

Г.А. Баймаханов, к.х.н., Н. Аскарулы, магистрант
Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И.
Сатпаева, Казахстан, Алматы
Galymbek01@rambler.ru

Анализ работ по проведению гидроразрыва пластов

Аннотация. В работе указывается, что ГРП в горных породах всесторонне-сжатых не возможны, и вместо «трещин» признают образование множества радиальных канавок вокруг скважины, которые могут обеспечить положительный эффект. В большинстве работ, посвященных ГРП, авторы оперируют данными моделирования, которые зачастую приводят к разным результатам, которые отражены в статье.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, ГРП, нефть, моделирование, дебит, скважина, трещина, проппант

«В статье [1] представлены метод учета протяженных трещин гидравлического разрыва пласта (ГРП), пересекающих ствол горизонтальной скважины (ГС) в крупномасштабной гидродинамической модели месторождения, а также опыт его применения на Верхне-Шапшинском нефтяном месторождении». Авторы статьи приводят: «Практически все ГРП признаны успешными и привели к кратному увеличению дебита скважин. Средний дебит жидкости в момент пуска скважины составил 4 т/сут, начальная обводненность продукции – около 13%». При моделировании степень приближения модели к реальным условиям, особенно в отрасли нефтегазового производства обычно всегда остается низким, поэтому материалы статьи не относятся к особо ценным. Применение же ГРП в ГС и, тем более, моделирование этого процесса – весьма трудная задача. В работе высказываются мнения, что «...для повышения градиента гидроразрыва в стимулированном интервале выше градиента гидроразрыва в соседних пластах необходимо увеличить в истощенном интервале пластовое давление». «...является закачка в истощенный интервал воды до достижения в нем давления, превышающего давление в остальных прослоях». «В результате высокопроницаемый пласт превращается в непроницаемый барьер». «...происходит образование трещины повторного ГРП в слабопроницаемых интервалах с меньшим градиентом гидроразрыва». Далее автор статьи пишет, что «с помощью трещин повторного ГРП недостающие данные были получены моделированием пластовых процессов с помощью различных программных продуктов. Для получения недостающих данных по геохимическим свойствам пород использовался стимулятор FracPro^{PT}. Моделирование с применением программного продукта Saphir NL, позволило получить объемы и параметры закачки рабочей жидкости в различные интервалы слоисто-неоднородного пласта». Автор работы о моделировании пишет, что «...многослойная модель, представляющая одну из скважин пласта БВ₈ Повховского месторождения и ...на основе данных потокометрии, позволит определить степень погрешности и применимость методики на месторождениях Широкого Приобья». Таким образом, скв. А пласта БВ₈ Повховского месторождения с 1984 года по результатам моделирования эксплуатировала высокопроницаемый интервал 2844 – 2847 м. По проведении трехкратного ГРП в интервале 2844 – 2847 м в 2001, 2007 и 2008 годах, в работе отмечают, что продуктивность скважины соответственно возрастала: от 0,32 до 7,2; от 0,142 до 0,333; от 0,289 до 0,585 м³/сут. МПа. Следующее предложение: «Сравнение смоделированных параметров с фактическими в каждом случае показало их хорошее совпадение, то есть моделирование подтвердило правильность рассмотренного подхода» завершает работу, подчеркивая получение результатов из моделирования процессов. В статье авторы актуальными считают применение горизонтальных скважин (ГС) с множественными трещинами ГРП (МГРП). Обосновывается выбор оптимального варианта разработки низкопроницаемых коллекторов с применением ГС с МГРП для 22 кустов Приобского и

Приразломного месторождений. Работа завершается словами «... для условий низкопроницаемых пластов... создана методика выбора оптимальной системы разработки с применением ГС с МГРП на основе многовариантного трехмерного гидродинамического моделирования с учетом параметров, определяющих систему закачивания и схему размещения скважин». В работе также много внимания уделено моделированию, результаты которых весьма далеки от реалий, происходящих в породах нефтяного пласта вокруг ГС с множественными трещинами ГРП. В работе изложены материалы «... информации о направлении развития трещин первого и повторного ГРП, ... используются методы кросс-дипольного широкополосного акустического каротажа (АКШ)». Выводы авторов, а также утверждения о том, что «косвенные методы диагностики явления переориентации трещины повторного ГРП повышают достоверность интерпретации полученных данных» - весьма не убедительны. «Для построения методики выбора оптимального способа разработки месторождений нужно создать расчетные инструменты определения эффективности различных способов заканчивания и размещения скважин», - считают авторы статьи, в которой «подробнее рассмотрен вопрос определения продуктивности вертикальной скважины с ГРП для пятиточечной системы разработки». В работе пишут, что скважина с трещиной моделировалась набором точечных источников или стоков, а элемент разработки представлял собой набор таких скважин. Завершает работу приведенная зависимость индекса доходности PI от приведенной полудлины трещины x_f^2/A , подвижности нефти k/μ и цены проппанта $C_{\text{проп}}$. Под полудлиной трещины x_f^2/A в предложении правильнее понимать радиус распространения поровых канавок от скважины.

Авторы статьи [2] отмечают, что «в результате проведения операций ГРП достигнуто кратное увеличение продуктивности скважин, также затронуты вопросы освоения скважин после ГРП». В настоящее время известно и широко распространено, что «для создания коротких широких трещин... используется технология осаждения проппанта на конце трещины, или концевое экранирование трещины (Tip screen out – TSO)». Технология является модификацией «классической» операции ГРП, при которой создаются короткие трещины длиной несколько десятков метров и шириной до 30 мм. Для опробования технологии ГРП были выбраны скважины – кандидаты (скв. А, В и С), эксплуатирующие пласт Б₂(С₁) месторождения ОАО «Самаранефтегаз». Скважины находятся в равных геологических условиях, т.е. примерно одинаковые нефтенасыщенные толщины, толщины перемычек, проницаемости, пластовые давления и др. Отмечают, что в скважинах А и В после проведения операций ГРП получили дебит нефти 38 и 25 т/сут соответственно, т.е. увеличение коэффициента продуктивности скважин более чем в 7 раз. Однако через 39 суток по скважине А, а по скважине В через 36 суток дебиты сократились практически в 2,5 раза, а скважина С после проведения ГРП, вообще не вышла на расчетные параметры и работала в режиме автоматического повторного включения. В работе неясностей много, но мы отметим только одну из них. Авторы статьи короткими называют «трещины длиной несколько десятков метров и шириной до 30 мм». Естественно, такие параметры обычно имеют канавки, развивающиеся радиально от скважины. Однако, надо сказать, что ширина «трещины» равная 30 мм у стенки скважины – это много для диаметра канавки в самом ее начале. Еще добавим, что специалисты горного дела знают, что даже естественные структурные блоки горных пород в периметре имеют суммарную длину трещин меньшую, чем в приведенной статье «трещины длиной несколько десятков метров».

В статье [3] пишут, что «в результате применения стандартных технологий ГРП в отдельных скважинах удалось достичь максимальных технологических показателей и эффективности: прирост дебита нефти после ГРП – 83 т/сут; кислотной ГРП (КГРП) – 34 т/сут; кратность увеличения дебита нефти после ГРП – 9,9; КГРП – 19,6; удельный прирост дебита нефти после ГРП – 30 т/(сут.м); КГРП – 9,2 т/(сут.м)». Эти показатели возможны, так как при ГРП образуются множество радиально направленных канавок, которые при ориентации скважины как добычной, обеспечивают большой приток нефтяных флюидов в сторону скважины. Авторы статьи сами подтверждают вышесказанное тем, что

«эффективность ГРП связана в основном с его проведением в высокопродуктивных терригенных пластах визейского и низкопроницаемых карбонатных пластах верхнедевонско-турнейского нефтегазоносных комплексов». Авторы статьи считают, что «...исследования для научного сопровождения ГРП (КГРП), позволяют более эффективно применять другие методы интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов». В работе [5] авторы отмечают, «что площади, проблемные с точки зрения эффективности КГРП, существуют даже в пределах одного месторождения нефти». В рассматриваемой работе много предположений и допущений в адрес несуществующих трещин. Например, следующие: «экспериментальное определение точки потери проводимости техногенной кислотной трещины представляет научный и практический интерес», «...проводимость кислотной трещины должна снизиться до нуля, когда площадь открытых ее частей примерно равна площади сомкнутых», «естественная сложность в исследовании – связать долю открытой площади трещины с сжимающим напряжением», «давление полного смыкания трещины, по-видимому, должно быть близко по порядку величины к значению твердости породы по Бринеллю (276 или 470 МПа соответственно для турнейских или башкирских известняков)» и др. В статье [4] рассмотрена технология разработки сложнопостроенных комплексных коллекторов (типа баженовской свиты в Западно-Сибирском регионе) с использованием ГРП в комплексе с микросейсмическим мониторингом (МСМ) и кросс-дипольным акустическим каротажем (СХД). Эта технология применяется в США при разработке трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Авторы статьи приводят, что «в некоторых случаях число неудачных ГРП достигает 47 % (например, месторождение Барнетт в США)». Далее отмечают, что «основной причиной несоответствия прогнозных показателей и фактических результатов ГРП является недостаточная изученность свойств пласта (до 73 % случаев, по данным Weatherford)». Авторы статьи переоценивают утверждая, что «МСМ позволяет оценить фактическое положение трещин ГРП и контролировать процесс их распространения». Относительно СХД авторы работы утверждают, что СХД «позволяет оптимизировать дизайн ГРП, уточнить траекторию горизонтальных скважин в соответствии с локальными напряжениями, а также избежать прорывов трещин в водонасыщенные пласты...». Приведенные в статье понятия о «поляризации», «переориентации проппанта в трещинах», «закрытии трещин» - несуществующих, «при общей перфорированной толщине 27 м высота образовавшейся и закрепленной трещины составила всего лишь 17,5 м) и т.д. – ошибочны. Утверждения, что «имеющийся негативный опыт связан ...с неполнотой набора входных данных и отсутствием экспериментов по увеличению расстояния мониторинга», а также «качественное моделирование позволяет подобрать лучшие скважины-кандидаты для микросейсмического мониторинга и снизить риск получения слабого сигнала или его неполучения» - мы вообще не поддерживаем из-за их сложности и неосуществимости. В работе описано моделирование ГРП. Автор статьи пишет, что «проанализированы результаты проведения ГРП на основе автоматизированного определения прироста коэффициента охвата ΔK_{oxb} с использованием стохастических кубов литологии, построенных в пакете моделирования Jrap RMS». «В статье приведены результаты статистического регрессионного анализа влияния ГРП на добычу нефти из прерывистых пластов с использованием автоматизированной методики». «Основным показателем эффективности проведения ГРП являлся ΔK_{oxb} по сравнению с вариантом без ГРП». Приведен ΔK_{oxb} за счет осуществления ГРП при полудлине трещины 50 м в зависимости от расстояния между скважинами и размеров линз. «При фиксированных технологических показателях (расстоянии между скважинами, полудлине трещины ГРП) максимальный ΔK_{oxb} достигается при максимальном значении K_{pac} , которое характеризует сложное строение коллектора». «Для условий терригенных пластов девонских отложений Ромашкинского месторождения с размерами линз 400 – 800 м прирост коэффициента извлечения нефти (КИН) при проведении ГРП может достигать 2 – 3,5 %».

В работе [5] делаются следующие основные предположения: массив считается изотропным упругим телом, так как податливость прослоек между упругими блоками на больших глубинах, где проводится ГРП, достаточно мала; трещина может развиваться только по границам блоков. Условие предельного равновесия берется в виде $K_1=K_{1C}$, где K_1 – коэффициент интенсивности напряжений в вершине звена трещины, K_{1C} – вязкость разрушения прослоек (считая, что она много меньше вязкости разрушения материала блока).

«Решение задач сводится к нахождению решения системы из N комплексных сингулярных интегральных уравнений, где N – число звеньев трещины». «...Задача о равновесном развитии такой системы трещин решается как суперпозиция двух задач. Первая – на бесконечности действует поле сжатия с параметрами p, q, γ , а границы звеньев трещины свободны, т.е. выполняются граничные условия $\sigma_{nj} = \tau_{sj} = 0$; $j = 1, N$, где N – число звеньев трещины; σ_{nj}, τ_{sj} – нормальные и касательные напряжения. Вторая – напряжения на бесконечности отсутствуют, а на границах трещины $\sigma_{nj} = -p$, $\tau_{sj} = 0$, $j = 1, N$.

Литература

1. Жучков С.Ю., Каневская Р.Д. Опыт моделирования и оценки эффективности горизонтальных скважин с трещинами гидроразрыва на Верхне-Шапшинском месторождении. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 7, 92-96 с.
2. Хасанов М.М., Мельчаева О.Ю., Ситников А.Н., Рошкетаяев А.П. Динамика добычи из скважин с гидроразрывом пласта в экономически оптимальных системах разработки. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 12, 36-39 с.
3. Антонов Д.В., Кондратьев С.А., Жуковский А.А., Кочнева Т.С. Опыт проведения гидроразрыва пласта на месторождениях Пермского края и основные направления повышения его эффективности. // Нефтяное хозяйство, 2014, № 3, 70-72 с.
4. Казбулатов И.Г., Рубцова А.В., Юнусов Р.Р. и др. Многостадийный гидроразрыв пласта в горизонтальных скважинах в комплексе с микросейсмическим мониторингом и кросс-дипольным акустическим каротажем. // Нефтяное хозяйство, 2014, № 9, 93-95 с.
5. Мартынюк П.А., Шер Е.Н. Распространение трещины гидроразрыва в сжатом квазирегулярном блочном массиве горной породы. «ФТПРПИ», 2014, № 2, 87-93 с.

Андатпа

Г.А. Баймаханов, Н. Аскарулы

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Университеті, Қазақстан, Алматы

Galymbek01@rambler.ru

Гидрожару жүргізу жұмыстарына талдау

Бұл жұмыста, ҚГЖ жан-жақты қысымды тау жыныстарыда "жарықтану" мүмкін емес, оның орынына ұңғыманың жан-жағында көптеген радиал ойықтары пайда болуын мойындайды, олар жақсы әсер қамтамасыздандырады. ҚГЖ арналған жұмыстың көпшілігінде, авторлар модельдеу деректеріне сүйенеді, мақалада көрсетілген көбісі жалған нәтижелерге келтіреді.

Кілтті сөздер: қабатты гидравликалық жару, ҚГЖ, мұнай, модельдеу, дебит, ұңғыма, жарық, проппант

Annotation

Baimakhanov G.A., Askaruly N.

Kazakh National Technical University after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty

Galymbek01@rambler.ru

Analysis of works on hydraulic fracturing

The authors believe that the hydraulic fracturing in rocks comprehensively-compressed are not possible and instead of "cracks" recognize the formation of a plurality of radial grooves around the well, which can provide a positive effect. In the majority of works devoted to the HF, the authors use the data modeling, which often result in false results, which are reflected in the article.

Keywords: hydraulic fracturing, HF, oil, modeling, flow rate, well, crack, proppant

Сведения об авторах

- 1) Баймаханов Галымбек Акбергенович, канд. хим. наук, доцент кафедры «Разработка и эксплуатация месторождений нефти и газа», ИГиНГД, тел. 257-74-44, моб. тел. 8-777-204-01-85, galymbek01@rambler.ru.
- 3) Аскарулы Нурсултан, магистрант 2 курса, специальности «Нефтегазовое дело», ИГиНГД,

ШЕ
90

ШАХМАРДАН
ЕСЕНОВ
90 ЛЕТ



Қ.И. САТБАЕВ АТЫНДАҒЫ
ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ



«Шахмардан Есеновтың ғылыми мұрасы»

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

БАҒДАРЛАМАСЫ

ПРОГРАММА

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

«Научное наследие Шахмардана Есенова»

PROGRAMM

SATPAYEV'S READINGS

«Scientific Heritage of Shahmardan Yessenov»

12.04.2017 г.

Научно-образовательный фонд
им. Академика **ШАХМАРДАНА ЕСЕНОВА**



г. Алматы,
ул. Сатпаева 22,
КазННТУ имени К.И.Сатпаева

Место проведения - Казахский национальный исследовательский технический институт имени К.И.Сатпаева

Дата проведения – 12 апреля 2017

Время	Наименование	Место проведения
9.00	Возложение цветов к памятнику К. И.Сатпаева	Памятник К.И.Сатпаеву
	Регистрация участников	ГМК, фойе актового зала
	Выставка научных работ академика К.И.Сатпаева, академика Ш.Е.Есенова и геологов университета	ГМК, фойе актового зала
10.00-13.00	Пленарное заседание Модератор - Т.А.Енсеппбаев, докторPhD, директор ИГиНГД им.К.Турысова	ГМК, актовый зал
	Приветственное слово – Искаков Р.М. , профессор, проректор по академической работе КазНТУ	
	Фильм об академике Ш.Есенове и Фонде	
	«Вручение именных стипендий Фонда студентам» - Есенов Г.Ш., учредитель «Фонда Академика Шахмардана Есеновича Есенова»	
	«Роль Ш.Есенова в развитии нефтегазовой отрасли Казахстана» – Жолтаев Г.Ж., д.г.м.н., академик НАН РК, профессор, директор Института геологических наук им.К.И.Сатпаева	
	«Ш.Есенов – выдающийся организатор науки» - Кшибеков Д.К., докт.фил.наук, академик АН РК, профессор	
	«Основные этапы научно-производственной деятельности Ш.Есенова» Сейтмуратова Э.Ю. , д.г.м.н., профессор, академик РА ЕН, академик КазАМР ГНС ИГН им. К.И.Сатпаева	
	«Полевая геологическая деятельность Ш.Есенова» - Зейлик Б.С., д.г.м.н. профессор, академик РА ЕН, академик КазАМР ГНС ИГН им. К.И.Сатпаева	
	«Научно-педагогическая деятельность Ш.Есенова» - Горяева В.С., к.г.м.н, член-корр.КазАМР, ВНС ИГН им.К.И.Сатпаева	
	«Образовательное и научно-исследовательское сотрудничество КазНТУ им.К.И.Сатпаева и Университета Лотарингии (Франция)» – М.Гийемен, Директор центра геоэнергетики;	
	«Внедрение международных стандартов оценки минеральных ресурсов и запасов в Казахстане» - Уразаева С.Б., к.т.н., Исполнительный директор Ассоциации публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ, минеральных ресурсах и запасах KAZRC.	
14.00-17.00	Секционные заседания по секциям	По аудиториям
17.30-18.15	Заключительное заседание – принятие резолюции, вручение сертификатов участникам конференции. Награждение памятными призами и сертификатами лучших докладчиков – представитель Фонда Награждение именными стипендиями им.К.Турысова лучшего преподавателя и студентов-геологов – директор ИГиНГД Енсеппбаев Т.А.	Конференц-зал нефтяного корпуса

Секция «Передовые методы и технологии бурения, добычи и транспортировки нефти и газа»

Ауд. 714 НК

*Председатель – Касенов Алмабек Касенович, д-р геол-минер.наук, профессор
Секретарь- Курманова Гульнур Зараповна, инженер*

1. **AimukhanA.S., KenshimovaA.A., MullagaliyevF., AkbarovE., MullagaliyevaL., KabirovaS., AlmukhametovA.** Coalbed methane reservoirs characterization for improved gas development in Karaganda coal basin
2. **Uskenbay Y. Z., ГаббасовТ.Н., АршидиноваМ.Т.** Modern drilling liquid on the water base
3. **ДеликешеваД.Н., Аубакиров М.Т.**Тау жыныстарын бұзушы аспаптарда жуу сұйықтығының қозғалысын зерттеу әдістемелеріне шолу
4. **Елеусін Қ.О., Жаппасбаев Б.Ж.**Полимерлі суландыру – ескі мұнай кен орындарында мұнайбергiштікті арттырудың тиімді технологиясы
5. **Қалшабек Б.Н.** Каспий теңізі мұнайының әлемдік маңызы
6. **Қайырғазы М.,Ахметжанова К.М., Бөкенова М.С.**Магистралдық газ құбырларынан ағындылардың болуын азайту жолдары
7. **Утепов Е. С., Утепова Ж. Г., Утепов З.Г.** Керн алып бұрғылау кезінде ұңғылардың қисаю қарқынын реттеу
8. **Шакиров Н. С., Молдабаева Г.Ж.** Обоснование основных технологических параметров увеличения нефтеотдачи пластов при ячеистом заводнении
9. **Шарауова А. Б., Федоров Б.В.**Сравнительная оценка эффективности применения долот PDC и шарошечных долот при бурении скважин на месторождении Узень
10. **ШиктыбаеваМ.Б., Тулепбергенов А.Т.**Исследование параметров вибрационной декольматации продуктивных пластов
11. **Аскарулы Н., Баймаханов Г.А.**Анализ работ по проведению гидроразрыва пластов
12. **Кужанбаев А.С., Шуланбаева Л.Т.**Обеспечение безопасности магистрального трубопровода в процессе длительной эксплуатации
13. **Байботаева С.Е., Серикбаева А. М.** Анализ и оценка влияющих факторов на эффективность нефтеотдачи пластов
14. **Бегенова А., Молдабаева Г.Ж.**Современные возможности исследования газогидратов и их залежей
15. **Кубашев М.,Коргасбеков Д.Р.**Совершенствование дизельных двигателей буровых установок
16. **Гиниятова А.Г.,Джексенбаев Н.К.**Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при эксплуатации резервуарных парков
17. **Касенова Ш. М., Қалықұл Е., Джексенбаев Н.К.**Методы сокращения потерь светлых нефтепродуктов при проведении технологических операции на нефтебазах
18. **Тургазинов И.К., Енсепаев Т.А.**Численное моделирование процесса заводнения низко-минерализованной водой
19. **Койшыбаев А. Д., Енсепаев Т.А.**Исследование низкотемпературной сепарации попутного нефтяного газа с помощью эффекта Джоуля-Томсона
20. **Заурбеков К. С.,ЛогвиненкоА.** Обзор и анализ парогравитационного метода воздействия на пласты высоковязкой нефти
21. **Боранбаева А.Ж., Иргібаев Т.И.**Выбор оптимального температурного режима трубопроводного транспорта высоковязкой и высокозастывающей нефти
22. **Умирзак С. А., Зайнуллина А.Ш.**Исследования содержания серы, сероводорода и метил-, этилмеркаптанов в нефти Западного Казахстана
23. **Султанбеков Т.О.,Шуланбаева Л.Т.**Исследование применения комбинированных труб в нефтяной инфраструктуре
24. **Молжигитов С.К.**Методы устранения микротрещин и отверстий на магистральных газопроводах
25. **Калиева Д.К., Бисмильдина З.А.**Особенности конструирования элементов вертикальных стальных резервуаров