

УДК 622.276

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГРП НА ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Сиков Н.Н.**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия (625000, Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: yurasev\_ae@mail.ru*

Для разработки газоконденсатных залежей выделены два основных эксплуатационных объекта. Анализ результатов исследования скважин эксплуатационного фонда свидетельствует об их значительной неоднородности по продуктивности. Продуктивность действующих 162 скважин, подвергшихся ГРП, выше, чем до проведения мероприятий по интенсификации, в 2,5 раза. Существует необходимость проведения дополнительных работ по интенсификации притока газа методом ГРП для достижения проектных уровней добычи новых скважин. Успешность проведения ГРП с учётом повторных операций составила 70%. В настоящее время более 80 % эксплуатационного фонда охвачено гидравлическим разрывом пласта. Применяемые в настоящее время технологии гидравлического разрыва пласта, заключающиеся в использовании в качестве жидкости разрыва водного геля, малоэффективны при снижении пластового давления ниже 12 МПа.

Ключевые слова: газ, конденсат, месторождение, гидравлический разрыв пласта, эффективность мероприятия

## **ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF HYDRAULIC FRACTURING AT THE GAS CONDENSATE FIELD OF WESTERN SIBERIA**

**Sikov N.N.**

*Federal Budget Educational Institution of Higher Education "Industrial University of Tyumen", Tyumen, Russia (625000 Russia, Tyumen, street Volodarskogo, 38), e-mail: yurasev\_ae@mail.ru*

Two main operational objects have been identified for the development of gas-condensate deposits. Analysis of the results of research of the wells of the operational fund indicates their significant heterogeneity in productivity. The productivity of the existing 162 wells subjected to hydraulic fracturing is 2.5 times higher than before the intensification measures. There is a need for additional work to intensify the flow of gas through the fracturing method to achieve design levels for new wells. The success of the hydraulic fracturing with the account of repeated operations was 70%. Currently, more than 80% of the operational fund is covered by hydraulic fracturing of the formation. Current hydraulic fracturing technologies, which involve the use of a water gel as a liquid, are ineffective when reservoir pressure is lower than 12 MPa.

Keywords: gas, condensate, deposit, hydraulic fracturing, operation efficiency

Газоконденсатное месторождение расположено в северной части Западно-Сибирской низменности на юге Тазовского полуострова. В административном отношении территория входит в состав Надымского (районный центр – г. Надым) и Тазовского районов (районный центр – п. Тазовский) Ямало-Ненецкого автономного округа (окружной центр – г. Салехард) Тюменской области.

В настоящее время выполнено 2066 газодинамических исследований по 397 эксплуатационным скважинам, а также вышедших из бурения, но на рассматриваемую дату на баланс не принятых. Практически по всем скважинам, за исключением «новых», исследования выполнены от 3 до 10 раз, а по некоторым до 20 раз и более, что позволяет оценить не только динамику изменения продуктивной характеристики в процессе эксплуатации, но и влияние процесса длительной консервации отдельных скважин на их добывные возможности [1].

Анализ результатов исследования скважин эксплуатационного фонда свидетельствует об их значительной неоднородности по продуктивной характеристике. Так, величина абсолютно-свободного дебита, являющегося обобщённой характеристикой продуктивности скважин, приведённая к начальному пластовому давлению, изменяется от 400-600 тыс. м<sup>3</sup>/сут до 1500-2000 тыс. м<sup>3</sup>/сут, достигая в отдельных случаях 3000 тыс. м<sup>3</sup>/сут и. Лучшей продуктивной характеристикой обладают скважины I и II объектов эксплуатации в районе УППГ-3В. Средние величины приведённых к начальному пластовому давлению абсолютно-свободных дебитов скважин по этой зоне составляют для I объекта 1408 тыс. м<sup>3</sup>/сут, по II объекту- 1724 тыс. м<sup>3</sup>/сут. На других участках месторождения их величины несколько ниже и составляют по II объекту в районе УКПГ-1В и УППГ-2В, соответственно, 1156 и 985 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

Средние значения параметров фильтрационных сопротивлений по пробуренным скважинам с учётом изменения их продуктивности в процессе свидетельствуют, что скважины, находящиеся в простое, обладают более высокими значениями фильтрационных параметров, а, следовательно, и худшей продуктивной характеристикой и добывными возможностями. В простаивающих скважинах для вывода их из бездействия, по возможности, были приобщены или I, или II объекты с применением технологий интенсификации притока, в основном гидроразрыва пласта, что существенно улучшило продуктивную характеристику этих скважин [2, 3].

В настоящее время из числа эксплуатирующихся оба объекта 14 скважин по разным причинам простаивают, в том числе пять из них не выходит на рабочий режим. Из 168 скважин, выведенных из бездействия в результате проведения ГРП, в действующем фонде на

01.01.2014 находится 162 скважины. Часть скважин выбыла из действующего фонда по причине обводнения.

Результаты выполненных газодинамических исследований по 162 действующим на 01.01.2014 скважинам (56 % от всего действующего фонда), по которым проведены работы по гидроразрыву пласта, свидетельствуют, что их средняя продуктивная характеристика увеличилась в пределах УКПГ (УППГ) от 1,4 до 3,3 раз (исключая I объект УКПГ-1В из-за незначительного числа объектов осреднения, где коэффициент увеличения выше).

В целом по месторождению продуктивность действующих на 01.01.2014 162 скважин, подвергшихся ГРП, выше, чем до проведения мероприятий по интенсификации, в 2,5 раза. Улучшение продуктивной характеристики скважин после проведения мероприятий по интенсификации притока резко изменило их добывные возможности, рисунок 1.

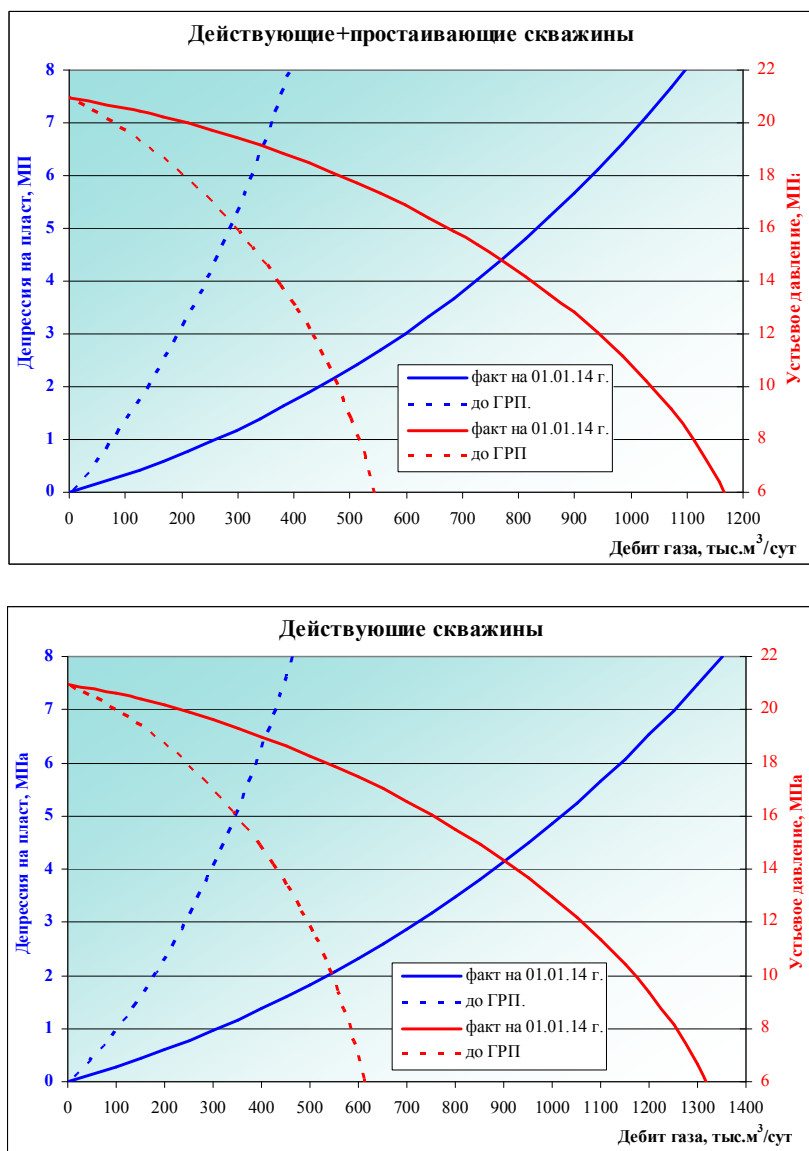


Рисунок 1 – Средние добывные возможности эксплуатационных скважин I объекта после проведения ГРП на 01.01.2014

Из 106 «новых» скважин часть их (30 ед.) пробурена с вертикальным забоем. Однако следует отметить, что продуктивность большинства скважин относительно невысока. Если в пределах УППГ-3В продуктивность скважин (9 ед., все с горизонтальным окончанием) даже выше средней по действующему фонду на 01.01.2014, то в районе УКПГ-1В и УППГ-2В фильтрационный коэффициент «а» выше, чем средний по действующему фонду, соответственно в 1,8 и 1,9 раза. Это свидетельствует о худшей проницаемости коллекторов в новых осваиваемых зонах, чем в уже эксплуатирующихся, а также о возможном искусственном снижении проницаемости в процессе бурения, что также имело место из-за нарушения технологии по разным причинам (отключение электроэнергии, несвоевременный подвоз труб и др.) [4, 5].

Таким образом, существует необходимость проведения дополнительных работ по интенсификации притока газа методом ГРП для достижения проектных добывных возможностей «новых» скважин. Работы эти начаты и проведены в 15 скважинах, продуктивность их увеличена в среднем в 2,1 раза.

На основе выполненного выше анализа результатов газодинамических исследований эксплуатационных скважин можно сделать следующие основные выводы:

- продуктивность скважин характеризуется значительной степенью неоднородности по площади эксплуатационных объектов;
- в период после освоения скважин до момента пуска в эксплуатацию продуктивная характеристика скважин не изменяется и не зависит от продолжительности консервации;
- в процессе эксплуатации отдельных скважин наблюдается улучшение продуктивности за счёт самоочистки призабойной зоны от продуктов бурения в среднем на 25-50 %, наиболее интенсивно процесс самоочистки призабойной зоны наблюдается в начальный период (до 3 мес) после пуска скважины в работу;
- как правило, процесс самоочистки призабойной зоны приводит к уменьшению фильтрационного коэффициента «а» при неизменном значении коэффициента «b»;
- любое поступление пластовой воды в скважину приводит к росту коэффициентов фильтрационных параметров «а» и «b» и ухудшению её продуктивности.
- проведение ГРП на скважинах может привести к увеличению начальной их продуктивности в 2-3 и более раз. Новые скважины, в том числе и пробуренные с субгоризонтальным окончанием, также нуждаются в проведении мероприятий по интенсификации притока.

Основным мероприятием по выводу скважин из бездействия являлся гидравлический разрыв пласта. Следует отметить, что метод ГРП был выбран не случайно. Недостаточная средняя продуктивность эксплуатационных скважин, а также вынужденная консервация

большинства из них в течение десятилетия и более, повлиявшая на их техническое состояние, вызывала сомнения в достижении запланированных объёмов добычи углеводородного сырья на месторождении. Другие методы обработки призабойной зоны пласта химическими реагентами не дают такого резкого увеличения продуктивности, как ГРП. Кроме того, апробация на скважинах Уренгойского и Ен-Яхинского месторождений кислотных, глинокислотных и пенокислотных обработок показала низкую их эффективность. Мероприятия, проведённые на газоконденсатных скважинах с целью интенсификации притока в период 2002-2013 гг., позволили значительно увеличить действующий фонд скважин и снизить депрессии на пласт при их эксплуатации. Наибольшее количество скважин с помощью ГРП выведено из бездействия в 2006 и 2007 гг., по тридцать скважин в каждом. В результате уменьшения затрат пластовой энергии при работе скважин существенно повысилась надёжность в обеспечении проектных объёмов добычи газа и конденсата, а следовательно и в достижении проектных коэффициентов их извлечения.

Успешность проведения ГРП, с учётом повторных операций, составила 70%, то есть из 240 скважин, подвергшихся интенсификации этим способом, в действие введено 168 скважин, в которых продуктивность возросла в среднем в 2,4 раза.

Анализ изменения продуктивной характеристики скважин после проведения работ по гидравлическому разрыву пласта свидетельствует, что, несмотря на высокую успешность вывода скважин из бездействия, наблюдается явная тенденция снижения увеличения продуктивной характеристики скважин после проведения работ. Так, если в начальный период по скважинам после проведения ГРП продуктивная характеристика в среднем увеличивалась в 2,5 и более раз, а по выведенным из бездействия до 3,8 раза, то к 2013 г. этот показатель снизился по выведенным из бездействия до 1,8 раза, что обусловлено снижением пластового давления и отсутствием кандидатов для проведения работ. Следует отметить, что в 2009 г. вывод из бездействия обеспечен в подавляющем большинстве водоизоляцией пакерами и цементными мостами, а увеличение продуктивности скважин от ГРП в среднем незначительно. В 2013 г. из четырёх скважин, в которых проводился ГРП, не удалось вывести из бездействия ни одну.

На рисунках 2 и 3 приведены систематизированные сведения об эффективности всего объема проведенных ГРП по геологическим объектам и по организациям-подрядчикам, проводившим ГРП.

В настоящее время более 80 % эксплуатационного фонда охвачено гидравлическим разрывом пласта, а как свидетельствуют результаты сопоставления продуктивности скважин после повторного мероприятия, эффект от ГРП значительно ниже.

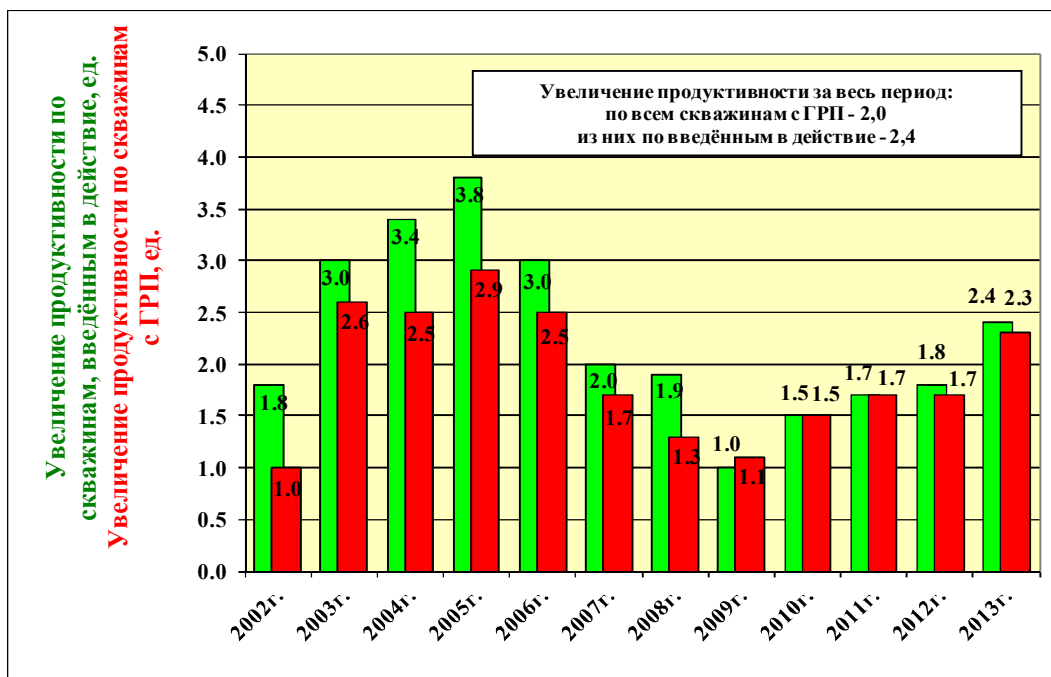
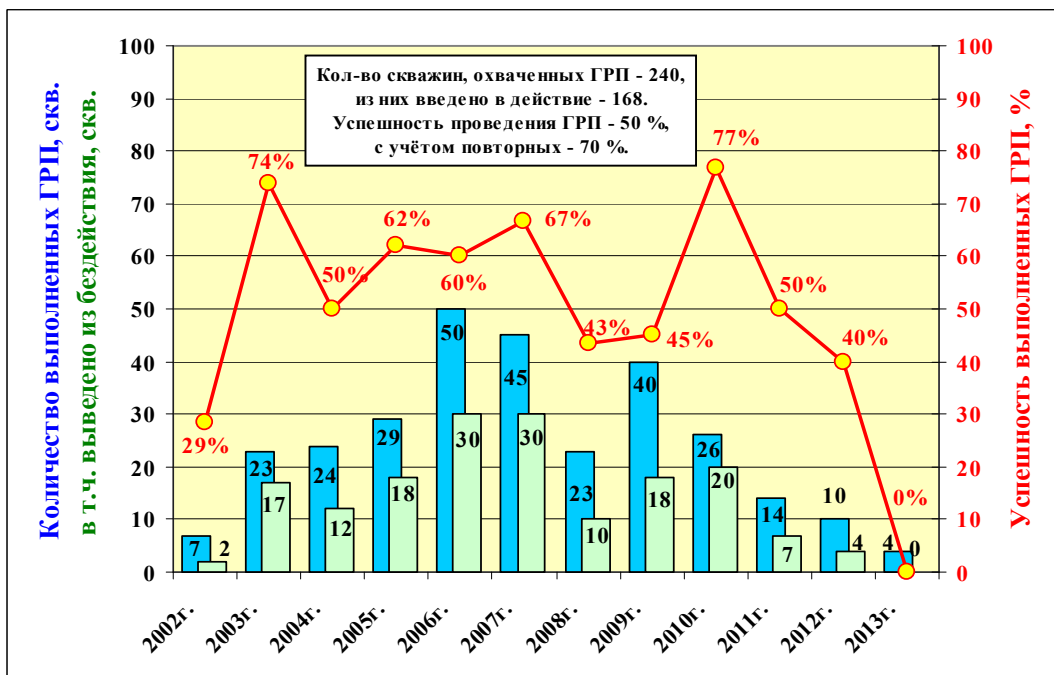


Рисунок 2 - Эффективность выполнения ГРП за период 2002-2013 гг. на месторождении

Учитывая значительный охват скважин и практически отсутствие кандидатов на выполнение работ, в совокупности с их усложнением, следует прогнозировать увеличение неэффективности данного метода реанимации скважин в ближайшей перспективе. Применяемые в настоящее время технологии гидравлического разрыва пласта, заключающиеся в использовании в качестве жидкости разрыва водного геля, малоэффективны при снижении пластового давления ниже 12 МПа, а при проведении работ в скважинах с пластовым давлением ниже 10 МПа, данная технология вообще перестает быть эффективной, что косвенно явилось причиной снижения успешности капитального

ремонта в последние годы (рисунок 4). Применение технологии проведения гидравлического разрыва пласта жидкостью разрыва на пенной основе или на сжиженном газе позволило бы продлить эффективность данного метода с точки зрения вывода скважин из бездействия, но как свидетельствуют результаты расчета технико-экономических показателей, выполненные в рамках научно-технического сопровождения 2011 г., уже с 2015 г. дополнительная добыча углеводородов не будет обеспечивать необходимую рентабельность мероприятия.

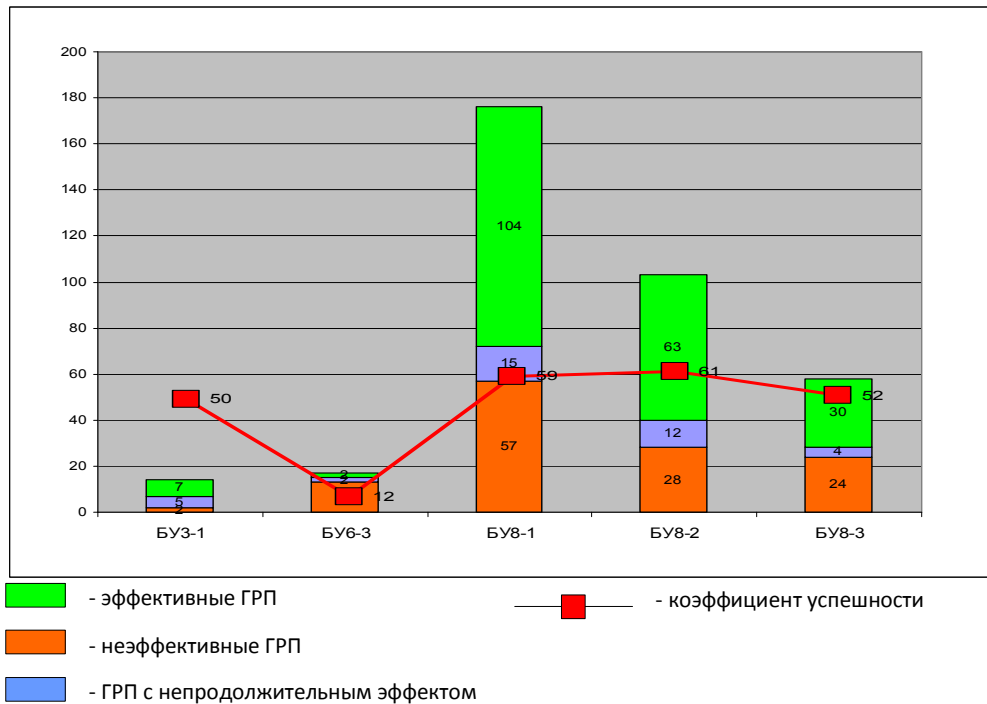


Рисунок 3 - Сравнение успешности ГРП по продуктивным пластам

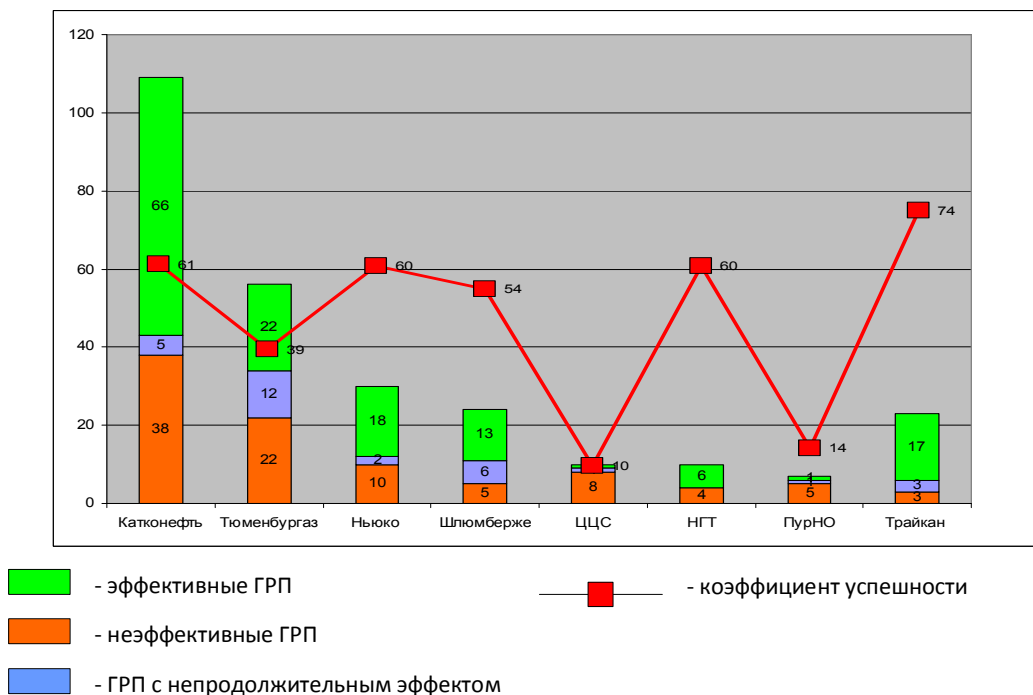


Рисунок 4 - Сравнение успешности ГРП по организациям-подрядчикам

Метод интенсификации ГРП, широко внедрённый на нижнемеловых залежах месторождения, зарекомендовал себя как наиболее эффективный. Однако, в дальнейшем, при его использовании, ввиду значительного количества скважин, охваченных мероприятием и снижением пластового давления, в ближайшей перспективе следует ожидать существенного снижения эффективности выполнения работ. Применение данного метода за пределами 2013 г. может рассматриваться только адресно в качестве сопутствующего мероприятия при проведении капитального ремонта, а также в скважинах «нового» фонда, расположенных в периферийных частях залежей, характеризующихся более высоким пластовым давлением, с целью достижения проектной продуктивности и целенаправленного управления работой вскрытых в разрезе скважин продуктивных пластов, особенно низкопроницаемых, для максимального извлечения углеводородов из недр.

#### Литература.

1. Елишева А.О., Лумпова А.Н., Симаков Е.А., Полетаев К.А., Бриллиант Л.С. Оценка производительности горизонтальных скважин с одной трещиной или системой ГРП // Нефть Газ. Новации. — 2015. — № 2. — С. 50-53.
2. Добкин С.В., Девентер В., Намазова Г., Юшков И.Ю., Нестеренко А.Н. Моделирование продуктивности газоконденсатных скважин // Наука и техника в газовой промышленности. — 2016. — № 4. — С. 17-31.
3. Каширина К.О., Забоева М.И. Приближенные решения о притоке реального газа к вертикальной трещине ГРП и горизонтальному стволу по нелинейному закону фильтрации // Новые технологии для ТЭК Западной Сибири. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры. — 2008. — С. 311-312.
4. Романенков А.В., Синцов И.А., Полякова Н.С. Метод обоснования коэффициентов фильтрационного сопротивления газовых и газоконденсатных скважин с учетом достоверности полученных данных // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 6. — С. 185-189.
5. Цыганков В.А., Малкин Д.Н., Савастеев В.Г. Отечественные реагенты для гидравлического разрыва пласта // Наука и техника в газовой промышленности. — 2014. — № 1. — С. 21-27.