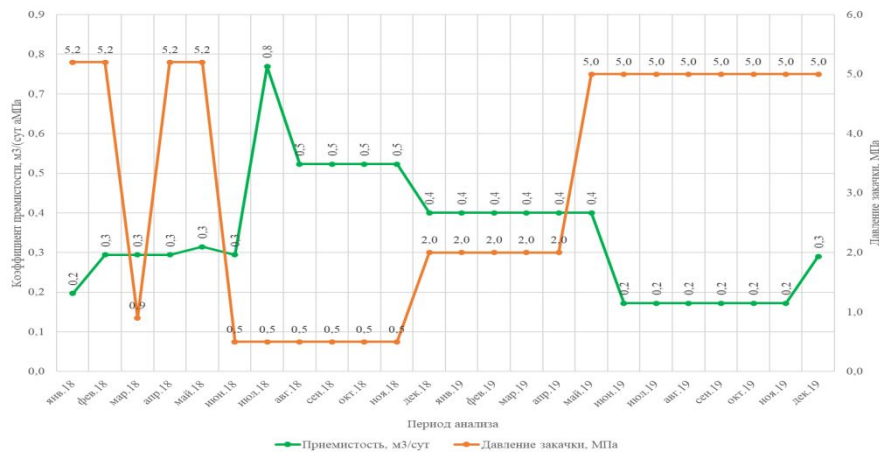
Схема МСП – ППД «прямая закачка» с ЭЦН



1 – водозаборная (добывающая) скважина; 2 – погружной электроцентробежный насос (ЭЦН); 3 – нагнетательная скважина; 4 – расходомер; 5 – пакер; 6 – АКЖ

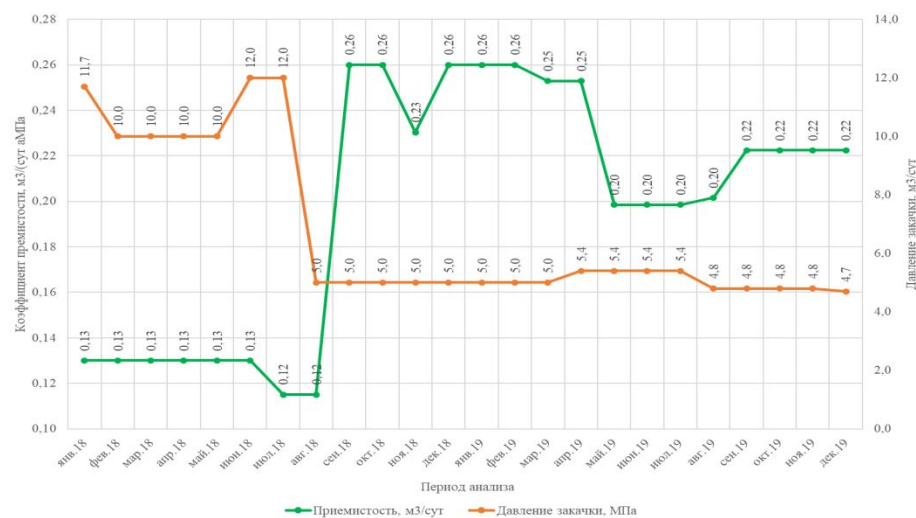
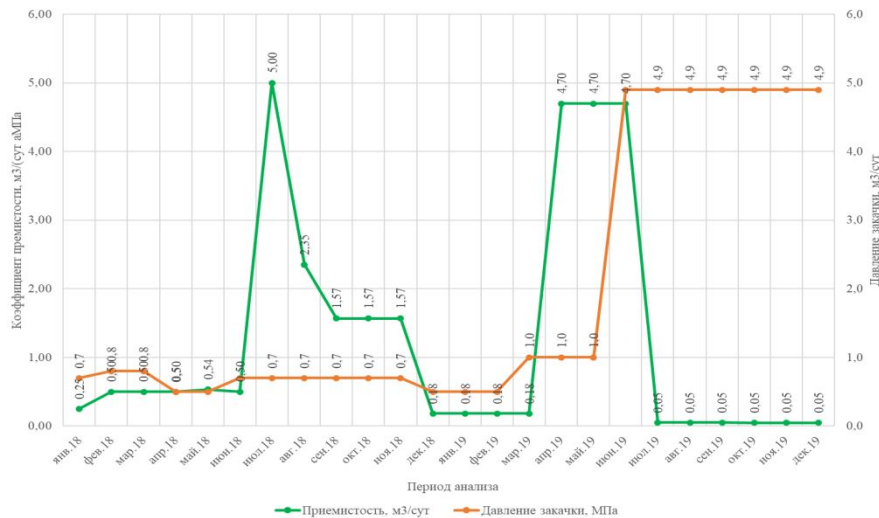
Рисунок 1 – Схема МСП – ППД «прямая закачка» с ЭЦН

Анализ динамики коэффициента приемистости и давления закачки на скважинах, использующих подземные минерализованные воды



Динамика изменения коэффициента приемистости за 2 года по скважине 1

Динамика изменения коэффициента приемистости за 2 года по скважине 2



Динамика изменения коэффициента приемистости за 2 года по скважине 3

Динамика изменения коэффициента приемистости за 2 года по скважине 5

Подбор скважин-кандидатов для рекомендуемой схемы МСП на Акташской площади

№ водозаборной скважины	№ скважины акцептора	Тип коллектора	Система разработки	Расст-е между водозаборной и нагнет. скв., м	Приемистость акцептора м ³ /сут	Совместимость забираемой и закачиваемых вод	Пластовое давление, атм
356*	36*	Песчаники, алевриты	Внутриконтурное заводнение	60	120	да	155
	36*2			20	110	да	162
357*	358*			70	150	да	147
	359*			60	116	да	134

Расчет технологической эффективности закачки подземных минерализованных вод на объекте с использованием методики прямого счета

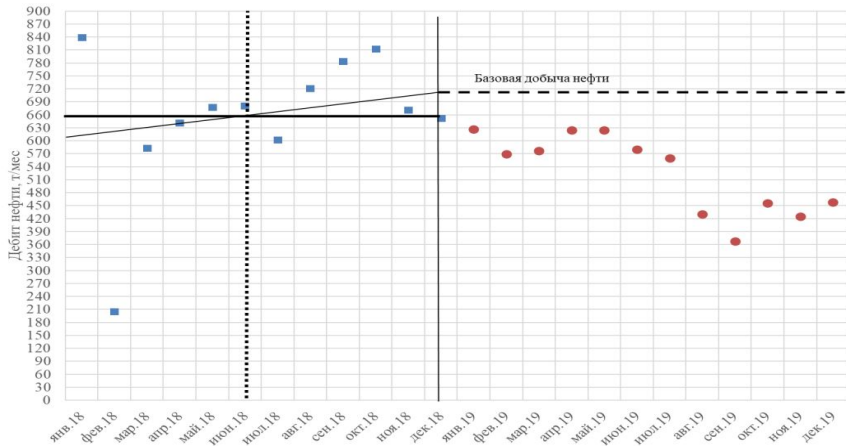


График фактической и базовой добычи нефти по скважине 2

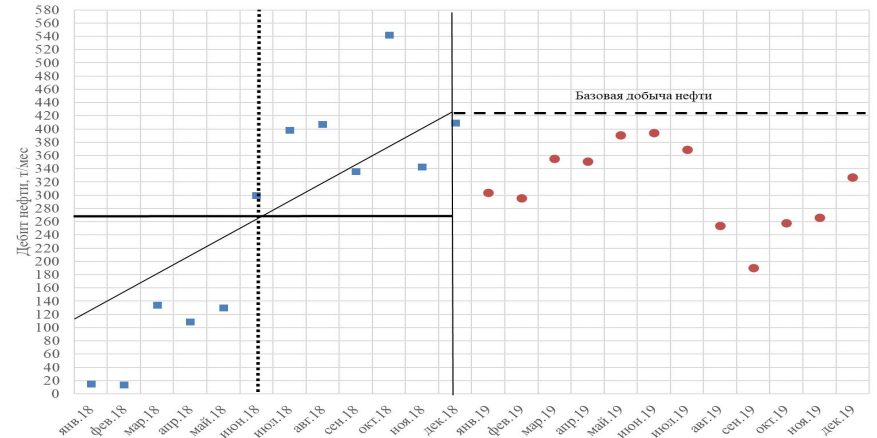


График фактической и базовой добычи нефти по скважине 3

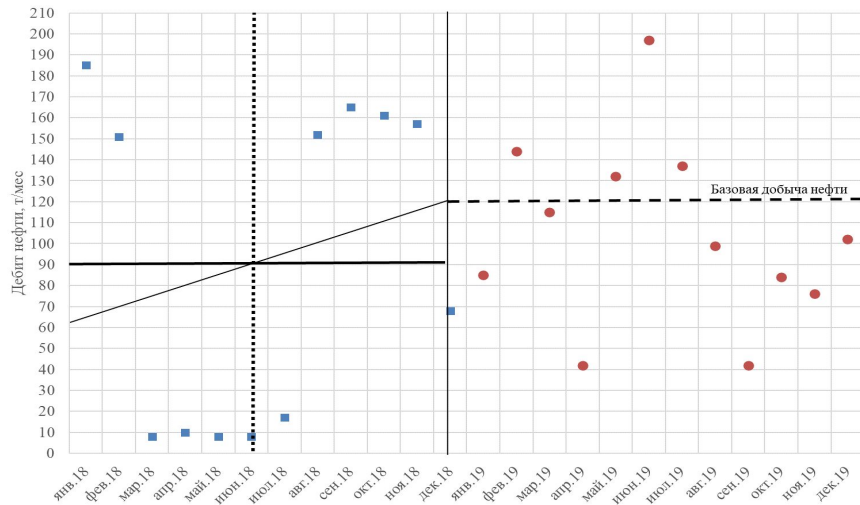


График фактической и базовой добычи нефти по скважине 4

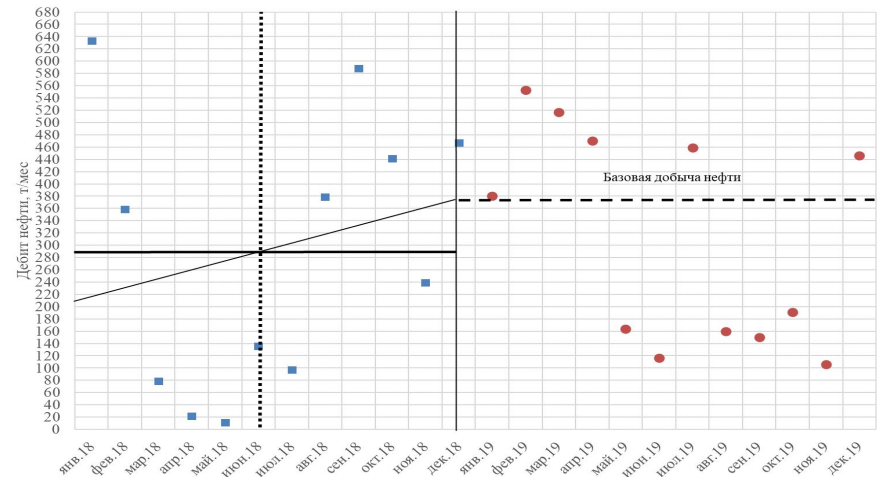
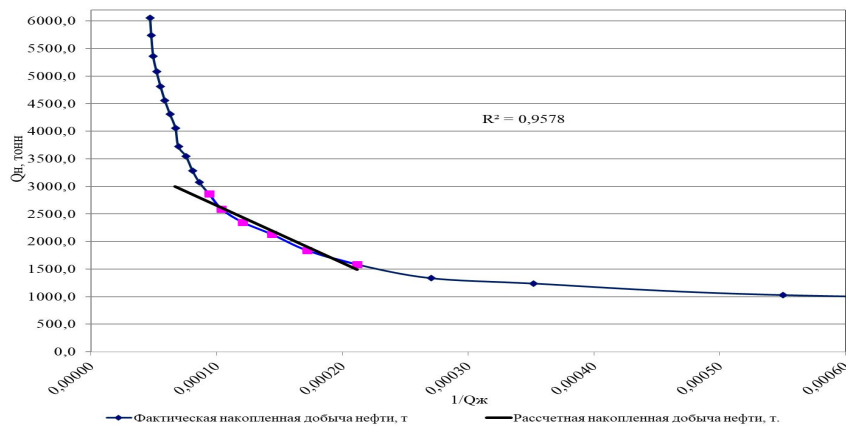
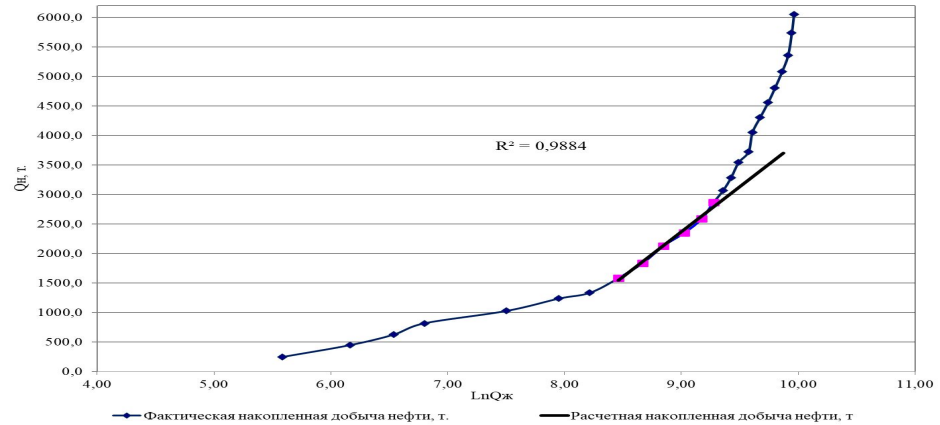


График фактической и базовой добычи нефти по скважине 5

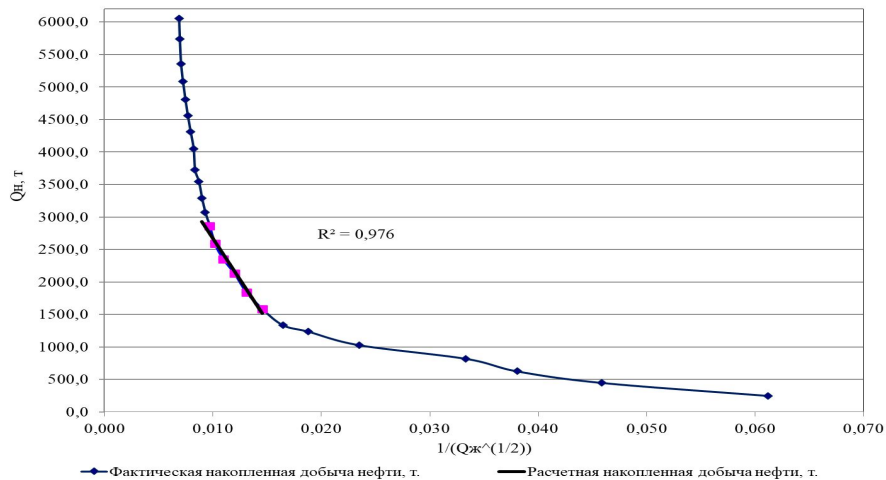
Результаты расчета технологической эффективности ОРД в условиях **У-ской** площади



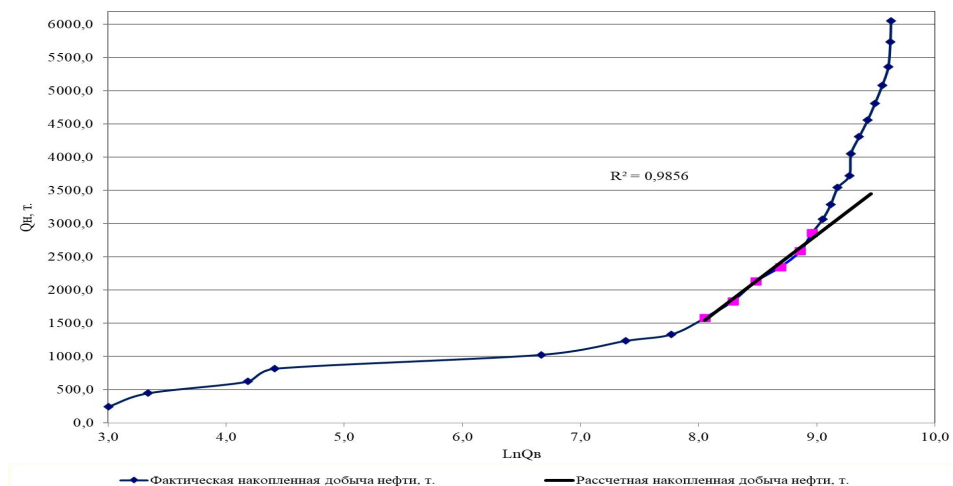
Расчетная и фактическая добыча нефти после закачки ГКК по скважине 6 (методика Камбарова)



Расчетная и фактическая добыча нефти после закачки ГКК по скважине 6 (методика Сазонова)



Расчетная и фактическая добыча нефти после закачки ГКК по скважине 6 (методика Пирвердяна)

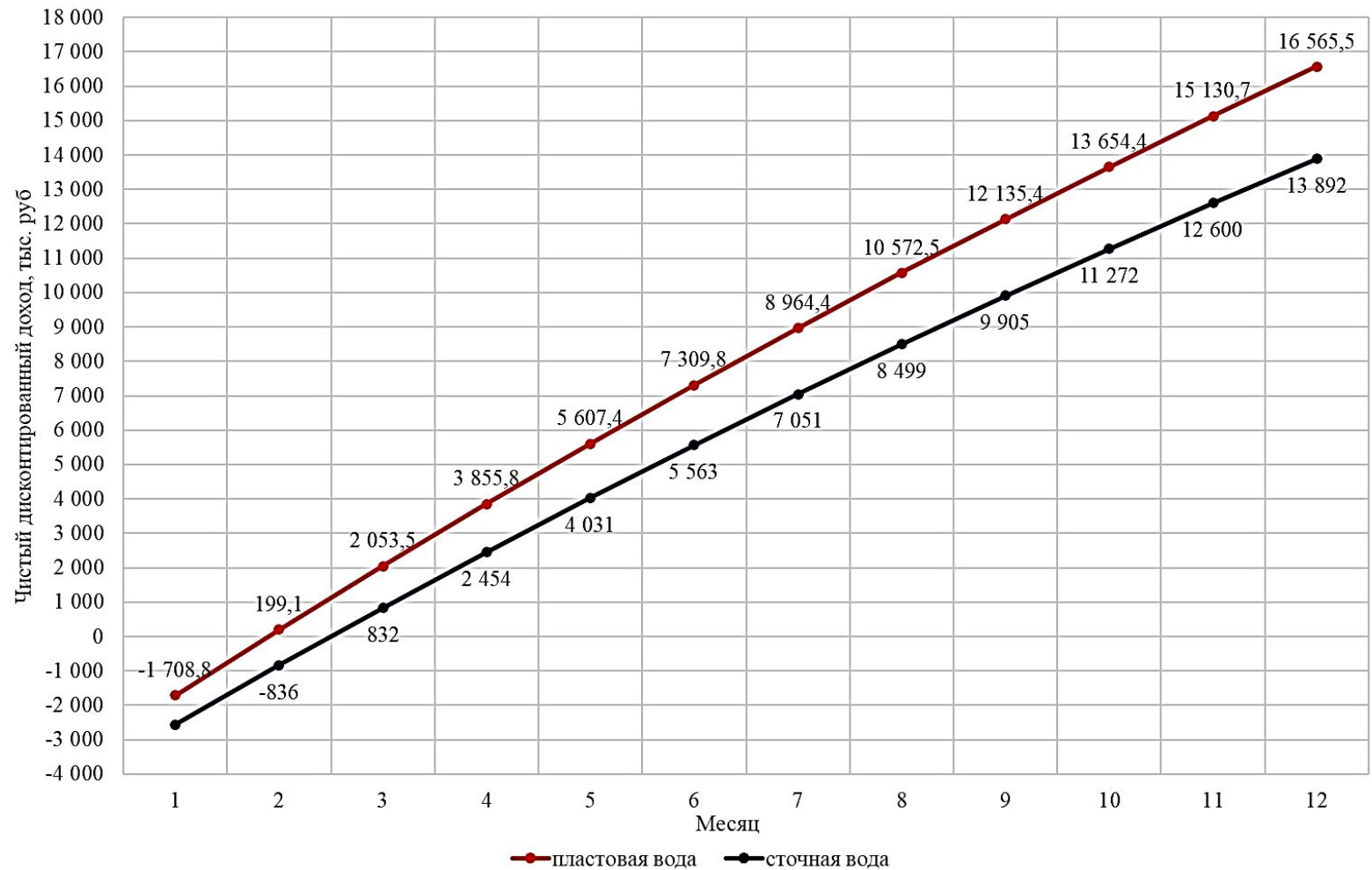


Расчетная и фактическая добыча нефти после закачки ГКК по скважине 6 (методика Максимова)

Результаты расчета экономической эффективности

Показатель	Ед. изм.	Обозначения	Мероприятие	
			Закачка пластовой воды	Закачка сточной воды
Себестоимость 1 тонны добычи нефти после внедрения предлагаемых мероприятий	руб./тонн	C_2'	4504	3993
Итого выручка от реализации мероприятий	тыс. руб.	P_t	41040	36936
Экономический эффект от внедрения предлагаемого мероприятия	тыс. руб.	\mathcal{E}_t	25296	22766
Сумма налога на прибыль	тыс. руб.	$H_{\text{ПРИБ}}$	5059	4553
Экономический эффект с учетом налогов на прибыль	тыс. руб.	\mathcal{E}_{t1}	20237	18213
Окупаемость	мес	$T_{\text{ОК}}$	1,9	2,5
Чистый дисконтированный доход на конец срока эффективности	тыс.руб.	ЧДД	16565	13892
Индекс доходности дисконтированных затрат	тыс.руб.	ИДДЗ	1,9	1,86

Чистый дисконтированный доход для скважин Акташской площади в зависимости от закачиваемого агента



Промышленная безопасность и охрана труда при проведении работ по закачке подземных минерализованных вод

При осуществлении поддержания пластового давления закачкой воды на всех объектах системы ППД – кустовые насосные станции, трубопроводы, скважины – должно быть организовано наблюдение за состоянием их исправности. Не допускается наличие утечек воды и газа. При обнаружении утечек газа все работы в зоне возможной загазованности должны быть прекращены.

Не допускается проведение работ в системе ППД при загрязнении рабочего места или прилегающей территории нефтью, при отсутствии должного освещения.

Система ППД должна быть дополнена:

- индивидуальной технологией сброса и очистки воды с подбором соответствующего оборудования в существующей системе предварительного сброса пластовых вод на ДНС;
- комплексной технологической схемой обвязки КНС и скважин с необходимым оборудованием для получения вод нужного качества;
- возможностью управления целевой закачкой воды разного качества по одним и тем же трубопроводам;
- утилизацией водонефтешамов различных типов для целей ППД и повышения нефтеотдачи пластов.

Выводы и рекомендации по ВКР

Осадочная толща Акташской площади представлена породами терригенными и карбонатными породами девонской, каменноугольной и пермской систем. Акташская площадь может относиться к числу многопластовых и многообъектных. По кыновскому горизонту среднее значение проницаемости составляет 0,768 мкм², по пашийскому – 0,682 мкм². Пористость по кыновскому горизонту составляет 19,5 %, по пашийскому – 20,3%. Начальная нефтенасыщенность по пашийскому горизонту составила 86%, по кыновскому – 88,6 %.

Давление насыщение нефти в целом по Акташской площади Ново-Елховского месторождения составляет 8,26 МПа, газосодержание 57,3 м³/т. По вязкости продукция отнесена в легким нефтям, по плотности аналогично продукция отнесена к группе легких нефтей как по кыновскому, так и по пашийскому горизонтам. По содержанию серы продукция отнесена к сернистым нефтям.

С начала разработки Акташской площади из продуктивных пластов по состоянию на 31.12.2019 г. извлечено 103947 тыс.т нефти и 431360 тыс.т жидкости. Коэффициент извлечения нефти составил 55%. С начала года по площади добыто 468 тыс.т нефти и 5819 тыс.т жидкости. Обводненность продукции сохранилась на уровне 2004 года и составила 91,1 %. В отчетном году среднесуточный дебит по нефти составил 2,81 т/сут, что меньше на 0,4 т/сут по сравнению с 2018 г. Среднесуточный дебит по жидкости составил 38,6 м³/сут, на 1,2 м³/сут больше по сравнению с предыдущим отчетным периодом.

По состоянию на 31.12.2019 г на Акташской площади в эксплуатации находится 351 нагнетательная скважина, из них на 286 скважина агентом закачки является сточная вода, 26% скважин характеризуются низкой приемистостью, 33 % средними показатели приемистости и 40% в условиях высокой приемистости. Пластовое давление в основном низкое до 20 % МПа на 95 % фонда скважин. Давление закачки также характеризуется как низкое – на 78 % фонда до 15 МПа.

В результате выполненной работы предлагается перевод скважин 356* и 357* в водозаборные, обводненность данных скважин составляет 99,9 %, самыми близкими к скважинам донорам подобраны по 2 акцепторные скважины, на расстоянии не более 200 м.

В качестве внедрения насосной установки предлагается отбор воды с помощью электроцентробежного насоса, ввиду высоких дебитов по жидкости предполагаемой водозаборной скважины

Проведя расчет технологической эффективности с использованием методики «прямого» счета отмечено, что дополнительная добыча нефти при закачке пластовых вод в нагнетательные скважины в 2019 году получена на двух скважинах из анализируемых 10. Следовательно без проведения дополнительных мероприятий по интенсификации добычи нефти прирост добычи нефти получить невозможно, также отметим, ухудшение показателей добычи нефти в 2019 году по сравнению с 2018 г.

Спасибо за внимание!