

УДК 622.278.66.013; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.07>  
<https://orcid.org/0000-0002-4776-2251>  
<https://orcid.org/0000-0003-1588-3144>  
<https://orcid.org/0000-0002-4258-7933>  
<https://orcid.org/0000-0002-5615-2711>  
<https://orcid.org/0000-0003-1721-119X>

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА И СКИН-ГРП



**М.Д. БИСЕНГАЛИЕВ<sup>1</sup>**,  
кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор,  
[maks\\_bisengali@mail.ru](mailto:maks_bisengali@mail.ru)



**Р.У. БАЯМИРОВА<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор,  
[ryskol.bayamirova@yu.edu.kz](mailto:ryskol.bayamirova@yu.edu.kz)



**А.Т. ЖОЛБАСАРОВА<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор,  
[Akshyryn.Zhobassarova@yu.edu.kz](mailto:Akshyryn.Zhobassarova@yu.edu.kz)



**А.Р. ТОГАШЕВА<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор,  
[aliya.togasheva@yu.edu.kz](mailto:aliya.togasheva@yu.edu.kz)



**М.Д. САРБОПЕЕВА<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук,  
ассоциированный профессор,  
[manshuk.sarbopayeva@yu.edu.kz](mailto:manshuk.sarbopayeva@yu.edu.kz)

<sup>1</sup>НАО «АТЫРАУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА ИМ. С. УТЕБАЕВА»  
Республика Казахстан, 060027 ул. М. Баймұханова, 45а

<sup>2</sup>КАСПИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ  
И ИНЖИНИРИНГА ИМ. Ш. ЕСЕНОВА  
Республика Казахстан, 130000, г. Актау, 32 мкр.

*В связи с нарастающими проблемами старения месторождений, ежегодным увеличением обводненности, уменьшения количества скважин, достигающих планового прироста и увеличения затрат на проведение дополнительных мероприятий, рекомендуется пересмотреть количество проводимых операций гидравлического разрыва пласта в сторону снижения.*

*Приводится подбор скважин-кандидатов переходящего фонда, при рассмотрении скважин из бурения и непосредственно перед гидравлическим разрывом пласта по заключениям ГИС выдаются рекомендации к подготовительно-заключительным работам.*

*Показаны данные расчета 3-х мерной модели трещины, включающего применение множества теоретических взаимоотношений для упрощения компьютерных вычислений, его результаты. При обыкновенном процессе, несмотря на большое количество данных, некоторые их значения получить невозможно.*

*Предложено дополнить отсутствующие данные оценочными, при подборке которых нужно быть предельно осторожными.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гидравлический разрыв пласта, обводненность, скважина – кандидаты, повышение нефтеотдачи.

## ҚАБАТТЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖАРЫЛЫСЫНЫҢ ЖӘНЕ ҚҒЖ-СКИН ТИІМДІЛІГІН ЖАҚСARTU ШАРАЛАРЫ

**М.Д. БИСЕНГАЛИЕВ**<sup>1</sup>, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,  
[maks\\_bisengali@mail.ru](mailto:maks_bisengali@mail.ru)

**Р. БАЯМИРОВА**<sup>2</sup>, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,  
[ryskol.bayamirova@yu.edu.kz](mailto:ryskol.bayamirova@yu.edu.kz)

**А.Т. ЖОЛБАСАРОВА**<sup>2</sup>, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,  
[Akshyryn.Zholbassarova@yu.edu.kz](mailto:Akshyryn.Zholbassarova@yu.edu.kz)

**А. ТОГАСHEBA**<sup>2</sup>, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,  
[aliya.togasheva@yu.edu.kz](mailto:aliya.togasheva@yu.edu.kz)

**М. САРБОПЕЕВА**<sup>2</sup>, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,  
[manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz](mailto:manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz)

<sup>1</sup>С. УТЕБАЕВ АТЫНДАҒЫ АТЫРАУ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ УНИВЕРСИТЕТІ,  
Қазақстан Республикасы, 060027, Атырау, Баймұханов көшесі, 45 а

<sup>2</sup>Ш. ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯ  
ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ,  
Қазақстан Республикасы, 130000, Ақтау қаласы, 32 мкр

*Кен орындарының тозуының өсіп келе жатқан проблемаларына, жыл сайын суланудың артуына, жоспарлы өсімге қол жеткізетін ұңғымалар санының азаюына және қосымша іс-шаралар жүргізуге кететін шығындардың ұлғаюына байланысты гидравликалық қабат жарылысының жүргізілетін операцияларының санын төмендеу жағына қарай қайта қарау ұсынылады.*

*Ауыспалы қордың кандидат-ұңғымаларын іріктеу жүргізіледі, бұрғылаудан ұңғымаларды қарау кезінде және гидравликалық жарылу алдында ГАЗ қорытындылары бойынша дайындық-қорытынды жұмыстарға ұсынымдар беріледі.*

Компьютерлік есептеулерді жеңілдету үшін көптеген теориялық қатынастарды қолдануды, оның нәтижелерін қамтитын 3 өлшемді жарықшақ моделін есептеу деректері келтірілген. Әдеттегі үдерісте көптеген деректерге қарамастан, олардың кейбір мәндерін алу мүмкін емес.

Жетіспейтін мәліметтерді бағалау деректерімен толықтыру ұсынылды, оларды таңдау кезінде өте мұқият болу керек.

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** қабаттың гидравликалық жарылуы, сулану, кандидат-ұңғымалар, мұнай беруді арттыру.

## MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF HYDRAULIC FRACTURING AND SKIN FRACTURING

**M.D. BISSENGALIEV**<sup>1</sup>, Ph. Sci, Associate Professor, [maks\\_bisengali@mail.ru](mailto:maks_bisengali@mail.ru)

**R.Y. BAYAMIROVA**<sup>2</sup>, Ph. Sci, Associate Professor, [ryskol.bayamirova@yu.edu.kz](mailto:ryskol.bayamirova@yu.edu.kz)

**A.T. ZHOLBASAROVA**<sup>2</sup>, Ph. Sci, Associate Professor, [Akshyryn.Zholbassarova@yu.edu.kz](mailto:Akshyryn.Zholbassarova@yu.edu.kz)

**A. R. TOGASHEVA**<sup>2</sup>, Ph. Sci, Associate Professor, [aliya.togasheva@yu.edu](mailto:aliya.togasheva@yu.edu)

**M. SARBOPEYEVA**<sup>2</sup>, Ph. Sci, Associate Professor, [manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz](mailto:manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz)

<sup>1</sup>ATYRAU UNIVERSITY OF OIL AND GAS NAMED AFTER S. UTEBAEV,  
Baimukhanova sit 45a, Atyrau, 060027, Republic Kazakhstan

<sup>2</sup>CASPIAN STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES  
AND ENGINEERING NAMED AFTER S. YESSENOV,  
Micro area 32, Aktau, 13000, Republic Kazakhstan

*Due to the increasing problems of aging of the field, the annual increase in waterlogging, the decrease in the number of wells reaching the planned increase and the increase in the cost of additional measures, it is recommended to revise the number of hydraulic fracturing operations carried out in the downward direction.*

*The article presents the selection of candidate wells of the rolling stock, when considering wells from drilling and immediately before hydraulic fracturing, recommendations for preparatory and final work are issued according to GIS conclusions.*

*The data of the calculation of a 3-dimensional crack model, including the use of a variety of theoretical relationships to simplify computer calculations, and its results are presented. In an ordinary process, despite the large amount of data, some of their values cannot be obtained. It is suggested that the missing data should be supplemented with estimates, when selecting which you need to be extremely careful.*

**KEY WORDS:** hydraulic fracturing, waterlogging, candidate well, enhanced oil recovery.

**В**ведение. В связи со снижением темпов добычи нефти, ростом обводненности продукции и вовлечением в разработку трудноизвлекаемых запасов на разрабатываемых месторождениях Западного Казахстана все шире применяются различные виды обработок призабойной зоны (ОПЗ) скважины: гидравлический разрыв пласта, соляно-кислотная обработка (СКО) и др.

Наличие достоверной информации о проведенных ОПЗ, системный подход к ее получению и анализу имеет большое значение не только для регулирования процесса разработки месторождения, но и для совершенствования существующих и создания новых эффективных способов воздействия на призабойную зону скважины (ПЗС) с целью повышения нефтеотдачи пласта и вовлечения в разработку недренируемых запасов [1–4].

Исходя из вышеизложенных фактов, поиск кандидатов и детальное рассмотрение большого объема скважин занимает много времени. А также в кандидаты на ГРП не рассматриваются скважины с высоким базовым дебитом, более 5 т/сут.

Целью данной работы является повышение информативности научных методов сопровождения воздействий на призабойные зоны скважины ПЗС для увеличения технологической и экономической эффективности воздействий за счет их совершенствования и адаптации к геологическому строению и состоянию разработки пласта. В настоящее время среди методов воздействий на ПЗС наиболее активно используется гидравлический разрыв пласта, который имеет значительный потенциал для совершенствования технологии. Основная часть разрабатываемых и вновь вводимых в разработку месторождений характеризуются сложным геологическим строением, при котором применение стандартной технологии ГРП не эффективно. Повышение эффективности ГРП в этих условиях возможно при адаптации его технологии к состоянию пласта, комплексном применении ГРП в нагнетательных и добывающих скважинах, на укрупненных участках и в комплексе с другими методами воздействия на пласт: ОПЗ, выравнивание профилей притока, изменение потоков в пласте и др.

Отработка новых и эффективное использование освоенных технологий ГРП и методов воздействия на пласт требуют организации контроля их применения, систематического анализа результатов реализации текущих ГРП (выявление отклонений и осложнений) и адаптации существующих технологий ГРП к состоянию разработки участков месторождений.

Анализ режимов проведения ГРП и результатов влияния ГРП на работу соседних скважин показывает, что в большинстве случаев низкая эффективность ГРП обусловлена нарушениями действующего технологического регламента на проведение работ, слабой геологической изученностью и недостатком данных о фактически созданной геометрии трещины. В настоящее время одним из инструментов, позволяющих повысить эффективность ГРП, является проведение мониторинга операций, включающего:

1) оперативный контроль за соблюдением технологий ГРП с последующей систематизацией и анализом информации о выявленных отклонениях и осложнениях, что позволяет определять наиболее критичные участки, требующие особого внимания как на стадии подготовки, так и в процессе проведения ГРП;

2) сопровождение операций ГРП комплексом исследований методами термо- и гидродинамики с целью диагностики трещины;

3) оценку состояния призабойной зоны скважины и эффективности воздействий на основе комплексных исследований [5–17].

**Материалы и методы исследований.** На месторождениях Западного Казахстана за 2022 г. было проведено исследование на 446 скважинах ГРП, из них 207 на скважинах переходящего фонда, скин-ГРП – 114 и 125 скважинах после бурения (рисунки 1).

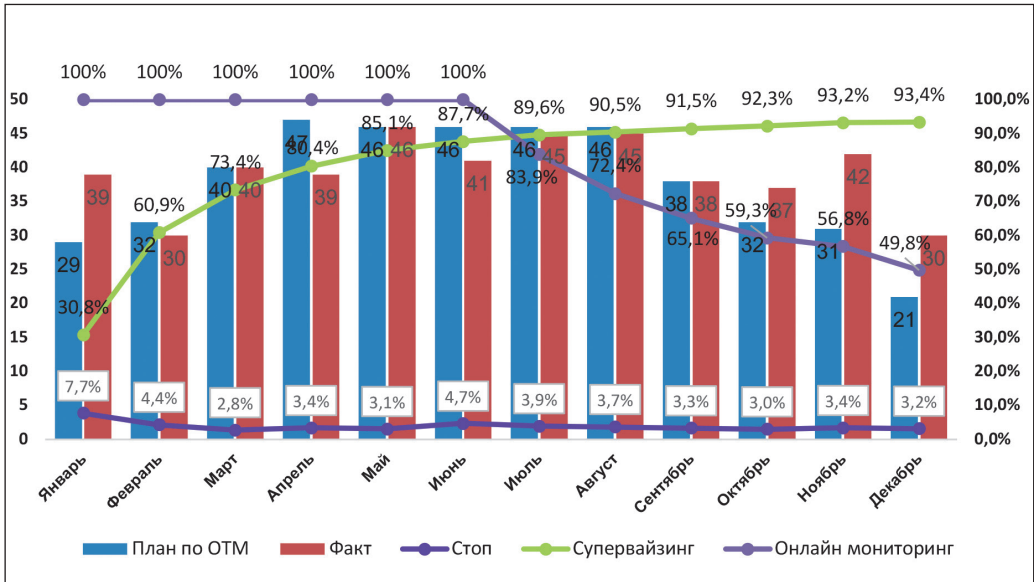


Рисунок 1 – Динамика выполнения ГРП

**Результаты и обсуждение.** По всем подобранным скважинам-кандидатам, рассмотрены и согласованы дизайны ГРП, с учетом выбора необходимой фракции и массы проппанта, параметров безразмерного индекса продуктивности  $J_d$  и безразмерной проводимости трещины  $F_{cd}$  (не менее 1,6, среднее 5,7). Усредненное значение объемов закачиваемого проппанта фракций 20/40, 16/20, 12/18 по месторождениям X и Y, в пределах 18 тонн, позволяет создавать и закреплять трещины в среднем длиной 38 метра, высотой 34,9 метра и шириной 3,9 мм, с коэффициентом безразмерной проводимости 5,8. По фактическим данным вязкость геля составляет 25-30 мПа\*с, объем жидкости разрыва (подушка) в среднем 10,1 м<sup>3</sup> (21,9% от объема смеси).

Ниже приведен анализ по закаченному проппанту (рисунок 2).

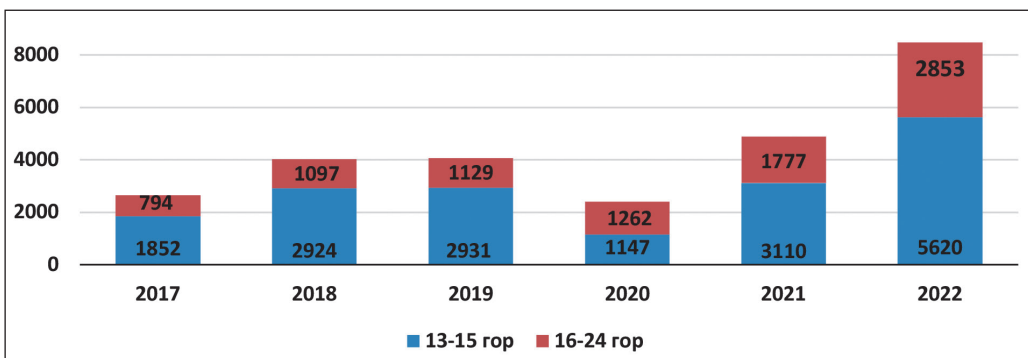


Рисунок 2 – Динамика, закачанного проппанта



Нацелено для интенсификации добычи нефти, путем создания коротких трещин и достижения отрицательного скина в призабойной зоне скважин, вскрывающих средне и высокопроницаемые пласты, а также проведено 120 малотоннажных ГРП (Скин), из них 14 скважин после бурения.

Причинами изменения фильтрационных свойств призабойной зоны скважин могут быть:

1. Кольматирование буровым раствором.
2. Осаждение солей из-за несовместимости пластовой и нагнетаемой воды.
3. Разрушения естественного цемента, вынос его в призабойную зону.
4. Повреждения, вызванные закачкой бурового раствора, с проникновением фильтрата в пласт, сокращающем эффективную проницаемость в призабойной зоне. Влечет разбухание глин и повреждение.

5. Повреждения при закачке «неподготовленной» воды (несовместимость с глинистыми минералами пласта, дестабилизирование, вызывание движения мелких частиц, образования осадков, закупоривания отверстия перфораций).

Скин-ГРП имеет стадию «буфер», с объемом жидкости разрыва в объеме 2 – 3 м<sup>3</sup>, достаточную для удерживания трещины в открытом состоянии, для размещения проппанта. Проппант закачивается с ограниченной массой, концентрации предельные и невелики. При наборе концентрации проппанта, в основе своей имеет пачку с концентрацией проппанта 100 – 100 кг/м<sup>3</sup> с сшитой частью песконосителя в объеме 5 – 6 м<sup>3</sup>. Проппант в начале имеет мелкую фракцию (1 т – 20/40), способную прочистить ранее забитый перфорационный канал, в продолжении основной закачки применяется резкий набор концентраций проппанта (с 300 до 600 – 1000 кг/м<sup>3</sup>), с более крупной фракцией (3 т – 16/20 и 1 т – 12/18).

Для размещения трещины в целевых пластах и не допущения в водоносные и газонасыщенные пласты и проведения эффективного ГРП выдаются и рассматриваются: интервалы перфорации, проведение повторной реперфорации по результатам ГИС, проведение безпакерного ГРП, место установки пакера, ремонтно-изоляционные работы, ГРП с отсыпкой интервалов перфорации. Как пример представляем ниже:

**Были проведены исследования на скважинах № 1493, № 4257.** Интервалы перфорации: 1180,0 – 1186,0; 1194,0 – 1200,4 м. По результатам ГИС ОГК, негерметичность э/к не обнаружена, интервалы 1180,0 – 1186,0 закачиваемая жидкость не принимает.

Далее, было рекомендовано провести реперфорацию интервалов 1180,0 – 1186,0 зарядами БО по 12 отв. на п.м. Запуск скважины после ГРП (25 т): дебит жидкости 56 м<sup>3</sup>, обводненность 40 % и дебит нефти 21,14 т/сут.

**Скважина № 4257.** На стадии подбора скважины и рассмотрении дизайна, во избежание прорыва трещины в водоносный пласт было рекомендовано провести дострел в интервалах 1182,4 – 1184,0; 1193,0 – 1194,0 м и отсыпку до глубины 1203 м. Запуск скважины после ГРП (10 т): дебит жидкости 56 м<sup>3</sup>, обводненность 40 % и дебит нефти 29,13 т/сут.

На начальном этапе формирования дизайна ГРП, должна быть собрана вся имеющаяся информация по скважине, включающая следующий перечень входных данных:

- конструкция, направление, кондуктор, обсадная/эксплуатационная колонна;
- история бурения;
- нейтронный, акустический, плотностной каротаж, каротаж сопротивлений, температурный каротаж, обеспечивающие информацию о свойствах горных пород, описания границ пласта и горных напряжений;
- результаты исследований керна, физико-химические свойства, состав и свойства пластовых жидкостей;
- пробная эксплуатация, включая геофизические исследования скважин, кривые восстановления давления, получение притока;
- история добычи, текущая и накопленная;
- история ремонтов, причины, объем жидкости закачанной в пласт;
- история воздействия на пласт, подробности и результаты предыдущих попыток, данные о разрыве, отчеты проведенных ГРП соседних скважин;
- структурные карты, карты расположения скважин, изопахиты продуктивного пласта с газонефтяной контакт, газоводенной контакт, и водонефтяной контакт.

Когда для дизайнера необходимо значение какого-либо параметра (пористость и др.), оно может быть получено из источников, указанных выше, при отсутствии данных могут быть сделаны некоторые допущения.

При обыкновенном процессе, несмотря на большое количество данных, некоторые их значения получить невозможно. Отсутствующие данные необходимо дополнить оценочными, при подборке которых нужно быть предельно осторожными, так как для данной скважины их значения должны выглядеть правдоподобными.

Расчет 3-х мерной модели трещины включает применение множества теоретических взаимоотношений для упрощения компьютерных вычислений, его результаты должны быть восприняты как теоретическая аппроксимация геометрии трещин. Расчет дизайнера трещины помогает принятию решений, касающихся выбора жидкости, объема закачки, скорости закачки и т.д., и является полезным инструментом для создания плана проведения ГРП в полевых условиях. Расчеты трещины, после проведения ГРП (основанные на действительных значениях величин), применимы для оценки результата, достигнутого в результате ГРП.

Программное обеспечение ГРП также позволяет получать и обрабатывать данные при проведении мини ГРП в режиме реального времени. Эта информация может быть очень полезной для определения давления развития, давления и времени закрытия трещины, эффективности трещины и т.д. Величины, полученные из программного обеспечения (FracPro, MFrac, Gopher и т.д.), могут быть использованы для перерасчета дизайнера ГРП, если наблюдаются значительные различия между измеренными и предполагаемыми величинами.

Оценка проведенного воздействия, с использованием реальных данных, полученных в результате основного ГРП, обеспечивает возможность изучения влияния действительных величин на результат теоретического проектирования.

Как пример, представляем согласованные дизайнеры ГРП на скважинах №4882 (ReFrac) и 5971.

**Скв. №4882.** На стадии рассмотрения и подбора скважины рекомендовано провести повторный ГРП.

При согласовании дизайна было предложено увеличить чистое давление после мини ГРП до 40 атм. и увеличить тоннаж до 40 т.

Запуск скважины после ГРП (10 т): дебит жидкости после ГРП 37 м<sup>3</sup>, обводненность 33 % и дебит нефти 14,6 т/сут. (рисунок 3).

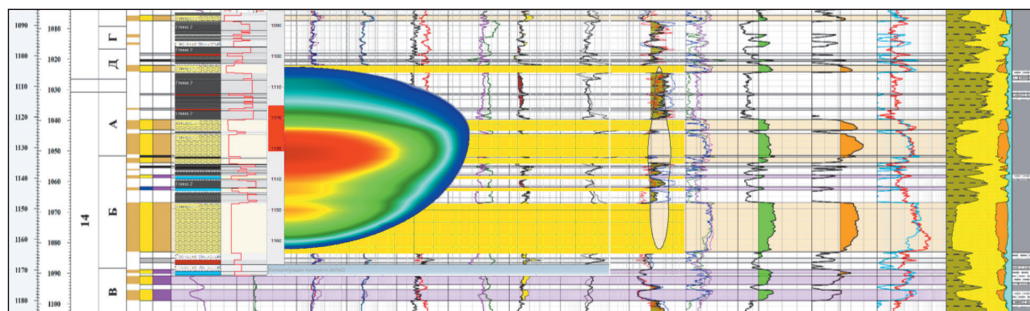


Рисунок 3 – Профиль трещины скважины 4882

**Скв. №5971.** В первоначальном дизайне скважины рассмотрены варианты проведения ГРП на 20 т, для более обширного охвата продуктивной зоны пласта было предложено увеличить тоннаж с 20 т до 30 т с корректировкой модели: эфф. жидкости снизить до 57 – 58 % (рисунок 4).

Запуск скважины после ГРП (30 т): дебит жидкости после ГРП 60 м<sup>3</sup>, обводненность 50,8 % и дебит нефти 24,77 т/сут.

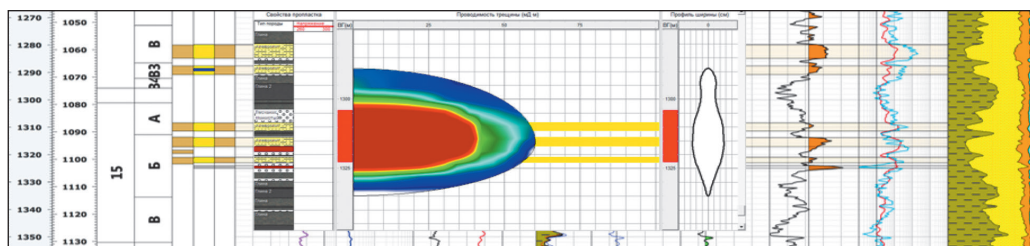


Рисунок 4 – Профиль трещины по дизайну скважины 5971

В ходе работы проводится анализ нагнетательных и калибровочных тестов (замещение скважины и мини ГРП) каждого ГРП вне зависимости от времени проведения операции (круглосуточный мониторинг дистанционно и с выездом). По полученным данным анализа данных тестов выдаются рекомендации по дальнейшему проведению работ. Для оптимизации дизайна ГРП, получения максимального эффекта от мероприятия и предотвращения получения аварийного «СТОП», после анализа мини ГРП, в режиме реального времени, могут быть изменены скорость подачи смеси ГРП, скорость набора концентрации и/или максимальная концентрация проппанта, общий объем и/или фракция проппанта, объем буферной и/или проппантных стадий, концентрации химических добавок жидкости ГРП, проведены дополнительные диагностические тесты.

Согласованные изменения вносятся в инженерный отчет ГРП и во фрак-лист (база данных ГРП). На всех скважинах, подвергнутых стимуляции ГРП, проводился анализ диагностических тестов и выдавались рекомендации по внесению измене-



ний в дизайн ГРП. В большинстве случаев перед основным ГРП проводится калибровочный тест для уточнения информации о пласте (мини ГРП), показывающий как будет вести себя порода во время основного ГРП.

Также во время проведения калибровочного теста можно получить информацию о потерях давления в перфорационных отверстиях и призабойной зоне, а также вероятность создания множественных трещин.

По результатам нагнетательного и калибровочного тестовых закачек получили следующие параметры:

- давление разрыва породы;
- градиент разрыва;
- давление развития трещины;
- давление мгновенной остановки насосов ISIP;
- давление раскрытия трещины;
- величины потерь давления на трение в НКТ;
- потери давления на трение в перфорационных отверстиях;
- потери давления в призабойной зоне;
- эффективность жидкости;
- приблизительный объем жидкости разрыва (подушки).

Существует множество переменных параметров ГРП. Некоторые из них непосредственно зависят от характеристик пласта (глубина, пластовое давление, пластовая температура, мощность продуктивного интервала и т.д.).

Также можно сказать, что существует множество переменных параметров, связанных с планируемой операцией по ГРП:

- объем закачки;
- тип рабочей жидкости;
- концентрация геля;
- тип и размер проппанта;
- концентрация проппанта;
- скорость закачки.

Для примера, представлена запись забойного давления при информационном ГРП, показывающем какую информацию можно получить при проведении нагнетательного и калибровочного тестов (*рисунок 5*).

Все эти величины и необходимые допущения могут быть приняты в расчет при использовании программного обеспечения, которое разработано для моделирования процесса ГРП.

При анализе ГРП, его многочисленные параметры и переменные полезно разделять на две категории: факторы, которые контролируются, и факторы, которые нельзя контролировать. Факторы, которые можно контролировать, относятся к физическому планированию операции с учетом ее объема, типа жидкости, типа проппанта и его концентрации и т.д. и конструкции скважины (размер НКТ, плотность и фазировка перфорационных отверстий, тип пакера и т.д.).

Факторы, которые не контролируются, касаются пласта и его характеристик. Например, глубина пласта, его мощность, проницаемость, температура и т.д. рассматриваются при дизайне ГРП как фиксированные параметры.

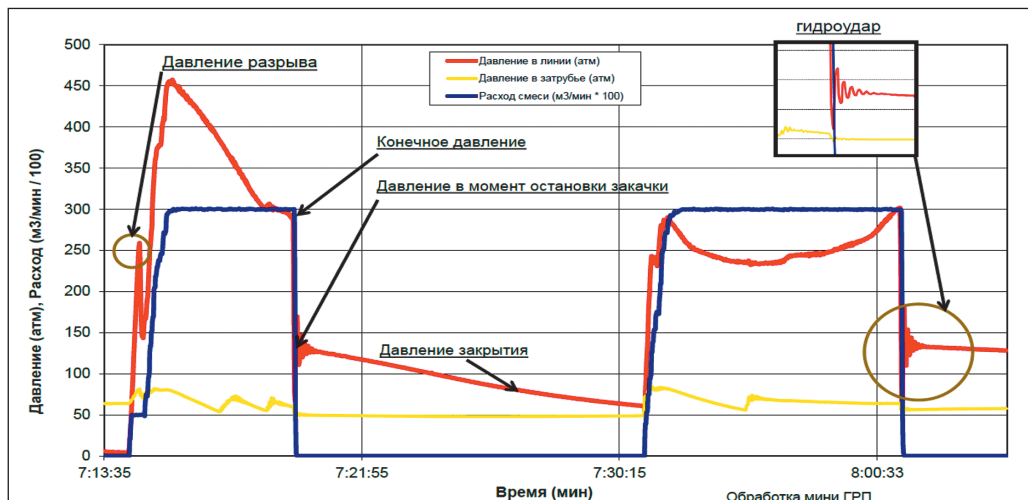


Рисунок 5 – Информация по записи давления при ГРП

Сравнение контролируемых и неконтролируемых факторов при дизайне ГРП представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Контролируемые и неконтролируемые факторы при дизайне ГРП

Контролируемые факторы	Неконтролируемые факторы
Жидкость разрыва	Проницаемость пласта
Проппонт	Пористость пласта
Скорость закачки	Тип горных пород
Конструкция	Общая высота трещины
Перфорированный	Напряжение горных пород
Модель перфорации	Свойство горных пород
Размер труб	Модуль Юнга
Конфигурация устья	Коэффициент Пуассона
	Пластичность пород
	Предел прочности на разрыв
	Свойства пластовых флюидов
	Сжимаемость
	Вязкость
	Физико-химические свойства

Как следует из представленных данных в *таблице 1*, все эти критерии являются одними из основных, влияющие на геометрию трещины. Например, чем выше модуль Юнга, тем уже трещина. Другие свойства горных пород, такие как коэффициент Пуассона и сжимаемость системы, также влияют на геометрию трещины, но в значительно меньшей степени. Поэтому, ширина трещины зависит от естественных горных напряжений (минимального горного напряжения). Высота трещины

контролируется границами пласта (кровлей и подошвой) и величиной основных напряжений горных пород.

С учетом текущего состояния разработки, когда выбор скважин-кандидатов для ГРП осложнен близостью обводненных интервалов, контроль роста трещины по высоте имеет определяющее значение.

Имеются различные методы, влияющие на характер фильтрации жидкости ГРП, с сохранением приемлемой песконесущей способности геля при закачке, такие как снижение вязкости сшитого геля, понижение скорости закачки до минимального безопасного уровня, использование комбинированных скоростей закачки с экстремально низким расходом в начале закачки, с увеличением скорости при набивке с фиксацией высоты трещины на средних концентрациях проппанта.

Накопленная в настоящее время информация по выполнению Скин ГРП позволяет оптимизировать эти работы, с применением методов закачки, дополнительно увеличивающих фильтрацию жидкости ГРП, с уменьшением высоты трещины, получаемой в результате операции.

Спланировать и выполнить Скин ГРП (по аналогии скв.4303), с использованием линейного геля в качестве жидкости обработки, что позволило бы обеспечить при закачке дополнительный контроль роста трещины по высоте.

Несмотря на повышенный технологический риск, работа на скв. 4303 была завершена без осложнений, что позволяет рекомендовать данный метод закачки для проведения дополнительных ОПИ на предстоящий период.

Помимо этого, в части применения передовых технологий, направленных на контроль роста трещины по высоте, будет проводиться:

- продолжение оптимизации дизайна ГРП;
- работа по поиску и привлечению современных хим. реагентов жидкости ГРП, отвечающих текущим требованиям;

На текущее состояние сложно вести подбор скважин-кандидатов на ГРП без проведения дополнительных работ, как ремонтно-изоляционные работы и перевод на вышележащие пласты. Причиной сложности является старение фонда, что влечет за собой неудовлетворительное техническое состояние скважин. Геологические причины: выработка пластов, рост обводненности, низкая минерализация, низкое  $P_{пл}$ , отсутствие поддержания пластового давления. Высокие плановые ожидаемые показатели добычи от ГРП. Рост объемов ГРП. Высокая интенсивность проводимых работ.

Исходя из вышеизложенных фактов поиск кандидатов и детальное рассмотрение большого объема скважин занимает много времени. А так же в кандидаты на ГРП не рассматриваются скважины с высоким базовым дебитом, более 5 т/сут.

#### **Заключение и выводы.**

1. Определение положения исследования с использованием маркированного проппанта с проведением импульсно нейрон-нетронного каротажа до/после ГРП позволит оценить развитие трещины по высоте. Значительное удорожание работ, низкая доступность. Оценить возможность доступа к технологиям перед внесением в рекомендации. Замер высоты трещины. Появится возможность установить правильность выполнения дизайнов ГРП и установить закономерности – важно для скважин с риском обводнения.

2. Усиления контроля за пуском скважин после проведения ГРП, недопущения со стороны бригад КРС/ПРС проведения операций по глушению скважин.

3. Для оптимизации рабочего времени, рекомендуем перевести процесс согласование планов работ по ГРП в электронном виде через Outlook (использование цифровой подписи).

4. Привести порядок в технике (часто проверять насосы ВД для ГРП и в смесительной установке заменить плотномер), постоянно быть в готовности работать при любых погодных условиях.

5. Усилить требования к основным оборудованьям для ГРП (блендер, насосные агрегаты, станция химических добавок). В случае превышения среднего возраста оборудования ГРП 5-ти лет должны быть представлены документы, подтверждающие прохождение капитального ремонта и модернизацию оборудования ГРП завод-изготовителей или других сертифицированных сервисных организации, оказывающих услуги по ремонту и техническому обслуживанию оборудований ГРП.

6. Проведение входного контроля пропантов и химических реагентов.


7. По улучшению эффективности ГРП и Скин-ГРП рекомендуется:

• Классифицировать ГРП категориями в зависимости от ожидаемых среднесуточных приростов и в зависимости от ожидаемых среднесуточных приростов. В связи с частым проведением Скин-ГРП на больших интервалах рассмотреть увеличение массы пропанта с 5 до 10т.

• Планирование ГРП на год путем создания базы скважин-кандидатов;  
• Плановые показатели с учетом коэффициентов падения в динамике по году;  
• При подборе кандидата на ГРП необходимо не только исключать скважины, не подходящие под ГРП, но и учитывать риски скважин с удовлетворительным техническим состоянием;

• Проведение определение положения исследования больше - объемных ГРП с целью форсированного отбора с охватом высоко-обводненных песчаных гигантских пластов.

• Выделить специалиста по анализу освоения скважин после ГРП, который будет выявлять ошибки и несоблюдение технологии освоения;

• Учет скважин-кандидатов в процессе рассмотрения – общедоступный единый реестр. 

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абдуллин Р. Н. Контроль качества ГРП (гидроразрыва пласта). - М.: Недра, 2019. – 89 с. [Abdullin R. N. Kontrol' kachestva GRP (gidrorazryva plasta). - M.: Nedra, 2019. – 89 s.]
- 2 Волохин А. В. Ведение процесса гидроразрыва пласта и гидropескоструйной перфорации. - М.: Недра, 2017. – 197 с. [Volohin A. V. Vedenie processa gidrorazryva plasta i gidropeskostrujnoj perforacii. - M.: Nedra, 2017. – 197 s.]
- 3 Экономидес М. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта. Наведение мостов между теорией и практикой. – М.: Недра, 2004. – 202 с. [Ekonomides M. Unificirovannyj dizajn gidrorazryva plasta. Navedenie mostov mezhdju teoriej i praktikoj. – M.: Nedra, 2004. – 202 s.]
- 4 Гилаев Г. Г. Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах. – М.: Недра, 2020. - 304 с. [Gilaev G. G. Gidrorazryv plasta v vertikal'nyh i gorizonta'l'nyh skvazhinah. – M.: Nedra, 2020. - 304 s.]

- 5 Янин А. Н. Гидравлический разрыв нефтяных пластов в Западной. – Т.: Зауралье, 2021. – 615 с. [Yanin A. N. Gidravlicheskiy razryv neftyanyh plastov v Zapadnoj. – Т.: Zaural'e, 2021. – 615 s.]
- 6 Ахмедшин Т. Р. Разработка месторождений на поздних стадиях. Краткий курс.– Т.: Зауралье, 2019. – 326 с. [Ahmedshin T. R. Razrabotka mestorozhdenij na pozdnih stadiyah. Kratkij kurs.– Т.: Zaural'e, 2019. – 326 s.]
- 7 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03). Серия 08. Выпуск 4. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 310 с. [Pravila bezopasnosti v neftyanoj i gazovoj promyshlennosti (PB 08-624-03). Seriya 08. Vypusk 4. – М.: ЗАО «Nauchno-tehnicheskij centr issledovanij problem promyshlennoj bezopasnosti», 2013. – 310 s.]
- 8 Bissengaliev M.D., Bayamirova R.Y. Investigation of structural and mechanical properties of oil-water emulsions of the Severny Buzachi deposit // Scientific and Technical Journal of «Oil field Business». – 2021. – N 2. – P. 52.
- 9 Bissengaliev M. D., Bayamirova R.Y., Togasheva A. R. (2020). Experimental study of structural-mechanical properties of heavy oils // Studia UBB Chemia. – 2020. – N5. – P. 233–244.
- 10 Ратов Б.Т., Хоменко В.Л., Коровяка Е.А., Сабиров Б.Ф., Бораш Б.Р.и др. Разработка устройства подачи воздуха для бурения скважин с обратной промывкой с использованием эрлифта // Нефть и газ. – 2022. – №6. – С. 33-47. [Ratov B.T., Homenko V.L., Korovyaka E.A., Sabirov B.F., Borash B.R.i dr. Razrabotka ustrojstva podachi vozduha dlya bureniya skvazhin s obratnoj promyvkoj s ispol'zovaniem erlifta // Neft' i gaz. – 2022. – №6. – С. 33-47.]
- 11 Давиденко А.Н., Ратов Б.Т., Пашченко А.А., Игнатов А.А. Влияние гидростатического давления на ударное абразивно-механическое бурение скважин: монография. –Алматы: КОУ, 2018. – 171 с. [Davidenko A.N., Ratov B.T., Pashchenko A.A., Ignatov A.A. Vliyanie gidrostaticheskogo davleniya na udarnoe abrazivno-mekhanicheskoe burenie skvazhin: monografiya. –Almaty: KOU, 2018. – 171 s.]
- 12 Ratov B.T., Fedorov B.V. Hydroimpulsive Development of Fluid-Containing Recovery // Life Sci J. – 2013. – N 10. – P. 302-305
- 13 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Куттыбаев А.Е., Койбакова С.Е., Бораш А.Р. Научные основы создания алмазных буровых инструментов кольцевого типа // Нефть и газ. – 2022. – №4. – С. 58-73. [Ratov B.T., Fedorov B.V., Kuttybaev A.E., Kojbakova S.E., Borash A.R. Nauchnye osnovy sozdaniyaalmaznyh burovyh instrumentov kol'cevogo tipa // Neft' i gaz. – 2022. – №4. – С. 58-73.]
- 14 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Закинов С.Т. Бораш Б.Р. Современные конструкции алмазных коронок для бурения скважин // Нефть и газ. – 2022. – №2 (128). – С. 92-102 [Ratov B.T., Fedorov B.V., Isonkin A.M., Zakenov S.T. Borash B.R. Sovremennyye konstrukciialmaznyh koronok dlya bureniya skvazhin // Neft' i gaz. – 2022. – №2 (128). – С. 92-102.]
- 15 Ratov B.T., Bondarenko N.A., Mechnik V.A., Borash B.R., Muzapparova A.B. et al. A study of the structure and strength properties of the WC–Co drill insert with different CrB2 content sintered by vacuum hot pressing // SOCAR Proceedings. – 2022. – N. 1 – P. 037-046. DOI: 10.5510/OGP20220100626
- 16 Sudakov A., Dreus A., Ratov B., Delikesheva D. The oretical bases of isolation technology for swallowing horizons using thermoplastic materials // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2018. – Vol. 2, N. 428. – P. 72 – 80
- 17 Kozhevnykov A.A, Ratov B.T, Arshidinova M.T, et al. The 100th Anniversary of the Establishment of the Carbide: Carbide Bit. // Int J Chem Sci. – 2017. – N15. – P. 118.