

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ

БУРЕНИЕ & НЕФТЬ

ISSN 2072-4799

УСТАНОВКА ДЛЯ
КАПИТАЛЬНОГО
РЕМОНТА СКВАЖИН

СИН60

В НАЛИЧИИ

стр. 20

*Выбирай
разумно!*



22т.
ВЕС УСТАНОВКИ



80т.
МАКСИМАЛЬНАЯ
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ



**ЗАВОД
СИНЕРГИЯ**

+7 342 267 28 08
od@sinergia.ru
www.sinergia.ru

апрель
4 2026



специализированный журнал БУРЕНИЕ & Нефть

Апрель 2026

СОДЕРЖАНИЕ

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА
ООО «БУРНЕФТЬ»

Александр УДИНСКИЙ
генеральный директор
alex@burneft.ru, well@dol.ru

Эдуард ПОРЕТ
главный редактор
glaved@burneft.ru

Александр ХАУСТОВ
выпускающий редактор
vipred@burneft.ru

Эльмира МАХМУТОВА
дизайн и верстка

Надежда ЖИЛИНА
секретариат
well@dol.ru
8-977-687-15-04

Павел МАЛКОВ
начальник отдела рекламы
8-919-786-53-75
malkovpavel@burneft.ru

Алексей ОСЬКИН
менеджер отдела рекламы
8-926-365-08-58
oskin@burneft.ru

Василий ДАВЫДОВ
системный администратор

Елена СИНЕЛЬНИКОВА
главный бухгалтер

РЕДКОЛЛЕГИЯ

В.И. БОГОВЛЕНСКИЙ, д.т.н., чл.-корр. РАН
И.М. БОРИСОВ, д.х.н., профессор
М.В. ДВОЙНИКОВ, д.т.н., профессор
А.Н. ДМИТРИЕВСКИЙ, д.г.-м.н., академик РАН
А.Н. ДРОЗДОВ, д.т.н., профессор
В.А. КОНТОРОВИЧ, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН
Ю.С. КУЗНЕЦОВ, д.т.н., профессор
Г.М. ЛЕВИН

В.Н. МАТВЕЕНКО, д.х.н., профессор
В.В. НАЗАРОВ, д.х.н., профессор
В.П. ОВЧИННИКОВ, д.т.н., профессор
Э.В. ПОРЕТ
О.М. ПРИЩЕПА, д.г.-м.н., профессор
Р. САМУЕЛ, адъюнкт-профессор (США)
П. СУХ, д.н. (Польша)

С.А. ТИХОЦКИЙ, д.ф.-м.н., академик РАН
А.С. УДИНСКИЙ, к.и.н., доцент
В.Н. ХЛЕБНИКОВ, д.т.н., профессор
И.В. ФИЛИМОНОВА, д.э.н., профессор
М. ЦЕХАНОВСКА, д.т.н., профессор
(Польша)

Пан ЧАНВЭЙ, д.ю.н., постдоктор экон.,
профессор (КНР)

А.Х. ШАХВЕРДИЕВ, д.т.н., профессор
Л.В. ЭДЕР, д.э.н., профессор

Адрес редакции:
115201, Москва
Каширский проезд, 21, стр. 1, эт. 3, ком. 32
Тел: +7 901 519-13-33,
+7 925-384-93-11, +7 901-543-65-84

бухгалтерия +7 (915) 062-55-65
E-mail: well@dol.ru www.burneft.ru

Редакция оформляет полную годовую
подписку с любого месяца года

Подписные индексы
по каталогу «Урал-пресс»: 79931
по каталогу «Пресса России»: 29003
по каталогу «Почта России»: П1827
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций
Регистрационный номер ПИ № ФС 77-50419
Цена свободная

Отпечатано в типографии ООО «Гран При»
Журнал приглашает к сотрудничеству
рекламодателей и всех заинтересованных лиц
Заявленный тираж 5000 экз.
Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов

ТЕХНОЛОГИИ

Фоменков А.В., Москутов Р.С., Кулаков А.С., Грешилов А.Е.,
Баклушин М.В. Применение расширяющей добавки к тампонажным
растворам как метод обеспечения герметичности межколонного пространства 3

Каваносян А.Д., Долматов Д.В., Хусейнов В.Х., Кощенко А.А., Морозов А.Н.,
Андреевских А.В., Дерусов А.И., Куртеев П.Г. Бурение на обсадной колонне:
комплексное повышение эффективности строительства скважин
на объектах ООО «НОВАТЭК-ТАРКОСАЛЕНЕФТЕГАЗ» 12

ОБОРУДОВАНИЕ

Ишбаев Г.Г., Дронов А.А., Ковалевский Е.А., Валямов К.Р. Обоснование влияния
размеров стружки, формируемой в процессе фрезерования
скважинным раздвижным фрезером на уровень вибрации 16

Постоянно в движении 20

ИССЛЕДОВАНИЯ

Афанасьев О.В., Тихонов Е.В., Иванов А.А., Мацера А.М. Влияние
микрокольматантов на фильтрационно-емкостные свойства
продуктивных пластов Западной Сибири 22

Ваганов Ю.В., Спирина О.В., Спирин М.С. Перспективы строительства
нефтегазовых скважин в Арктической зоне РФ 28

Сохошко С.К., Клименко Я.И. Обоснование оптимального
количества стадий МГРП на горизонтальных скважинах
с поперечным расположением трещин 32

ОПЫТ

Дьяченко Е.В., Рудов Ф.В., Шевченко А.А., Василенко В.В., Денисов И.В.
Разработка и применение утяжеленных цементных систем для крепления
поисково-оценочной скважины с аномально высокой температурой
и интервалом АВПД: опыт и дальнейшие перспективы 36

Немтинов А.П., Борисов А.С. Повышение надежности эксплуатации
механизированного фонда скважин в условиях
коррозионно-агрессивной среды 42

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Лушников Н.Н., Борхович С.Ю., Полозов М.Б. Анализ закрепления проппанта
в трещинах гидравлического разрыва 48

Журнал включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук»



Анализ закрепления проппанта в трещинах гидравлического разрыва

Н.Н. ЛУШНИКОВ,
аспирант кафедры РЭНГМ
nikitoslushnikov@gmail.com

С.Ю. БОРХОВИЧ,
к.т.н., доцент кафедры РЭНГМ
syborhovich@yandex.ru

М.Б. ПОЛОЗОВ,
к.б.н., доцент кафедры РЭНГМ
michael999@inbox.ru

ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет»,
Институт нефти и газа
им. М.С. Гущериева

г. Ижевск, 426034,
Российская Федерация

N.N. LUSHNIKOV,
S.Yu. BORKHOVICH,
M.B. POLOZOV

Federal state budgetary
educational institution
of higher education Udmurt
state university,
M.S. Gutseriev Oil and gas
institute

Izhevsk, 426034,
Russian Federation

В статье рассматривается проблема вскрытия и распространения трещин, создаваемых при введении в пласт жидкости для гидравлического разрыва пласта, на основе геля и расклинивающего материала, проппанта. Приводится описание факторов, которые могут привести к снижению эффективности в зависимости от геологических особенностей и выбранных технологий проведения ГРП. Выработка запасов интенсифицируется за счет положительного влияния на фильтрационные характеристики пластов, вовлекая в разработку зоны с ухудшенной проницаемостью для остаточных запасов.

Ключевые слова: полимер, гидроразрыв, ГРП, сшиватель, стабилизатор, деэмульгатор, брейкер, жидкость ГРП, лабораторные тесты жидкости

Analysis of bottomhole treatment methods efficiency in producing wells of the kyengop field

This article examines the problem of opening and propagating fractures created by injecting a gel-based hydraulic fracturing fluid (or proppant) into a formation. It describes factors that can reduce efficiency depending on geological features and the selected hydraulic fracturing technologies. This approach enhances reserve recovery by positively impacting reservoir filtration characteristics and by engaging zones with reduced permeability for residual reserves.

Keywords: polymer, hydraulic fracturing, hydraulic fracturing, crosslinker, stabilizer, demulsifier, breaker, hydraulic fracturing fluid, fluid laboratory testing

Введение

Математическое моделирование рассматривает проблему распространения трещин в данной области на момент раскрытия после закрепления трещин. Комбинация состояний геостатического напряженного состояния и напряжения в интервале контакта, создаваемого между гранулированным расклинивающим материалом и упругой горной породой, используется для разработки оценки распределения закрепленных трещин, которые останутся открытыми. Механика взаимодействия трещины и расклинивающего материала влияет на геометрию области раскрытия, обеспечивающей приток к добывающей скважине. Несмотря на моделирование и соблюдение всех технологических этапов, операция по гидроразрыву пласта не показывает положительные результаты при дальнейшей разработке. Для этого необходимо проведение углубленного

анализа промысловых данных и исследований для подбора эффективной технологии на скважино-операцию.

Взаимодействия между проппантом в гидравлически созданной трещине с окружающей геологической средой

Целью гидравлического разрыва пласта является образование трещин для повышения эффективной проницаемости области, что приводит к улучшению коэффициента извлечения нефти (КИН), а также закрепление созданной трещины в открытом состоянии после снятия давления. Геостатические напряжения, как правило, инициируют процесс смыкания созданных трещин. Для борьбы с этим обычно в состав рецептуры включают воду различной плотности и химических присадок, которые влияют на вязкостные характеристики смеси с применением линейных и сшитых гелей, на основе суспензии гуара

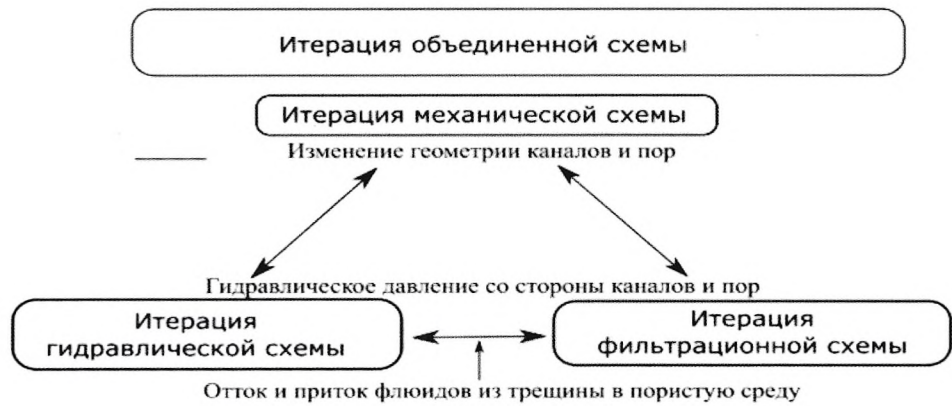


Рис. 1. Итерация объединенной схемы на примере дискретно-элементной схемы

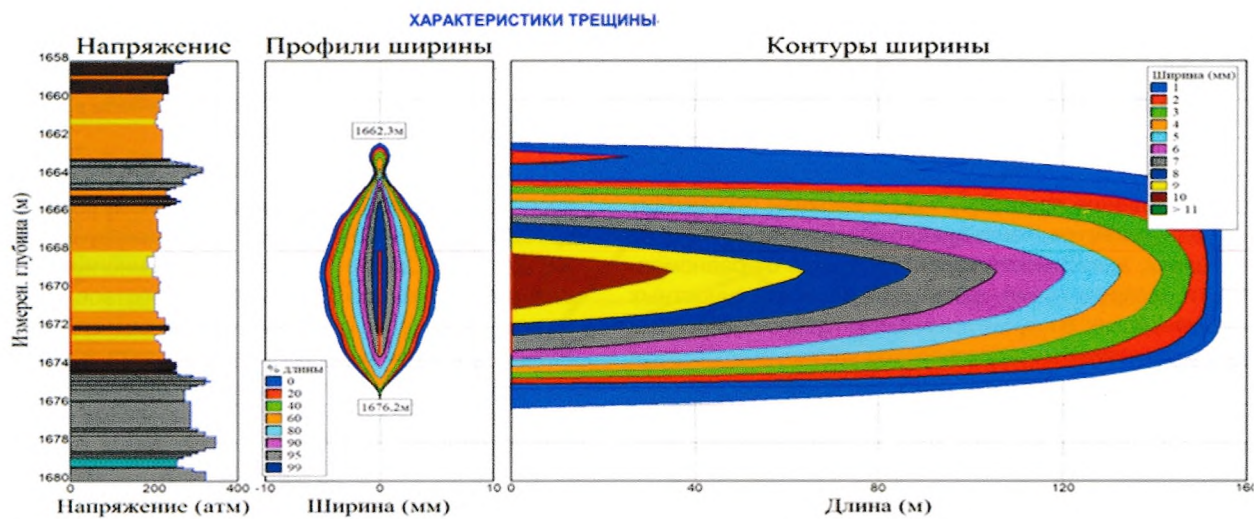


Рис. 2. Динамика роста трещины (цвет соответствует концентрации проппанта в кг/м^2), зависимость чистого давления от времени – рисунок снизу. Цветом обозначается массовая концентрация проппанта на единицу площади

[1]. В качестве расклинивающих агентов обычно используются песок, керамические шарики или другие недеформируемые частицы Liang et al. 2016 и Pangilinan et al. 2016 [2]. Введение твердых частиц в гидравлически созданную трещину может гарантировать, что трещина останется открытой. Трещины, образующиеся в процессе гидравлического разрыва, будут зависеть от геостатического напряженного состояния вблизи зоны повышения давления, а накопление проппанта будет определяться ориентацией трещины гравитационными эффектами и осаждением частиц внутри трещины в процессе седиментации. Цель данной работы – рассмотреть механику взаимодействия между проппантом, расположенным в гидравлически созданной трещине с окружающей геологической средой, с помощью упрощенных аналитических подходов. Рассматривается проблема неповрежденного пласта, находящегося под воздействием геостатических напряжений.

Эффективность гидравлически созданной трещины, с точки зрения потенциальной добычи, зависит от степени, в которой расклинивающие материалы могут поддерживать трещину в открытом состоянии при срабатывании давления гидравлического разрыва. После частичного смыкания трещина не останется полностью открытой даже при наличии расклинивающих материалов,

и открытые участки трещины будут влиять на скин-фактор. Пласт с зоной распределения трещин и в зависимости от состояния расклинивающего материала (разрушение проппанта), будет влиять на призабойную и удаленную зону пласта, заполненных расклинивающим материалом. Рассмотрение оценки закрепленной зоны пласта, которая остается открытой и служит для транспорта жидкости в заполненных частицами проппанта трещинах, которые закрываются, заслуживают дальнейшего изучения с использованием таких подходов, как метод дискретных элементов (рис. 1).

Хотя этот аспект хорошо известен, методы оценки зон [3], которые остаются открытыми, редко рассматриваются, поскольку проблема взаимодействия между расклинивающим материалом и породой пласта включает гидромеханику процессов и движущихся границ. В данной статье представлен подход к моделированию упругости, который может быть использован для получения предварительных оценок открытой площади трещиноватой области (рис. 2), находящейся под геостатическими напряжениями и поддерживаемой открытой за счет проппанта. Двумерное моделирование позволяет оценить зоны разделения, связывающие прочность на растяжение частиц проппанта с геостатическим нормальным напряжением, которое может вызвать закрытие трещиноватой зоны [4].

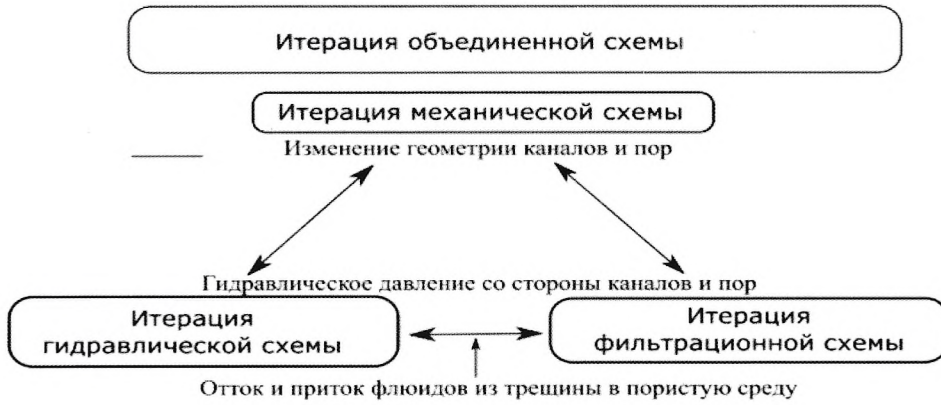


Рис. 1. Итерация объединенной схемы на примере дискретно-элементной схемы

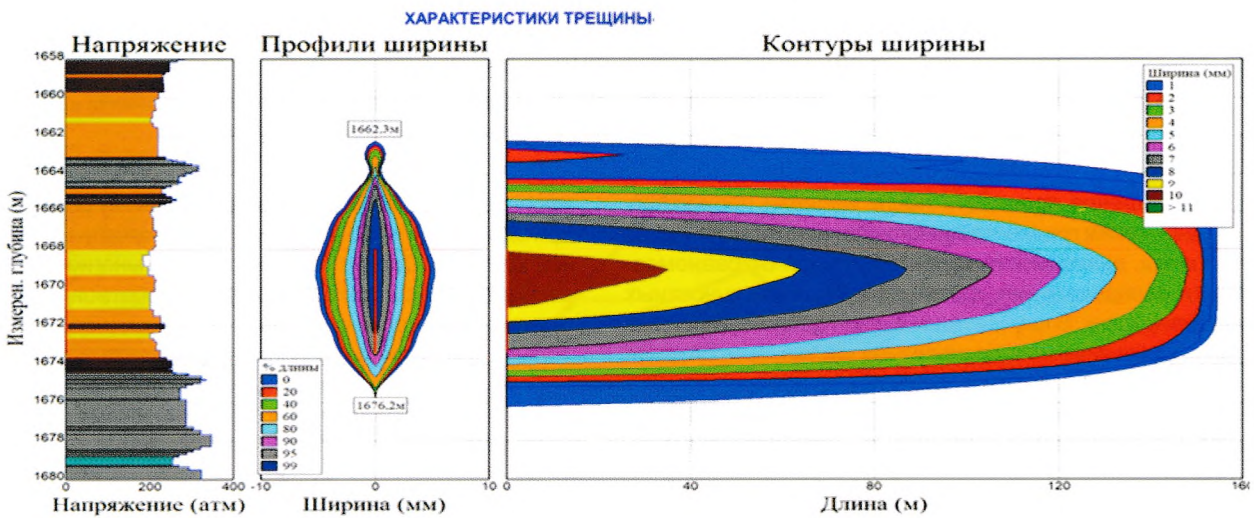


Рис. 2. Динамика роста трещины (цвет соответствует концентрации проппанта в $\text{кг}/\text{м}^2$), зависимость чистого давления от времени – рисунок снизу. Цветом обозначается массовая концентрация проппанта на единицу площади

[1]. В качестве расклинивающих агентов обычно используются песок, керамические шарики или другие недеформируемые частицы Liang et al. 2016 и Pangilinan et al. 2016 [2]. Введение твердых частиц в гидравлически созданную трещину может гарантировать, что трещина останется открытой. Трещины, образующиеся в процессе гидравлического разрыва, будут зависеть от геостатического напряженного состояния вблизи зоны повышения давления, а накопление проппанта будет определяться ориентацией трещины гравитационными эффектами и осаждением частиц внутри трещины в процессе седиментации. Цель данной работы – рассмотреть механику взаимодействия между проппантом, расположенным в гидравлически созданной трещине с окружающей геологической средой, с помощью упрощенных аналитических подходов. Рассматривается проблема неповрежденного пласта, находящегося под воздействием геостатических напряжений.

Эффективность гидравлически созданной трещины, с точки зрения потенциальной добычи, зависит от степени, в которой расклинивающие материалы могут поддерживать трещину в открытом состоянии при срабатывании давления гидравлического разрыва. После частичного смыкания трещина не останется полностью открытой даже при наличии расклинивающих материалов,

и открытые участки трещины будут влиять на скин-фактор. Пласт с зоной распределения трещин и в зависимости от состояния расклинивающего материала (разрушение проппанта), будет влиять на призабойную и удаленную зону пласта, заполненных расклинивающим материалом. Рассмотрение оценки закрепленной зоны пласта, которая остается открытой и служит для транспорта жидкости в заполненных частицами проппанта трещинах, которые закрываются, заслуживают дальнейшего изучения с использованием таких подходов, как метод дискретных элементов (рис. 1).

Хотя этот аспект хорошо известен, методы оценки зон [3], которые остаются открытыми, редко рассматриваются, поскольку проблема взаимодействия между расклинивающим материалом и породой пласта включает гидромеханику процессов и движущихся границ. В данной статье представлен подход к моделированию упругости, который может быть использован для получения предварительных оценок открытой площади трещиноватой области (рис. 2), находящейся под геостатическими напряжениями и поддерживаемой открытой за счет проппанта. Двумерное моделирование позволяет оценить зоны разделения, связывающие прочность на растяжение частиц проппанта с геостатическим нормальным напряжением, которое может вызвать закрытие трещиноватой зоны [4].

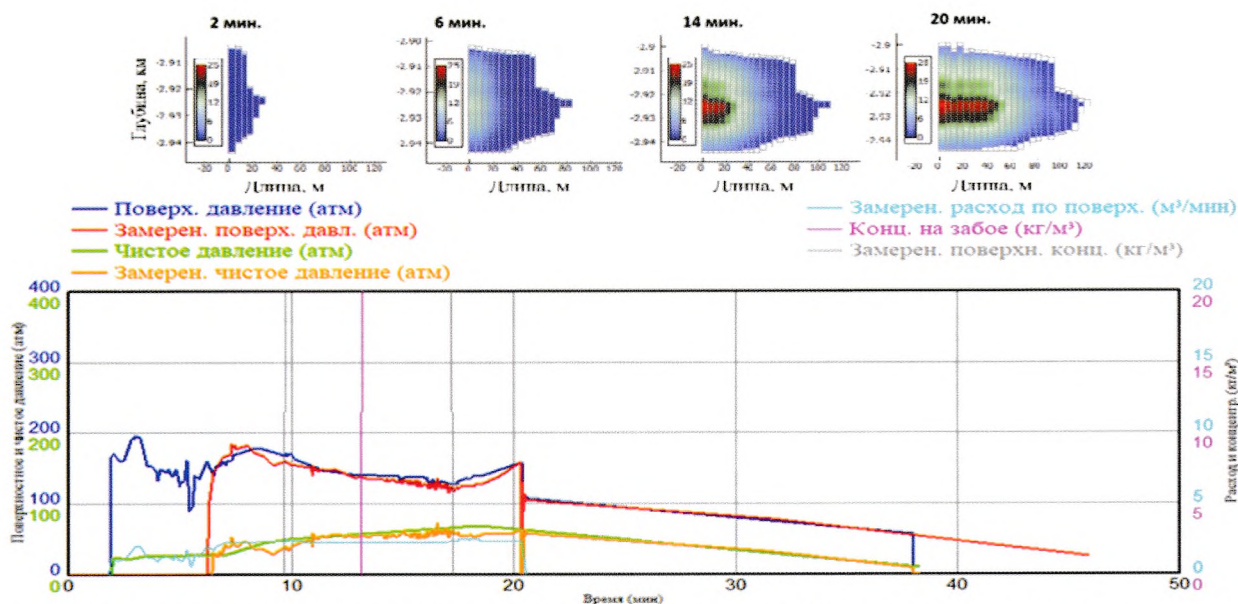


Рис. 3. Динамика роста трещины (цвет соответствует концентрации проппанта в кг/м^3), зависимость чистого давления от времени – рисунок снизу. Цветом обозначается массовая концентрация проппанта на единицу площади

Разрушение проппанта после набивки происходит под действием градиента горного давления при смыкании трещины, зависимость характеризуется от равномерности распределения, фракции, а также прочностных характеристик. В случае превышения давления происходит образование мелкодисперсных частиц, выносящихся как в ствол скважины и снижающих эффективность работы глубинного насосного оборудования, так и заполняющие поровое пространство, снижая проводимость (рис. 3) [5].

Давление на устье и распространение трещины в процессе инициации с течением времени имеет тенденцию к снижению давления после раскрытия трещины или смены расхода с $2,6 \text{ кг/м}^3$ до $2,4 \text{ кг/м}^3$ в режиме закачки. Чистое давление менее 200 атм., так как трещинообразование происходит в интервале литологического разреза на глубине в среднем до 2000 м для Удмуртской Республики.

Постепенное смыкание трещин в промежутке времени, когда избыточное давление становится ниже горного давления, характеризуется смыканием трещин и осаджением проппанта неравномерно, за счет действия гравитационных сил.

Более сложный подход потребует учета, как вторичной пористости пласта, так и смешанных краевых задач, которые могут возникнуть в результате рассмотрения свойств породы с недеформируемыми частями

проппанта, что может привести к хрупкому разрушению при вдавливании [6] и его повреждения (разрушение) в зонах контакта. Следует подчеркнуть, не многие из множества механизмов, которые могут способствовать закрытию гидравлически созданной трещины, и справедливо только при наличии монослоя проппанта и прочности породы, значительно превышающей прочность частицы проппанта по отношению к геостатическому напряженному состоянию.

Полученные результаты

Данные рассмотрены на основании полученных результатов проведения ГРП и аналитических моделей (табл. 1). Точность распространения трещин с Редизайном основного ГРП по визейским пластам в среднем составляет 61,7 %, по аналитической расчетной модели распространения трещин, достоверность 87,6 % от апробации полученных данных. Карбонатные коллектора верейско-башкирского яруса отличаются высокой степенью анизотропии пластов и сети естественной трещиноватости.

Распространение трещин ГРП имеет параллельное направление по отношению к естественной, коллектор под влиянием литологической ограниченности распространения в результате зажатости вышележащими пластами в зоне наибольшего напряжения имеет горизонтальное направление.

Табл. 1. Сравнительные данные распространения трещин ГРП

Скважины	9П	148	149	205	226	328	2056
Длина закрепленных трещин по дизайну	85,1	56,5	70,9	77,9	132,4	89,9	162,2
Длина закрепленных трещин после проведения ГРП	143,2	84,2	117	65,9	228,4	118	35,6
Расчетная длина закрепленных трещин после проведения ГРП	98,8	106,7	116,7	109,2	125,3	360,6	99,6
Соотношение дизайна и фактических данных ГРП	59,4%	67,1%	60,6%	118,2%	58,0%	76,2%	455,6%
Соотношение расчета и фактических данных ГРП	69,0%	126,8%	99,8%	165,7%	54,9%	305,6%	279,8%

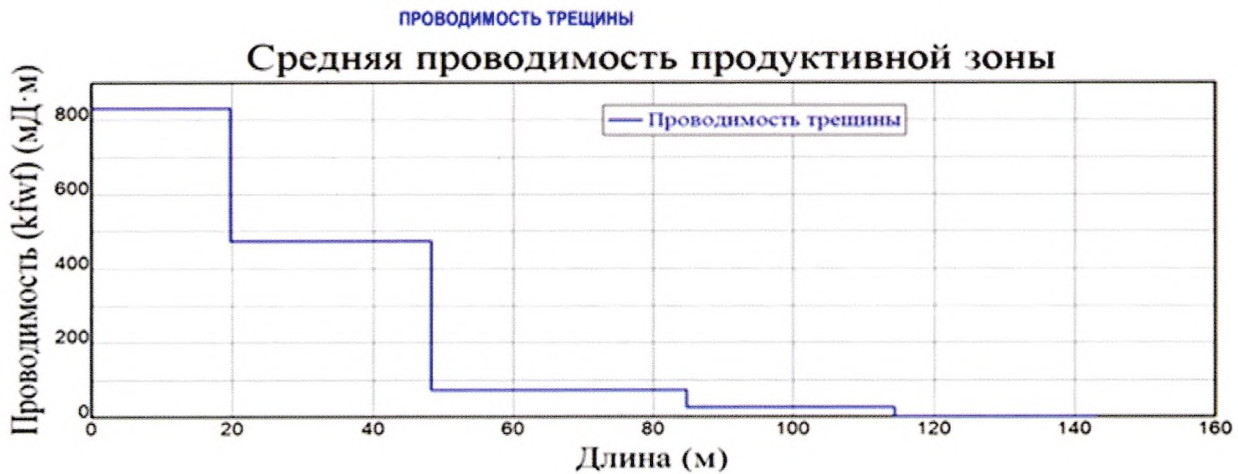


Рис. 4. Динамика проводимости продуктивной трещины после набивки проппантной пачки

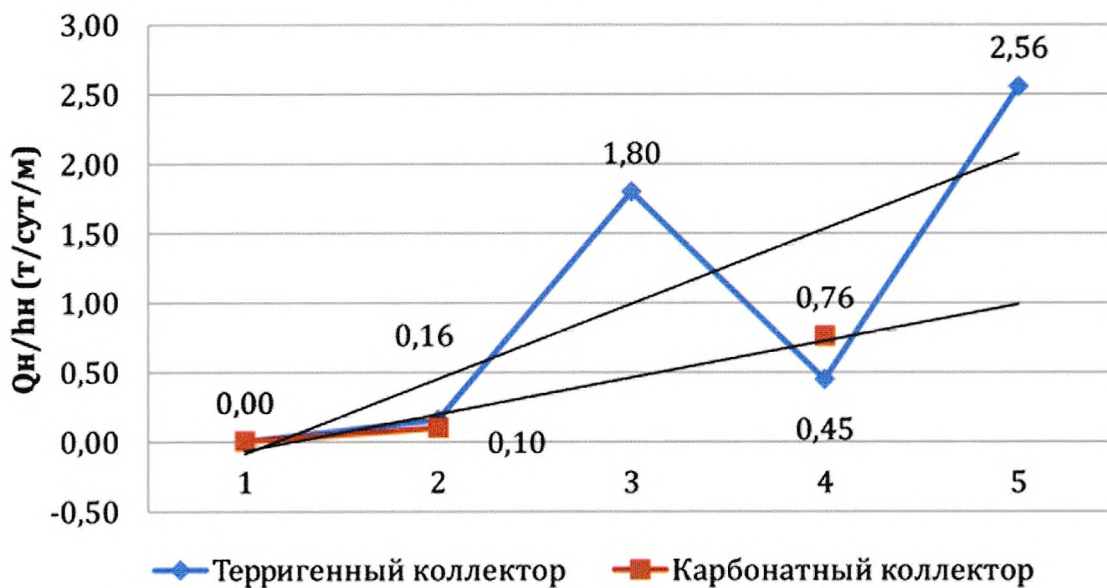


Рис. 5. Распределение скважин с приростом нефти по отношению к нефтенасыщенной мощности пласта для терригенного и карбонатного коллектора

Рассмотрение возможной проводимости в зависимости от фракций проппанта (табл. 2) не выявило четкой и верифицируемой зависимости. Основной из характеристик распространения трещин выявлена зависимость вязкости жидкости ГРП и ее реологических характеристик – ключевой параметр, влияющий на скорость распространения трещины. Меньшая вязкость расклинивающей жидкости увеличивает скорость, но снижает способность удерживать проппант у основания трещины, что требует подбора баланса между скоростью роста и удержанием проппанта [7] (рис. 4).

При низкой вязкости жидкости происходит расширение трещины у основания, низкая скорость переноса негативно влияет на перенос и осаждение частиц проппанта, который может «выпадать» у основания трещины, снижая эффективность закрепления.

«Выпадение» проппанта на границе распространения трещины происходит на участках сходных по диаметру для фракций проппанта и диаметру распространения трещин. При закрытии трещин более высокие характеристики проводимости наблюдаются при упаковке проппанта наиболее крупной фракцией.

Сформированные каналы с высокой проводимостью, образованные при набивке пласта и смещения стенок

трещин во время стравливания избыточного давления, испытывают повышенные напряжения при уплотнении на границе трещин и рядом с призабойной зоной, что приводит к закреплению проппанта в стенках трещины, а также потенциально возможному разрушению частиц проппанта.

Результаты показывают (табл. 2), что со снижением вскрытой толщины нефтенасыщенной области, эффект от проведения обработок снижается. По скв. 226 Черновского месторождения, после проведения ГРП в течение короткого срока (менее 2 месяцев) в результате высокой депрессии при выходе скважины на режим (ВНР) наблюдается резкий скачкообразный рост обводнения продукции с 16,6 % после запуска и к моменту прорыва воды до 100,0 %, как итог, нерентабельность эксплуатации и дальнейшая необходимость проведения ремонтно-изоляционных работ (РИР).

Технологическая эффективность проведения ГРП с проппантом показала зависимость от характеристик Q_n/h_n (рис. 5), так успешность и технологический эффект от пропантных ГРП возможны регулировкой параметров вскрытия пласта, которые определяются на этапе проектирования.

Табл. 2. Сравнительный анализ проведения характеристик ГРП

Технология		ГРП	ГРП	ГРП	ГРП	ГРП	ГРП	ГРП
№ скважины		9П	148	149	205	226	328	2056
Коллектор		пор.	пор.	пор.	трещ.	пор.	пор.	трещ.
Параметры пласта	Кп, %	20,3	24,1	21,4	12,7	16,5	21,9	25,2
	hн, м	2,1	5,5	4,9	4,6	3,4	1,5	8,9
	hнас, м	2,1	5,5	4,9	3,8	3,4	1,5	8,9
до ГРП	Рпл, МПа	10,8	2,7	9,8	1,17	11,1	18,2	2,5
	Кпрод, м³/сут	0,02	0,16	0,24	0,02	0,16	0,02	0,18
	S0	-	-	-	-1,7	-	-	-
	кпзп 0, мкм²	0,409	0,815	0,421	0,147	0,320	0,119	0,510
	ε пзп 0, мкм²*см/(Мпа*с)	1,4	3,6	2,8	1,1	1,2	0,2	3,0
	χ0, см²/с	15,5	28,7	14,8	6,3	11,3	4,2	14,0
после ГРП	Рпл, МПа	14,3	13,5	13,3	3,13	12,6	17,4	7,6
	Кпрод, м³/сут	0,07	0,31	0,29	0,03	0,21	0,06	0,53
	S	-	-	-	-3,2	-	-	-
	кпзп, мкм²	0,805	3,902	1,192	0,658	0,884	0,327	0,775
	ε пзп, мкм²*см/(Мпа*с)	2,7	17,1	8,0	4,8	3,3	0,5	4,6
	χ, см²/с	30,5	13,7	42,0	28,1	31,1	11,5	21,3
параметры ГРП	Рэф, Мпа	6,7	6,4	3,8	8,1	10,8	34,9	8,78
	ISE, %	43,4	48,1	51,7	47,5	53,4	63,5	37,0
	ISIP, Мпа	25,9	25,9	27,0	8,1	14,8	45,5	19,6
Технологические параметры скважин до ГРП	Qж, т/сут	2,0	20,5	30,5	2,3	16,2	3,4	13,0
	Обводненность, %	2,0	2,9	1,9	6,0	51,5	8,0	68,0
	Qн, т/сут	1,8	17,9	27,0	2,0	7,1	2,8	3,7
Технологические параметры скважин после ГРП	Qж, т/сут	7,9	41,3	40,2	3,0	20,3	10,9	36,4
	Обводненность, %	1,0	17,7	26,1	26,0	40,0	3,4	89,6
	Qн, т/сут	7,1	30,6	26,8	2,0	11,0	9,5	3,4

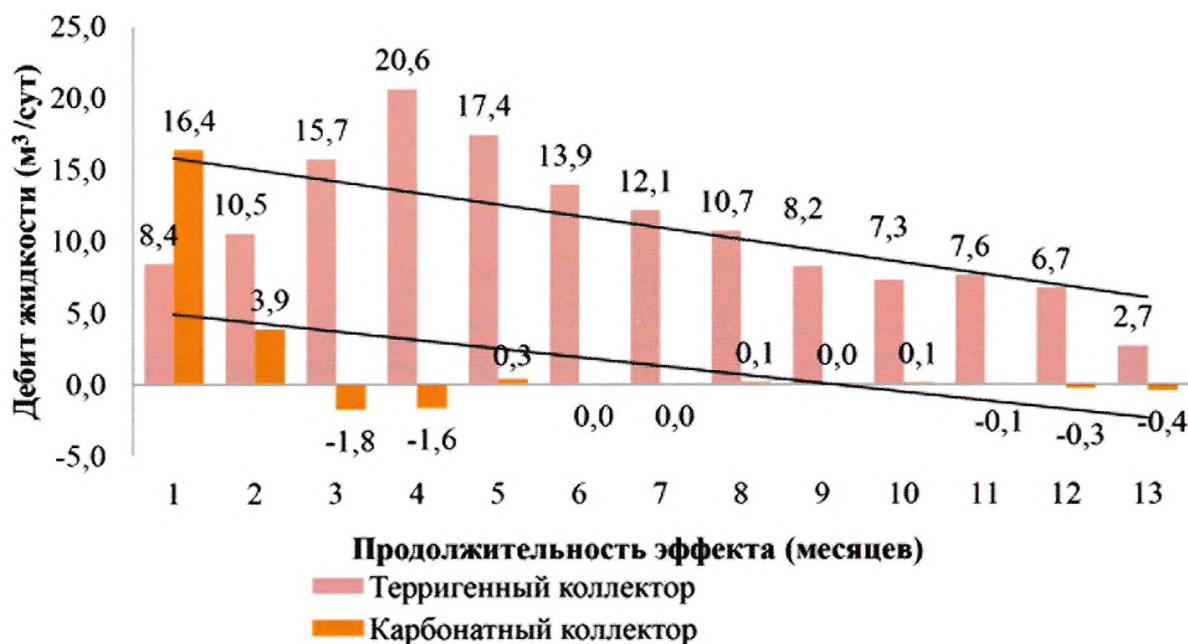


Рис. 6. Распределение прироста жидкости после проведения ГРП для терригенного и карбонатного коллектора

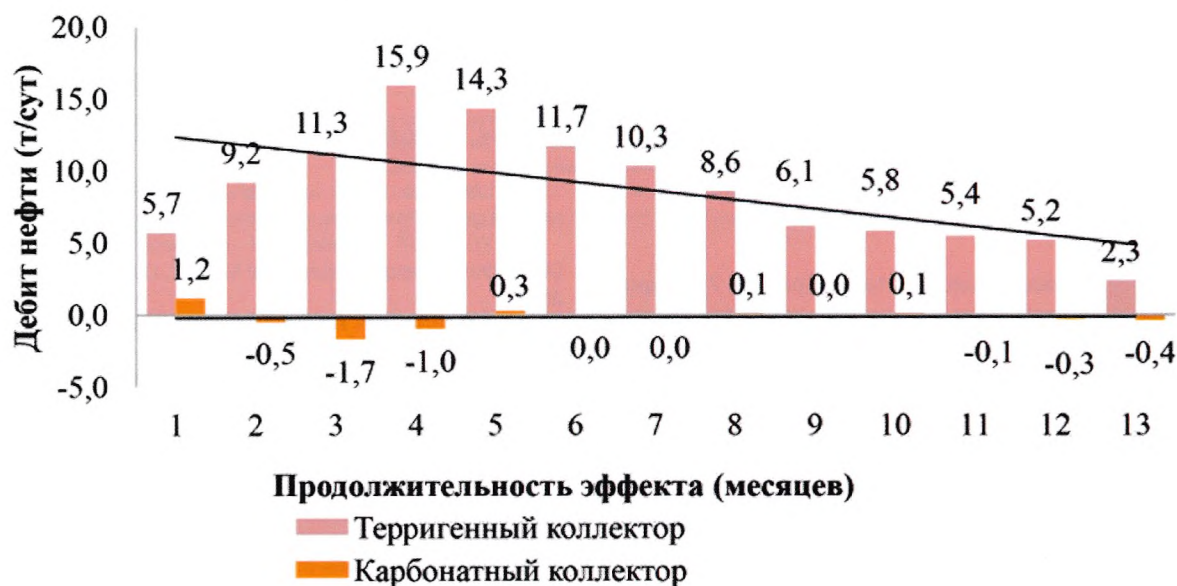


Рис. 7. Распределение прироста дебита нефти после проведения ГРП для терригенного и карбонатного коллектора

Результат распределения дебита жидкости и характеристики обводненности добываемой продукции (рис. 6, 7, 8) при довыводе на режимные параметры (ВНР) имеют прямую зависимость от типа коллектора и при неоптимальных отборах приводят к снижению потенциальной продуктивности. За анализируемый период 2022–2025 гг. по скважинам, приуроченным к Визейскому ярусу с преимущественно терригенным типом коллектора, эффект по жидкости после проведения ГРП составил 8,4 м³/сут., (до ГРП 12,6 м³/сут., после 21,0 м³/сут.), по нефти 5,7 т/сут., (до проведения ГРП 7,8 т/сут., после 13,6 т/сут.), с продолжительностью эффекта более 13 месяцев. По карбонатным коллекторам верейско-башкирского пластов эффект по жидкости после проведения ГРП составил 16,4 м³/сут., (до ГРП 7,6 м³/сут., после 24,0 м³/сут.), по нефти 1,2 т/сут., (до проведения ГРП 2,9 т/сут., после 4,0 т/сут.), с продолжительностью эффекта менее 3 месяцев.

Распространившиеся трещины карбонатного коллектора быстрее кольтматируются в результате нестабильности пропантной набивки. Наиболее подвержены негативному влиянию карбонатные коллекторы без заводнения, при интенсивной эксплуатации происходит быстрое обводнение и снижение продуктивности в результате отсутствия механизмов мобилизации остаточной нефти.

По скважине Погребняковского месторождения №205, после запуска в течение 10 дней проводился отбор с превышением технологического режима при ВНР, в процессе эксплуатации на режиме высоких отборов, после 10 суток произошло снижение потенциальной продуктивности и забойного давления с 12 до 2–3 атм. на приеме, увеличивается выноса механических примесей до проведения ГРП 50 мг/дм³, средними данными после в 200 мг/дм³. Наблюдается ухудшение условий фазовой проницаемости по нефти и снижение проводимости

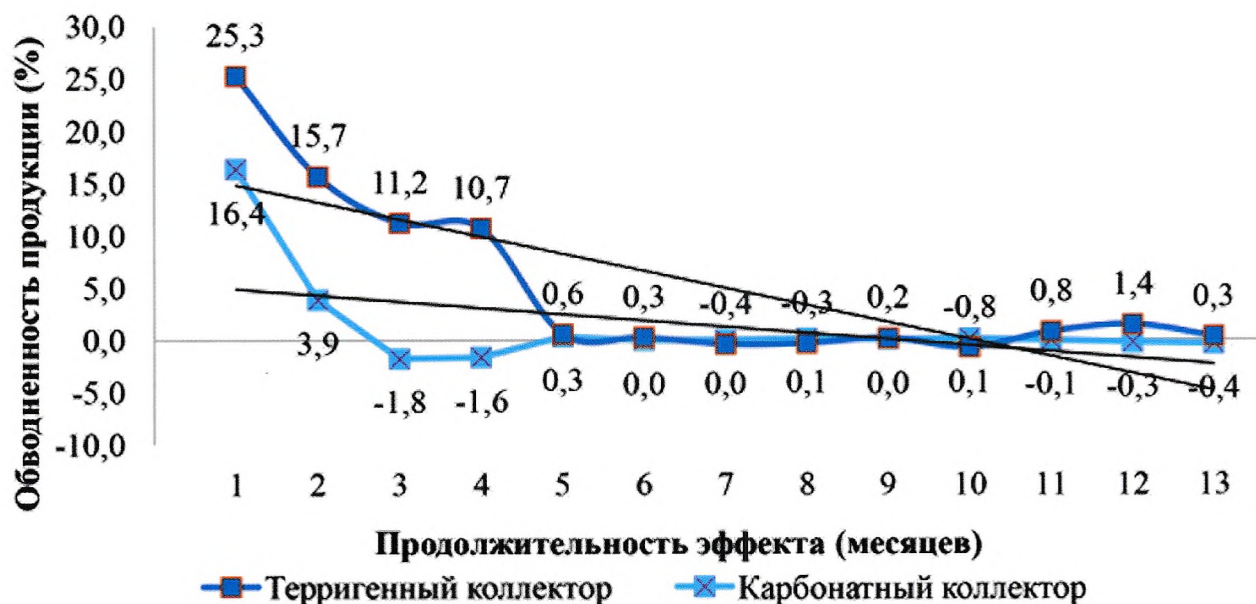


Рис. 8. Характеристики показателей обводненности после проведения ГРП для терригенного и карбонатного коллектора

трещины, рассматриваемой некоторыми авторами преимущественно в сложнопостроенных трещиноватых коллекторах, с недостатком компенсаций отборов.

Выводы

При последующей эксплуатации (рис. 6, 7) общие отборы по терригенному коллектору свидетельствуют о неоднородности коллекторов, происходит упругое воздействие на пластовый флюид, рост пластового давления после проведения ГРП с постепенным его распространением. В результате данного эффекта на начальный момент освоения, добыча осуществляется с высокими дебитами и низким обводнением, дальнейшее снижение забойного давления приводит к росту обводнения и снижению дополнительной добычи по нефти.

Проведение операций по ГРП позволяет увеличить дренирование призабойной зоны пласта (табл. 1). Для длительного поддержания эффекта, необходимо организовать систему ППД для компенсации отборов. Важным требованием к минимизации рисков при освоении скважин после проведения ГРП является детальное рассмотрение модели коллектора с неоднородными фильтрационно-емкостными свойствами для уточнения гидродинамической модели и эффективного моделирования. С учетом невысокой эффективности ГРП на карбонатных коллекторах, их предлагается применять на скважинах с пониженными фильтрационными характеристиками, с возможностью компенсации пластового давления.

Требуется проведение гидродинамических исследований для анализа оценки параметров поведения трещины ГРП, для уточнения потенциальных характеристик по эффективной разработке месторождения.

Литература

1. Борхович С.Ю., Колесова С.Б., Коньков И.С. Выбор жидкости и проппанта при гидроразрыве пласта //

Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет». – 2019. – С. 19–27.

2. Liang et al. A comprehensive review on proppant technologies // *Petroleum*. – 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 26–39.

3. Zhao GF. Development of Micro-Macro Continuum-Discontinuum Coupled Numerical Method. Doctoral thesis. EPFL; 201.

4. Liang et al. A comprehensive review on proppant technologies // *Petroleum*. – 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 26–39.

5. Мищенко И.Т., Мохов М.А., Стрижов И.Н., Ибатулин Т.Р., Магадова Л.А., Цыкин И.В. Сравнительный анализ эффективности ГРП с проппантом и ГРП с кварцевым песком // *Нефть, Газ и Бизнес*. – 2008. – № 8. – С. 5–58.

6. Salvadurai APS. Partial Differential Equations in Mechanics, vol. 2. Springer; Berlin, Germany, 2000.

7. Кокшин Д.В., Борхович С.Ю. Исследование влияния гидравлического разрыва пласта на интенсификацию добычи нефти в скважинах с горизонтальным окончанием // *Управление техносферой: электрон. журнал*. – 2022. – Т. 5. – Вып. 2.

References

1. Borkhovich S.Yu., Kolesova S.B., Konkov I.S. Selection of fluid and proppant in hydraulic fracturing // *Izhevsk: Publishing House Udmurt University*. – 2019. – Pp. – 19–27.

2. Liang et al. A comprehensive review on proppant technologies // *Petroleum*. – 2016. – V. 2. – No. 1 – Pp. 26–39.

3. Zhao GF. Development of Micro-Macro Continuum-Discontinuum Coupled Numerical Method. Doctoral thesis. EPFL; 201.

4. Liang et al. A comprehensive review on proppant technologies // *Petroleum*. – 2016. – V. 2. – No. 1. – Pp. 26–39.

5. Mishchenko I.T., Mokhov M.A., Strizhov I.N., Ibatulin T.R., Magadova L.A., Tsykin I.V. Comparative analysis of the efficiency of hydraulic fracturing with proppant and hydraulic fracturing with quartz sand // *Oil, Gas and Business*. – 2008. – No. 8 – Pp. 51–58.

6. Salvadurai APS. Partial Differential Equations in Mechanics, vol. 2. Springer; Berlin, Germany, 2000.

7. Kokshin D.V., Borkhovich S.Yu. Study of the influence of hydraulic fracturing on the intensification of oil production in wells with horizontal completion // *Management of the technosphere: electronic journal*. – 2022. – Vol. 5. – Issue 2. ■