

DOI: 10.17353/2070-5379/48_2023

УДК 550.812:553.98.04(476)

Повжик П.П.

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»», Гомель, Беларусь, povzhik@beloil.by

Шарунов А.А., Грудинин А.С., Кравцов Т.В., Даниленко В.В., Конюшенко А.С., Кухта Я.К.

Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»», Гомель, Беларусь, a.sharunov@beloil.by, a.grudinin@beloil.by, t.kravcov@beloil.by, v.danilenko@beloil.by, a.konyushenko@beloil.by, y.kuhta@beloil.by

Асвинов Р.В.

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»», Гомель, Беларусь, r.asvinov@beloil.by

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ НЕФТЕПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОРОДАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА

Несмотря на открытие в мире значительных по запасам месторождений нефти и газа в породах кристаллического фундамента, следует отметить, что ловушки в данных породах относятся к объектам сложного геологического строения, которые характеризуются неопределенными размерами как по латерали, так и по вертикали.

В настоящее время нет общепризнанной единой концепции прогнозирования в них коллекторов и отработанной методики построения геологических моделей. Это обусловлено извечной борьбой исследователей органической и неорганической теорий происхождения нефти. Для уверенного прогноза залежей углеводородов в породах кристаллического фундамента на сегодняшний день в пределах Припятского нефтегазоносного бассейна требуется определение уверенных поисковых критериев с целью обоснования постановки глубокого бурения.

Ключевые слова: *кристаллический фундамент, прогнозирование ловушек, нефтепоисковые критерии, прогноз залежей углеводородов, Припятский нефтегазоносный бассейн.*

Введение

Мировые открытия залежей нефти и газа в фундаменте характеризуются геологическим разнообразием структурных условий и состава пород, приуроченностью к молодым и древним платформам и разным геодинамическим режимам. На сегодняшний день выявлено свыше 450 месторождений в разновозрастных образованиях фундамента с промышленными скоплениями углеводородов (УВ) в 54 нефтегазоносных бассейнах мира [Заграновская, Захарова, 2019].

Отдельным аспектам проблем моделирования процессов формирования залежей УВ в породах кристаллического фундамента (КФ) посвящены работы ученых и производственников России, СНГ, Вьетнама, Венесуэлы, США, Канады, Китая, Колумбии,

Бразилии, Египта, Индии, Индонезии, Австралии и других стран.

В России для решения этой проблемы значительный вклад внесен специалистами - нефтяниками из следующих организаций: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН), Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ), Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ), Институт геологии и разработки горючих ископаемых (ИГиРГИ), Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. акад. И.С. Грамберга (ВНИИОкеангеология), Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН), Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов (ВНИИГАЗ), Центральная геофизическая экспедиция (ЦГЭ), Казанский (Приволжский) федеральный университет.

Несмотря на определенные достижения в разрешении некоторых задач этой проблемы, отдельные положения учеными разных школ трактуются по-разному (например, такие вопросы, как генезис УВ или механизм формирования залежей нефти и газа в фундаменте). Это, естественно, приводит к различным оценкам перспектив нефтегазоносности этого объекта, замедляет процесс поисково-разведочных работ в целом.

Именно этими обстоятельствами вызвана необходимость на базе обобщения новых фактических материалов определить совокупность благоприятных геологических факторов/критериев для оценки перспектив нефтегазоносности этого объекта [Нефтегазоносность фундамента..., 2003].

Изучение геологического строения и перспектив нефтегазоносности пород КФ на территории Припятского нефтегазоносного бассейна (НГБ) началось в 1977 г. [Порфирьев, Краюшкин, Ерофеев, 1997]. В последующем эти исследования поддерживали М.А. Рынский, С.Н. Гузик, Б.Р. Кусов, Я.Г. Грибик и другие специалисты.

На сегодняшний день в процессе бурения породы КФ вскрыты 474 скважинами силами РУП ПО «Белоруснефть» и ПО «Белгеология»; наиболее представительные по мощности вскрытия скважины 61 Барсуковская (726,5 м, 1988 г.), 123 Осташковичская (671 м, 1980 г.), 60 Барсуковская (603 м, 1985 г.), 1 Ю-Борецкая (514 м, 2006 г.) и др. Минимальные абсолютные отметки вскрытия пород КФ составили от 1199 м (скв. 1 Ю-Борецкая в пределах Северо-Припятского сбросо-блокового уступа) до 6723 м (скв. 1 Предречицкая на подножье Червонослободско-Малодушинской тектонической ступени).

Доказанная промышленная нефтегазоносность КФ Днепровско-Донецкого бассейна, многочисленные признаки УВ, а также получение первого промышленного притока нефти из пород архейско-нижнепротерозойского возраста на глубине 2 905 м в середине 2022 г. по данным глубокого бурения скв. 385 Речицкая позволяют с уверенностью утверждать о новых открытиях залежей УВ на территории Припятского НГБ, как генетически однородных НГБ [Гузик, 2013а; Грибик, 2022].

Существенным импульсом для открытия новых залежей УВ в породах КФ в последние годы является проведение модернизации интеллектуального, программного и производственного оборудования во всех сферах деятельности РУП ПО «Белоруснефть». Данный факт значительно упрощает систематизацию и анализ накапливаемого большого объёма информации, а также апробацию инновационных технологий. В настоящее время с целью уверенного прогноза залежей УВ в породах КФ в РУП ПО «Белоруснефть» проводится комплексирование исследовательских работ с использованием современных программных продуктов и лабораторного оборудования, ранее не осуществлявшихся в пределах Припятского НГБ.

В рамках сейсмических работ следует отметить, что при изучении поверхности КФ и его тектоники (разрывных нарушений, погруженных и поднятых блоков) результаты сейсморазведки 3Д ограничены, т.е. от его поверхности часто не удается зарегистрировать отраженные волны. На практике обычно считается, что поверхность фундамента находится «ниже последней отражающей границы» в осадочных отложениях. На отражение от поверхности фундамента влияет его шероховатость - происходит рассеивание волн, для оптимальной регистрации отраженных волн в осадочных отложениях достаточно использовать максимальное удаление источника - приемника, примерно равные общей мощности перспективного разреза. Сейсмические съемки 3Д (с 1996 г.) изначально не проектировались для исследования фундамента, и с теоретической точки зрения переобработка ретроспективных сейсмических данных не позволит в должной мере изучить внутреннее строение КФ. Возможности сейсморазведки 3Д по изучению строения фундамента в большой степени связаны не с волнами, отраженными от его поверхности, а с дифрагированными волнами и определением разрывных нарушений как объектов дифракции. При этом необходимо проводить специальную обработку сейсмических материалов на основе миграции исходных записей для относительного усиления объектов по дифрагированным волнам по сравнению с отражающими границами. Данную задачу позволяет решить технология полно-азимутальной миграции (ES360).

В рамках геофизических исследований проводится выделение пород-коллекторов по данным стандартного комплекса ГИС (РК, ДС, БК, ВАК):

- разрушение стенки скважины по данным профилометрии;
- снижение удельного электрического сопротивления по данным БК;
- увеличение интервального времени продольной и поперечной волн (снижение скорости) по данным ВАК;
- искажение фаз на фазово-корреляционной диаграмме по данным ВАК.

Дополнительно проводятся работы по выделению пород-коллекторов по данным специального комплекса ГИС (ЭМС, САС, кроссдипольный акустический каротаж):

- наличие проводящих и частично проводящих трещин (систем трещин) по данным ЭМС и САС (рис. 1);
- увеличение интервального времени продольной, поперечной волн, а также волны Лэмба Стоунли (снижение скорости) по данным кроссдипольного ВАК;
- снижение амплитуд интервальных времен продольной и поперечной волн по данным ВАК;
- искажение фаз на фазово-корреляционной диаграмме по данным кроссдипольного ВАК.

В рамках лабораторных исследований проводятся первичная обработка и пробоподготовка керна (ревизия, спектральный и плотностной гамма-каротаж, продольная распиловка, маркировка, фотодокументирование в белом свете и ультрафиолетовом излучении, разметка и отбор стандартных образцов), комплексные лабораторные исследования керна - петрофизические (абсолютная и эффективная проницаемость, открытая пористость, удельное электрическое сопротивление, плотность), пиролитические (содержание органического вещества (ОВ) в породе (ТОС)) и минералогические (методы рентгеновской дифракции (XRD) и флуоресценции (XRF) (рис. 2).

Выполняются детальные литолого-седиментологические исследования осадочного чехла с выделением основных литотипов пород со свойственными им минералого-петрографическими и структурно-текстурными особенностями. Генетически связанные с КФ зоны трещиноватости и разуплотнения пород, а также коры выветривания могут представлять особый нефтепоисковый интерес. Такие зоны, вследствие проявленных процессов глубокого метаморфизма и метасоматоза, по данным специальных исследований данных ГИС характеризуются достаточно высокими коллекторскими свойствами, что дает возможность считать их возможными ловушками.

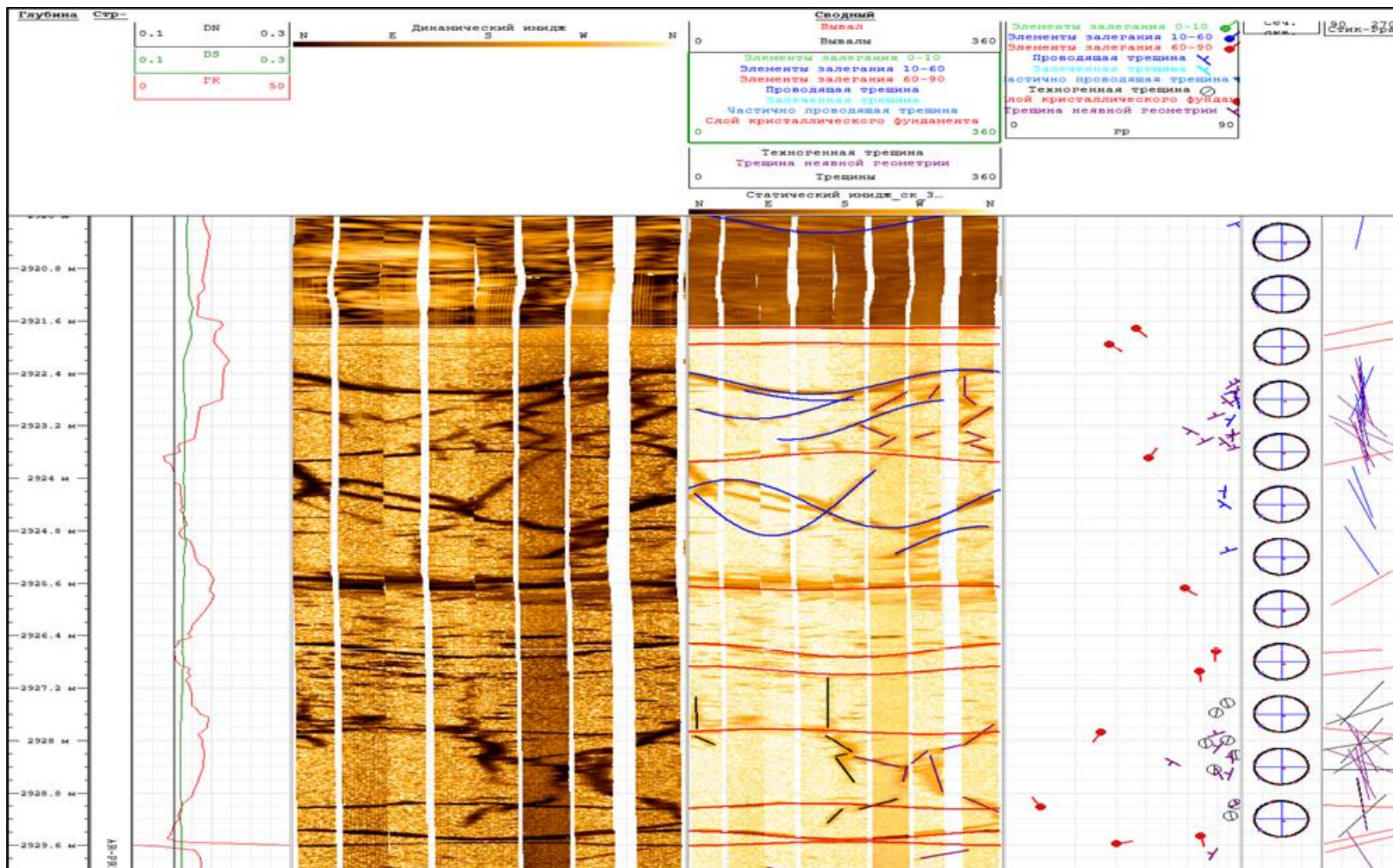


Рис. 1. Пример выделения трещин в интервале пород кристаллического фундамента по данным ЭМС и САС (скв. 385)



Рис. 2. Схема комплекса лабораторных исследований на современном оборудовании

Первое открытие в породах кристаллического фундамента

За всю историю исследования пород КФ в Припятском НГБ до бурения скв. 601 Речицкая есть только один доказанный факт получения нефти в породах КФ - скв. 1 Шумятичская (приток разгазированной пластовой воды с пленкой светло-коричневой нефти дебитом 1,51 м³/сут в интервале 4948-4962 м). Приток получен на глубине 29 м от кровли пород КФ в конце 2012 г. В пределах Речицкого месторождения выявлены спорные моменты при освоении скв. 240 Речицкая. В колонне получен приток нефти дебитом 38 м³/сут из пород КФ. Согласно исследованиям по контролю за разработкой, вероятнее всего, нефть, полученная при освоении, приурочена к верхнепротерозойским отложениям ввиду наличия заколонного перетока.

В 2020 г. проведены работы по доуглублению скв. 601 Речицкая с целью уточнения нефтеперспективности коры выветривания и обнаружения возможных зон разуплотнения и трещиноватости в породах КФ, отобран керн с целью определения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и структуры емкостного пространства на полноразмерном керне. По данным стандартного комплекса ГИС, породы-коллекторы не выявлены. По данным специального

комплекса исследований данных ГИС, зоны трещиноватости отмечены в интервалах 2916,4-2925,5 м, 2935,4-2945,0 м, 2950,2-2954,2 м, 2970,0-2974,0 м (рис. 3). По данным газового каротажа, при бурении пород КФ в интервале 2933-2939 м из скважины поступал газ, по составу характерный для газа нефтяных месторождений ($C_1 = 37-50\%$; $C_2 = 20-24\%$), с повышенным относительно фонового суммарным содержанием от 0,006 до 0,04%. В процессе бурения скважины проведены две попытки испытания на приток пород КФ, однако, данные испытания оказались неудачными в связи со срывами якоря из-за слабых стенок скважины. Освоение отложений фундамента проводилось после спуска эксплуатационной колонны в интервалах 2935-2955 м и 2970-2975 м. Вскрытие интервалов проходило поэтапно с проведением гидроразрыва пласта (при расходе 3,5 м³/мин закачано 179,9 м³ геля с 10 т проппанта BorProp 30/50, 10 т BorProp 20/40 и 5 т ROSPROP 16/20 NRT). Получение в процессе освоения технической воды с пластовой говорит о неверных подходах к освоению такого «нестандартного» объекта (испытание скважины в эксплуатационной колонне выполнено как для традиционного эксплуатационного объекта, без характеристики по емкостным свойствам разреза).

В 2021 г. пробурены скважины 405g Речицкая, 1 Н-Котельниковская, 517 Речицкая, 9001 Нургалеувская, 3s2 Гарцевская, 2 Кузьминская. Суммарная проходка по породам КФ по данным скважинам составила 614 м, из них - 58,1 м с отбором керна, вынос керна - 42,25 м. По скв. 517 Речицкая проведено испытание в открытом стволе пород КФ; приток не получен.

В течение 2022 г. со вскрытием пород КФ пробурены скважины 1 Восточно-Омельковщинская, 4 Бескопыльновская и 385 Речицкая. Суммарная проходка по породам КФ по данным скважинам составила 292 м, из них 61,3 м - с отбором керна, вынос керна - 58,46 м. По скв. 1 Восточно-Омельковщинская при испытании в открытом стволе пород КФ получен приток фильтрата бурового раствора дебитом 2,2 м³/сут. По скв. 4 Бескопыльновская проведено испытание в открытом стволе пород КФ с притоком фильтрата бурового раствора дебитом 2,98 м³/сут. В скв. 385 Речицкая по данным геолого-геохимических исследований в интервале 2908-2951 м отмечено увеличение суммарного газосодержания от 0,28 до 1,7%. По компонентному составу газ характерен для нефтенасыщенных пород-коллекторов. С целью оценки перспективности пород КФ выполнено освоение в эксплуатационной колонне (интервал 2905-2936 м) (рис. 4). В процессе освоения получен приток флюида с плёнкой нефти. По данным первого месяца МЭР добыча составила 2,87 т/сут. По результатам работ 09.08.2022 г. выделен новый объект Речицкого месторождения - архейско-нижнепротерозойская залежь в пределах Северной структурно-тектонической зоны Припятского НГБ (рис. 5).

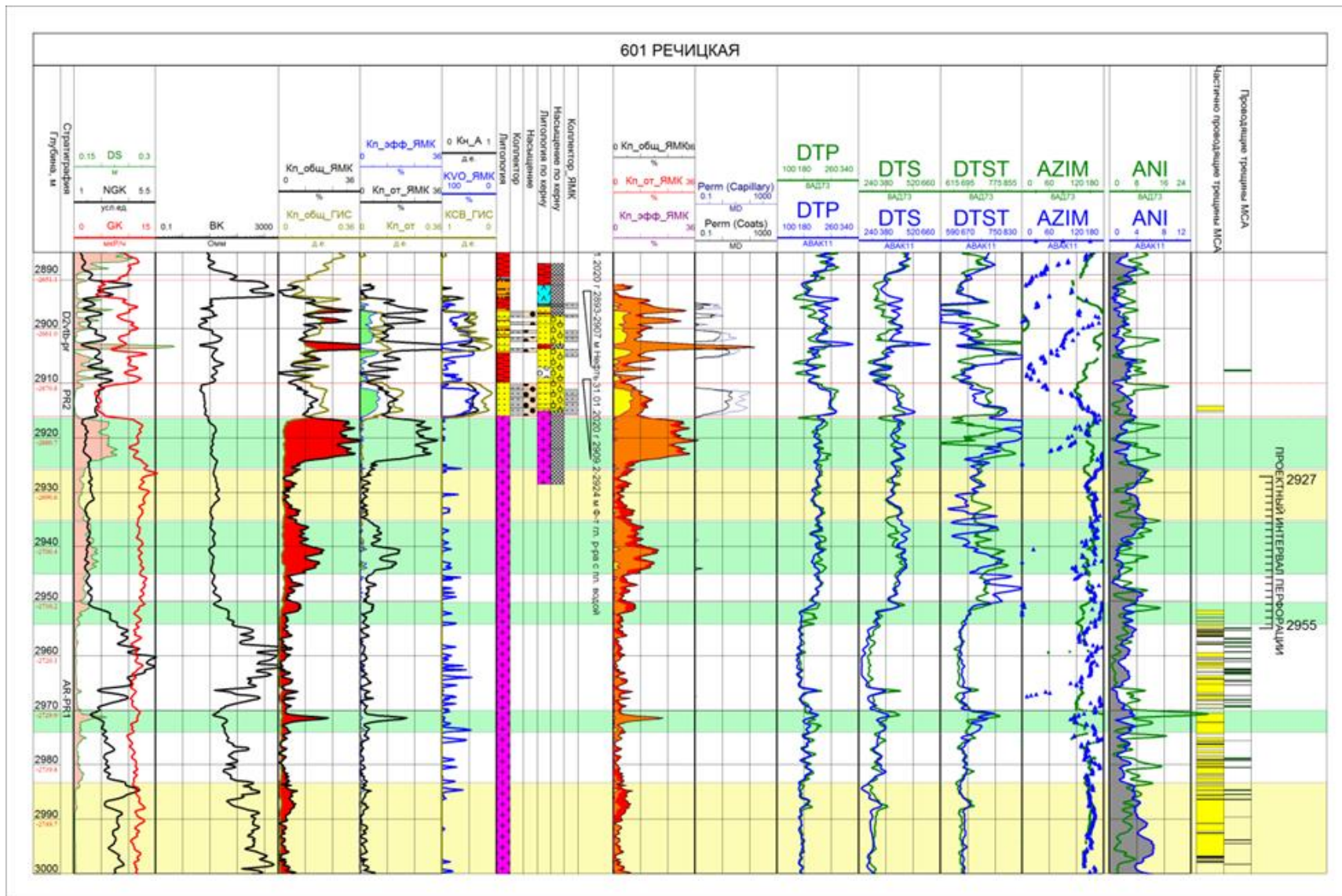


Рис. 3. Основные результаты исследований детального комплекса ГИС (скв. 601)

Подавляющее большинство открытых месторождений нефти и газа в мире в КФ (Пис-Ривер (Канада), Орт, Рингвальд, Крафт-Пруса, Эдисон, Санта-Мария, Уилмингтон, Пенхендл (США), Ауджила-Нафура (Ливия), Оймаша (Казахстан), Белый Тигр, Дракон, Кылуонг (Тайланд), Бомбей-Хай (Индия) и др.) приурочено к выступам фундамента, разбитым крупными разломами на блоки и перекрытых мощной толщей осадочных пород, обогащенных РОВ.

Одним из примеров служит Кылуонгской бассейн Вьетнама, где через контакт протрузивных гранитов докайнозойского фундамента с кайнозойским осадочным чехлом проходила латеральная миграция флюидов из нефтематеринских толщ олигоценового возраста в фундамент - в пустоты и зоны повышенной трещиноватости [Пунанова, 2019] (рис. 6).

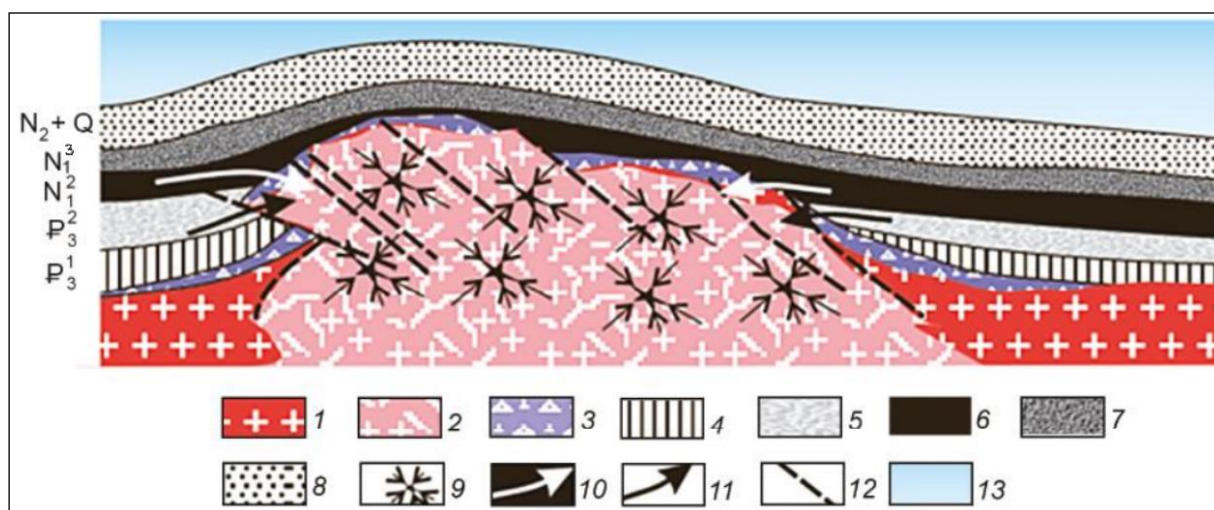


Рис. 6. Фрагмент модели формирования залежей нефти в гранитных массивах Кылуонгского бассейна (настоящее время) [Керимов и др., 2019]

1 - фундамент; 2 - область дезинтегрированных гранитов (протрузия); 3 - зона выветривания; 4 - плиоцен-квартер; 5 - зона перзрелого ОБ; 6 - главная зона газообразования; 7 - главная зона нефтеобразования; 8 - зона незрелого ОБ; 9 - условные области скопления УВ; 10-11 - направление движения УВ: 10 - газовой фазы, 11 - жидкой фазы; 12 - разрывы; 13 - водный слой. P_3^1 - отложения нижнего олигоцена; P_3^2 - отложения верхнего олигоцена; N_1^2 - отложения среднего миоцена; N_1^3 - отложения верхнего миоцена; N_2+Q - плиоцен - четвертичные отложения.

В настоящее время анализ литературных данных и изучение фактической геолого-промышленной информации пород КФ в пределах Припятского прогиба позволил наметить совокупность необходимых и благоприятных условий (поисковых критериев) для выделения объектов скоплений УВ (рис. 7).

Для первой группы поисковых критериев (ловушка, коллектор и флюидоупор) важное значение имеет гипсометрическое положение выступов, горстов, блоков. Доминирующие в подземном рельефе структуры КФ характеризуются наилучшими ФЕС пород и максимальной

продуктивностью. Выступы фундамента отличаются неравномерным распределением коллекторов. Участки разуплотненных трещиноватых пород-коллекторов приурочены к зонам разломов. Эти разломы, помимо основополагающего влияния на формирование пород-коллекторов в гранитоидных массивах, играют структурообразующую роль (блоковое строение фундамента), служат фактором, благоприятствующим образованию путей миграции флюидов.



Рис. 7. Схема ключевых критериев для выделения объектов скопления углеводородов в породах кристаллического фундамента

Для формирования вторичной пустотности за счет гидротермальных и гипергенных процессов важное значение имеет состав кристаллических пород. Наиболее улучшенными свойствами характеризуются кислые породы: граниты, гранодиориты. Средние и основные породы при прочих равных условиях обладают менее подходящим минералогическим составом для образования вторичной пустотности.

Необходимым условием для формирования залежей нефти является наличие надежного флюидоупора: региональная глинисто-аргиллитовая, карбонатная, соляная покрывка или зональный (локальный) флюидоупор различного состава (в том числе, это могут быть эффузивные или низкопроницаемые кристаллические породы).

Такие зональные или локальные покрывки в отдельных блоках гранитоидного массива могут образовываться за счет компенсированного уплотнения кристаллических пород.

В значительной степени эти факторы взаимосвязаны с геодинамическим режимом недр. Исходя из проведенного анализа, наиболее благоприятными режимами являются субдукционный, обдукционный и рифтогенный. Именно геодинамический режим определяет

формирование структуры (выступы фундамента, разбитые разломами на блоки), коллекторов (зон разуплотненных трещиноватых пород, приуроченных к разломам) и флюидоупоров. Иными словами, благоприятными условиями в мировой практике для образования залежей нефти и газа в фундаменте характеризуются зоны растяжения и столкновения литосферных плит и их частей, так как здесь происходят активизация тектонических движений, обновление горного рельефа, возникновение эпиплатформенной активизации, оживление разломов, усиление вулканической и гидротермальной деятельности.

Вторая группа необходимых критериев - наличие нефтематеринских толщ и благоприятная геохимическая и гидрогеологическая обстановка - отражает условия генерации ОБ, миграции УВ в ловушку фундамента, формирования и сохранения залежи нефти и газа в ловушке.

Методы выявления нефтеперспективных зон

С учётом технических возможностей по всем находящимся в строительстве скважинам, вскрывшим породы КФ, разработан алгоритм поисковых подходов (рис. 8):

- блок полевых исследований: непрерывный геолого-геохимический контроль (отбор шлама, люминесцентно-битуминологический анализ (ЛБА), газовый каротаж), отбор керн в выявленных нефтеперспективных интервалах пород КФ;

- блок геофизических исследований в скважине: выделение коллекторов в интервале КФ и коры выветривания по данным стандартного комплекса ГИС (РК, ДС, БК, ВАК), выделение коллекторов в интервале КФ и коры выветривания по данным специального комплекса ГИС (ЭМС, САС, кроссдипольный акустический каротаж);

- блок камеральных исследований: применение технологии ES360 с целью повышения качества и информативности сейсмических данных, выявления зон разуплотнения и трещиноватости пород КФ;

- блок лабораторных исследований: проведение комплекса специализированных исследований кернового материала, включающих в себя:

а) спектральный и плотностной гамма-каротаж, продольную распиловку, фотодокументирование в белом свете и ультрафиолетовом излучении;

б) петрофизические исследования (абсолютная и эффективная проницаемость, открытая пористость, удельное электрическое сопротивление, плотность);

в) пиролитические исследования (содержание ОБ в породе (ТОС));

г) петрофизические исследования (методы рентгеновской дифракции (XRD) и флуоресценции (XRF)).

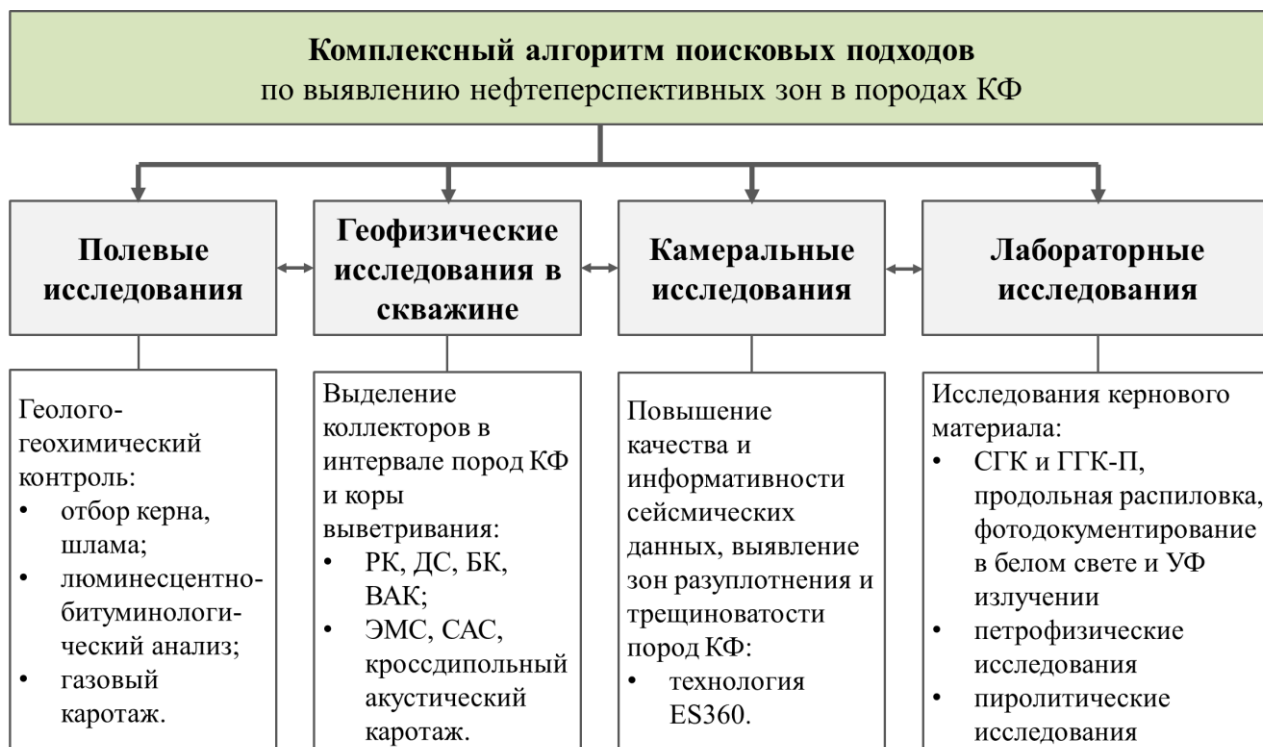


Рис. 8. Схема комплексного алгоритма поисковых подходов по выявлению нефтеперспективных зон в породах кристаллического фундамента

Заключение

Мировая практика показала, что основным источником нефти в залежах КФ является ОВ нефтематеринских осадочных толщ, облекающих выступы фундамента, что признается большинством исследователей, занимающихся проблемой УВ скоплений в фундаменте. Но это совсем не означает, что основной уклон необходимо делать только на структурный фактор по данным сейсморазведки МОГТ, проводимой с целью вскрытия трещиноватых или выветрелых пород фундамента вблизи крупных месторождений в осадочной толще, и комплексировать весь имеющийся функционал интеллектуальных, программных и производственных мощностей, стоящих на вооружении РУП ПО «Белоруснефть» с целью уверенного заложения проектных точек.

Несмотря на доказанный коммерческий успех, задержка с реализацией многих проектов вытекала из того факта, что открытия месторождений УВ в породах КФ исторически происходили случайно, а не в результате целенаправленных геологоразведочных программ. Именно реализация на производстве разработанных ключевых критериев по результатам проведенных работ позволит в дальнейшем изменить данную тенденцию.

Литература

Грибик Я.Г., Повжик П.П., Грудинин А.С., Паремский Е.Г. Промышленный приток нефти

из пород кристаллического фундамента Припятского прогиба // Літасфера. - 2022. - №2 (57). - С. 131-137.

Гузик С.Н. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности пород кристаллического фундамента и осадочного чехла опущенных крыльев несогласных глубинных разломов Припятского нефтегазоносного бассейна // Глубинная нефть. Геологическое строение и нефтегазоносность недр. - 2013. - С. 485-501.

Гузик С.Н. Перспективы нефтегазоносности Припятского прогиба с позиции абиогенного синтеза углеводородов // Літасфера. - 2013. - №1 (38). - С. 123-134.

Заграновская Д.Е., Захарова О.А. Региональные предпосылки перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса Западно-Сибирского бассейна // Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента: материалы Международной научно-практической конференции (г. Казань, 2-3 сентября 2019 г.). - 2019. - С. 47-50.

Нефтегазоносность фундамента (проблемы поиска и разведки месторождений углеводородов) / В.Л. Шустер, В.Б. Левянт, М.М. Элланский. - Москва: Техника, 2003. - 175 с.

Порфирьев В.Б., Краюшкин В.А., Ерофеев Н.С. О поисках залежей нефти в кристаллическом фундаменте Припятской впадины // Докл. АН УССР. Сер. Б. - 1977. - №7. - С. 611-615.

Пунанова С.А. Нефтегазоносность кристаллического фундамента с учётом развития в нём неструктурных ловушек комбинированного типа // Георесурсы. - 2019. - №21 (4). - С. 19-26.

Povzhik P.P.

PA "Belorusneft", Gomel, Belarus, povzhik@beloil.by

Sharunov A.A., Grudinin A.S., Kravtsov T.V., Danilenko V.V., Konyushenko A.S., Kukhta Ya.K.

PA "Belorusneft" BelNIPIneft R&D Institute, Gomel, Belarus, a.sharunov@beloil.by, a.grudinin@beloil.by, t.kravcov@beloil.by, v.danilenko@beloil.by, a.konyushenko@beloil.by, y.kuhta@beloil.by

Asvinov R.V.

PA "Belorusneft", Gomel, Belarus, asvinov@beloil.by

DETERMINATION OF KEY OIL PROSPECTING CRITERIA OF THE PRIPYAT TAG WITH THE PURPOSE OF IDENTIFYING NEW HYDROCARBONS ACCUMULATIONS IN CRYSTALLINE BASEMENT ROCKS

Despite the discovery of significant oil and gas accumulations in crystalline basement rocks in the world, it should be noted that the traps in these rocks belong to objects of complex geological structure, which are characterized by uncertain dimensions both lateral and vertical.

Currently, there is no generally accepted unified concept for predicting reservoirs in them and no proven methodology for constructing geological models. This is due to the eternal struggle between researchers of organic and inorganic theories of the origin of oil. To confidently predict hydrocarbon accumulations in crystalline basement rocks today within the Pripyat oil and gas basin, it is necessary to determine reliable search criteria in order to justify deep drilling.

Keywords: *crystalline basement, prediction of reservoir, oil prospecting criteria, forecast of hydrocarbon accumulations, Pripyat petroleum basin.*

References

Gribik Ya.G., Povzhik P.P., Grudinin A.S., Paremskiy E.G. *Promyshlennyy pritok nefti iz porod kristallicheskogo fundamenta Pripyatskogo progiba* [Industrial influx of oil from the crystalline basement rocks of the Pripyat trough]. *Litasfera*, 2022, no. 2 (57), pp. 131-137.

Guzik S.N. *Geologicheskoe stroenie i perspektivy neftegazonosnosti porod kristallicheskogo fundamenta i osadochnogo chekhla opushchennykh kryl'ev nesoglasnykh glubinykh razlomov Pripyatskogo neftegazonosnogo basseyna* [Geological structure and prospects for oil and gas content of the crystalline basement and sedimentary cover of the downthrown wings of unconformable deep faults of the Pripyat petroleum basin]. *Glubinnaya neft'. Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' nedr*, 2013, pp. 485-501.

Guzik S.N. *Perspektivy neftegazonosnosti Pripyatskogo progiba s pozitsii abiogennoy sinteza uglevodorodov* [Prospects for petroleum potential of the Pripyat trough from the perspective of abiogenic synthesis of hydrocarbons]. *Litasfera*, 2013, no. 1 (38), pp. 123-134.

Neftegazonosnost' fundamenta (problemy poiska i razvedki mestorozhdeniy uglevodorodov) [Petroleum potential of the basement (problems of search and exploration of hydrocarbon accumulations)]. V.L. Shuster, V.B. Levyant, M.M. Ellanskiy. Moscow: Tekhnika, 2003, 175 p.

Porfir'ev V.B., Krayushkin V.A., Erofeev N.S. *O poiskakh zalezhey nefti v kristallicheskom fundamente Pripyatskoy vpadiny* [On the search for oil accumulations in the crystalline basement of the Pripyat depression]. *Dokl. AN USSR. Ser. B*, 1977, no. 7, pp. 611-615.

Punanova S.A. *Neftegazonosnost' kristallicheskogo fundamenta s uchetom razvitiya v nem nestrurnykh lovushek kombinirovannogo tipa* [Petroleum potential of a crystalline basement, taking into account the development of non-structural traps of a combined type in it]. *Georesursy*, 2019, no. 21 (4), pp. 19-26.

Zagranovskaya D.E., Zakharova O.A. *Regional'nye predposylki perspektiv neftegazonosnosti doyurskogo kompleksa Zapadno-Sibirskogo basseyna* [Regional prerequisites for the oil and gas potential of the pre-Jurassic complex of the Western Siberian Basin - Carbohydrate and mineral resource potential of the crystalline basement]. *Uglevodorodnyy i mineral'no-syr'evoy potentsial*

kristallicheskogo fundamenta: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Kazan', 2-3 Sept, 2019). 2019, pp. 47-50.

© Повжик П.П., Шарунов А.А., Грудинин А.С., Кравцов Т.В., Даниленко В.В.,
Конюшенко А.С., Кухта Я.К., Асвинов Р.В., 2023

