

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

«Определение фильтрационно-емкостных свойств коллекторов
(на примере Ватинского месторождения)»

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Студента 6 курса 631 группы
020302 специальности геофизика
геологического ф-та
Ненько Алексея Дмитриевича

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 2016

ВВЕДЕНИЕ

Геофизические методы исследования скважин (ГИС) - это методы геологической и технической документации проходки скважин, основанные на изучении в них различных геофизических полей. Такое традиционное понимание ГИС привело к созданию самостоятельной научно-прикладной отрасли геофизики, которую называют каротаж или промышленной геофизикой. В более широком смысле ГИС - не только документация результатов бурения, но и изучение околоскважинных пространств путем исследований полей в скважинах. Интенсивное применение ГИС объясняется тем, что эти методы позволяют более эффективно организовать разведку и эксплуатацию месторождения. Они обеспечивают резкое сокращение отбора образцов при бурении, давая даже больше информации о разрезе, чем при сплошном отборе керна, сокращая при этом стоимость и время бурения.[7]

Геофизические методы исследования скважин предназначены для изучения геологического разреза и, в частности, выделения пластов различной литологии, определения углов и азимутов их падения, выделения полезных ископаемых в разрезах, а также оценки пористости, проницаемости, коллекторских свойств окружающих пород и их возможной нефтегазоносной продуктивности.

Интерпретация ГИС производится на всех стадиях изучения месторождения, начиная от поисков и заканчивая разработкой месторождения.

Актуальность исследований. В последние годы промышленно-геофизическую информацию широко используют при проектировании, разработке месторождений нефти и газа, при контроле и анализе процесса разработки. Решение этих задач требует знания коэффициента проницаемости и коэффициента пористости коллектора, важную дополнительную информацию при установлении коллекторских свойств и вероятной продуктивности коллектора дает коэффициент глинистости, также определяемый по данным ГИС.

Таким образом, промысловая геофизика обеспечивает получение всех основных параметров, необходимых для подсчета запасов, составления проекта разработки месторождения. Качественно проведенная интерпретация позволяет успешно прогнозировать рациональное использование минеральных ресурсов.

Материалы для написания работы были любезно предоставлены сотрудниками производственного геофизического объединения «Тюменьпромгеофизика», которым автор глубоко признателен.

Целью данной работы является определение фильтрационно-емкостных свойств коллекторов (на примере Ватинского месторождения). Полученные данные позволяют качественно произвести интерпретацию данных ГИС и выделить продуктивные интервалы разреза.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи**:

1. Изучить геолого-геофизическая характеристика района работ.
2. По литературным данным дать основные типы пород коллекторов и их признаки.
3. Определить фильтрационно-емкостные свойства и характер насыщения коллекторов Ватинского месторождения.

Отметим, что на производственном геофизическом объединении «Тюменьпромгеофизика» для решения последней задачи применяется система автоматизированной обработки результатов ГИС «GINTEL», изучению основных характеристик которой в работе посвящена специальная глава.

Основное содержание работы

Дипломная работа посвящена определению фильтрационно-емкостных свойств (ФЭС) коллекторов.

В первом разделе «Общие сведения», рассказывается об общем расположении участка работ, климате, расположении ближайших городов и аэропортов.

Во втором разделе «Геолого-геофизическая характеристика района работ» приводятся материалы по геолого-геофизической изученности, стратиграфии, тектоники и нефтегазоносности Ватинского месторождения.

Геологический разрез исследуемой площади сложен отложениями доюрского комплекса и горными породами мезозойско-кайнозойский осадочного чехла.

Согласно тектонической карте мезозойско-кайнозойского ортоплатформенного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы, составленной в 1990 г., участок работ расположен в центральной части структуры I порядка – Нижневартовского свода, осложняющего Хантейский мегасвод.

Ватинское нефтяное месторождение открыто в 1963 году. Основными объектами эксплуатации являются залежи нефти, приуроченные к пластам АВ ВВ₈ и ЮВ₁₋₁. Все перечисленные пласты представлены песчаниками и алевролитами, характеризуются сложной зональной литологической изменчивостью, которая обусловлена разной гранулометрической характеристикой пород. Месторождение относится к группе крупных, многопластовых сложнопостроенных.

В третьем разделе «Типы коллекторов и их признаки» рассматривается, какие породы относятся к классу пород коллекторов и какие типы существуют. Коллектором называют пористую проницаемую породу, обладающую способностью вмещать нефть и газ и отдавать их при разработке.

Данные породы являются основными объектами геофизических исследований скважин. В породах-коллекторах, состоящих из зернистых материалов (пески, песчаники, разномерные доломиты, иногда известняки), пустотами являются межзерновые поры. Такие коллекторы называются поровыми, или коллекторами нормального типа. Пустоты в таких породах представлены полостями-кавернами различного происхождения (растворение солей проникающими в породу поверхностными водами, распад органического вещества, первоначально содержащегося в породе, и

т.п.). В коллекторах трещиноватого типа жидкость и газ заполняют трещины. Наиболее распространены коллекторы порового типа. Коллекторы чисто кавернозные и чисто трещиноватые встречаются относительно редко. Однако широко распространены коллекторы смешанных типов (кавернозно-трещиноватые, трещиновато-поровые, кавернозно-поровые или кавернозно-трещиновато-поровые). С увеличением глубины погружения коллекторские свойства пород изменяются с определенной закономерностью. На глубинах более 3 - 4 км коллекторские свойства пластов - коллекторов мало отличаются от предельных значений, что существенно влияет на эффективность ГИС при выделении и оценке продуктивных пластов.

Четвертый раздел «Определение фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения коллекторов» посвящен: описанию системы автоматизированной обработки результатов ГИС «GINTEL 97» (подраздел 4.1.), физико-методические основы (подраздел 4.2.), вопросам качественной интерпретации данных ГИС (подраздел 4.3.), и проблемам количественной интерпретации данных ГИС (подраздел 4.4.).

На производственном геофизическом объединении «Тюменьпромгеофизика» для обработки результатов ГИС используется программа автоматизированной обработки «Gintel 97», которая предназначена для сбора, обработки, интерпретации и обобщения геолого-геофизических данных по скважинам при решении задач информационного обеспечения разведки и разработки месторождений углеводородов. Интерпретация выполняется путем построения объемной петрофизической модели для учета влияния каждого компонента горной породы на измеряемые физические параметры с целью максимально точного определения фильтрационно-емкостных свойств горной породы. Для оценки насыщенности применяется модель электропроводности терригенной горной породы, построенная с учетом влияния на УЭС интегрального параметра, характеризующего электрохимическую активность горной породы. Строится модельная кривая УЭС при условии полной водонасыщенности разреза,

подтверждающая качественные выводы о насыщении порового пространства пород. Параллельно коэффициент водонасыщенности оценивается и по петрофизическим зависимостям типа керн-ГИС для рассматриваемых отложений через параметр насыщения по формулам.

При подсчете запасов нефти и газа широко используются методы ГИС. В случае чистых и слабоглинистых песчаников методы ГИС уверенно применяются для получения основных подсчетных параметров коллекторов – эффективной толщины ($H_{эф}$), коэффициентов открытой пористости ($K_{п}$) и нефтегазонасыщенности ($K_{нг}$). При исследовании же глинистых песчаников, в особенности полимиктовых, задача усложняется. Качественная оценка ФЕС включает в себя определение таких параметров, как коэффициент пористости $K_{п}$ (по электрическому, акустическому нейтронному и гамма-методам), коэффициент проницаемости $K_{пр}$, коэффициент глинистости $K_{гл}$, коэффициент нефтегазонасыщенности $K_{нг}$.

Для примера рассмотрим определение коэффициента пористости $K_{п}$ по методу потенциалов собственной поляризации. Для определения пористости коллекторов по кривой ПС целесообразно вместо амплитуды $\Delta U_{пс}$ отклонения кривой ПС использовать коэффициент снижения амплитуды ПС $\alpha_{пс}$. Предварительная обработка и интерпретация диаграмм ПС в этом случае сводится к следующему. Для исследуемого участка разреза проводят линию глин, условно принимаемую за $\Delta U_{пс}^{max}$. При ее проведении используются пласты глин достаточно большой мощности ($h > 20 d_c$), в которых можно пренебречь влиянием электрического сопротивления самого пласта и вмещающих пород. Далее выбирается опорный пласт низкого сопротивления, создающий на кривой $U_{пс}$ максимальную отрицательную аномалию - $\Delta U_{оп}$. Для пласта, коэффициент пористости которого определяется, амплитуда $\Delta U_{пс}$ принимается как значение - $\Delta U_{пс}^{тек}$. Отсюда параметр $\alpha_{пс}$ вычисляется по формуле:

$$\alpha_{пс} = \Delta U_{пс}^{max} - \Delta U_{пс}^{тек} / \Delta U_{оп},$$

где $\alpha_{пс}$ – коэффициент снижения амплитуды ПС; $\Delta U_{пс}^{max}$ – амплитуда аномалии $U_{пс}$ соответствующая линии глин; $\Delta U_{пс}^{тек}$ – амплитуда аномалии $U_{пс}$ против исследуемого пласта; $\Delta U_{оп}$ – амплитуда аномалии $U_{пс}$ против опорного пласта.

Для определения пористости пород с помощью метода самопроизвольной поляризации на Ватинском месторождении для различных групп пластов, по данным лабораторных исследований керна и данным промыслово-геофизических материалов, были построены и рассчитаны корреляционные зависимости коэффициента пористости и относительного параметра $\alpha_{пс}$. При построении зависимости $\alpha_{пс} = f(K_{п})$ использовались привязанные к разрезу значения пористости, определенные по керну (табл. 1)

Таблица 4.1.1 - Алгоритмы определения $K_{п}$ по $\alpha_{пс}$ для различных продуктивных пластов Ватинского месторождения.

Продуктивный пласт	Зависимость $K_{п} = f(\alpha_{пс})$
АВ 1	$K_{п} = 12,387\alpha_{пс} + 15,221$
БВ 6-9	$K_{п} = 13,785\alpha_{пс} + 10,852$
ЮВ	$K_{п} = 11,429\alpha_{пс} + 7,383$

Так как пористость, определенная по методу ПС хорошо сходится с пористостью определенной по керну, то данный способ оценки имеет преимущественное значение по сравнению с другими способами.

Для определения коэффициента проницаемости ($K_{пр}$) применяют корреляционные связи вида $\alpha_{пс} = f(K_{пр})$, которые строятся для каждого конкретного района. При определении коэффициента проницаемости $K_{пр}$ продуктивных пластов Ватинского месторождения использовалась зависимость $\alpha_{пс} = f(K_{пр})$. В работе построена корреляционная кривая с использованием привязанных к разрезу значений пористости и проницаемости, определенных по керну (рисунок 1).

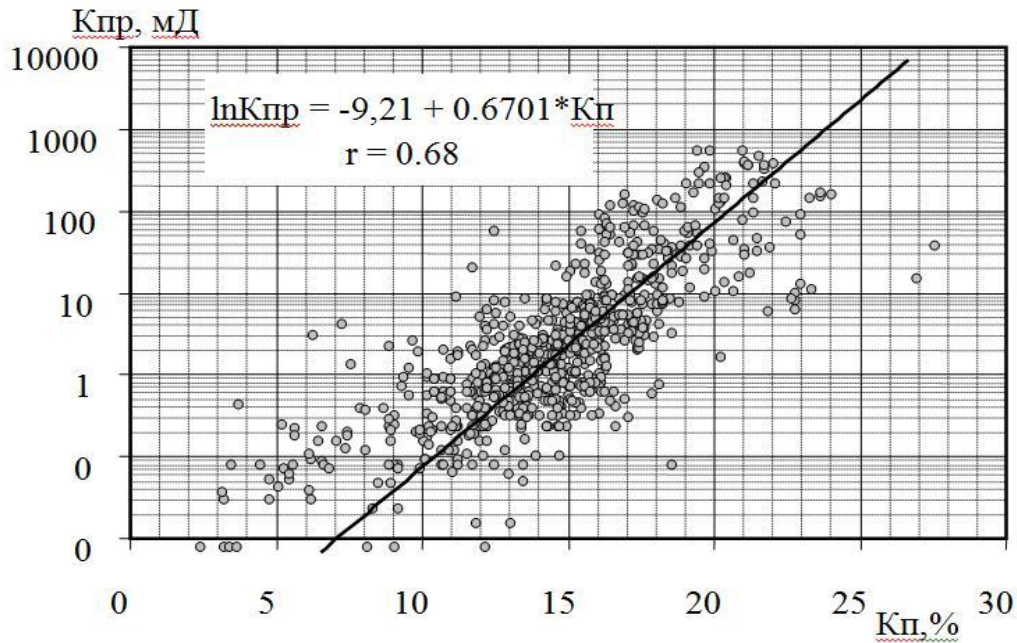


Рис. 1. Зависимость $K_{пр}=f(K_{п})$ для пласта ЮВ1 Ватинского месторождения

Были также рассчитаны уравнения регрессии $\lg K_{пр}$ от $\alpha_{пс}$ для различных продуктивных пластов Ватинского месторождения (таблица 2).

Очень важную роль в оценке фильтрационно-емкостных свойств также имеет коэффициент глинистости коллекторов $K_{гп}$. На правильность его определения влияет качество кривой ГК и полученный коэффициент пористости $K_{п}$.

При определении фильтрационно-емкостных свойств важными являются параметры $K_{в}$ и $K_{нг}$ (коэффициенты водо и нефтенасыщенности), которые находят по данным метода сопротивлений, используя связь между параметром насыщения $R_{н}$ и коэффициентом водонасыщения $K_{в}$. Зависимость $R_{н}=f(K_{в})$ получают в лаборатории на капилляриметрической установке, моделируя на образцах коллектора различное водонасыщение и измеряя соответствующие значения удельного сопротивления образца $\rho_{п}$.

Таблица 2 - Уравнения регрессии $\lg K_{пр}$ от $\alpha_{пс}$ для различных продуктивных пластов Ватинского месторождения.

Пласты коллектора	Зависимость $\lg K_{пр} = f(\alpha_{пс})$
АВ 1	$\lg K_{пр} = 11.769\alpha_{пс} - 2.86$
БВ 8	$\lg K_{пр} = 5.71\alpha_{пс} - 0.1$
ЮВ 1	$\lg K_{пр} = 7.97\alpha_{пс} - 2.66$

К количественной интерпретации ГИС относится точное определение мощности пластов и их физико-геологических характеристик.

С помощью теоретических кривых, номограмм, таблиц, имеющихся для каждого скважинного метода, можно вести количественную, а чаще всего полуколичественную (оценочную) интерпретацию. Конечная цель такой интерпретации - определение мощности и физических свойств выделенных в разрезе пластов, оценка литологии коллекторских, фильтрационных свойств, наличия тех или иных полезных ископаемых (особенно нефти, газа, воды и др.) и т.п.

При разведочном и промышленном (эксплуатационном) бурении на нефть и газ геофизические методы исследования скважин служат не только для геологической документации разрезов, но и для оценки пористости, проницаемости, коллекторских свойств пород, а также их промышленной продуктивности. По данным каротажа выделяются нефтегазоносные пласты и осуществляется перфорация обсадных колонн. При решении указанных задач первым этапом интерпретации является качественное выделение перспективных на нефть или газ пластов. По данным комплексных геофизических исследований в скважинах выделяются породы, которые могут быть коллекторами, т.е. отличаются большой пористостью, проницаемостью, малой глинистостью.

Количественная интерпретация имеет конечной целью определение пористости, проницаемости, нефтегазонасыщенности отдельных пластов.

Интерпретация данных скважинных геофизических исследований часто бывает качественной, т.е. по графикам тех или иных параметров, полученных вдоль ствола скважины, визуально выделяются аномалии (минимумы, максимумы, средние, нулевые значения и др.). По ним оценивается местоположение пластов с разными физическими свойствами, а затем дается геологическое истолкование разреза.

Заключение

Оптимальное использование ресурсов известных и вновь открываемых месторождений нефти тесно связано с проблемой детального изучения фильтрационно-емкостных свойств и характеристик насыщения продуктивных пластов, вскрываемых скважиной. Эти данные необходимы для выявления в разрезе продуктивных пластов и закономерностей их распространения по площади, изучения строения месторождений, подсчета запасов нефти, выбора наиболее рациональной системы разведочного бурения и др. Поэтому детальное изучение разрезов нефтяных скважин, контроль их технического состояния и условий эксплуатации являются задачами первостепенной важности.

На основе заключений, данных геофизиками-интерпретаторами, заказчик выбирает оптимальный способ эксплуатации скважины для получения притока нефти, получения наибольшей прибыли, о дальнейших методах разработки месторождения.

Изучение геологического разреза скважин в настоящее время осуществляется в основном геофизическими методами. О геолого-геофизических свойствах разреза и условиях залегания пород на глубине судят главным образом по результатам интерпретации комплексных геолого-геофизических данных. Геофизическими методами исследуется весь разрез, вскрываемый скважиной, и наиболее детально – его продуктивная часть. Полученные данные используются для выделения в продуктивной толще

прослоев, по литологическим и коллекторским свойствам отличающихся от вмещающих пород.

Достаточную эффективность исследований скважин в современных условиях можно обеспечить в результате использования широкого комплекса различных методов: геофизических, геологических, гидродинамических и геохимических.

Опыт показывает, что эффективность изучения разрезов в значительной степени зависит от условий и сроков выполнения исследований и испытаний. Это важно учитывать как при проведении самих работ в скважинах, так и при обработке и интерпретации полученных результатов. Например, при несоблюдении сроков проведения ГИС открытого ствола скважины итоговая достоверность определения ФЕС целевых объектов существенно снижается, что в свою очередь, увеличивает финансовые риски нефтяной компании-заказчика при освоении данных объектов.

В ходе написания работы были изучены геолого-геофизическая характеристика района работ основные типы пород коллекторов и их признаки. По специально разработанным методикам, принятым на производственном геофизическом объединении «Тюменьпромгеофизика» были определены фильтрационно-емкостные свойства и характер насыщения коллекторов Ватинского месторождения. Полученные данные позволят качественно произвести интерпретацию данных ГИС и выделить продуктивные интервалы разреза.