

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

Кафедра геофизики

**Закономерности изменения литолого-петрофизических характеристик
продуктивной части пласта АС11/01-02 Ватлорского месторождения**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Тихомолова Евгения Алексеевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

М.В. Калининкова

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2017

Введение. Актуальность изучения закономерностей изменения литолого-петрофизических характеристик продуктивных отложений пласта АС11/01-02 связано с перспективой развития нефтедобычи Ватлорского месторождения Западной Сибири путем расширения контуров нефтеносности и поисков новых залежей нефти.

Ватлорское месторождение является объектом деятельности нефтегазодобывающего управления (НГДУ) «Нижнесортимскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» с 2003 года. Месторождение в административном отношении находится в пределах Белоярского и Сургутского районов ХМАО-Югра. В тектоническом отношении расположено на севере крупного геоблока Фроловской мегавпадины центральной части Западно-Сибирской плиты.

Нефтеносность Ватлорского месторождения выявлена в нижнемеловых отложениях черкашинской свиты готерив-барремского возраста K_1g (пласты АС10/2, АС11/01-02), юрских отложениях баженовской свиты волжского возраста J_3-K_1bg (пласты ЮС0/К, ЮС0/К1 (баженовские продуктивные отложения)) и тюменской свиты батского возраста J_2tm (пласт ЮС2/1 продуктивные отложения тюменской свиты). Запасы нефти утверждены в ГКЗ Роснедра в количестве: 169305 тыс.т геологических, 42922 тыс.т извлекаемых. Запасы нефти отнесены к категориям C_1 , C_2 . По величине запасов нефти месторождение относится к крупным.

Перспективы поисков новых залежей нефти Ватлорского месторождения по материалам ОАО «Сургутнефтегаз» связаны с пластом АС11/01-02, поэтому он является объектом исследования в данной работе.

Цель работы состоит в изучении закономерности изменения литолого-петрофизических характеристик продуктивной части пласта АС11/01-02 для определения подсчетных параметров и прогнозирования коллекторских свойств.

Данная цель предполагала решение следующих **задач**:

- изучить геолого-геофизическую характеристику района Ватлорского месторождения на основе имеющихся фондовых материалов,

публикаций в научной литературе и сети интернет;

- дать характеристику физических основ методов комплекса ГИС, проведенных в скважинах Ватлорского месторождения и принципов литологического расчленения разреза;
- выделить пласты-коллекторы и определить их петрофизические свойства (Кп, Кгл);
- изучить методику корреляционной схемы разрезов скважин по данным ГИС и провести построение корреляционной схемы по исследуемым скважинам;
- показать закономерности изменения литолого-петрофизических характеристик пластов-коллекторов по вертикали и по латерали.

Материалы, положенные в основу работы, были получены автором в процессе производственной практики в организации ОАО «Сургутнефтегаз» НГДУ «Нижнесортымскнефть». Исследования проводились по трем скважинам №№5211, 3028, 3011 Ватлорского месторождения.

Данная работа включает введение, 3 разделов, состоящих из 7 подразделов, заключение, списка используемых источников, 3 приложений, 22 рисунков и 3 таблиц. Общий объем работы составляет 57 страниц.

Основное содержание работы. В разделе 1 дается геолого-геофизическая характеристика Ватлорского месторождения. В подразделе 1.1 «Общее административное положение и степень изученности Ватлорского месторождения» отмечается, что в административном отношении месторождение находится в пределах Белоярского и Сургутского районов Ханты-Мансийского автономного округа–Югры. Ближайшим населенным пунктом является п. Нижнесортымский (142 км). До города Сургут 347 км. Ватлорское месторождение является объектом производственной деятельности нефтегазодобывающего управления (НГДУ) «Нижнесортымскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» с 2002 года, имеющего развитую производственную инфраструктуру: цех подготовки и перекачки

нефти (ЦППН), дожимные насосные станции, систему напорных и межпромысловых нефтепроводов, газопроводов, сеть автомобильных дорог, систему электроснабжения, базы производственного обслуживания (Кушнир В.И).

В подразделе 1.2 «Литолого-стратиграфическая характеристика разреза» указывается что геологический разрез изучаемой территории сложен разновозрастными породами. Геологический разрез Ватлорского месторождения представлен породами трех структурно-тектонических комплексов: палеозойского метаморфизованного складчатого фундамента, переходного тафрогенного комплекса триаса и мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. Доюрские породы слагают кристаллический фундамент, представлены изверженной породой зеленого цвета с красноватым оттенком и тонкослоистой известковисто-глинистой метаморфизованной породой с прожилками кальцита. Юрские отложения представлены двумя крупными фациальными комплексами. Нижний комплекс охватывает отложения нижней и средней юры до нижнего келловоя включительно и представлен переслаиванием песчаников, алевролитов и аргелитов, а верхний комплекс слагается черными аргиллитами с глауконитами и конкрециями сидерита. Неоком, в пределах района работ, представлен переслаиванием алевролитов и аргиллитов. Нефтеносной является черкашинская свита (пласты АС10/2 и АС11) готерив-барремского возраста.

В подразделе 1.3 описывается тектоническое строение изучаемой территории, которая расположена на севере крупного геоблока Фроловской мегавпадины и приурочена к зоне сочленения Помутской мегатерассы и Ватлорской террасы, частично захватывает западную часть последней, которая. В свою очередь, данная территория осложнена локальными поднятиями III, IV порядка с юга на север: Логачевским, группой Чанатойских, Сурьеганских, Ватлорских, Верхнее-Казымских, Нумтойских. Палеозойские отложения в пределах исследуемой площади имеют блоковое

строение, разбиты сериями дизъюнктивных нарушений различной амплитуды, выделяющихся с различной степенью достоверности. По данным сейсморазведки МОГТ, нарушения имеют, в основном, субмеридиональное и северо-западное направление. Переходный тафrogenный комплекс, занимающий промежуточное положение между геосинклинальными образованиями, слагающими складчатое основание и типично платформенными образованиями чехла, по данным В.Г.Криночкина (2003 г.), представлен триасовыми эффузивно-осадочными отложениями туринской серии. Детальное описание структурного плана территории базируется на сейсмических материалах съемок 2D выполненных в объеме 3128.3 пог.км, плотность сейсмопрофилирования на площади Ватлорского ЛУ составляет 1.8 пог.км/км², плотность сетки поисково-разведочных скважин равна 43.6 км²/скв и съемок 3D в объеме 1.094 км².

Нефтегазоносность изучаемой территории представлена в подразделе 1.4. Углеводороды выявлены в нижнемеловых отложениях черкашинской свиты готерив-барремского возраста K1g (пласты AC10/2, AC11/01-02), юрских отложениях баженовской свиты волжского возраста J3-K1bg (пласты ЮС0/К, ЮС0/К1 (баженовские продуктивные отложения) и тюменской свиты батского возраста J2tm (пласт ЮС2/1 (продуктивные отложения тюменской свиты)). На месторождении пробурено 14 поисковых, 30 разведочных и 340 эксплуатационных (в том числе 60 горизонтальных) скважин (Кушнир В.И).

В разделе 2 описывается методика исследования. В подразделе 2.1 изучаются характеристика физических основ методов комплекса ГИС, проведенных в скважинах Ватлорского месторождения: метод кажущегося сопротивления (КС), метод самопроизвольной поляризации (ПС), боковой каротаж (БК), индукционный каротаж (ИК), гамма-каротаж (ГК) и нейтронный гамма-каротаж (НГК), а также описываются принципы литологического расчленения разрезов: на показаниях каротажных диаграмм КС низкие значения удельного сопротивления имеют глины. Песчаники и карбонатные породы с межзерновым типом пористости, насыщенные

высокоминерализованной водой, имеют минимальные значения удельного сопротивления. Песчаники и карбонатные породы с межзерновым типом пористости, насыщенные нефтью с небольшим содержанием связанной воды, имеют средние значения удельного сопротивления. Литологические признаки пород на каротажных диаграммах БК аналогичны признакам на каротажных диаграммах КС. На диаграммах ПС на против глин значения потенциала $\Delta U_{\text{пс}}$ имеет максимальное, на против чистых кварцевых песчаников показания потенциала $\Delta U_{\text{пс}}$ имеет от средних до минимальных значениях в зависимости от содержания глинистого материала. Литологические признаки пород на каротажных диаграммах ИК диаметрально противоположны признакам на каротажных диаграммах КС, поскольку удельная электропроводность в методе ИК является обратной величиной удельного электрического сопротивления в методе КС. На каротажных диаграммах ГК глины имеют максимальные значения интенсивности I^{γ} гамма-излучений, а песчаники, известняки и доломиты, соль ангидриты и угли имеют от средних до минимальных значениях.

В подразделе 2.2 описывается методика выделения пластов-коллекторов по прямым качественным признакам: сужение диаметра скважины по сравнению с номинальным, фиксируемое на кавернограмме, обусловленное образованием глинистой корки на стенке скважины; наличие положительных приращений при невысоких показаниях на кривых микрозондирования; наличие радиального градиента сопротивлений по данным разноглубинных методов (БКЗ, БК-МБК, ВИКИЗ); отрицательные аномалии на диаграммах ПС. В качестве косвенных количественных критериев выделения коллекторов использовались граничные значения ФЕС ($K_{\text{П}}^{\text{гр}}, K_{\text{ПР}}^{\text{гр}}, K_{\text{ВО}}^{\text{гр}}$) и соответствующие значения геофизических параметров на границе «коллектор-неколлектор», путем составления неравенства $K_{\text{П}}^{\text{пл}} > K_{\text{П}}^{\text{гр}}$. А также описывается методика определения мощностей пластов по комплексу ГИС в однородном и неоднородном коллекторе.

Методика построения корреляционной схемы разрезов скважин указана

в подразделе 2.3. Корреляционная схема была составлена на основе известной методики [Дахнов В.Н.] по трем скважинам, расположенным в определенной последовательности (с запада на восток), отвечающей порядку размещения скважин по профилям на Ватлорском месторождении. При этом необходимо было выделить геофизический репер, наиболее выдержанный по площади, с однозначной геофизической характеристикой, прослеживающей во всех скважинах. В качестве такого репера была выбрана подошва пласта АС10/02 черкашенской свиты нижнемелового возраста, представленная мощной толщей однородных глин, отмечаемые низким удельным сопротивлением и повышенными, положительными аномалиями самопроизвольной поляризации.

На корреляционную схему были вынесены диаграммы ГИС, которые содержат наибольшую информацию о характерных особенностях разреза черкашенской свиты Ватлорского месторождения: метод кажущегося сопротивления (КС), самопроизвольной поляризации (ПС), индукционный каротаж (ИК) и гамма-каротаж (ГК).

В разделе 3 описываются полученные результаты исследований по данным каротажных диаграмм трех скважин Ватлорского месторождения, которые показывают закономерности изменения литолого-петрофизических характеристик продуктивной части пласта АС11/01-02.

По результатам комплексной интерпретации данных ГИС и по данным построенной корреляционной схемы была составлена таблица 1 с некоторыми петрофизическими зависимостями продуктивных пластов-коллекторов.

По данным ГИС в скважинах №5211, 3028, 3011 в пласте АС11/01-02 были выделены терригенные пласты-коллекторы порового типа (таблица 1). Литологически представлены кварцевыми песчаниками мелкозернистыми. Тип залежи - литологически-ограниченный. Пласты-коллекторы выявлены в нижнемеловых отложениях черкашинской свиты готерив-барремского возраста.

Таблица 1 - Петрофизические характеристики выявленных пластов-коллекторов

№ скважины	Интервал пластов-коллекторов, м	Мощность, м	$\alpha_{пс}$	Кгл, %	Кп, %
5211	2749,8-2750,8	1	0,05	28,0	20,3
	2756,0 - 2757,2	1,2	0,19	25,8	17,2
	2758,8 - 2759,2	0,4	0,19	28,5	14,5
	2761,6 - 2763,4	1,8	0,46	20,3	15,8
3028	2823,0 - 2823,6	0,6	0,52	19,8	15,1
	2827,6 - 2832,0	4,4	0,24	25,9	15,6
	2833,2 - 2835,4	2,2	0,33	23,0	16,0
3011	2741,0 - 2741,6	0,6	0,92	13,9	15,4
	2743,6 - 2748,4	4,9	0,36	20,8	17,4
	2752,0 - 2752,6	0,6	0,36	19,7	18,6
	2756,0 - 2756,6	0,6	0,65	10,8	21,9
	2758,0 - 2758,6	0,6	0,65	14,5	18,2
	2759,0 - 2759,6	0,6	0,39	19,5	18,0
	2760,4 - 2761,0	0,6	0,61	13,2	20,9

Из таблицы 1 следуют выводы об изменчивости литолого-петрофизических свойств исследуемого пласта по вертикали. В скважине №5211, с увеличением глубины залегания пластов-коллекторов происходит уменьшение содержания глинистого компонента с 28% до 20,3% и уменьшение значений коэффициента пористости с 20,3% до 15,8%.

В скважине №3028, можно наблюдать обратную тенденцию: с увеличением глубины залегания пластов-коллекторов происходит увеличение содержания глинистого компонента с 19,8% до 23% и увеличение значений коэффициента пористости с 15,1% до 16%.

В скважине №3011 выявить такую закономерность сложно, но в первом приближении, можно заметить, что в интервале глубин 2741-2756 м значения

коэффициента глинистости уменьшаются, а значения коэффициента пористости увеличиваются, а затем с отметки глубины 2756 м происходит увеличение коэффициента глинистости и уменьшение коэффициента пористости.

Закономерности изменения петрофизических свойств продуктивной части пласта АС11/01-02 в латеральном направлении, по мере прослеживания с северо-запада на юго-восток от скв.№5211 к скв.№3011, свидетельствуют о тенденции уменьшения среднего содержания глинистого компонента с 24,5% (скв.№№5211, 3028) до 18,7% (скв.№3011).

С такой же географической закономерностью увеличивается среднее значение пористости пластов-коллекторов с 15,7% в скважине №3028, до 17,7% в скважине №3011.

В субширотном направлении, с запада на восток происходит увеличение общей эффективной мощности проницаемых прослоев с 4,4 метров в скважине №5211 до 8,4 метра в скважине №3028 [Тихомолов Е.А.].

Таким образом, выявленные закономерности изменения коллекторских свойств (Кгл, Кп) пласта АС11/01-02 Ватлорского месторождения свидетельствуют о его неоднородном строении как по вертикали, так и по латерали, что связано с фациальной изменчивостью исследуемого пласта.

Заключение. В результате проведенных исследований были изучены закономерности изменения литолого-петрофизических характеристик продуктивной части пласта АС11/01-02 Ватлорского месторождения.

По комплексу ГИС были выделены пласты-коллекторы АС11/01-02 черкашинской свиты и определены петрофизические параметры выделенных коллекторов: коэффициент глинистости Кгл и коэффициент пористости Кп.

На основе каротажных диаграмм была построена корреляционная схема разрезов скважин Ватлорского месторождения, по которой была изучена закономерность изменения литолого-петрофизических параметров пластов-коллекторов АС11/01-02 Ватлорского месторождения по вертикали и по

латерали. Выявленные закономерности свидетельствуют о его неоднородном строении как по вертикали, так и по латерали.

Закономерности изменения петрофизических свойств продуктивной части пласта АС11/01-02 в латеральном направлении, по мере прослеживания с северо-запада на юго-восток свидетельствуют об уменьшении среднего содержания глинистого компонента с 24,5% до 18,7%; увеличении среднего значения пористости пластов-коллекторов с 15,7% до 17,7% и увеличении общей эффективной мощности проницаемых прослоев с 4,4 метров до 8,4 метра. Изменения петрофизических свойств продуктивной части пласта по вертикали различны в каждой скважине.

Изучение закономерности изменения коллекторских свойств пласта АС11/01-02 Ватлорского месторождения представляет значимость для эффективной разработки месторождения.