

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК: 551.736.1:470.56

ЗОНА СОЧЛЕНЕНИЯ ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА И ПЕРЕДОВЫХ СКЛАДОК УРАЛА: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ПОИСКОВОЙ СКВАЖИНЫ 4 ПЕТРОВСКАЯ

© Тюрин А.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

DOI:10.24412/1997-8316-2023-112-4-10

Аннотация: определена геологическая позиция поисковой (на нефть и газ) скважины 4 Петровской (оренбургский сегмент Предуральского прогиба) относительно самой западной Курмаинской антиклинали передовых складок Урала. Скважина находится на её западном крыле, которое погружается в Предуральский прогиб. Вскрытый разрез нижней перми соответствует опорному «Ассель» (передовые складки). Возраст пачки известняков в интервале 5176-5467 м определён как сакмарский (сарабильская свита). Ниже забоя скважины прогнозируются известняки ассельского и сакмарского ярусов (карамурунская и курмаинская свиты). Их мощность 330 м. Ещё ниже – карбонатно-терригенные отложения ассельского яруса. Полученные результаты рекомендовано принять во внимание при интерпретации сейсмогеологических данных по восточной части оренбургского сегмента Предуральского прогиба.

Ключевые слова: геология, стратиграфия, нижняя пермь, Предуральский прогиб, передовые складки Урала.

E-mail: amturin1952@bk.ru

JOINT ZONE OF THE PRE-URAL TROUGH AND FRONTAL FOLDS OF THE URALS: GEOLOGICAL POSITION OF THE EXPLORATION WELL 4 PETROVSKAYA

© Tyurin A.

Orenburg State University, Orenburg

Abstract: the geological position of the exploration (for oil and gas) well 4 Petrovskaya (Orenburg segment of the Pre-Ural trough) relative to the westernmost Kurmain anticline of the frontal folds of the Urals has been determined. The well is located on its western limb which is plunged into the Pre-Ural trough. The penetrated section of the lower Perm corresponds to the supporting «Assel» (frontal folds). The age of the limestone series in the range 5176-5467 m is defined as Sakmarian (Sarabil formation). Limestone of the Assel and Sakmar layers (Karamurun and Kurmain formations) are predicted below the bottom of the well. Their thickness is 330 m. Even lower are the carbonate-terrigenous deposits of the Asselian stage. The obtained results are recommended to be taken into account when interpreting seismogeological data on the eastern part of the Orenburg segment of the Pre-Ural trough.

Key words: geology, stratigraphy, Lower Perm, Pre-Ural trough, frontal folds of the Urals.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В Волго-Уральской нефтегазоносной провинции развита одноименная карбонатная платформа девонско-нижнепермского возраста. Она перекрыта соляно-ангидриевой толщей кунгурского яруса нижней перми. В пределах Оренбургской области выделяются три ограничивающих её карбонатных уступа: нижнепермский, девонско-среднекаменноугольный и девонско-нижне-

пермский. Их склоны маркируют некомпенсированные седиментационные впадины. Склоны двух последних – Прикаспийскую, нижнепермский – Предуральскую. На практике Предуральская седиментационная впадина обозначается термином «Предуральский прогиб». С запада он ограничен склоном карбонатного уступа нижнепермского возраста высотой порядка 1000 м. В оренбургском сегменте прогиб с востока сопрягается с передовыми складками Ура-

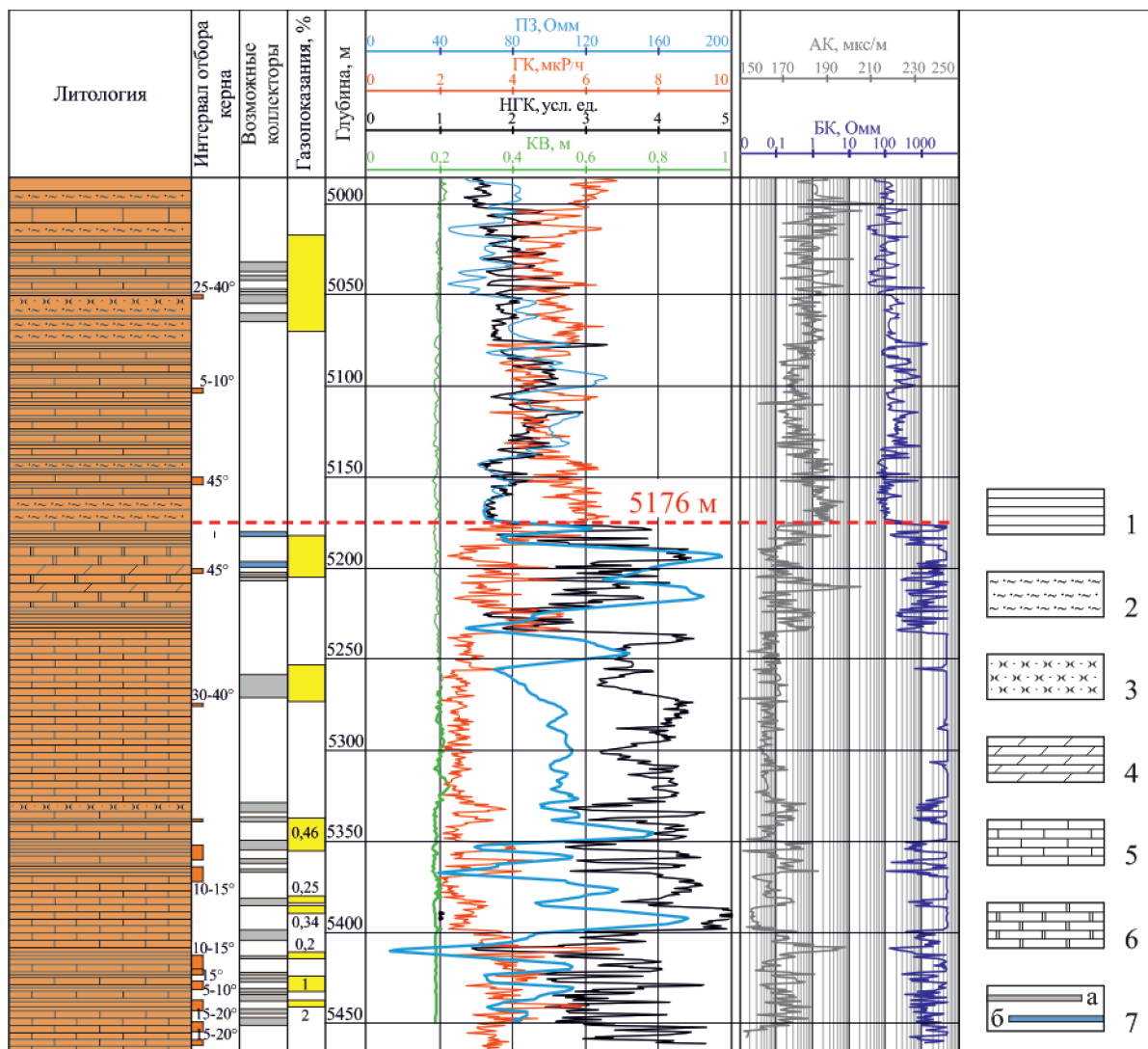


Рис. 1. Геолого-геофизический разрез поисковой скважины 4 Петровская.
Интервал 4940-5467 м (А.М. Тюрин, 2012 г.)

1 – аргиллиты; 2 – алевролиты; 3 – песчаники; 4 – мергели; 5 – известняки; 6 – доломиты; 7 – пласты-коллекторы порового (а) и трещинного (б) типов. В графе «Интервал отбора керна» цифрами показаны углы слоистости пород относительно горизонтальной плоскости

ла, а с юго-востока через бортовой уступ девонско-среднекаменноугольного возраста с Прикаспийской впадиной.

На юге Предуральского прогиба (его оренбургский и башкортостанский сегменты), в передовых складках Урала и на востоке Прикаспийской впадины развита карбонатно-терригенная толща верхнедевонско-нижнепермского возраста. Её длина до 900 км, ширина до 75 км и мощность до 8 км. Последние два параметра даны для оренбургского сегмента Предуральского прогиба. По данным бурения во всех трёх регионах установлена газоносность верхней нижнепермской части толщи. Однако стабильные притоки газа не получены. Специалисты ООО «ВолгоУралНИПИГаз» при описании толщи ввели генетически нейтральный термин «флишоиды» (А.М. Тюрин, 2001 г.). По комплексу данных сделали вывод об их преимущественно мелководном генезисе (А.М. Тюрин, 2012 г.). Идентифицировали толщу как нетрадиционный резервуар газа. С 2017 г. изучение флишоидов нижней перми проводится ООО «Газпром добыча Оренбург» в рамках «Программы освоения нетрадиционных и трудноизвлекаемых ресурсов газа», утвержденной председателем правления ПАО «Газпром» А.Б. Миллером. На текущем этапе её реализация осуществляется на Ирекском участке недр (восточная часть оренбургского сегмента Предуральского прогиба).

По данным бурения в северо-восточной части оренбургского сегмента Предуральского прогиба (скважины 1, 2, 4, 5 Тавакановские, 1, 41, 42 Каскиновские, 10 Кузубековская, 10 Староказлаировская) флишоиды нижней перми залегают на карбонатах карбона. Поиск и разведка месторождений нефти и газа в карбонатах башкирского яруса среднего карбона являются одним из направлений геологоразведочных работ ООО «Газпром добыча Оренбург» на нефть и газ, в том числе и на Ирекском участке. Южнее в крайней восточной части прогиба пробурены скважины 20, 21 Большеикские, 3, 4

Петровские, 10 Саракташская, 631 Кондуровская, 70, 71, 73 Активные. Во всех скважинах, кроме поисковой 4 Петровской, разрез флишоидов представлен преимущественно терригенными породами. Карбонаты карбона они не вскрывают. Нижняя часть разреза самой глубокой скважины 4 Петровской (находится на Ирекском участке), интервал 5176-5467 м, сложена преимущественно известняками. Имеются проблемы с их стратиграфической идентификацией. Разобраться в этом вопросе можно на основе определения геологической позиции скважины относительно обнажений в передовых складках Урала. При этом результаты сейсморазведочных работ МОГТ (через скважину и рядом с ней отработано несколько профилей) в статье не рассматриваются.

РЕЗУЛЬТАТЫ БУРЕНИЯ СКВАЖИНЫ 4 ПЕТРОВСКОЙ

Интервал разреза скважины 4 Петровской 5176-5467 м сложен пачкой известняков с прослоями аргиллитов и мергелей (рис. 1). Известняки тёмно-серые с коричневатым оттенком, участками белые, светло-серые, плотные с включениями органических остатков, с прослоями мергелей тёмно-серых, алевролитистых, плотных и песчаников тёмно-серых мелкозернистых, полимиктовых, слюдистых, плотных. Аргиллиты тёмно-серые до чёрных, плотные, крепкие, известковистые с редкими включениями обугленных растительных остатков. Угол слоистости пород относительно горизонтальной плоскости изменяется от 5 до 40°. Керна из интервала 5406-5410 м представлен мергелем с единичными пропластами известняков. В нём выявлена фауна, которая выше башкирского яруса неизвестна. В дополнительном заключении о возрасте пород, вскрытых скважиной 4 Петровской, отмечено, что к этой фауне следует относиться с большой осторожностью, так как она плохой сохранности и может быть перетолженной. В керне из других интервалов пачки известняков выявлена фауна, распро-

странённая от среднего карбона до нижней перми. Таким образом, в определении её возраста по фауне имеется неопределённость.

По разбивкам Н.А. Ивановой (2012 г.), кровля флишоидов в разрезе скважины 4 Петровской находится на глубине 1422 м. Их верхняя часть до глубины 1473 м отнесена к саранинскому горизонту кунгурского яруса нижней перми. Кровли артинского и сакмарского ярусов нижней перми определены на глубинах 2500 и 4141 м соответственно. Пачка известняков, вскрытая в интервале 5176–5467 м, отнесена к сакмарскому ярусу. Интервал разреза флишоидов 1422–5176 м сложен аргиллитами и алевролитами с прослоями песчаников и известняков. Угол слоистости пород изменяется от 0 до 90°. Они интенсивно перемяты.

При бурении скважины в интервале флишоидов (включая пачку известняков) отмечалось разгазирование бурового раствора и повышение газопоказаний. При испытании в колонне интервала 3512–3526 м (алевролиты с пропластками песчаников) получен приток газа дебитом 27,9 тыс. м³/сут. За месяц отработки дебит снизился до 1 тыс. м³/сут.

Перекрыты флишоиды сульфатно-карбонатно-терригенной толщей кунгурского яруса: переслаивание глин и аргиллитов, ангидритизированных аргиллитов, гипс-ангидритовых пород, доломитов сульфатизированных, ангидритов. Кровля яруса в разрезе скважины определена на глубине 912 м. Непосредственно на кровле флишоидов залегает пласт ангидрита мощностью 10 м. На кунгурском ярусе залегают красноцветные



Рис. 2. Фрагмент космofотоснимка Google Earth. Геологическая ситуация (А.М. Тюрин, 2023 г.) в зоне сочленения Предуральского прогиба и передовых складок Урала в районе поисковой скважины 4 Петровской

1 – вершины хребта Карамурнтау: Альянка (1), Ташерик (2), Малиновая (3); 2 – скважины 3 и 4 Петровские; 3 – проекция плоскости взброса на дневную поверхность; 4 – направление падения слоёв горных пород на крыльях Курмаинской антиклинали; 5 – стратиграфические границы в отложениях нижней перми: сакмарского и артинского ярусов (1), карбонатно-терригенной и сульфатно-карбонатно-терригенной толщи кунгурского яруса (2), кунгурского и уфимского ярусов (3)

терригенные отложения уфимского и казанского ярусов перми.

В 2,0 км к северо-северо-западу от скважины 4 Петровской пробурена параметрическая скважина 3 Петровская. Её забой находится на глубине 4000 м. Вскрытый разрез аналогичен соответствующему интервалу разреза скважины 4. При бурении скважины 3 в интервале флишоидов отмечалось разгазирование раствора и повышение газопоказаний. При совместном испытании в колонне интервалов 3376-3417 и 3604-3635 м получено поступление газа дебитом около 100 м³/сут. При испытании в открытом стволе интервала 3752-4000 м притока не получено. По данным бурения и ГИС водоносных пластов-коллекторов в разрезе флишоидов скважин 3 и 4 Петровских не выявлено.

ОБНАЖЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ СКЛАДОК УРАЛА

На западе передовые складки Урала ограничены Курмаинской антиклиналью. Её фрагмент, ближайший к скважинам 3 и 4 Петровским (широта р. Ассель), изучен двумя опорными геологическими разрезами – «Ассель» (от ассельского до артинского ярусов) и «Сурашево» (верхняя часть артинского

яруса), а также геологической съёмкой (В.П. Твердохлебов, 2001 г.). На рисунке 2 показана наша авторская версия его строения. Восточное крыло складки взброшено на первые сотни метров над западным (рис. 3). Оно формирует хребет Карамурунтау северо – северо – восточного простирания. На западном крыле складки обнажены устойчивые к выветриванию слои песчаников и известняков сакмарского и артинского ярусов (гряды, параллельные хребту, рис. 2)). Отложения ярусов представлены карбонатно-терригенной толщей. Залегание слоёв согласное. Стратиграфическая граница между ними приведена по результатам привязки опорного разреза Ассель. Выше артинского яруса согласно залегают отложения кунгурского и уфимского ярусов. Первые представлены двумя толщами – карбонатно-терригенной (слой 164, мощность 25 м) и сульфатно-карбонатно-терригенной.

Стратиграфическая граница между двумя толщами кунгурского яруса проведена по восточной цепочке карстовых воронок. Граница между кунгурским и уфимским ярусом – по их западной цепочке. В одной из них чётко видно залегание красноцветных терригенных отложений на пластах

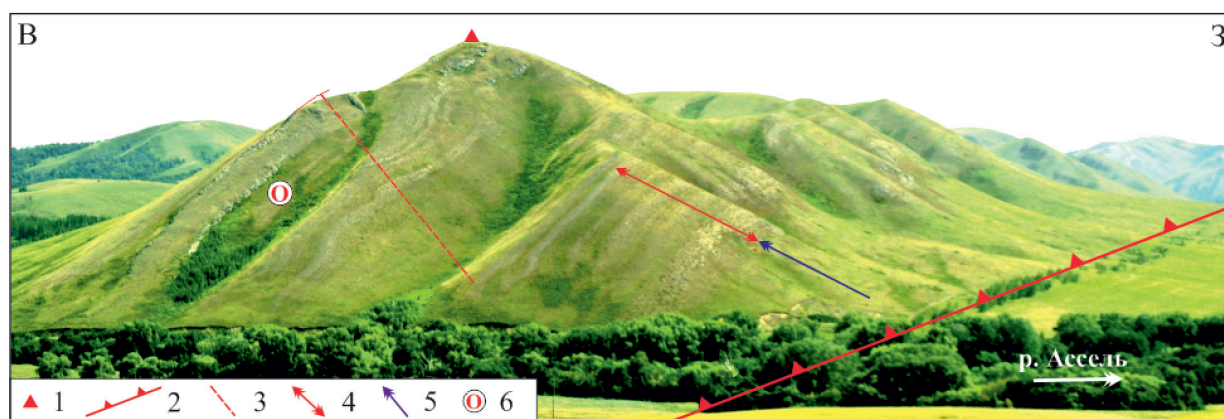


Рис. 3. Северный склон горы Альянка. Геологическая ситуация восточного крыла Курмаинской антиклинали (А.М. Тюрин, 2023 г.)

1 – вершина горы Альянка; 2 – проекция плоскости взброса на дневную поверхность; 3 – известняки курмаинской и карамурунской свит; 4 – известняки сарабельской свиты, вскрытые скважиной 4 Петровской в интервале 5176-5467 м; 5 – карбонатно-терригенные отложения ассельского яруса; 6 – оползень

гипса. Слои пород сакмарского, артинского, кунгурского и уфимского ярусов круто падают на запад (угол $> 45^\circ$). Признаков тектонических нарушений в них не выявлено.

Слои пород верхней части ассельского (курмаинская свита), нижней и средней части сакмарского (карамурунская и сарабильские свиты) ярусов обнажены на восточном крыле Курмаинской антиклинали (рис. 2, 3). Ниже приведено их описание по опорному разрезу Ассель.

Курмаинская свита (слои 67–73) сложена известняками афонитовыми и брекчиевидными. Мощность 108,2 м. В отложениях карамурунской свиты (слои 74–78) описан пласт 75 органогенного известняка мощностью 42,1 м, залегающий среди песчано-глинистых толщ. Мощность свиты 119,6 м. В сарабильской свите (слои 79–83) описаны только слои известняков, причём для одного из них мощность не указана. Суммарная мощность четырёх слоёв 78,4 м. Мощность свиты 297,0 м. Таким образом, во флишоидах нижней перми имеется пачка, сложенная преимущественно известняками, включающая относительно мощные слои терригенных пород. Её возраст определяется как ассельско-сакмарский, мощность 524,8 м. Пачку подстилает карбонатно-терригенные отложения ассельского яруса (слои 1–66) мощностью 1147,9 м.

СОГЛАСОВАНИЕ РАЗРЕЗОВ

В разрезе скважины 4 Петровской над отложениями кунгурского яруса залегают толща терригенных красноцветных пород (переслаивание глин, алевролитов и песчаников) уфимского яруса нижней перми мощностью 220 м. Эти же породы залегают на гипсах кунгурского яруса в одной из карстовых воронок их восточной цепочки. Развита к западу от них. Самая верхняя часть сульфатно-карбонатно-терригенной толщи кунгурского яруса в разрезе скважины по данным ГИС сложена доломитом, ангидритизированным доломитом и глинами. Но

в западной цепочке карстовых воронок обнажен слой светло-серого гипса. Восточная цепочка воронок, скорее всего, приурочена к нижнему пласту ангидрита (сегодня гипс) в разрезе толщи, вскрытой скважиной 4 Петровской. Карбонатно-терригенная толща кунгурского яруса (мощность 25 м) разреза Ассельский является аналогом саранинского горизонта в разрезе скважины 4 Петровской (мощность 52 м).

По литологическому составу карбонатно-терригенные части флишоидов разрезов опорного Ассельский и скважины 4 Петровской принципиально идентичны. В опорном её мощность 1818 м. Видимая мощность в разрезе скважины – 3754 м. Здесь флишоиды залегают не горизонтально и перемяты. С учётом вышесказанного можно сделать заключение о соответствии их мощностей в разрезах рассматриваемой части флишоидов.

В обоих разрезах под карбонатно-терригенной толщей залегают пачка известняков. В опорном разрезе её мощность 524,8 м, видимая, вскрытая скважиной 4 Петровской, – 291 м. С учётом среднего угла слоистости пород (20°) истинная мощность составляет 274 м. Второе заключение: скважина 4 Петровская вскрыла верхнюю часть пачки известняков ассельского и сакмарского ярусов. Её забой находится вблизи кровли известняков карамурунской свиты. Под ним залегают примерно 330 м известняков карамурунской и курмаинской свит. Ниже – карбонатно-терригенные отложения ассельского яруса.

Расстояние от скважины 4 Петровской до выходов кровли флишоидов на поверхность (восточная полоса карстовых воронок) 2100 м. Её глубина в разрезе скважины 1422 м. С учётом альтитуд поверхности земли перепад высот по кровле флишоидов составляет 1429 м. Это даёт угол её залегания, равный 34° , что несколько ниже угла падения слоёв в обнажениях западного крыла Курмаинской антиклинали. Третье заключение: скважина 4 Петровская нахо-

дится на его продолжении в Предуральском прогибе.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С высокой достоверностью определена геологическая позиция скважины 4 Петровской относительно самой западной Курмаинской антиклинали передовых складок Урала. Она находится на её западном крыле, погружающемся в Предуральский прогиб.

2. Вскрытый скважиной разрез нижней перми соответствует опорному Ассель.

3. Возраст пачки известняков в интервале 5176-5467 м разреза скважины определён как сакмарский (сарабильская свита). Кровля известняков карамурунской свиты не вскрыта. Это соответствует стратиграфическому расчленению флишoidов, выполненному Н.А. Ивановой.

4. Ниже забоя скважины прогнозируются известняки ассельского и сакмарского ярусов (карамурунская и курмаинская сви-

ты). Их мощность 330 м. Ещё ниже – карбонатно-терригенные отложения ассельского яруса.

5. Фауна в керне из интервала 5406-5410 м разреза скважины, неизвестная выше башкирского яруса, является переотложенной.

6. Полученные результаты по стратиграфическому расчленению разреза скважины 4 Петровской и его прогнозу ниже забоя рекомендуется принять во внимание при интерпретации сейсмогеологических данных по восточной части оренбургского сегмента Предуральского прогиба. На толще известняков курмаинской, карамурунской и сарабильской свит может формироваться динамически выраженный цуг отражённых волн.

7. Рекомендуется уточнить сейсмогеологическую модель Ирекского участка на основе определения геологических позиций скважин, пробуренных в его восточной части, относительно обнажений передовых складок Урала.