

юго-западнее Березовского месторождения. Структура по отложениям нижнего карбона ( $pC_{1mh}$ ,  $C_{1bb}$ ,  $pC_{1up}$ ) представляет собой изолированную антиклинальную складку, в палеоплане практически изометричной формы.

С отобранными образцами проводились измерения магнитной восприимчивости KLF (магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте) и KHF (магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте),  $t_k$  – магнитной восприимчивости после нагрева образца до 500 °С, а также рассчитывались значения FD-фактора (частотная зависимость магнитной восприимчивости) и  $dk$  – величина прироста магнитной восприимчивости после нагрева. В процессе проведения измерений и расчётов было установлено, что: KLF почв исследуемой территории изменяется от  $2,84 \times 10^{-7}$  до  $8,83 \times 10^{-7}$  ед. СИ, со средним значением  $7,17 \times 10^{-7}$  ед. СИ. KHF почв исследуемой территории изменяется от  $2,68 \times 10^{-7}$  до  $8,21 \times 10^{-7}$  ед. СИ со средним значением  $6,68 \times 10^{-7}$  ед. СИ; FD-фактор изменяется в исследуемых образцах почв в интервале от 5,37 % до 7,22 %, при среднем значении 6,46 %;  $K_{mag}$ , величина характеризующая превышения значений магнитной восприимчивости над её фоновым значением изменяется в пределах от 0,40 до 1,23 ед., при среднем значении 0,99;  $tKLF$  (магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте, после нагрева) изменяется от  $4,46 \times 10^{-9}$  до  $1,12 \times 10^{-6}$  ед. СИ, при среднем значении  $7,68 \times 10^{-7}$  ед. СИ; значение  $dk$  изменяется от 0,99 до 1,78, при среднем значении 1,24 ед.

Анализ данных KLF и KHF указывает на то, что на исследуемом участке значения магнитной восприимчивости распределяются достаточно в узком диапазоне значений без сильно выраженной дифференциации и отражают реальный петромагнитный фон для почв данного зонального типа.

Рассчитанные значения FD-фактора также не имеют сильно выраженной дифференциации и, скорее всего, отражают значения характерные для данного типа почв.

Значения  $K_{mag}$  указывают на низкую степень техногенной трансформации исследуемого почвенного покрова.

Результаты определения  $dk$  говорят о том, что в исследуемых почвах количество немагнитных соединений Fe в почве незначительно и не позволяет выделить аномальные зоны.

УДК 552.578.2.061

## ДЕТАЛИЗАЦИЯ ЗОНЫ РАЗЛОМА ПРИБУГСКОГО ЛОКАЛЬНОГО ПОДНЯТИЯ

С. Е. Шпак

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», ул. Некрасова 9, 220040 Минск, Республика Беларусь

В осадочных отложениях Брестской впадины создано и эксплуатируется Прибугское подземное хранилище газа (ПХГ) в пределах одноимённой локальной структуры, осложнённой тектоническим нарушением взбросо-надвигового характера. Анализ геодинамического развития Прибугской структуры в пределах Подляско-Брестской впадины, изучение фаций и мощностей верхнепротерозойских и палеозойских отложений поднятия даёт основание предполагать, что к концу протерозоя уже существовало малоамплитудное поднятие до 35 м [1]. Основной этап формирования локального поднятия конец силура – начало девона, когда возобновились тектонические движения вдоль разломов северо-восточного простирания. Дифференцированные тектонические движения в конце раннего девона сменились общим её подъёмом и размывом силурийских отложений. На своде Прибугского поднятия полностью отсутствуют отложения нижнего девона и значительная часть верхнего силура. Практически во всех частях впадины отмечены осложняющие строение поверхности фундамента разломы, которые прослежены в отложениях верхнебайкальского и каледонского структурных комплексов. Амплитуды разломов вверх по разрезу уменьшаются.

Целью настоящей работы является уточнение положения разлома путем составления корреляционных схем распространения одноименных пород в рассматриваемой зоне Прибугской структуры, определении угла наклона сместителя разлома и определение положения разлома относительно скважин на различных глубинах, на основе имеющихся данных [2].

В разрезе самой нижней части кембрийских отложений, выделен ровенский и лантоваский горизонты. В местной стратиграфической схеме ровенскому горизонту соответствует рытская свита, представ-

ленная глинисто-алевролитовыми и алевроито-глинистыми породами с прослоями слюдистых алевролитов, а также песчаниками мелкозернистыми. По разбивке это нижний ритм осадконакопления страдечских отложений (str 1). В кровле свиты залегают красноцветные ожелезненные слюдистые глины, которые часто служат границей ритмов и могут являться опорными при определении их границ.

Лантоваский горизонт несогласно залегает на ровенском. Верхняя граница горизонта совпадает с перерывами в осадконакоплении, фиксируемыми корами выветривания. В местной стратиграфической схеме лантовасский горизонт коррелирует со страдечской свитой, в основании которой залегают песчаники глауконитово-кварцевые разнозернистые с преобладанием крупно- и грубозернистых разностей.

В пределах страдечской свиты кембрия выделено 6 литологических пачек, соответствующих трём ритмам осадконакопления. Каждый ритм начинается песчаниками и заканчивается глинами и алевролитами. Подстилающая её рытская свита сложена, в основном, глинами с прослоями алевролитов и песчаников. Залегающая выше песчаная пачка, вскрытая на глубинах 1 203–1 522 м в пределах Брестской впадины. Она представлена преимущественно, песчаниками с редкими, маломощными прослоями алевролитов и глин. Цемент породы карбонатно-кремнистый. Далее вверх по разрезу также наблюдается чередование пластов песчаников и глин. Подобное распределение пород отмечается и в зоне разлома структуры.

Таким образом, в разбивке, используемой геологической службой ПХГ, выделены ритмы: str 2, который включает песчаную пачку str 2-1 (основной продуктивный пласт-коллектор) и str 2-2 (глинисто-алевролитовая покрывка). Выше залегает второй ритм (str 3), включающий также две пачки: песчаную str 3-1 и глинистую str 3-2 (покрывка - «синие глины»).

Корреляция разрезов страдечских отложений кембрия в пределах Прибугской площади проведена по 6 профилям (ранее по 5), пересекающим структуру с северо-запада в юго-восточном направлении (в крест длинной оси поднятия), и по одному профилю с юго-запада на северо-восток (вдоль тектонического разлома по длинной оси приподнятого блока поднятия). В 2013 г. пробурена скв. № 97, которая позволила построить дополнительный разрез и значительно уточнила положение разлома. Для уточнения положения разлома на площади, использовались данные стандартного каротажа 32 скважин, разбитые на 6 профилей. При корреляции разрезов между собой использованы промыслово-геофизические материалы, описание кернa, данные по кривизне скважин.

Основой для выделения разлома и определения его угла явились участки повторяющихся диаграмм данных стандартного каротажа в скв. 1р, 2р, 8р, 97, 15р, 106, 109, по которым одноименные отложения вскрыты дважды (рис.). Снос скв. 106 и 109 на профиль 2 не производился. Однако учитывались отметки пересечения разлома скважинами при определении угла его сместителя. Так, в скв. 106 на южном крыле структуры породы спановской свиты, а также пласты str 3-2 и str 3-1 вскрыты дважды, что позволило достаточно однозначно определить отметку разлома –1 100 м. В скв. 109 дважды вскрыты породы страдечской свиты, а именно пласт str 3-2, str 3-1, str 2-2. Разлом вскрыт на отметке –1 131,7 м. На профиле 2 разлом вскрыт скв. 8. Здесь его наличие отмечается по увеличенной мощности спановских отложений, где повторение разреза установлено, начиная с отметки –1 082 м. На профиле 3 разлом вскрыт скв. 2р и 1р. Здесь его наличие отмечается по повторению пласта str 3-2 в скв. 2 на отметке –1 146 м; в скв. 1р – по повторению ставских отложений верхнего кембрия начиная с отметки –986 м. На профиле 4 разлом вскрыт скв. 97 на отметке –1 127 м. Здесь его наличие отмечается по увеличенной мощности пласта str 3-2, str 3-1, str 2-2 и str 2-1. На профиле 5 разлом вскрыт скв. 15р на отметке –1 081 м. Здесь его наличие отмечается по увеличенной мощности пласта str 3-2, str 3-1. Полученные данные позволили оценить угол наклона разлома в 57°.

*Профиль 1.* Определение положения разлома в пределах профиля составляет сложную и достаточно неоднозначную задачу. По каротажу скв. 30р и 33р не удаётся найти участки с уверенным повторением картины изменения кривых ГК, НГК. ПС и др., свидетельствующие о наличии разлома. В целом, в скв. 33р мощность кембрийских, ордовикских, силурийских отложений больше, чем в скв. 30р. Так, в скв. 33р отмечается увеличение мощности силурийских отложений до 512 м по сравнению со скв. 30р, где соответствующие отложения составляют только 384 м. В скв. 33р ордовикские отложения имеют мощность до 48 м и до 41 м в скв. 30р, кембрийские не менее 502 м в скв. 33р и 405 м в скв. 30р. В результате можно утверждать, что ни одна из скважин не подсекла разлом, который явно затухает в лудловских отложениях силура.

*Профиль 2.* Данный разрез является наиболее информативным в пределах структуры с точки зрения детализации зоны разлома. Повторение части разреза спановских отложений в скв. 8р позволило определить отметку пересечения её ствола с разломом –1 082 м. Достаточно уверенно определена ампли-

туда разлома и отметки кровли основных горизонтов в его пределах. Так, амплитуда зоны разлома по поверхности страдечских отложений составляет 72 м.

*Профиль 3.* По профилю разлом был пересечён скв. 1р и 2р, где отмечается увеличение мощности ставских отложений по скв. 1р и повторение разреза пласта str 3-2 в скв. 2р. Анализ имеющегося материала показывает, что скв. 2р вскрыла пласт str 2-1 приподнятого блока на отметке –1 128 м, прошла по пласту до отметки –1 147 м, где и пересекла границу разлома. До отметки –1 181 м скважиной снова были пройдены страдечские глины, что подтверждается повторением разреза по данным ГИС. Общая мощность ставских отложений, вскрытых в скв. 1р, 80 м, в то время как в скв. 2р она равна 35 м.

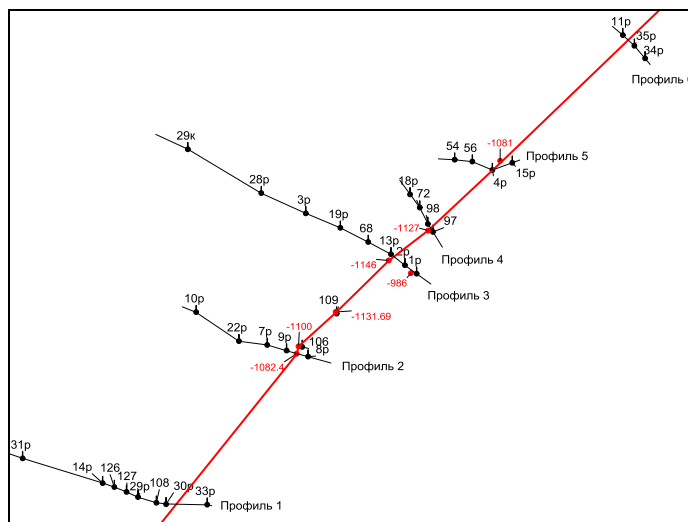


Рисунок – Схема распространения скважин, профилей и разлома Прибугской локальной структуры

*Профиль 4.* По профилю разлом был пересечён скв. 97 на отметке –1 127 м. В скважине наблюдается повторение разреза по данным ГИС. В приподнятом блоке спановские отложения вскрыты на полную мощность в интервале отметок от –919 до –1 047 м. Далее на полную мощность пройдены пласты str 3-2, str 3-1, str 2-2. С отметки –1 127 м наблюдается повторение разреза спановских отложений до отметки –1 127 м, на которой вскрыт пласт str 3-2. Амплитуда зоны разлома составила 80 м по поверхности пласта str 3-2.

*Профиль 5.* Сква. 15р были вскрыты дважды и пройдены на всю мощность верхнестрадечские глины (пласт str 3-2), что позволило уверенно определить отметку разлома в скважине –1 079 м и мощность зоны разлома по поверхности страдечских отложений 62 м.

*Профиль 6.* Геологический разрез включает в себя скв. 11р, 35р и 34р. По каротажу скважин не удаётся найти участки с уверенным повторением картины изменения кривых ГК, НГК, ПС и др., свидетельствующих о наличии тектонического нарушения. Однако анализ мощностей отложений указывает на спановский пласт в скв. 35р. Мощность спановских песчаников здесь возрастает до 163 м, в то время как в скв. 11р всего 135 м, и 140 м в скв. 34р. Наиболее вероятной точкой, где разлом встречен скв. 35р является отметка –1 093 м. По кровле верхнестрадечских отложений мощность зоны разлома составляет всего 6–10 м, что и создаёт трудности в его определении. При принятом угле наклона 57° разлом должен был быть встречен скв. 34р в средней части венлокских отложений. Однако анализ данных ГИС и мощностей указывает на встречу дизъюнктивного нарушения на отметке –957 м. Так, в скв. 11р мощность орлинских песчаников составляет 55 м, в скв. 35р – 56 м, в скв. 34р – 67 м. Отсюда угол сместителя разлома в створе скв. 35р и 34р составляет 51°, а в створе скв. 11р и 35р угол составляет порядка 55°, т. к. скв. 11р разлом не подсечён.

Методика определения угла наклона разлома основывается на аксиоме: «через три несовпадающие и не лежащие на одной прямой точки трёхмерного пространства проходит единственная плоскость». В нашем случае плоскостью является разлом, а точками – точки пересечения разлома скважинами. Для моделирования плоскости разлома использовалась лицензионная специализированная программа SURFER 11. Входными данными служили абсолютные отметки пересечения разлома скважинами с учётом искривления их стволов. Далее был найден угол падения плоскости разлома.

По выбранным профилям согласно корреляционным схемам построены геологические разрезы. Они позволяют более полно представить характер распространения отложений различного возраста в пределах разлома и оценить его расположение по площади структуры.

Методика построения корреляционных разрезов в зоне разлома основывалась на опубликованных стратиграфических схемах с учётом местных условий залегания пород [3], которые в свою очередь разработаны с учётом структурно-фациального районирования территории Беларуси. Геологические разрезы построены с использованием лицензионной специализированной программы GRAPHER 10. Входными данными являлись абсолютные отметки, литологических, стратиграфических границ с учётом искривлений скважин.

Полученные данные показывают, что кровля страдечских отложений по зоне разлома претерпевает значительные колебания. На профиле 1 отметка кровли составляет –1 088 и 1 089,5 м в пределах профиля 2, на профиле 3 опускается на отметку –1 095,6 м в створе скв. 2р и 1р. На профиле 4 кровля страдечских отложений поднимается до отметки –1 047 м (на 48,6 м) в районе скв. 97, и незначительно опускается до отметки –1 049,5 м в районе скв. 15р профиля 5. На профиле 6, между скв. 11р и 35р отметка кровли страдечских отложений значительно опускается до отметки –1 103,6 м. Аналогичным образом можно проследить характер измерения поверхности страдечских отложений и на опущенном блоке структуры.

Таким образом, анализ имеющегося материала позволил уточнить геологическое строение зоны разлома в пределах Прибугского поднятия. Наиболее вероятным углом сместителя разлома является угол 57°, что, согласно В. Е. Хаину, соответствует взбросо-надвику, образующемуся в условиях тангенциального сжатия пород. Разлом уверенно прослеживается скв. 106, 109, 97, 8р и 15р, где вскрыты одноименные отложения дважды: в приподнятом и опущенном крыле.

1. Геология Беларуси / Под ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева и др. Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.

2. Левашкевич В. Г. Отчёт о х/д № 6/2001 «Детализация зоны разлома и определение гидрогеотермического режима пластов с целью контроля за формированием газовой залежи Прибугского ПХГ». Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 81 с.

3. Материалы по стратиграфии Белоруссии (к Межведомственному стратиграфическому совещанию). Мн.: Наука и техника, 1981. 176 с.

УДК УДК 552.578.2.061

## **ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННОЙ НЕФТИ (ГАЗА) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**В. Л. Шустер, С. А. Пунанова**

<sup>1</sup> Институт проблем нефти и газа РАН, ул. Губкина 3,  
119333 Москва, Российская Федерация; punanova@mail.ru, tshuster@mail.ru

К новым нетрадиционным направлениям обеспечения уровня добычи восполнением ресурсов и запасов нефти и газа относятся: глубокозалегающие (в Западной Сибири – доюрские) горизонты; низкопроницаемые низкопоровые породы (сланцы, бажениты, доманикиты, хадумиты).

Для успешного освоения нетрадиционных ресурсов нефти и газа необходимо оценить условия формирования скоплений углеводородов и, в первую очередь, геологические и геохимические аспекты их образования, а также необходимые условия их эффективного освоения.

В основном нефтедобывающем регионе Западной Сибири (до 70 % общей годовой добычи) открытые запасы нефти сосредоточены в интервале глубин 2–4 км. Вектор запасов направлен в сторону истощаемости. Существует ещё доюрский комплекс, залегающий глубже. Здесь на границе осадочного чехла и фундамента открыто порядка 50 мелких, редко средних, по запасам нефтяных месторождений. Нам представляется [1], что в этом комплексе пород могут быть открыты крупные высокодебитные залежи нефти, в том числе, и в образованиях фундамента.

Одной из проблем и важных аспектов успешного прогноза и последующего открытия скоплений нефти и газа в доюрском комплексе отложений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна