

К вопросу определения аномально высоких пластовых давлений, коэффициента аномальности методом эквивалентных глубин

Л. В. Шишканова

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
shishkanovalv@tyuiu.ru

Аннотация. Необходимость изучения зоны распространения аномально высоких пластовых давлений на месторождениях Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов возникла при освоении залежей углеводородного сырья на больших глубинах. Это позволило выявить технические проблемы при вскрытии и опробовании пластов. Повышенные и высокие пластовые давления встречаются практически во всех нефтегазоносных резервуарах, начиная с покрывки ачимовской толщи, продолжая отложениями верхней и нижней юры и далее ниже по разрезу.

Исследование повышенных и высоких пластовых давлений, знание генезиса их образования направлены на повышение эффективности бурения глубоких скважин и также предупреждение аварийных ситуаций.

С этой целью для анализа и оценки пластовых давлений используется весь комплекс методов исследований: до начала бурения, в процессе бурения, после завершения бурения.

Благодаря исследованию геофизическими методами в процессе бурения скважин можно решить поставленную задачу. Рассмотрена возможность определения пластовых давлений на примере скважин, пробуренных на ряде месторождений. Представлена возможность определения пластового давления, коэффициента аномальности по методике эквивалентных глубин.

В результате исследований данная методика показала довольно неплохие результаты при вскрытии и опробовании пластов на больших глубинах.

Ключевые слова: месторождение, комплекс геофизических исследований, аномально высокие пластовые давления, эквивалентная глубина

Для цитирования: Шишканова, Л. В. К вопросу определения аномально высоких пластовых давлений, коэффициента аномальности методом эквивалентных глубин / Л. В. Шишканова. – DOI 10.31660/0445-0108-2025-2-54-68 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2025. – № 2. – С. 54–68. EDN: GIDSCM

On the definition of abnormally high reservoir pressures and the anomaly coefficient using the equivalent depth method

Lyudmila V. Shishkanova

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
shishkanovalv@tyuiu.ru

Abstract. The exploration of zones with abnormally high reservoir pressures in the Yamalo-Nenets and Khanty-Mansi Autonomous Okrugs has become essential due to the development of deep hydrocarbon fields. This has led to various technical challenges during reservoir exposing and testing. Elevated and high reservoir pressures are observed in nearly all hydrocarbon-bearing for-

mations, starting from the cap rock of the Achimov sequence, extending through the Upper and Lower Jurassic deposits, and continuing down the geological section. Understanding elevated and high reservoir pressures, along with the mechanisms of their formation, is vital for enhancing the efficiency of deep drilling operations and preventing well control incidents. To address this, a variety of pressure evaluation methods are employed before, during, and after the drilling process. Geophysical methods used during drilling are particularly important for tackling this task.

This study investigates the potential for determining reservoir pressure using data from wells drilled in multiple fields.

It demonstrates how the equivalent depth method can be applied to estimate both reservoir pressure and the pressure anomaly coefficient. The results of the study show that this method provides reliable data when applied to the evaluation and testing of deep reservoirs.

Key words: field, complex of geophysical studies, abnormally high reservoir pressures, equivalent depth

For citation: Shishkanova, L. V. (2025). On the issue of determining abnormally high reservoir pressures and the anomaly coefficient using the equivalent depth method. Oil and Gas Studies, (2), pp. 54-68. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2025-2-54-68

Введение

Аномально высокие пластовые давления (АВПД) на территории Западной Сибири встречаются при вскрытии пластов на больших глубинах. Изучение и количественная оценка пластовых давлений на месторождениях проводится в системном изучении информации до проведения бурения, в процессе бурения скважин, а также после окончания проводки скважины [1].

В процессе изучения исследований до начала бурения используются: данные сейсмической разведки; материалы гравиметрической разведки; электроразведки; данные магниторазведки; использование геологической аналогии.

В процессе бурения скважин оценка пластовых давлений проводится при остановке углубления скважины и без остановки углубления.

При остановке углубления методы оценки пластовых давлений следующие:

- по данным геофизических исследований в скважинах;
- по данным о гидродинамическом взаимодействии пласта с промывочной жидкостью;
- по петрофизическим данным (керна, шлам);
- по результатам опробования перспективных горизонтов.

Без остановки углубления скважин:

- по данным о гидродинамическом взаимодействии пласта с промывочной жидкостью;
- по технологическим данным бурения;
- по петрофизическим данным (по шламу и керну).

Прогноз пластовых давлений после окончания бурения (до спуска эксплуатационной колонны, а также после) проводится по результатам опробования пластов.

Региональное распространение зоны высоких давлений обусловлено влиянием генезиса образования. Природа и механизмы образования АВПД, закономерности развития и сохранения в недрах создают возможность выбора методики изучения зоны распространения и возможности определения пластовых давлений.

Причины образования высоких пластовых давлений:

- процесс гравитационного уплотнения пород;
- гидродинамическая замкнутость резервуаров в результате притоков высоконапорных глубинных флюидов;
- воздействие тектонических напряжений и деформация глубин резервуаров;
- воздействие локальных геологических факторов, таких как грязевой вулкан, массивное накопление каменной соли, землетрясение.

Пластовое давление характеризуется коэффициентом аномальности (отношение пластового давления к нормальному гидростатическому), который изменяется в зоне АВПД от 1,3 до 2.

Использование геолого-геофизических данных, а также применение различных методик оценки пластовых давлений дают возможность более детально изучать зону распространения АВПД и оценить коэффициент аномальности во избежание аварийных ситуаций при бурении скважины [2].

В разделе «Объекты и методы исследования» рассмотрена возможность определения пластового давления по методике эквивалентных глубин на примере ряда скважин различных месторождений.

Объекты и методы исследования

Изучение вопроса аномальных поровых давлений покрышек залежей представляет собой огромный интерес, так как те характеризуются некоторыми особенностями изменения геофизических параметров, а именно: увеличение пористости, уменьшение плотности, снижение удельного электрического сопротивления (ρ_k), увеличение интервального времени ΔT , снижение продолжительности проходки, увеличение диаметра скважины, увеличение теплообмена и понижение интервальной скорости. Многолетние исследования показали, что поровое давление в глинистых покрышках отражает величину аномального давления в залежи.

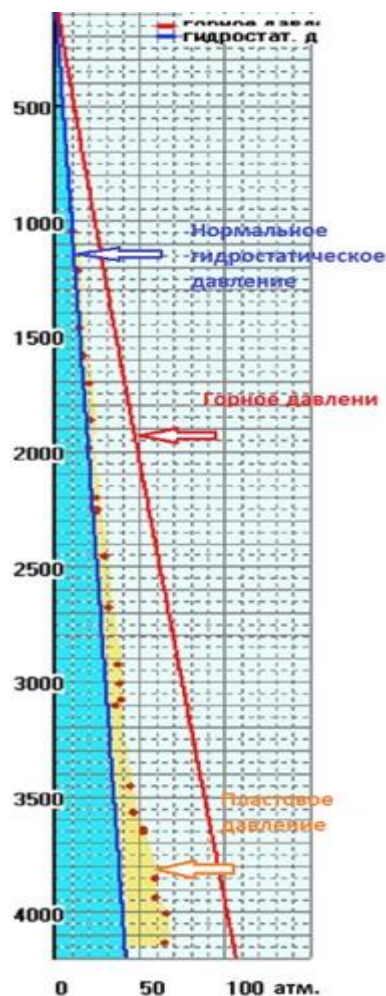
На примере скв. 182 Ямбургского месторождения (рис. 1) представлено изменение гидростатического, пластового и горного давления.

Наукой установлена полигенность образования зоны повышенных и высоких пластовых давлений [2]. Нет ни одного механизма образования высоких пластовых давлений, который бы работал самостоятельно, отдельно от других механизмов.

Непосредственно гравитационное уплотнение глин, замкнутость резервуаров, тектонические процессы, прогрев недр Земли, преобразование органического вещества способствуют генерации повышенных и высоких

пластовых давлений. Все это обуславливается геологическими условиями изучаемого региона.

Рис. 1. Пример изменения гидростатического давления, пластового давления, горного давления в скв. 182 Ямбургского месторождения



При выборе геофизического параметра для определения зоны повышенных и высоких пластовых давлений используются следующие виды геофизических исследований: стандартный каротаж, боковой каротаж, индукционный (метод проводимости), акустический каротаж, плотностной гамма-гамма каротаж и так далее. Далее по разрезу скважины выделяются покрышки (глины), в которых определяется значение выбранного геофизического параметра. Для приведения геофизического параметра к одинаковым скважинным условиям по возможности вводятся поправки, которые учитывают диаметр скважины, минерализацию пластовых вод, температуры.

По разрезу скважины строится график зависимости изменения геофизического параметра с глубиной. В зоне нормального давления, где породы нормально уплотнены, точки геофизического параметра почти ло-

жаты на одну линию (с небольшим отходом от нее). В зоне повышенного и высокого пластового давления наблюдаются глубины, в которых присутствует отклонение геофизического параметра от линии нормального изменения данного параметра с глубиной.

На примере ряда скважин рассмотрим определение пластового давления и соответственно коэффициента аномальности.

Методика эквивалентных глубин позволяет по данным геофизических параметров определить значение пластового давления и коэффициента аномальности [2]. В связи с этим проводится линия от фактического значения геофизического параметра до пересечения с линией нормального изменения геофизического параметра с глубиной. Точка пересечения является эквивалентной глубиной ($H_э$).

Формула определения пластового давления ($P_{пл}$):

$$P_{пл} = 9,81 \cdot [H_a \cdot \rho_a - (H_э \cdot \rho_э - \rho_v \cdot H_э)],$$

где $P_{пл}$ — пластовое давление; H_a , $H_э$ — соответственно глубина аномальная, глубина эквивалентная; ρ_a , $\rho_э$, ρ_v соответственно плотность глин на аномальной глубине, эквивалентной глубине, плотность воды; 9,81 — значение ускорения свободного падения.

Коэффициент аномальности рассчитывался: $K_a = P_{пл} / P_{гид}$, где $P_{пл}$ — пластовое давление, $P_{гид}$ — нормальное гидростатическое давление.

На примере скважин рассмотрим вопрос определения вышеперечисленных параметров.

Как известно, в зависимости от механизма образования аномально высоких давлений, стратиграфической приуроченности и геологических факторов Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция условно подразделяется на зоны: Северную, Уренгойскую, Салымскую, Краснотуркменскую.

Месторождения, входящие в эти зоны, характеризуются различными коэффициентами аномальности в стратиграфических горизонтах.

Так, в Северной зоне аномальные давления наблюдаются в баженовской свите. Однако снижение содержания органического вещества и менее благоприятные термодинамические условия приводят к снижению градиента пластовых давлений и, соответственно, снижению коэффициентов аномальности.

Уренгойская зона описана ниже на примере скв. 182 Ямбургского месторождения.

В Салымской зоне баженовская свита является генератором образования аномальных пластовых давлений. Это связано со значительным содержанием органического вещества, которое и повлияло на образование углеводородов, где, в свою очередь, гидродинамическая изоляция глинами послужила основной причиной образования аномальных давлений.

Краснотуркменская зона характеризуется незначительным коэффициентом аномальности (до 1,4). Образование аномальных давлений в рас-

сматриваемой зоне связано с худшими условиями гидродинамической изоляции баженовской свиты и меньшей интенсивностью преобразования органического вещества.

Скважина 182 Ямбургского месторождения

Ямбургское месторождение входит в Уренгойскую зону. Зоны аномальных давлений на Ямбургском месторождении выделяются ниже глубины 3 000 м и охватывают ачимовские отложения, баженовскую свиту, а также отложения юры. Причины образования аномальных давлений заключаются в основном в высокой скорости осадконакопления и отставании оттока поровых вод при гравитационном уплотнении.

На рисунке 2 представлена скв. 182 Ямбургского месторождения. Отклонение геофизических данных от линии нормального изменения параметров с глубиной в глинах, а именно удельного электрического сопротивления в сторону уменьшения и увеличения плотности наблюдается в глинистой покрывке ачимовских отложений, баженовской свиты, далее ниже по разрезу в абалакской и тюменской свитах (пласт Ю2-4).

Методика определения пластовых давлений и соответственно коэффициента аномальности в рассматриваемой скважине описана выше.

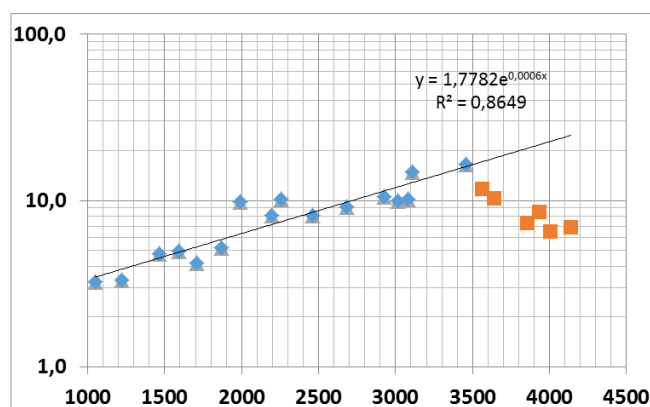


Рис. 2. Пример изменения геофизических параметров с глубиной по скв. 182 Ямбургского месторождения (по оси Y — относительное сопротивление, по оси X — глубина скважины)

Рисунок 3 демонстрирует зависимость изменения геофизического параметра (относительного сопротивления) с глубиной с учетом введенных поправок. Зависимость построена по изменению геофизического параметра, а именно глинистых пластов. Кроме того, введены поправки в отношении геометрии ствола скважины. В результате исследований установлено, что аномальные давления прослеживаются с глубины 3 500 м, что соответствует глинистой покрывке ачимовских отложений, с изменением коэффициента аномальности от 1,3 до 1,66.

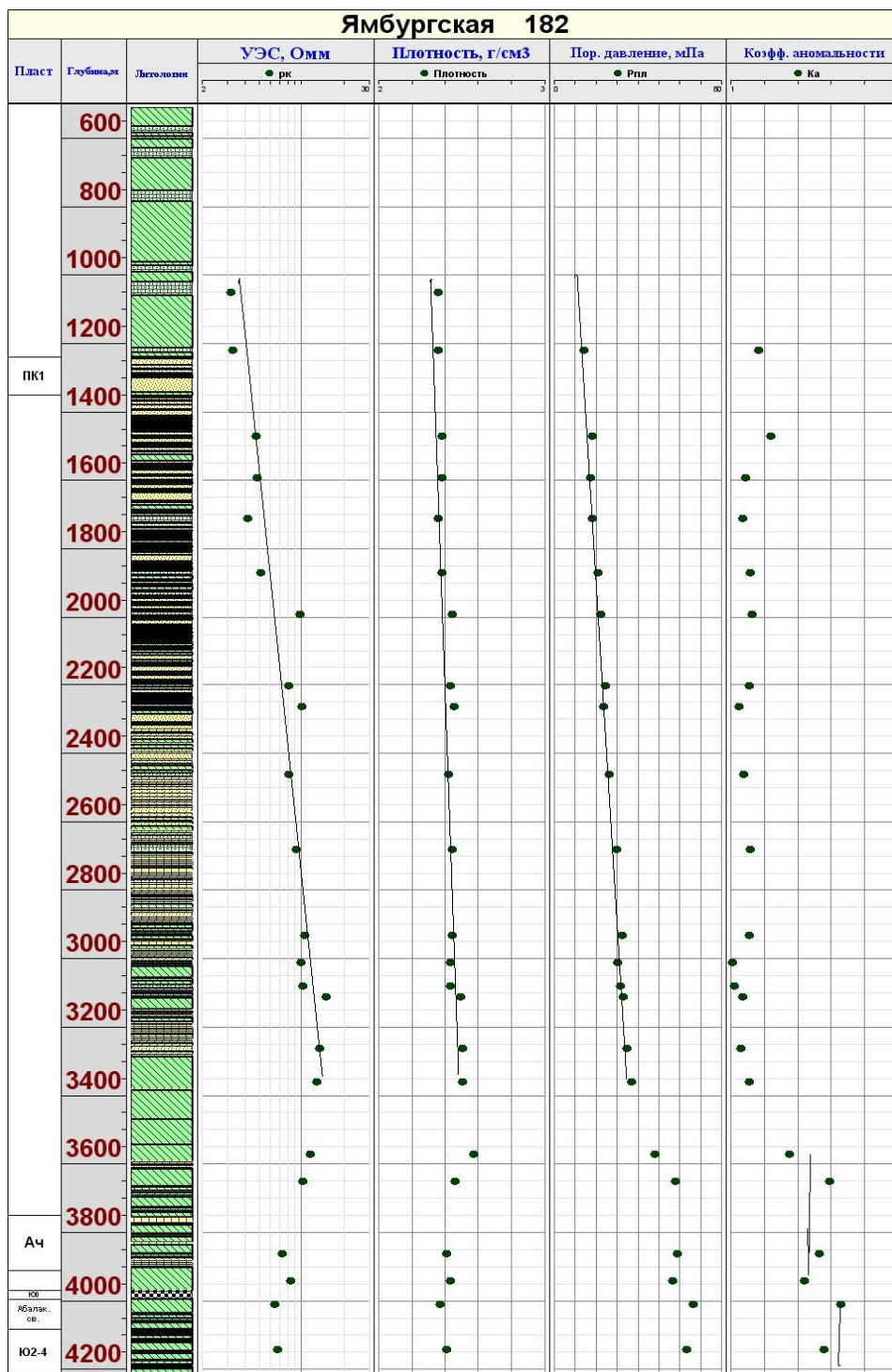


Рис. 3. Изменение геофизических параметров в зоне АВПД в скв. 182 Ямбургского месторождения

В таблице 1 представлен расчет пластового давления и коэффициента аномальности в скв. 182 Ямбургского месторождения по всему вскрытому разрезу.

Таблица 1

Расчет пластового давления и коэффициента аномальности в скв. 182

Глубина Н. М	Сопротивле- ние гли- нрк Омм	Диаметр скважи- ны ДС мм	Сопроти- вление бурового раствора рс Омм	Поправки за геометрию скважины			Сопроти- вление с учетом поправок рк1 Омм	Плот- ность гр/см3	Пласто- вое давлени- е Рпл атм	Нормаль- ное гидростати- ческое давление Ргид атм	Кэффи- циент аномальнос- ти Ка
				Гр	Гр*рс	Кд					
1050	3.2	0.442	3	0.44	1.32	1.72	3.2	2.36		105	
1220	3.2	0.444	2.9	0.44	1.28	1.73	3.3	2.36	143.31	122	1.17
1470	4.1	0.333	2.8	0.34	0.96	1.53	4.8	2.37	179.40	147	1.22
1590	4.2	0.329	2.8	0.34	0.95	1.52	4.9	2.37	174.00	159	1.09
1710	3.6	0.355	2.6	0.36	0.95	1.57	4.2	2.36	183.13	171	1.07
1870	4.3	0.339	2.6	0.35	0.91	1.54	5.2	2.38	209.63	187	1.12
1990	6.7	0.479	2.6	0.47	1.23	1.79	9.8	2.44	224.56	199	1.13
2200	6.2	0.329	2.4	0.34	0.82	1.52	8.2	2.43	244.83	220	1.11
2260	7.5	0.319	2.4	0.33	0.80	1.51	10.1	2.45	238.12	226	1.05
2460	6	0.339	2	0.35	0.70	1.54	8.2	2.42	264.53	246	1.08
2680	6.1	0.459	1.6	0.45	0.73	1.75	9.2	2.44	300.67	268	1.12
2930	6.8	0.412	1.4	0.41	0.58	1.67	10.6	2.44	326.50	293	1.11
3010	6.2	0.465	1.2	0.46	0.55	1.76	10.0	2.43	304.53	301	1.01
3080	6.3	0.471	1.2	0.47	0.56	1.77	10.2	2.43	315.63	308	1.02
3110	9.2	0.459	1	0.45	0.45	1.75	15.0	2.49	332.09	311	1.07
3460	12.4	0.232	0.8	0.26	0.20	1.35	16.5	2.58	421.48	346	1.22
3570	12	0.24	0.8	0.26	0.21	1.37	11.6	2.57	482.15	357	1.35
3650	7.7	0.236	0.7	0.26	0.18	1.36	10.2	2.46	581.62	365	1.59
3860	5.5	0.242	0.6	0.26	0.16	1.37	7.3	2.41	589.93	386	1.53
3940	6.3	0.244	0.6	0.27	0.16	1.38	8.4	2.43	567.48	394	1.44
4010	3.8	0.242	0.6	0.26	0.16	1.37	6.5	2.37	665.78	401	1.66
4140	5.6	0.19	0.6	0.22	0.13	1.28	6.8	2.31	645.64	414	1.56

Точность определения пластового давления и коэффициента аномальности в большой степени зависит от качества записи геофизического материала. Поэтому прежде чем приступить к решению данной задачи, необходимо определиться с качеством геофизических исследований и при необходимости провести корректировку путем введения поправок.

Скважина 210 Песцовая

Песцовое месторождение попадает в зону высоких пластовых давлений с изменением коэффициента аномальности до 1,8. Высокими давлениями характеризуются отложения ачимовской свиты до 1,5 (коэффициент аномальности), баженовской свиты и отложениями юры (до 1,8). Ниже представлены результаты обработки материалов геофизических исследований, проведенных в данной скважине, и определены пластовые давления и коэффициенты аномальности (табл. 2).

**Расчет пластового давления и коэффициента аномальности в скв. 210
Песцового месторождения по всему вскрытому разрезу**

Глубина Н м	Сопротив ле-ние глин рк Омм	Диаметр скважи-ны ДС м	Сопротивленн е бурового раствора рс Омм	Плот- ность гр/см3	Пласто- вое давление Рпл атм	Нормаль-ное гидростати- ческое давление Ргид атм	Кэффи- циент аномальнос- ти Ка
940	3.1	0.447	4.6	2.35		94	
1220	2.9	0.418	4.2	2.35	157.17	122	1.29
1466	3.4	0.357	4.2	2.36	178.67	146.6	1.22
1612	3.3	0.359	3.8	2.36	178.75	161.2	1.11
1730	3.5	0.387	3.8	2.36	187.69	173	1.08
1775	3.4	0.363	3.6	2.36	181.49	177.5	1.02
1840	4.7	0.361	3.6	2.39	196.51	184	1.07
1985	5.4	0.372	3.4	2.41	219.63	198.5	1.11
2180	5.2	0.374	3.4	2.40	241.67	218	1.11
2290	5.8	0.378	3.2	2.42	245.30	229	1.07
2370	6.6	0.394	3	2.44	246.02	237	1.04
2680	7	0.365	2.8	2.45	311.30	268	1.16
2846	7.2	0.381	2.4	2.45	306.77	284.6	1.08
3090	7	0.4	2	2.45	339.14	309	1.10
3180	9.4	0.296	1.8	2.50	345.85	318	1.09
3360	11.4	0.296	1.8	2.55	369.51	336	1.10
3500	7.6	0.237	1.4	2.46	457.59	350	1.31
3585	9	0.229	1.2	2.49	467.16	358.5	1.30
3725	9	0.235	1	2.49	501.41	372.5	1.35
3800	5.4	0.226	1	2.41	560.98	380	1.48
3805	4.8	0.219	0.8	2.39	620.40	380.5	1.63
3820	3.7	0.252	0.8	2.37	652.60	382	1.71
3853	3.4	0.166	0.8	2.36	674.10	385.3	1.75
3856	3.2	0.166	0.8	2.36	685.80	385.6	1.78
4000	6.1	0.166	0.8	2.42	645.30	400	1.61

При интерпретации материалов геофизических исследований поправка в отношении геометрического фактора скважины не вводилась. Это связано с отсутствием данных по эталонировке аппаратуры, при которой проведена регистрация (АБКТ). На практике установлено, что расхождение данных по определению пластового давления без учета поправки может составлять 2–3 %.

На примере ряда скважин представлена характеристика геофизических параметров в зонах аномальных давлений на территории Западной Сибири.

Разрез на территории Западной Сибири по генезису образования аномальных давлений подразделяется на зоны [3].

Северная зона включает в себя месторождения, расположенные на полуострове Ямал. Мощность баженовской свиты (пласт Ю0) незначительная. Так, в скв. 125 Бованенковского месторождения мощность ба-

женовской свиты — 30 м. Незначительная мощность баженовской свиты в рассматриваемом районе не является генератором аномальных давлений. Ее роль существенно уменьшается относительно других зон. Возможно, это связано с низким содержанием органического вещества, а также термодинамическими условиями, что ведет к значительному снижению градиентов давлений в баженовской свите.

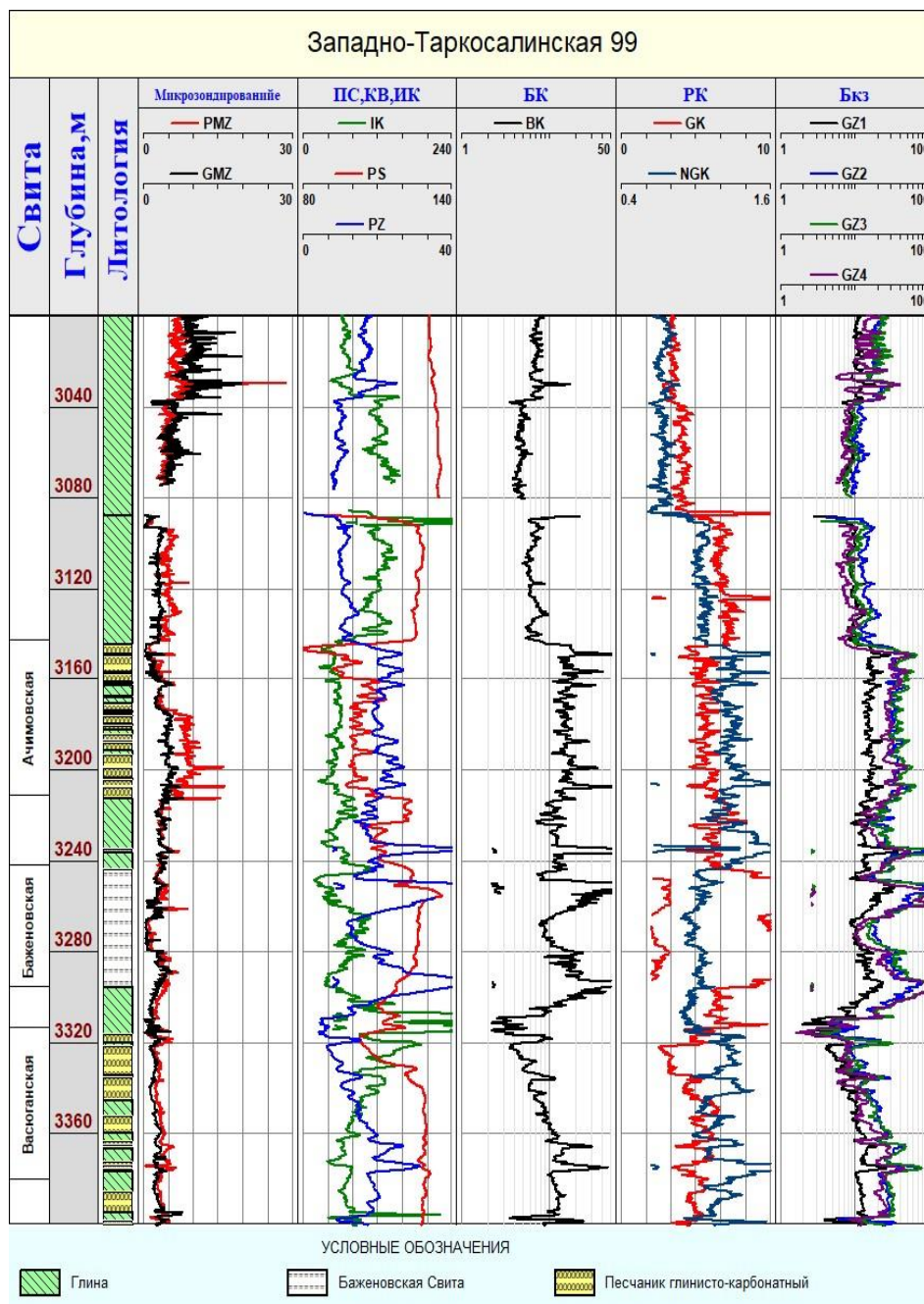
В нижнемеловых отложениях в северной зоне наблюдается отсутствие пластовых давлений, значительно превышающих гидростатическое. Это обусловлено экранирующими свойствами глинистой покрышки, которая способствует образованию аномальных давлений. Так, в скв. 125 Бованенковского месторождения мощность глинистой покрышки составляет около 450 м.

Следовательно, в Северной зоне генезис образования аномальных давлений в основном зависит от скорости осадконакопления и экранирующих свойств глинистых покрышек.

Уренгойская зона. Изменение геофизических параметров в зоне аномальных давлений представлено на примере скв. 99 Западно-Таркосалинского месторождения (рис. 4). На месторождениях Уренгойской зоны повышенные давления наблюдаются уже в отложениях ачимовской толщи с коэффициентом аномальности 1,35–1,6.

Максимальные значения аномальных давлений в данной зоне отмечаются в отложениях баженовской свитой, которая в скв. 99 Западно-Таркосалинского месторождения достигает 60 м. Зона глинистой покрышки от нижнемеловых отложений до ачимовской толщи в представленной скважине составляет около 300 м. В связи с этим мощная толща глинистой покрышки, высокая скорость осадконакопления привели к отставанию оттока поровых вод из глинистой толщи, что способствовало формированию аномальных давлений в ачимовской, баженовской и юрских свитах.

Салымская зона представлена геолого-геофизическими разрезами скв. 162 Салымского месторождения (рис. 5). Рассматриваемая зона характеризуется наличием аномальных давлений в баженовской свите. Баженовская свита залегает в интервале глубин 2 950–3 120 м, представлена чередованием листовато-плитчатых глин, а также битуминозными глинами с включениями карбонатных и кремнистых прослоев. Мощность свиты может достигать 70 м в представленной скважине. Достаточно большое количество органического вещества (до 20 %) способствует генерации углеводородов. Причина образования аномальных давлений в отложениях баженовской свиты — гидродинамическая изоляция покрывающей толщей глин.



**Рис. 4. Геофизический разрез в зоне аномальных давлений
в скв. 99 Западно-Таркосалинского месторождения**

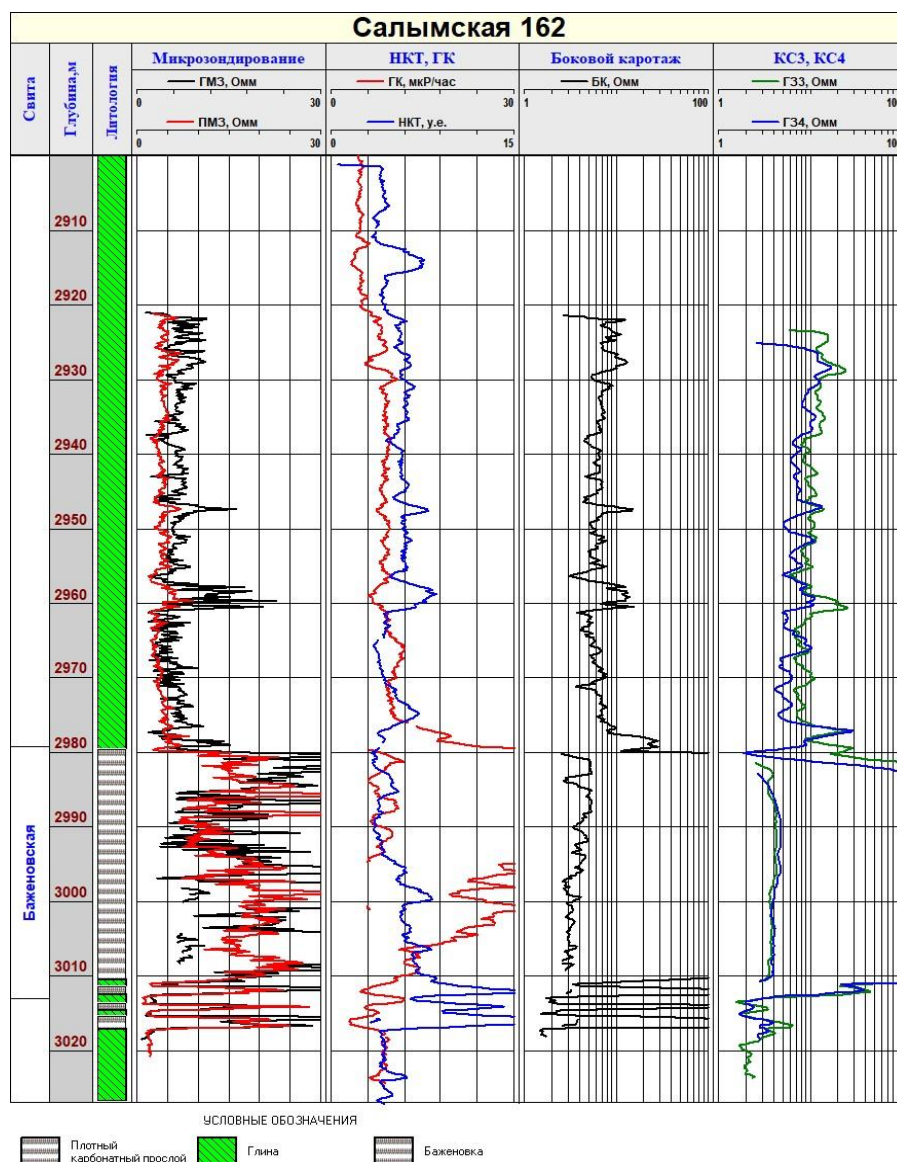
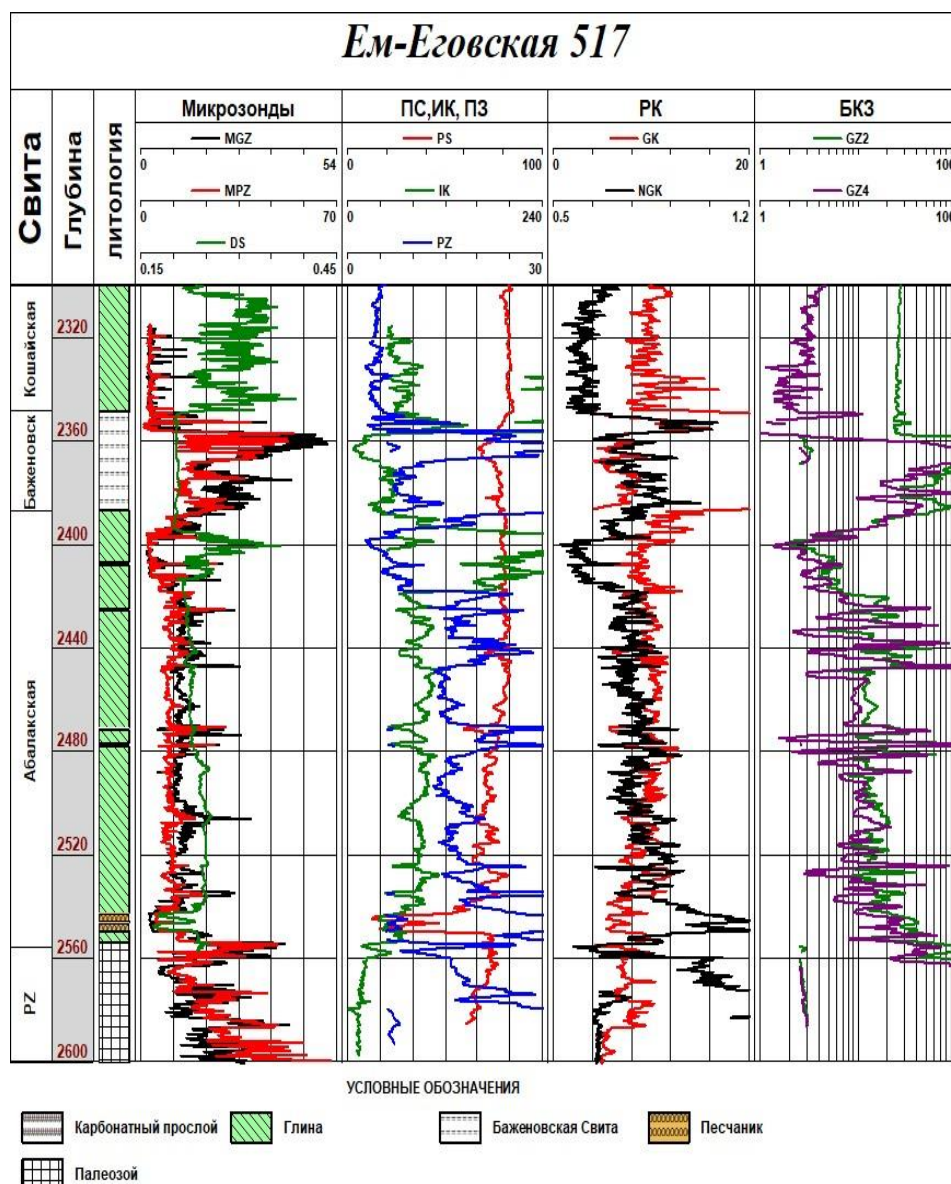


Рис. 5. Геофизический разрез в зоне аномальных давлений в скв. 162 Салымского месторождения

Красноленинская зона представлена скв. 517 Ем-Ёговского месторождения (рис. 6). Аномальные давления в рассматриваемой зоне в основном распространяются в кошайской, баженовской и абалакской свитах. Установлено, что коэффициент аномальности изменяется в пределах 1,3–1,45. Такое снижение аномальных давлений, видимо, связано с уменьшением интенсивности преобразования органического вещества баженовской свиты и худшей гидроизоляции свиты подстилающими глинами абалакской свиты.



**Рис. 6. Геофизический разрез в зоне аномальных давлений в скв. 517
Ем-Ёговского месторождения**

Результаты

На месторождениях Западной Сибири существует большое количество залежей, вскрытых на больших глубинах, имеющих пластовое давление, на порядок превосходящее нормальное гидростатическое давление. Во избежание аварийных ситуаций при вскрытии бурением пластов в глубокозалегающих толщах необходимо прогнозировать и количественно определять зоны повышенных и высоких давлений.

Такую оценку можно проводить по результатам геофизических исследований скважин в процессе бурения. А именно, зная изменения геофизических параметров в зонах аномальных давлений.

В статье на примере скважин рассмотрена методика эквивалентных глубин, позволяющая прогнозировать в разрезе пластовые давления и количественно определять коэффициенты аномальности. Установлено, что точность в определении этих параметров зависит от качества регистрации геофизических исследований.

Кроме того, территория Западной Сибири по генезису образования аномальных давлений условно подразделена на четыре зоны: Северную, Уренгойскую, Салымскую, Красноленинскую. Приведен пример геологического разреза и геофизических параметров в условных зонах, а также кратко описаны условия формирования аномальных давлений в пластах на больших глубинах.

Выводы

1. Прогноз и оценка пластовых давлений возможны до начала бурения скважины, в процессе и после завершения бурения.
2. Геофизические методы исследования скважин позволяют прогнозировать глубину вскрытия пластов с аномальными давлениями и давать количественную оценку пластового давления и коэффициента аномальности.
3. Точность количественной оценки пластового давления зависит от качества геофизических исследований, а также знания поведения геофизических параметров в зоне аномальных давлений.
4. На примере ряда скважин представлена методика определения пластового давления методом эквивалентных глубин.
5. Рассмотрены условные зоны Западной Сибири по природе и механизму формирования аномальных давлений с примерами геологических разрезов и геофизических параметров.
6. Детальное изучение зон аномальных давлений, знание механизмов их образования способствуют повышению эффективности бурения глубоких скважин и предотвращению аварийных ситуаций.

Список источников

1. Мелик-Пашаев, В. С. Аномально высокие пластовые давления на нефтяных и газовых месторождениях / В. С. Мелик-Пашаев, Э. М. Халимов, В. Н. Серегина. – Москва : Недра, 1983. – 181 с. – Текст : непосредственный.
2. Сковородников, И. Г. Геофизические исследования скважин : курс лекций / И. Г. Сковородников. – Екатеринбург : УГГА, 2003. – 294 с. – Текст : непосредственный.
3. Александров, Б. Л. Аномально высокие пластовые давления в нефтегазоносных бассейнах / Б. Л. Александров. – Москва : Недра, 1987. – 216 с. – Текст : непосредственный.

4. Лукьянов, Э. Е. Геолого-технологические исследования в процессе бурения / Э. Е. Лукьянов. – Новосибирск : Издательский Дом «Историческое наследие Сибири». – 2009. – 752 с. – Текст : непосредственный.
5. Дьяконов, Д. И. Общий курс геофизических исследований скважин : учебник для вузов / Д. И. Дьяконов, Е. И. Леонтьев, Г. С. Кузнецов. – 2-е изд., перераб. – Москва : Недра, 1984. – 432 с. – Текст : непосредственный.
6. Геофизические исследования скважин : учебник для вузов / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Р. А. Резванов, А. Н. Африкян. – Москва : Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 400 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Melik-Pashaev, V. S., Khalimov, E. M., & Seregina, V. N. (1983). Anomal'no vysokie plastovye davleniya na neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniyakh. Moscow, Nedra Publ., 181 p. (In Russian).
2. Skovorodnikov, I. G. (2003). Geofizicheskie issledovaniya skvazhin: Ekaterinburg, UGGA Publ., 294 p. (In Russian).
3. Aleksandrov, B. L. (1987). Anomal'no vysokie plastovye davleniya v neftegazonosnykh basseynakh. Moscow, Nedra Publ., 216 p. (In Russian).
4. Luk'yanov, E. E. (2009). Geologo-tehnologicheskie issledovaniya v protsesse bureniya. Novosibirsk, Izdatel'skiy Dom «Istoricheskoe nasledie Sibiri» Publ., 752 p. (In Russian).
5. D'yakonov, D. I., Leont'ev, E. I., & Kuznetsov, G. S. (1984). Obshchiy kurs geofizicheskikh issledovaniy skvazhin. Moscow, Nedra Publ., 432 p. (In Russian).
6. Dobrynin, V. M., Vendel'shteyn, B. Yu., Rezvanov, R. A. & Afrikyan, A. N. (2004). Geofizicheskie issledovaniya skvazhin. Moscow, Izd-vo «Nef't' i gaz» RGU nef'ti i gaza im. I. M. Gubkina Publ., 400 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about the author

Шишканова Людмила Викторовна, старший преподаватель кафедры прикладной геофизики, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, shishkanovalv@tyuiu.ru

Lyudmila V. Shishkanova, Senior Lecturer at the Department of Applied Geophysics, Industrial University of Tyumen, shishkanovalv@tyuiu.ru

Статья поступила в редакцию 20.12.2024; одобрена после рецензирования 17.02.2025; принята к публикации 05.03.2025.

The article was submitted 20.12.2024; approved after reviewing 17.02.2025; accepted for publication 05.03.2025.