

УДК 622.276

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРУДНОСТЕЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ
ЗАПАСАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАТИВНОЙ РЕСПУБЛИКИ НИГЕРИЯ**

**CHARACTERISTICS OF THE CAUSES OF THE DIFFICULTIES IN
THE DEVELOPMENT OF OIL FIELDS WITH HARD TO RECOVER RESERVES IN
THE TERRITORY OF THE FEDERAL REPUBLIC OF NIGERIA**

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Нвизуг-бий Лейи Клуверт

аспирант кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. В статье рассматривается необходимость детального изучения геологии песчаных тел коллекторов. Показано, что песчаные тела, особенно крупного размера, характеризуются полифациальным строением. Приведена проблема экранирования залежей углеводородов разрывными нарушениями.

Ключевые слова: песчаный коллектор, тектонически экранированная ловушка, фациальное строение, разрывное нарушение, природный резервуар, истинная покрышка, экранирование залежи.

Savenok Olga Vadimovna

doctor of the technical sciences,
assistant professor, assistant professor of
the pulpit oil and gas deal of the name
by the professor G.T. Vartumyan,
Kuban State University of Technology

Nwizug-bee Leyii Kluivert

postgraduate student of pulpit oil and gas
deal of the name by the professor
G.T. Vartumyan,
Kuban State University of Technology

Annotation. The article discusses the need for a detailed study of the geology reservoir sand bodies. It is shown that the sand bodies, especially large size, characterized polyfacies structure. Shows the problem of screening of hydrocarbon deposits by faults.

Keywords: sand collector, tectonically shielded trap, facies structure, faults, natural reservoir, the true tire, shielding deposits.

Главные проблемы при разработке месторождений Нигерии связаны с тем, что основные запасы углеводородов связаны с песчаными коллекторами и тектонически экранированными ловушками. Определение степени фациальности природы песчаных тел является первостепенной задачей при разработке месторождений углеводородного сырья в условиях литологических ловушек, что также поможет провести прогностическое исследование размещения ближайших залежей, положения зон выклинивания и изменений коллекторских свойств пород.

Практическими выводами доказана связь всех литологических ловушек и песчаных тел, но при этом отсутствуют доказательства того, что каждое песчаное тело — это ловушка. Данный аспект определяет усиление техники и технологии разведывательных работ для детального изучения и моделирования каждого песчаного тела в границах изучаемой перспективной площади с целью выбора наиболее перспективных литологических ловушек и, возможно, связанных с ними залежей нефти и газа. Выявление песчаных тел, установление их фациальной природы и пространственного размещения представляют собой сложный научно-исследовательский процесс, который, как правило, в значительной мере затруднён из-за недостатка информации в связи с ограниченным выходом керна или его отсутствием. При этом приходится применять только данные пространственного распространения ловушек [1].

Детальное изучение локально развитых песчаных тел (песчаных коллекторов) до сих пор развито недостаточно с прикладной точки зрения. Это объясняется отсутствием достаточной методической основы для выявления и графического описания, что полностью исключает определение их роли при поисках ловушек литологического типа. Гипотетически песчаные тела в случае выявления литологических залежей отличаются таким же нефтепоисковым значением, как и антиклинальные складки при поиске залежей структурного типа. Это обуславливает необходимость детального изучения геологии песчаных тел коллекторов:

- строение;
- состав;
- морфология;
- условия формирования;
- закономерности пространственного размещения;
- арактер залегания;
- изменение физических свойств и т.д.

В связи с этим должно быть уточнено и само определение песчаного тела. Существующая формулировка не отражает особенностей строения и формирования песчаного тела как самостоятельного первичного объекта исследования при поисках залежей нефти и газа. Более подходящим можно назвать подход определения его как ограниченное в пространстве скопление песчаного материала, образованного в определённых палеогеографических условиях и отделённого от других песчаных скоплений глинистыми или карбонатными отложениями.

Формирование песчаных тел происходит под воздействием различных условий осадконакопления, что обуславливает форму поперечного сечения, отличия внутреннего строения (текстуры и структуры), характер контактов с подстилающими и покрывающими осадками, строение зон выклинивания, закономерности пространственного размещения. Совокупность этих данных относится к первоначальным генетическим признакам, сохраняющимся на протяжении всего процесса литогенеза. Использование признаков логично при реконструкции комплекса условий, который отвечает за формирование песчаных тел. Использование генетических или первоначальных признаков неоднократно встречается в практике изучения фациальных условий осадконакопления [2–5] и их классификации.

Песчаные тела, особенно крупного размера, как правило, характеризуются полифациальным строением. Но на практике встречаются тела, которые сложены за счёт осадков одной фации. Это характерно для небольших изолированных образований, которые залегают в толще пород иного фациального состава. Отметим, что в тоже время на практике встречаются случаи, когда первоначально определённая монофациальность являлась следствием недостаточной изученности.

Поскольку до сих пор не разработаны критерии, без которых невозможно выделение фаций в осадочных породах различного возраста, в ряде случаев возникают значительные трудности по выделению фаций современного периода в толще древних аккумулятивных образований, что характерно для месторождений битума. Так, например, до сих пор не установлены критерии, позволяющие отделить в ископаемом состоянии фацию в светлых песчаниках. По этой причине всю группу фаций связывают в одну фацию вдоль залегания песчаника. Практика работы с исследованием фациального состава песчаных тел в пределах дельтовых образований практически полностью отсутствует. Этот аспект можно объяснить причиной частой смены условий осадконакопления и значительной территорией распространения дельтовых комплексов. Таким образом, в процессе ведения разработки в толще светлого песчаника до сих пор отсутствует возможность полностью описать характер строения нефтегазоносного пласта, поскольку изучение песчаных коллекторов, особенно в дельте реки — это процесс достаточно сложный и специфичный. То есть при разработке подобных пластов всегда повышается вероятность возникновения чрезвычайной ситуации вследствие узкого диапазона прогностических возможностей.

Наличие подобных осадочных образований отрицательно влияет также и на оценку объёмов месторождений, поскольку плохо поддаётся геофизическим исследова-

ниям, которые являют собой практически единственный способ получения пространственного распределения залежи в горизонтальном и вертикальном простирании. Фактически работа в песчаных коллекторах в некоторой степени представляет собой работу, основанную именно на прогностических оценках дальнейшей деятельности, что, конечно же, всерьёз влияет на её структуру и длительность.

В целом проблема песчаных коллекторов распространена достаточно широко, но изучена слабо. Однако данная проблема не является единственной при вопросах разработки месторождений Нигерии.

Проблема экранирования залежей углеводородов разрывными нарушениями (РН) чрезвычайно актуальна: такие широко распространены во всех бассейнах мира. Термин «тектонически экранированные» залежи неудачен, так как в строгом смысле тектонически экранированными являются все структурные залежи — они экранируются либо пликативными (замыкание антиклинали), либо дизъюнктивными образованиями. Как правило, в Нигерии никаких специальных исследований по выявлению экранирующей способности разрывных нарушений, даже при подсчёте запасов месторождений, не проводится, — залежь, контактирующая с разрывными нарушениями, автоматически классифицируется как тектонически экранированная. При этом вопросы о том, какая часть разрывного нарушения является экранирующей и почему, где прекращается экранирование, что определяет высоту залежи и т.д., даже не ставятся. Известно лишь несколько работ, приближающихся к решению этих вопросов. Тщательно изучены тектонофизические параметры разломов, связанные с разломами рудные месторождения, процессы, происходящие с материалом внутри разломов, но всё это практически не имеет отношения к экранированию залежей.

Строение залежей, нарушенных разломами, подробно рассматривается теорией трёхслойного строения природных резервуаров [1, 4, 6, 7]. Основой для определения экранирования залежей разрывных нарушений служат представления о том, что разлом будет экранирующим в двух случаях: если через его плоскость в контакт с коллектором пришла глина, соль или другая покрывка (пассивное экранирование) и если в плоскости сместителя образовалась глинистая слабопроницаемая масса, достаточная для экранирования залежи УВ. Для выяснения первого параметра строится схема контактирующих пород вдоль всей поверхности разрывного нарушения.

Главная задача большинства предложенных методологий — рассчитать содержание глин в интервале, равном амплитуде смещения, и сравнить его с месторождениями, для которых установлено экранирование разломом. Учитываются также и другие параметры — разница давления в крыльях разлома, тектоническая история. Месторождения Нигерии имеют сложное строение. Над тектонической субмеридиональной брахиантиклиналью в среднем девоне сформировался субширотный риф, южное крыло которого интенсивно нарушено нормальными сбросами с амплитудой смещения до 50 м. Верхнедевонский карбонатный интервал месторождения весьма неоднороден, разбит трещинами, затронут карстовыми процессами. Авторы изучали строение зон разломов и их экранирующие свойства в карбонатной верхнедевонской части разреза, для того чтобы избежать прорывов воды в эксплуатационных скважинах.

Центральная зона в песчаниках характеризуется очень низкой проницаемостью, связанной с уменьшением размеров зёрен во время формирования сброса, кальцитовый цементацией и, по мнению авторов, может служить барьером для миграции флюидов. Зоны разрушения, наоборот, характеризуются высокой концентрацией трещин, часто открытых, и образуют каналы для движения флюидов. Таким образом, сбросы оказывают двойственное влияние на миграцию флюидов в карбонатных коллекторах — как каналы для параллельного потока (зоны дробления) и как барьеры для перпендикулярного потока (центральные зоны).

Внимание многих исследователей привлекают экранирующие свойства разломов в связи с устройством газохранилищ. Достаточно часто возникает вопрос, не вызовет ли закачка газа активизации разломов и соответственно утечку газа. Созданы методология построения трёхмерных моделей разлома и его обрамления и алгоритмы прогноза экранирующих свойств разлома при возрастании давления.

Описанная малая часть проблематики работы с подобными геологическими образованиями демонстрирует важность, сложность и неоднозначность проблемы экранирования залежей УВ разрывными нарушениями. Развиваемая с 80-х годов прошлого столетия теория трёхслойного строения природных резервуаров, выделяющая между коллектором и истинной покрывкой промежуточный слой (ложную покрывку) и устанавливающая чёткие соотношения между параметрами залежи УВ, с одной стороны, и параметрами антиклинали и природного резервуара, с другой стороны, утверждает, что разрывные нарушения не экранируют залежи УВ, и нарушенные разломами залежи сохраняются только в том случае, если в контакт через плоскость разлома приходят две истинные покрывки. В противном случае залежь ниже уровня пересечения РН подошвы истинной покрывки разрушается.

Чаще всего тектонически экранированная модель залежи создаётся в том случае, если наблюдается несоответствие между незначительной амплитудой нарушенной разрывным нарушением антиклинали и намного превышающей её высотой насыщенного УВ столба пород. На основании разностороннего и разномасштабного (детального, локального, зонального) изучения подобных залежей теория трёхслойного строения природных резервуаров предлагает альтернативные модели [8].

Поскольку теория трёхслойного строения природных резервуаров устанавливает чёткие количественные соотношения между элементами структуры, литологией и параметрами залежей, становится возможным в сложнопостроенных месторождениях углеводородов, разбитых на блоки, выяснить, чем именно контролируется каждая залежь, и доказать, что залежи, считающиеся тектонически экранированными, являются обычными пластовыми сводовыми или массивными залежами. Для этого необходимо сравнить смещение по каждому конкретному разрывному нарушению с толщиной истинной покрывки и сделать вывод о влиянии этого разрывного нарушения на сохранность залежи УВ. Встречаются месторождения, имеющие блоковое строение, с большой разницей уровней контактов «УВ — вода» на соседних участках, разделённых разрывными нарушениями (например, восточная часть Оренбургского месторождения), для которых не удаётся создать непротиворечивую альтернативную модель [3]. Это связано с тем, что на участках таких месторождений и в настоящее время происходит поступление УВ и их геофлюидальные системы ещё не достигли равновесия. Разрывные нарушения, как правило, не экранируют залежи УВ. Разломы, нарушающие истинные покрывки, имеющие амплитуды смещения меньше толщин истинных покрывок, не влияют на параметры залежей. Разрывное нарушение с амплитудой смещения, превышающей толщину истинной покрывки, разрушает часть залежи. Критическая седловина сохранившейся части залежи находится на уровне пересечения этим разрывным нарушением подошвы истинной покрывки.

Залежи, классифицируемые как тектонически экранированные, в большинстве случаев таковыми не являются. Разломы могут только временно, в масштабе времени единиц-десятков лет, контролировать залежи УВ. Такие залежи эфемерны, они либо разрушаются во время разработки, либо существуют за счёт современного непрерывного подтока УВ. В каждом конкретном случае необходимо искать, чем именно контролируется каждая залежь УВ. Теория трёхслойного строения природных резервуаров позволяет определить это наиболее достоверно, устанавливая количественные отношения между параметрами залежей, элементами природного резервуара и структурными построениями. От того, в какой степени созданная модель соответствует реальной картине, зависит и точность подсчёта запасов, и оценка рисков, и выработка стратегии разработки месторождения. Современное состояние проблемы экранирования залежей УВ разрывными нарушениями оставляет нерешёнными вопросы: экранируют разломы залежи УВ в геологическом времени или только в масштабе времени разработки месторождения; и экранируют ли вообще; а если да — то почему. Для решения этих вопросов требуются дальнейшие детальные всесторонние исследования с созданием различных вариантов моделей конкретных месторождений.

Литература:

1. Костина Г. Бактерии качают нефть // Энергетика и промышленность России, 2005. – № 6 (58) июнь. [Электронный ресурс]. – URL : http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2030
2. Ибатуллин Р.Р. Применение современных микробиологических технологий увеличения нефтеотдачи на объектах НГДУ «Ленинбургнефть» / Р.Р. Ибатуллин, Р.С. Хисамов, Г.Ф. Кандаурова, С.С. Беляев, И.А. Борзенков, Т.Н. Назина // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – М. : ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2005. – № 7. – С. 42–45.
3. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи пластов // Вестник Санкт-Петербургского университета. – Санкт-Петербург: Издательство ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», 2013. – Серия 4. Физика. Химия. – Вып. 2. – С. 46–76.
4. Зайцев Г.С. Интенсификация добычи нефти и рациональное использование её запасов на месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа / Г.С. Зайцев, И.П. Толстолыткин, Н.В. Мухарлямова, С.Е. Сутормин // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – М. : ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2003. – № 8. – С. 126–128.
5. Немков А.С., Колганов В.И., Ковалева Г.А. Анализ применения форсированного отбора жидкости на месторождениях высоковязкой нефти Самарской области // Технологии ТЭК. – 2006. – № 1.
6. Котенев Ю.А. Микробиологический метод увеличения нефтеотдачи пластов на основе активного ила биологических очистных сооружений / Ю.А. Котенев, Л.Н. Загидуллина, В.Е. Андреев, П.М. Зобов, О.Ф. Кондрашев, В.М. Хусаинов, Н.Ф. Гумаров, И.М. Назмиев // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – М. : ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2004. – № 4. – С. 48–50.
7. Закиров С.Н. Анализ проблемы «Плотность сетки скважин – нефтеотдача». – М. : Издательский Дом «Грааль», 2002. – 314 с.
8. Сонич В.П. Влияние на нефтеотдачу форсированных отборов жидкости и перспективы их применения / В.П. Сонич, Н.А. Черемисин, А.А. Климов, В.А. Афанасьев // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – М. : ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2002. – № 8.

References:

1. Kostin G. Bakteriya swing oil//Power and the industry of Russia, 2005. – No. 6 (58) June. [Electronic resource]. – URL: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2030
2. Ibatullin R.R. Application of modern microbiological technologies of increase in oil recovery on objects of NGDU «Leninogorskneft» / R.R. Ibatullin, R.S. Hisamov, G.F. Kandaurova, S.S. Belyaev, I.A. Borzenkov, T.N. Nazina//the Monthly scientific and technical and production magazine «Oil Economy». – M. : JSC Neftyanoye hozyaystvo Publishing House, 2005. – No. 7. – P. 42–45.
3. Altunina L.K., Kuvshinov V.A. Physical and chemical methods of increase in oil recovery of layers // Bulletin of the St. Petersburg university. – St. Petersburg: FGBOU VPO'S publishing house «St. Petersburg State University», 2013. – Series 4. Physics. Chemistry. – Vyp. 2. – P. 46–76.
4. Zaytsev G.S. Intensifikation's hares of oil production and rational use of its stocks on fields of Khanty-Mansi Autonomous Area / G.S. Zaytsev, I.P. Tolstolytkin, N.V. Mukharlyamova, S.E. Sutormin // the Monthly scientific and technical and production magazine «Oil Economy». – M. : JSC Neftyanoye hozyaystvo Publishing House, 2003. – No. 8. – P. 126–128.
5. Nemkov A.S., Kolganov V.I., Kovalyova G.A. The analysis of application of the forced selection of liquid on fields of energy industry of high-viscosity oil of the Samara region // Technology. – 2006. – No. 1.
6. Kotenev Yu.A. Mikrobiologicheskyy a method of increase in oil recovery of layers on a basis of active silt of biological treatment facilities / Yu.A. Kotenev, L.N. Zagidullina, V.E. Andreyev, P.M. Zobov, O.F. Kondrashev, V.M. Khusainov, N.F. Gumarov, I.M. Nazmiyev // Monthly scientific and technical and production magazine «Oil Economy». – M. : JSC Neftyanoye hozyaystvo Publishing House, 2004. – No. 4. – P. 48–50.
7. Zakirov S.N. The analysis of a problem «Density of a grid of wells – oil recovery». – M. : Graal publishing house, 2002. – 314 p.
8. Sonich V.P. Influence on oil recovery of the forced selections of liquid and prospect of their application / V.P. Sonich, N.A. Cheremisin, A.A. Klimov, V.A. Afanasyev // the Monthly scientific and technical and production magazine «Oil Economy». – M. : JSC Neftyanoye hozyaystvo Publishing House, 2002. – No. 8.