

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

Кафедра геофизики

**Комплексная характеристика продуктивности терригенных
коллекторов тимано-пашийских отложений по данным ГИРС
Ивановского месторождения (Саратовская область)**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т М А Г И С Т Е Р С К О Й Р А Б О Т Ы

Студента 2 курса 261 группы
направление 05.04.01 Геология
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»
геологического ф-та
Коблова Кирилла Константиновича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

М.В.Калинникова

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2025

Введение. Актуальность темы данной выпускной квалификационной работы определяется тем, что геолого-геофизические исследования и работы в скважинах (ГИРС), решают комплекс геологических задач, направленных на оперативное выделение в разрезе бурящийся скважины перспективных на нефть и газ пластов-коллекторов, изучение их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения, а так же обеспечение вторичного вскрытия продуктивных пластов в перспективных интервалах и проведении прострелочно-взрывных работ в исследуемых скважинах.

Исследования интервалов перфорации методами ГИС проводится с целью: определения фактической глубины и протяженности проперфорированного интервала; привязки интервала перфорации к разрезу; контроля количества перфорационных отверстий; контроля состояния обсадной колонны в интервале перфорации.

Детальность и достоверность решения выше указанных задач зависят от полноты выполненного в скважине комплекса геофизических исследований.

Объектом исследования данной работы является Ивановское месторождение, расположенное в геологических условиях Саратовских дислокаций.

Целью работы является комплексная характеристика продуктивности терригенных тимано-пашийских коллекторов по данным ГИРС на примере Ивановского месторождения Саратовской области.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

- охарактеризовать геолого - геофизический материал по территории исследования;
- изучить методику комплексной интерпретации данных ГИРС;
- освоить технологию выполнения прострелочно-взрывных работ (перфорацию) в скважинах;
- выделить терригенные пласты - коллекторы каменноугольного возраста по данным ГИРС в скважинах № 26, № 46 Ивановского месторождения;
- определить фильтрационно-емкостные свойства и характер насыщения

терригенных тимано-пашийских пластов –коллекторов;

- оценить характер истинного насыщения выделенных пластов –коллекторов в тимано-пашийских отложениях путем вторичного вскрытия (перфорации) в скважинах № 26, № 46 Ивановского месторождения;

Научная новизна работы. Осуществлен подбор перфораторов для вскрытия тимано-пашийских пластов – коллекторов, в зависимости от их мощности и фильтрационно-емкостных свойств, обеспечивающим достоверное поступление флюидов из исследуемых интервалов.

Научная и практическая значимость работы состоит в следующем:

Доказано, что скважина №41 находится в более благоприятных геологических условиях, чем скважина №26. Благодаря этому обстоятельству из скважина № 41 в интервалах 1819-1821,5 м и 1823,5-1827 м получен дебет 3,2 т/сутки, и в интервале 1842-1859 м – 6 т/сутки; в скважине №26 в интервалах 1830-1832 м, 1834-1840 м, 1848-1853 м дебиты 2,2 т/сутки.

Положения, выносимые на защиту. Комплексный подход к оценке характера насыщения терригенных тимано-пашийских коллекторов Ивановского месторождения, включающий литолого-петрофизическую характеристику и прямые исследования путем перфорации эксплуатационной колонны.

Материалами исследования послужили диаграммы комплекса ГИС по скважинам № 41 и №26 Ивановского месторождения. А также материалы, отражающие вторичное вскрытие тимано-пашийских пластов – коллекторов, такие как: перфорация, гамма-каротаж, термометрия, полученные по скважинам №41 и №26 Ивановского месторождения.

Структура работы. Магистерская работа состоит из введения, трех разделов: Геолого-геофизическая характеристика района работ, методика исследования, результаты исследования (в первом разделе содержится 4 подраздела; во втором разделе - 4 подраздела), заключения, списка использованных источников и приложений.

Основное содержание работы. Первый раздел работы «Геолого-геофизическая характеристика района работ» содержит четыре подраздела.

1.1 Административное положение и геолого-геофизическая изученность территории исследования. В административном отношении Ивановское месторождение расположено в Саратовской области между городами Саратов и Татищево.

1.2 Литолого-стратиграфическая характеристика разреза. Геологический разрез района, на территории которого расположено Ивановское месторождение, представлен породами складчатого фундамента архейско-протерозойского возраста и осадочными породами рифейского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов.

1.3 Тектоника

В современном структурном плане территория исследования расположена в Рязано-Саратовском прогибе, на стыке тектонических элементов II-го порядка - Аткарской впадины и Саратовских дислокаций.

1.4 Нефтегазоносность

Продуктивными на Ивановском месторождении являются терригенные отложения тульского и бобриковского горизонтов нижнего карбона, а также песчаники и алевролиты тиманско-пашийского возраста верхнего девона. Отложения тиманско-пашийского горизонта содержат нефтяную залежь, являющуюся основным объектом разработки. Продуктивная часть разреза горизонта сложена прослоями песчаников и алевролитов, разобщенных глинистыми разделами различной толщины. В целях достижения большей детализации геологического строения тиманско-пашийского продуктивного резервуара в его разрезе выделено два пласта, разобщенных глинистым разделом небольшой толщины. К двум выделенным пластам приурочена единая нефтяная залежь. Общая толщина верхнего пласта тиманско-пашийского горизонта изменяется от 10 до 15 метров при среднем значении 11,7 м. Суммарная эффективная толщина проницаемых прослоев в скважинах

меняется в более широком диапазоне от 1,8 м до 11,8 м при среднем значении 5,5 м. Нефтенасыщенные толщины верхнего пласта $D_{3f1tm-ps-I}$ изменяются примерно в том же диапазоне 1,8-11,1 м. Средняя расчлененность пласта невысокая 2,9 при диапазоне проницаемых прослоев, вскрытых скважинами, 4-1. Доля коллекторов в разрезе пласта изменяется от 16 до 81%, составляя в среднем 46%.

Второй раздел работы «**Методика работ**» содержит 4 подраздела.

2.1 Комплексная интерпретация данных ГИС

В данном подразделе дана краткая характеристика комплекса ГИС Ивановской площади включающий методы: стандартный каротаж (КС+ПС); боковой каротаж (БК); индукционный каротаж (ИК); микрокаротаж (МК); боковой микрокаротаж (БМК); профилометрию (ДС); акустический каротаж (АК); радиоактивный каротаж РК (ГК+НГК). С целью сопровождения перфорации (замер до перфорации и после перфорации) гамма-каротаж; термометрия; локация муфт (ЛМ) для определения местоположения муфт эксплуатационной колонны.

Рассмотрены основные качественные и количественные приемы выделения терригенных пластов – коллекторов по комплексу ГИС.

Изложена методика определения глинистости коллекторов по данным гамма-каротажа, определения коэффициента пористости по данным нейтронного гамма-каротажа, определения характера насыщения.

2.2 Геофизическое сопровождение вторичного вскрытия пластов

должно обеспечить:

- контроль за спуском в скважину перфоратора на кабеле;
- привязку интервала перфорации к геологическому разрезу;
- контроль и регистрацию факта и полноты срабатывания перфоратора;
- определение фактического положения интервала перфорации.

Для решения поставленных задач в комплексе методов ГИС Ивановского месторождения используют методы гамма – каротажа (ГК), магнитный локатор муфт (ЛМ).

2.3 Перфорация скважин

Основное назначение прострелочно-взрывных работ — вскрытие пласта и восстановление или создание гидродинамической связи в системе скважина – пласт. В процессе бурения скважины глинистые частицы бурового раствора проникают в поры и ухудшают коллекторские свойства в прискважинной части пласта. После окончания бурения в скважину опускают колонну стальных труб, затрубное пространство цементируют. Для восстановления гидродинамической связи необходимо создать систему каналов, трещин, обеспечивающую поступление пластового флюида в скважину. Создание в стальной колонне, цементном камне и горной породе каналов (отверстий) называется перфорацией, или вторичным вскрытием продуктивного пласта.

Пластовый флюид поступает в скважину через специальные перфорационные отверстия, которые пробивают в эксплуатационной колонне пулевыми или кумулятивными перфораторами

В данном подразделе рассмотрены типы перфорации, которые по принципу действия стреляющие перфораторы подразделяются на пулевые и кумулятивные.

При пулевой перфорации в скважину на электрическом кабеле спускается стреляющий пулевой аппарат, состоящий из нескольких (8 - 10) камер - стволов, заряженных пулями диаметром 12,5 мм. Каморы заряжаются взрывчатым веществом (ВВ) и детонаторами. При подаче электрического импульса происходит залп. Пули пробивают колонну, цемент и внедряются в породу. Пулевые перфораторы делятся на перфораторы с горизонтальным расположением стволов и с вертикально-криволинейными стволами

Кумулятивная перфорация осуществляется стреляющими перфораторами, не имеющими пуль или снарядов. Прострел преграды достигается за счет сфокусированного взрыва. Такая фокусировка обусловлена конической формой поверхности заряда взрывчатого вещества (ВВ), облицованной тонким металлическим покрытием (листовая медь толщиной 0,6 мм). Энергия взрыва в виде тонкого пучка газов – продуктов

облицовки пробивает канал. Кумулятивная струя приобретает скорость в головной части до 6 - 8 км/с и создает давление на преграду до 0,15 – 0,3 млн. МПа. При выстреле кумулятивным зарядом в преграде образуется узкий перфорационный канал глубиной до 350 мм и диаметром в средней части 8 – 14 мм. Размеры каналов зависят от прочности породы и типа перфоратора. Все кумулятивные перфораторы имеют горизонтально расположенные заряды и разделяются на корпусные и бескорпусные.

2.4 Подтверждение интервалов перфорации методами ГИС.

В данном подразделе дана характеристика методу термометрии скважин. Рассмотрены физические основы метода, применяемая аппаратура и принципы интерпретации.

Рассмотрен метод термокондуктивная дебитометрия. Сущность метода заключается в измерении температуры перегретого относительно окружающей среды датчика. При изменении относительной скорости датчика и потока жидкости увеличивается теплоотдача от датчика в окружающую среду и соответственно уменьшается температура регистрации. По мере охлаждения чувствительность к притокам ослабевает, поэтому оптимальный интервал записи не должен превышать 100м. Лучше всего по СТИ отбивается нижний работающий пласт. Перегрев в современных датчиках 5°, но для четкого определения работающих интервалов должно быть около 25°[19].

Третий раздел «Результаты исследования».

Объектом исследований явились скважины №26, 41 Ивановского месторождения, расположенные в различных геологических условиях.

К потенциально перспективным интервалам в данных скважинах относятся терригенные отложения девонского возраста.

В соответствии с методикой работы, описанной в разделе 2, в исследуемых скважинах были выполнены выделены тимано-пашийские пласты –коллекторы, определены коэффициенты глинистости, пористости, нефтегазоносности, типа коллектора и его эффективная мощность (приложения 5, 6).

Тимано-пашийский коллектор характеризуется песчаником кварцевым, в различной степени глинистым: глинистость варьируется от 0,3% до 26,02% (скважина №26), от 0,3% до 20,48% (скважина №41). Выделенные песчаники обладают высокими емкостными характеристиками, изменяющимися от 16,81% до 22,89% (скважина №26), от 17,1% до 25,69% (скважина №41). Продуктивность этих пластов существенно превышает 50% и составляет от 43,24% до 91,85% (скважина №26), от 66,36% до 95,17% (скважина №41). Общая эффективная мощность нефтенасыщенных пластов составляет 15,6 м (скважина 26), 25,2 м (скважина 41).

Распределение нефтегазоносных толщин составляет 25,2 м в скважине №41, 15,6 м в скважине №26.

Средние значения коэффициента глинистости: 8,25% - скважина №41; 8,77% - скважина №26.

Коэффициента пористости: 22% - скважина №41; 21,06% - скважина №26.

Коэффициента нефтегазоносности: 87,03 - скважина №41; 76,82% - скважина №26.

Можно сделать вывод, что, скважина №41 находится в более благоприятных геологических условиях, чем скважина №26.

Для того, чтобы осуществить задачу по оценке истинного характера насыщения выделенных пластов – коллекторов в тимано-пашийских отложениях проводилось вторичное вскрытие (перфорация) пластов.

Комплекс ГИС, позволяющий решить задачу по уточнению залегания нефте-газоотдающего пласта по скважине №41 и №26 представлен на приложениях 3 и 4, соответственно.

В комплекс ГИС входят гамма-каротаж, локатор муфт, термометрия (до и после перфорации). Указаны интервалы перфорации.

Перфорация проводилась прибором ПКТ89, зарядами ЗПКТ89Н-СП, плотностью 20 отв/м, фазировкой зарядов 60 градусов, глубиной пробития 900 мм, диаметром входного отверстия 11 мм, массой заряда 26 г.

Привязка интервала перфорации осуществлялась по показаниям методов ГК и ЛМ. На диаграммах ГК, выполненных до перфорации исследуемый пласт-коллектор хорошо выделяется по отрицательной аномалии интенсивности гамма-излучения и по характерным пикам на диаграмме ЛМ.

На завершающем этапе в цикле освоения скважин были выполнены прострелочно-взрывные работы. Учитывая существенные различия петрофизических свойств коллекторов в исследуемых скважинах для вторичного вскрытия пластов были использованы различные типы перфораторов:

В скважине № 41 были использованы перфораторы многократного пользования ПКТ-105, ПК-89КЛ ORION.

В скважине №26 был использован перфоратор однократного использования ПКО 89-АТ.

Такой выбор был сделан исходя из возможностей пробития колонн в чистых и относительно глинистых породах-коллекторах.

Замер ГК, выполненный после перфорации показал увеличение значения интенсивности гамма-излучения. Такое приращение показаний ГК свидетельствует о наличии радиогеохимического эффекта который говорит о том, что пласт находится в режиме обводнения и характеризуется отложением солей радия, обладающего повышенной радиоактивностью.

На диаграмме магнитного локатора после перфорации границы исследуемого пласта отбиваются четко максимальными пиками показаний, а внутри интервала наблюдается характерный дребеск ЛМ.

На диаграмме термометрии после перфорации в интервале исследуемого пласта-коллектора наблюдается повышение температуры до 55 С⁰.

На диаграмме магнитного локатора на основном и контрольном замере стоянка прибора до и после перфорации отбивается на глубине 1963,8 м.

Таким образом, интервал перфорации расположен на глубине 1946-1951 м.

Применение вышеуказанных технических средств позволило получить: дебет 3,2 т/сутки в интервалах 1819-1821,5 м и 1823,5-1827 м, и 6 т/сутки в интервале 1842-1859 м – скважина №41;

дебеты 2,2 т/сутки в интервалах 1830-1832 м, 1834-1840 м, 1848-1853 м – скважина №26.

Заключение. В результате выполненного исследования были выделены продуктивные пласты-коллекторы в тимано-пашийских отложениях в скв. №26 и скв. №46 Ивановской площади.

Определено, что исследуемые пласты обладают хорошими коллекторскими свойствами, а именно: среднее значение $K_p = 21-22\%$, глинистости $K_{гл}=8\%$, $K_{нг}= 76-87\%$, эффективная мощность изменяется от 15.6 м в скв. № 26 до 25.2 м в скв №41.

С целью подтверждения промышленной продуктивности выделенных пластов –коллекторов было проведено вторичное вскрытие по следующей технологии.

1. Выполнена «привязка» интервалов перфорации по данным метода ГК и ЛМ.

2. Проведена перфорация пластов с использованием перфораторов многократного пользования ПКТ-105, ПК-89КЛ ORION в скважине № 41. И перфоратора однократного использования ПКО 89-АТ в скважине №26.

3. Анализ данных каротажа ГК, ЛМ, Термометрии проведенных после перфорации в исследуемых скважинах подтвердил вскрытие продуктивных коллекторов в тимано-пашийских отложениях.

4. В скважине № 41 дебет составил 3,2 т/сутки в интервалах 1819-1821,5 м и 1823,5-1827 м, и 6 т/сутки в интервале 1842-1859 м.

В скважине № 26 получены дебаты 2,2 т/сутки в интервалах 1830-1832 м, 1834-1840 м, 1848-1853 м.

Таким образом, применяемое технико-методическое обеспечение позволило получить удовлетворяющие притоки из исследуемых пластов.