

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра Геофизики

**«Определение интервала прострела обсадной колонны по данным ГИС»**

**АВТОРЕФЕРАТ**

Студента 5 курса 531 группы  
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело  
геологического факультета  
Куприянова Александра Александровича

Научный руководитель

к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.Ю. Шигаев

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

**Введение.** Представленная работа написана на основе материалов, полученных автором в период прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности проходила в компании АО «ГеофизСервис».

Объектом исследования является скважина № 49 Белокаменного месторождения (Прикаспийская впадина).

Актуальность исследований:

Прострелочно-взрывные работы (ПВР) в нефтяных, газовых и других скважинах применяются на стадиях разведки, вскрытия и эксплуатации продуктивных пластов с использованием широкой номенклатуры кумулятивных перфораторов, воздействием пороховых газов и горюче-окислительных систем. В процессе освоения и эксплуатации скважин используют различные виды взрывного воздействия. В рассматриваемой в работе скважине № 49 Белокаменного месторождения (Прикаспийской впадины) применялась кумулятивная перфорация, которая имеет ряд недостатков, связанных с прихватами (заклинивание) аппарата для проведения кумулятивной перфорации в месте действия, при спуске, подъеме на кабеле и на трубах; обрыв кабеля выше аппарата и оставление его в скважине. Аварии подобного типа предотвращаются своевременным проведением контрольного комплекса геофизических исследований скважин (ГИС). На объекте исследований комплекс включает: гамма каротаж (ГК), методы магнитной локации (МЛ) и термометрии скважин (ТМ), позволяющий качественно провести операции по определению границ перфорации и контролю качества выполненных ПВР.

Цель работы: контроль применения кумулятивной перфорации в интервале глубин 3151-3157 м по материалам ГИС.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. Изучить краткую геологическую характеристику района работ.

2. Изучить теоретические основы методов ГИС и особенности ПВР, применяемых на объекте исследований.

3. Привести результаты исследований скважины № 49 Белокаменного месторождения методами ГИС до и после перфорации и определить качество ПВР.

Эффективное и безопасное применение техники и технологии ПВР невозможно без знания основ теории ПВР, особенностей их проведения, а также основных конструкционных особенностей применяемой аппаратуры.

**Основное содержание работы:** В разделе 1 «Теоретические основы прострелочно-взрывных работ» приводятся материалы, позволяющие получить представление о теоретических основах прострелочно-взрывных работ. В подразделе 1.1 даются общие сведения о ПВР. Идёт общее описание применение прострелочно-взрывных работ, краткая история разработки и текущие цели, решаемые ПВР.

В подразделе 1.2 рассмотрены качества следующих видов ПВР: вторичное вскрытие нефтегазовых пластов за счёт перфорации обсадных труб; интенсификация притока флюидов к скважине благодаря воздействию на околоскважинную зону различным оборудованием; отбор кернового материала; отбор пластовых флюидов из продуктивных горизонтов; разделение пластов для одновременно-разобщенной добычи с использованием взрывных пакеров; минимизация последствий аварий; очистка забойного пространства скважин от различного мусора и помех специальными ловителями.

В подразделе 1.3 рассмотрено геофизическое оборудование ПВР: передвижных каротажные подъёмники, а также специализированные лаборатории. Подъёмники, как правило, монтируются на шасси высокопроходимых мощных автомобилей (КамАЗы, ЗИЛы), а в особо сложных условиях применяются гусеничные вездеходы. Существуют также специальные облегченные модели данного оборудования, которые возможно доставить сразу на вертолетной подвеске. Лаборатория перфораторной станции (ЛПС), также называемая передвижной зарядной мастерской, разработана для

транспортировки к скважинам определенных количеств ВМ и устройств и их заряданию, а также кратковременному хранению, если требуется.

В подразделе 1.4 кратко рассказывается о 4 способах перфорации – пулевой, торпедной, кумулятивной и пескоструйной. При пулевой перфорации в скважину на электрическом кабеле спускают стреляющее устройство, которое состоит из нескольких (8-10) камер-стволов, заряженных пулями диаметром 12,5 мм. Каморы заряжаются взрывчатым веществом и детонаторами. При подаче электрического заряда пули пробивают колонну, цемент и внедряются в породу, образуя канал для движения жидкости и газа из пласта в скважину. При торпедной перфорации для прострела применяется разрывной снаряд, оборудованный взрывателем замедленного действия. Масса внутреннего заряда взрывчатых веществ составляет, как правило, 5 граммов. Спускаемое устройство состоит из специальных секций, каждая из которых снабжена двумя горизонтальными стволами, а снаряд оснащается средством инициации накального вида. При проведении происходит взрыв внутреннего заряда, за счет чего порода разрушается. Масса взрывчатых веществ одной камеры составляет 27 г. Глубина каналов по результатам промышленных исследований составляет от 100 до 160 мм, диаметр канала – 22 мм. На 1 м длины фильтра обычно пробивают не более четырех отверстий, так как при торпедной перфорации зачастую происходит разрушения обсадных труб. Для пескоструйной перфорации в скважину спускают специальный аппарат на насосно-компрессорных трубах, по которым подается под высоким давлением жидкость с песком. Вытекая из сопел с большой скоростью, достигающей нескольких сот метров в секунду, жидкость с песком пробивает эксплуатационную колонну, цементное кольцо и внедряется в породу на глубину до 1 м. Кумулятивная перфорация происходит за счёт действия стреляющих перфораторов, без использования пуль или снарядов. Разрушение осуществляется благодаря мощному сфокусированному взрыву. Данная фокусировка происходит в виду конической формы поверхности заряда

взрывчатых веществ, покрытых специальным тонким покрытием из меди толщиной 0,6 мм.

В разделе 2 рассмотрены физико-геологические основы методов ГИС, применяемых для контроля прострелочно-взрывных работ на скважине 49 Белокаменного месторождения.

В подразделе 2.1 «Общие сведения о ГИС» кратко рассказываются общие сведения об изучении геологического строения недр по скважинным разрезам, выявлении и оценке запасов углеводородного сырья, использовании промыслово-геофизической информации при проектировании, о контроле и об анализе разработки месторождений нефти и газа и технического состояния скважин. В последние годы разработаны новые методы геофизического исследования скважин (ГИС), повсеместно внедряется современная геофизическая аппаратура, позволяющая оперативно производить комплексную обработку и интерпретацию промыслово-геофизической информации с помощью ЭВМ и персональных компьютеров, использующих новейшие средства программного обеспечения.

В подразделе 2.2 рассказывается о гамма-каротаже, который показывает естественную радиоактивность, или гамма-активность, пород в скважине. Эта радиоактивность образуется за счёт радиоактивных изотопов глинистых минералов - различные глины, слюды и минералов группы фосфатов. Помимо глин, значительной радиоактивностью обладают полимиктовые песчаники, имея при этом незначительную глинистость, за счёт калийсодержащих минералов: полевого шпата, глауконита, микролина, а также – радиоактивность самой обсадной колонны, что также может являться важной информацией в ходе ГИС.

В подразделе 2.3 рассказывается о методе магнитной локации. Данный метод основан на электромагнитной индукции в проводниках электрического тока. При исследованиях регистрируются изменения магнитной проводимости в металле обсадной колонны и насосно-компрессорных труб вследствие нарушения их сплошности, таких как утолщения, разрывы и перфорация.

В подразделе 2.4 рассказывается о методе термометрии скважин, который основан на изучении распространения в скважинах и окружающих их горных породах естественных (геотермия) и искусственных тепловых полей. Методика термических исследований включает серию термозамеров, времени проведения которых выбирают исходя из особенностей поведения температур конкретной скважины. Количество регистрируемых термограмм по возможности увеличивают для получения наиболее полной информации об изменении температуры со временем. Иногда проводят непрерывную регистрацию температуры во времени на заданных глубинах.

В разделе 3 «Геологические сведения о районе работ» даётся характеристика района проводимых исследований: геологический разрез (подраздел 3.1) Белокаменного месторождения сложен мощной (до 4450 м) толщей палеозойско-кайнозойского чехла, залегающей на протерозойском фундаменте; палеозойская эратема в пределах Белокаменной площади представлена средним и верхним отделами девонской системы, каменноугольной и пермской системами; мезозойская – нижним отделом триасовой системы, средним и верхним отделами юрской системы и меловой системой; кайнозойская – неогеновой и четвертичной системами.

На тектонической карте (подраздел 3.2) месторождение расположено в границах Ровенско-Краснокутского вала во внешней части бортовой (северо-западной части) зоны Прикаспийской впадины, которая с севера и юго-востока ограничена флексуобразными прогибами (рисунок 1). Вал амплитудой до 150 м, протягивается в субширотном направлении параллельно бортовому уступу Прикаспийской впадины на 120 км, имеет ширину 8-15 км и располагается непосредственно во внешней части бортовой зоны.

Промышленная нефтегазоносность месторождения связана с продуктивными отложениями верхнего девона и нижнего карбона, в частности с пластами бобриковского, заволжско-малевского и евалновско-ливенского горизонтов.



Рисунок 1 - Обзорная тектоническая карта района работ

В разделе 4 проводится анализ использования данных ГИС при перфорации скважины №49 Белокаменного месторождения, где была применена кумулятивная перфорация обсадной колонны. Предполагаемый интервал перфорации 3151-3157 м. Данный вариант проведения ПВР отличается незначительными разрушениями колонны, которые представляют собой многочисленные отверстия, прожженные зарядом – подробно о технологии ПВР в целом и использованной в данном случае технологии в частности было написано в первом разделе.

В результате проведения ПВР обсадная колонна сильно разогревается. Проведение ТМ сразу после перфорации, пока скважина не остыла, позволяет определить сработал или нет кумулятивный заряд. Данный метод не всегда информативен, так как при малом количестве отверстий, образовавшихся после ПВР, разогрев колонны может быть незначительным. В нашем случае по увеличению температуры с максимумом на глубине 3153 м, как показано на рисунке 2, можно судить, что заряд перфоратора сработал, нагрел колонну и ближайшую к ней часть скважины и прискважинного пространства.



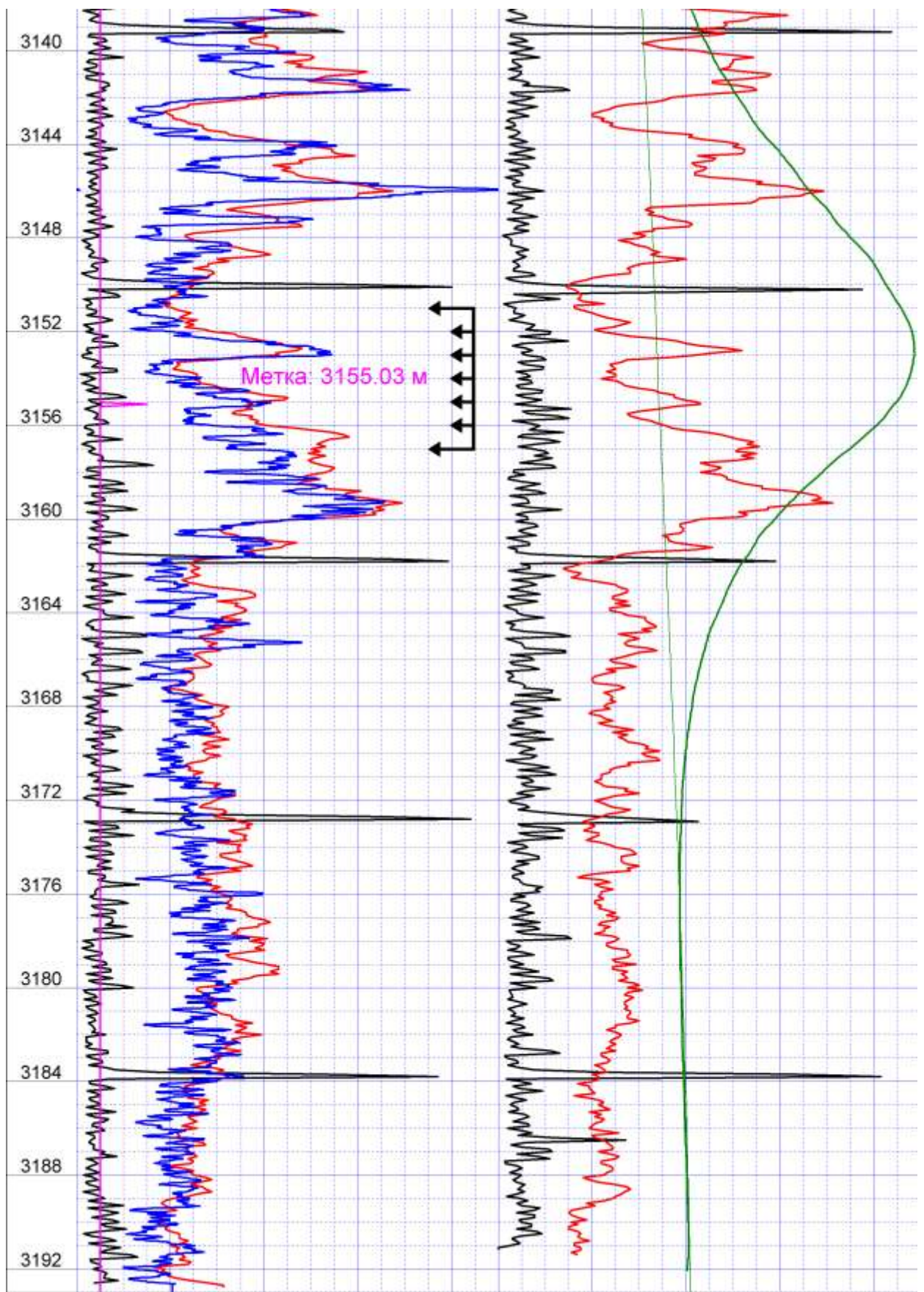


Рисунок 2 – Результаты увеличения температуры колонны до и после перфорации.



По данным термометрии наблюдается рост температуры на 4 градуса. К недостаткам методики отнесем то, что метод термометрии не позволяет определить произошло повторное вскрытие пласта при ПВР или нет.

В ходе исследований данные ГК и локатору муфт привлекаются для привязки перфоратора по глубине к нужному интервалу перфорации. Замеры проводят до и после перфорации. После чего сравнивают показания методов. Результаты замеров также представлены на рисунке 1.

В данном случае метод ГК не информативен и не показывает наличие или отсутствие перфорационных отверстий. Метод ЛМ должен показать нарушение целостности обсадной колонны в интервале перфорации. В исследуемой скважине при проведении кумулятивной перфорации подобные нарушения на каротажной диаграмме практически не видны, что также показано на представленном выше изображении.

Для облегчения привязки перфоратора на практике часто используют магнитные метки на каротажном кабеле, число которых в предполагаемом интервале перфорации обычно составляет 3-5 штук. В рассмотренном примере на кабель нанесена только одна метка, которая сместилась при спуско - подъемных операциях к забою скважины на 1 м и вместо глубины 3154 м остановилась на глубине 3155 м. Что привело в свою очередь к смещению в этом направлении всего простреленного интервала. Данный недостаток стал возможным из-за отсутствия остальных магнитных меток на кабеле, по которым можно было бы увидеть смещение той или иной метки по отношению к остальным.

Таким образом, комплекс ГИС в изучаемой скважине подтвердил срабатывание кумулятивных зарядов в интервале глубин 3151-3157 м на 1 м ниже проектного, что связано, по – видимому, с привязкой перфоратора только по одной магнитной метке на каротажном кабеле, которая сместилась к забою по неустановленным причинам.

**Заключение.** ПВР в скважинах заслуженно считаются ключевой составляющей эффективных технологий строительства и обустройства скважин. При кумулятивном методе ПВР возможен ряд осложнений, связанных в первую очередь с техническим аспектом процесса: прихват (заклинивание) аппарата в месте действия, при спуске, подъеме на кабеле; и на трубах, обрыв кабеля выше аппарата и оставление его в скважине. Указанные осложнения предотвращаются своевременным проведением ГИС.

Комплекс исследований ГИС (ГК, МЛ, ТМ) выполнен с целью выявления срабатывания кумулятивных зарядов в интервале перфорации скважины № 49 Белокаменного месторождения. Использование указанного комплекса ГИС в изучаемой скважине позволило подтвердить срабатывание кумулятивных зарядов в интервале глубин 3151-3157 м на 1 м ниже проектного, что связано, по – видимому, с привязкой перфоратора только по одной магнитной метке на каротажном кабеле, которая сместилась к забою по неустановленным причинам.

При подготовке и написании работы автором дана краткая геологическая характеристика района работ на основе имеющихся фондовых материалов, изучены теоретические основы методов ГИС и ПВР, применяемых на объекте исследований. Изучена информация, характеризующая методы ГИС, использование которых на изучаемой территории позволило определить фактические интервалы перфорации.

Полученные данные указывают на высокую эффективность применения комплекса ГИС для оперативного выделения в разрезе бурящейся скважины интервалов перфорации, приуроченных к пластам коллекторам различной литологии. Таким образом, задачу исследования считаю решённой, цель работы – достигнутой. Подготовка и написание работы позволили автору укрепить и развить теоретические знания, полученные на аудиторных занятиях, получить практические навыки проведения комплексных исследований по данным ГИС.