



УДК 622.279.23

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ГАЗООТДАЧИ НА ЮЖНО-РУССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF HYDRAULIC FRACTURING TO INCREASE GAS RECOVERY AT THE YUZHNO-RUSSIAN FIELD

Суховаева Полина Александровна

студент направления подготовки
21.03.01 «Нефтегазовое дело»,
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук, доцент
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Крылов Кирилл Алексеевич

студент направления подготовки
21.03.01 «Нефтегазовое дело»,
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kirillk-2000@mail.ru

Сабайдаш Максим Леонидович

студент направления подготовки
21.03.01 «Нефтегазовое дело»,
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
msabaydash@list.ru

Корсак Максим Витальевич

студент направления подготовки
21.03.01 «Нефтегазовое дело»,
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
therealmarkricks@bk.ru

Поляков Алексей Владимирович

кандидат технических наук, доцент
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрен гидроразрыв пласта с целью увеличения газоотдачи на примере Южно-русского месторождения. Итог данного исследования – это анализ применения ГРП для различных скважин, в том числе скважин с восходящим и субгоризонтальным окончанием, а также вертикальных скважин.

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, ГРП, дебит скважины, восходящее окончание, субгоризонтальное окончание, режим работы скважин, вертикальные скважины.

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student Training Direction
21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and
Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Krylov Kirill Alekseevich

Student Training Direction
21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
kirillk-2000@mail.ru

Sabaydash Maxim Leonidovich

Student Training Direction
21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
msabaydash@list.ru

Korsak Maxim Vitalievich

Student Training Direction
21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
therealmarkricks@bk.ru

Polyakov Alexey Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and
Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Annotation. This article discusses hydraulic fracturing in order to increase gas recovery using the Yuzhno-Russkoye field as an example. The result of this study is an analysis of the use of hydraulic fracturing for various wells, including wells with ascending and sub-horizontal completions, as well as vertical wells.

Keywords: hydraulic fracturing, hydraulic fracturing, well flowrate, ascending termination, sub-horizontal termination, well operation mode, vertical wells.

В качестве основного метода повышения коэффициента извлечения УВС пластов и интенсификации добычи УВС на Туронских скважинах Южно-Русского месторождения принят ГРП, выполненный на скважинах № 35-Р, 51-Р, 1902.



Скважина № 35-Р, по конструкции вертикальная скважина.

В 2008 г. на скважине силами ЗАО «ТЮМГАЗКАМКО» выполнен ГРП с использованием геля на водной основе и размещением в пласте 81 т проппанта. Предполагалось, что добыча после ГРП возрастет почти вдвое по сравнению с начальным уровнем до ГРП. Однако, в соответствии с фактическими данными, ГРП не был эффективным, и фактический дебит скважины почти не изменился. Ввиду отмеченного обстоятельства скважина была законсервирована. Наиболее вероятной причиной низкого дебита после ГРП послужило отсутствие ингибиторов гидратообразования в составе жидкости разрыва. Образовавшиеся гидраты могли полностью закупорить трещину и ограничить приток газа.

В 2014 г. скважина 35-Р была расконсервирована для оценки эффекта ГРП, выполненного в 2008 г., и в ней был выполнен комплекс исследований, направленный на определение текущей продуктивности, включающий ГДИ скважины;

Так как разведочная скважина № Р-35 была расконсервирована для оценки эффекта ГРП, выполненного в 2008 г., то в ней был выполнен комплекс исследований, направленный на определение текущей продуктивности, включающий ГДИ. Выполненное ГДИ (02–19.06.2014) включало в себя:

- длительную остановку для записи КВД длительностью трое суток;
- отработку на режимах с разными диаметрами шайбы (8–16 мм) длительностью по одному дню;
- запись давления по стволу при подъеме прибора с глубины 850 м в остановленной, а затем и в работающей скважине.

За время работы на режимах дебит вертикальной разведочной скважины № Р-35 изменялся в диапазоне от 87,4 до 228,0 тыс. м³/сут при депрессии, изменяющейся в диапазоне от 0,44 до 2,83 МПа. В результате выполненного исследования утилизировано 1,34 млн м³.

Из сравнения результатов ГДИ, выполненных в скважине № Р-35 (рис. 1), видно, что текущая продуктивность скважины выше, чем полученная перед консервацией. Согласно данным ГДИ пластовое давление оценивалось в размере 9,57 МПа как в 2008 г. (после ГРП), так и в 2014 г. (после расконсервации). Дебит при этом вырос в среднем на 30 тыс. м³/сут на шайбах диаметром 10–12 мм и на более чем 50 тыс. м³/сут на шайбах диаметром 14–16 мм.

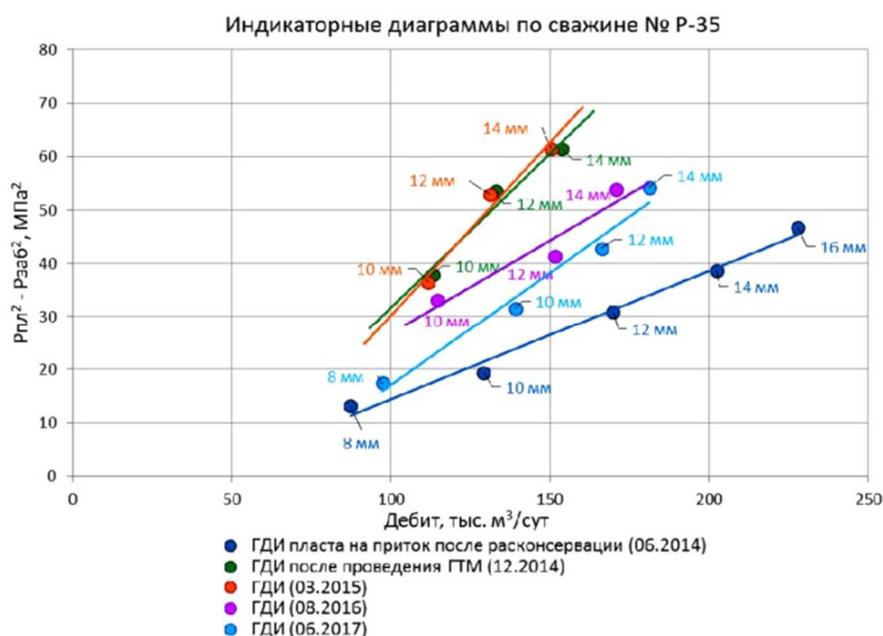


Рисунок 1 – Индикаторные диаграммы по скважине № Р-35

По результатам ГДИ скважины № 51-Р до ГРП дебит газа изменялся от 34 до 60 тыс. м³/сут, забойное давление от 6,0 до 2,1 МПа.

Результаты ГРП на скважине № 51-Р способствовали увеличению продуктивности скважины в семь раз, относительно ГДИ до ГРП. Трещина ГРП уверенно прослеживается по данным регистрации КВД. Полудлина составляет 35 м, проводимость $166 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2 \cdot \text{м}$.

На скважине № Р-51 в 2015 г. проведен ГРП и, в соответствии с программой исследовательских работ, выполнен комплекс исследований.

Результаты интерпретации полученных данных (рис. 1) указывают на достижение запланированного результата – значительное увеличение продуктивности скважины.

По результатам последних исследований по разведочной скважине № Р-51 основные показатели соответствуют следующим значениям: пластовое давление 10,19 МПа, проницаемость $9,7 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$,



фильтрационные коэффициенты a и b равны $0,16 \text{ МПа}^2/(\text{тыс. м}^3/\text{сут})$ и $1,51 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^2/(\text{тыс. м}^3/\text{сут})^2$ соответственно. Данные последнего исследования имеют определенные различия с предыдущим исследованием, что объясняется выполненным на скважине ГРП, в результате которого были подключены в работу другие продуктивные пропластки гидравлической системы, ранее не участвующие в притоке. Данные наблюдения указывают на увеличение дренируемой зоны, наиболее вероятно за счет длины разрыва пласта (трещины), а значит отмечается положительный эффект от ГРП на туронских отложениях Южно-Русского месторождения. Отсутствие эффекта через месяц после ГРП вероятнее всего обусловлено недочетами техники (технологии) его выполнения.

Применение ГРП показало свою эффективность на протяжении многих лет разработки нефтяных месторождений. Создаваемые трещины, заполненные проппантом, активируют зоны, не вовлеченные в активную разработку по различным причинам. Трещины распространяются в вертикальном и латеральном направлении, длина трещин достигает десятков метров, а ширина, в зависимости от свойств коллектора и давлений – от миллиметров до сантиметров. Также стоит отметить, что по мере распространения трещины от забоя скважины, отмечается ухудшение ее фильтрационных характеристик.

Для устранения кольматации призабойной зоны пласта допустимо применять малообъемный гидроразрыв пласта.

В ходе проведенных расчетов гидравлического разрыва пласта можно сказать, что при правильном выборе составляющих: состава жидкости разрыва (концентрация жидкости песконосителя, пластовой жидкости, их вязкости гранулометрический состав песка), доброкачественного оборудования: пескосмесительные агрегаты, обвязка и оборудования устья, выбор пакеров их правильного применения можно отметить, опираясь на расчеты, что при гидродинамическом разрыве пласта увеличивается продуктивность скважины, проницаемость пласта, расширяется зона дренирования, что позволяет увеличить дебиты скважин, после ГРП, почти в два раза при тех же прочих условиях. Наилучшие результаты по увеличению дебита после ГРП показали скважины с восходящим окончанием и субгоризонтальным окончанием, наименее продуктивно применение ГРП оказалось на вертикальной скважине.

Литература:

1. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 576 с.
2. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.
3. Савенок О.В., Ладенко А.А. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГУ», 2019. – 275 с.
4. Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы борьбы с АСПО на месторождениях ООО «РН-Краснодарнефтегаз» на примере Успенского и Горячеключевского участков // Строительство и ремонт скважин – 2010: Сборник докладов Международной научно-практической конференции (27 сентября–02 октября 2010 года, Геленджик, Краснодарский край) / ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо». – Краснодар : ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2010. – С. 147–150.
5. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
6. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.
7. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.
8. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.
9. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при реконструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.
10. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём резки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.

References:

1. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoyeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar : LLC «Izdatel'skiy Dom – Yug», 2016. – 576 p.
2. Geoinformatics of oil and gas wells / Popov V.V. [et al.]. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2018. – 292 p.
3. Savenok O.V., Ladenko A.A. Development of oil and gas fields. – Krasnodar : Ed. FGBOU VO «KubSTU», 2019. – 275 p.
4. Kusov G.V., Savenok O.V. Methods of control of ASPO at the fields of LLC «RN-Krasnodarneftegaz» on the example of Uspensky and Gorya-Cheklyuchevsky sites // Construction and repair of wells – 2010: Collection of reports of



the International scientific-practical conference (September 27 October–October 2, 2010, Gelendzhik, Krasnodar Territory) / LLC Research and Production Company «Nitpo». – Krasnodar : LLC «Research and Production Company «Nitpo», 2010. – P. 147–150.

5. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // *Bulatov readings*. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.

6. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // *Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin)*. – 2020. – № 2. – P. 279–288.

7. Shiyani S.I., Muntyan V.S. Prospects for the development of the Severo-Tarasovsky oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // *Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin)*. – 2020. – № 2. – P. 289–299.

8. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // *Science and technology in the gas industry*. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.

9. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the reconstruction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // *Oil Engineer*. – 2020. – № 3. – P. 34–42.

10. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoy sky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // *Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin)*. – 2020. – № 2. – P. 248–266.