

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/25_2018

УДК 551.247:553.98.04

Загороднов А.В.Украинский научно-исследовательский институт природных газов (УкрНИИГаз), Харьков, Украина, a.zagorodnov@list.ru

СВЯЗЬ АКТИВНОСТИ СОЛЯНЫХ ШТОКОВ С НАЛИЧИЕМ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ УЧАСТКАХ

Увеличение потребностей промышленности в энергоносителях требует постоянного восполнения ресурсной базы углеводородов для бесперебойной их добычи. Соляные диапиры, как наиболее восприимчивые к различным тектоническим напряжениям участки осадочного чехла, связывают зоны генерации углеводородов и места их аккумуляции миграционными каналами, которыми часто выступают тектонические нарушения, возникающие при росте соляных штоков.

Исследования процессов и скоростей миграции флюидов доказывают, что все существующие залежи углеводородов имеют относительно недавнее в геологическом понимании время аккумуляции, поэтому перспективы нефтегазоносности и предварительную количественную оценку углеводородов на прилегающих к соляным штокам участках предлагается определять на основании анализа их роста в мезозойскую эру.

Ключевые слова: *соляной шток, тектонические нарушения, миграция флюидов, залежь углеводородов, перспективы нефтегазоносности.*

В последнее время в связи с увеличением потребности в энергоносителях все актуальнее становится наращивание добычи углеводородов (УВ) и их ресурсной базы. Для этого необходимо открытие новых залежей и месторождений нефти и газа, что является непростой задачей при достаточно детальной разведанности нефтегазоносных регионов становится все сложнее.

Залежи нефти и газа приурочены к ловушкам, из которых ведется добыча. К ним нефть или газ преодолели значительный путь из мест своей генерации. Известно, что далеко не все существующие ловушки удерживают залежи УВ. По мнению автора, эффективность поиска нефтегазовых залежей значительно увеличится, если проводить исследования путей миграции УВ флюидов из мест генерации к местам накопления (рис. 1).

В настоящей работе исследовался район приосевой части Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ), в частности Машевско-Шебелинская депрессия.

Проведенные автором комплексные исследования геологического строения солянокупольных структур: их стратиграфии, тектоники, геохимии и минералогических ассоциаций позволили установить, что именно через соляные диапиры и магматические интрузивные внедрения в приштоковых зонах, происходит вертикальное импульсно-постоянное движение глубинных флюидов, которое обеспечивает связь между зоной

генерации УВ и местами их аккумуляции.

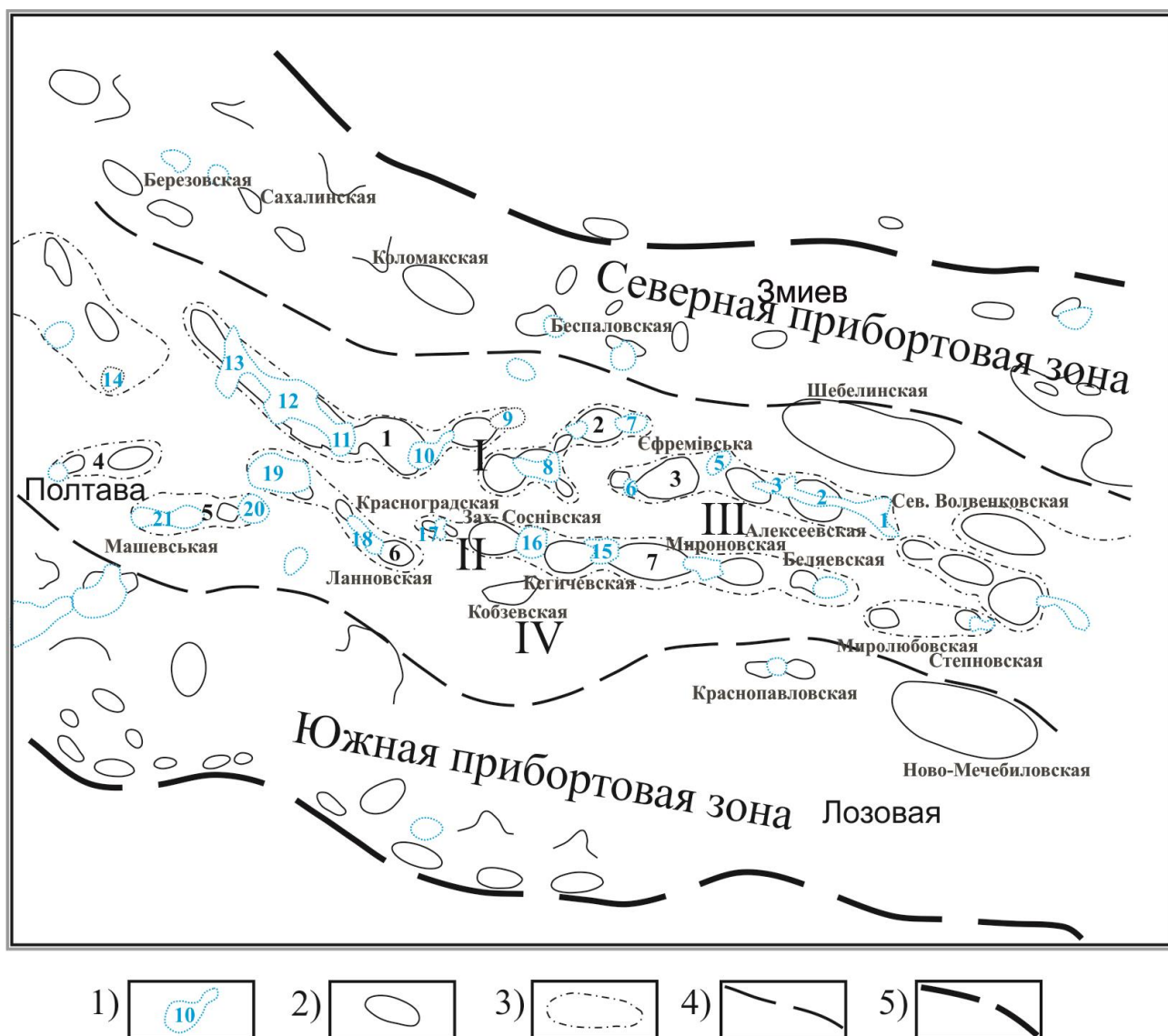


Рис. 1. Обзорная структурно-тектоническая схема Машевско-Шебелинской депрессии
(И.В. Высочанский по материалам треста «Харьковнефтегазразведка»)

I – Кочубеевско-Алексеевская антиклинальная зона: 1 - Кочубеевско-Староверовский вал; 2 - Медведовско-Касьяновский вал; 3 - Ефремовско-Алексеевский вал; II – Гриньковско-Степновская антиклинальная зона: 4 - Полтавский вал; 5 - Елизаветовский вал; 6 - Тарасовско-Ланновский вал; 7 - Сосновско-Беляевский вал; III – Хорольско-Грушинская синклиальная зона; IV – Федоровско-Григорьевская синклиальная зона.

1 - контуры соляных штоков на границе мезозой-палеозой и их номера (согласно табл. 1); 2 - палеозойские антиклинальные структуры; 3 - границы антиклинальных валов; 4 - границы осевой зоны ДДВ; 5 - границы ДДВ.

Проведенные комплексные исследования геологического строения солянокупольных структур: их стратиграфии, тектоники, геохимии и минералогических ассоциаций позволили автору сделать предположение о том, что в приштоковых зонах соляных диапиров и магматических интрузивных внедрений может происходить вертикальное импульсно-постоянное движение и перераспределение глубинных флюидов. Именно на путях миграции

и их продолжении, которыми служат прилегающие к соляным диапирам тектонические нарушения, следует изучать условия для накопления УВ. Ловушки, расположенные там непосредственно, являются перспективными на наличие промышленных нефтегазовых залежей.

Благодаря неотектоническим движениям, миграция, по мнению автора, не прекращается до настоящего времени.

Результаты исследований геологических особенностей, условий формирования ловушек и закономерностей их размещения по отношению к путям миграции УВ помогут решить практические задачи прогноза и поиска новых залежей УВ.

На современном этапе особенности геологического строения и нефтегазоносность структур, связанных с соляными штоками в ДДВ, достаточно детально исследованы. В изучение приштоковых структур, нефтегазоносности, галокинеза и процессов миграции значительный вклад сделали многие выдающиеся ученые и геологи-производственники.

Солянокупольные структуры и прилегающие к ним антиклинальные поднятия, с которыми обычно связывают значительные нефтегазоконденсатные месторождения, изученные, по большей части, в пределах антиклинальных валов, расположенных вдоль приосевых региональных глубинных разломов фундамента и отдельных антиклинальных структур различного генезиса в бортовой и прибортовой зонах впадины. Синклинали между поднятиями, сформированными соляной тектоникой и приразломными структурами, оказались, за редким исключением, не охвачены поисково-разведывательным бурением. Но в последние годы вне антиклинальных ловушек обнаружены нефтегазовые залежи на моноклинальных склонах бортовой и прибортовой зон ДДВ, в литологических, стратиграфических, дизъюнктивно экранированных и комбинированных ловушках, что дает основания считать синклинали и протяженные разделяющие прогибы достаточно перспективными участками. Кроме того, при наличии тектонических этажей со значительным угловым несогласием залегающих пород нижние погребенные этажи могут содержать захороненные антиклинальные и гемиантиклинальные структуры.

Решению проблемы перспектив нефтегазоносности региона посвящены многочисленные исследования [Гавриш, 1972; Кабышев и др., 1989], которыми в центральной части ДДВ установлена непосредственная связь нефтегазоносности, в основном, верхне-карбонных и нижнепермских отложений с соляной тектоникой, примерами служит большое количество крупных месторождений на прилегающих к штокам участках. Их образование, не без основания, связывают с галокинезом, который является не только структурообразующим фактором для сводовых и дизъюнктивно экранированных ловушек, но и создает каналы для миграции флюидов, тем самым способствует заполнению

ловушек УВ.

Основная составляющая любой УВ ловушки - непроницаемый или слабо проницаемый экран, который удерживает или же значительно замедляет миграционный поток УВ флюидов. Далеко не все из обнаруженных ловушек при опосредованном поиске дают положительные результаты. Следовательно, все залежи УВ должны быть связаны путями миграции с местами своей реальной генерации. При этом следует отметить, что абсолютно непроницаемых экранов не существует, они лишь замедляют миграционный поток УВ флюидов и часто разрушаются при последующей фазе тектонической активности, при этом образуются зоны разуплотнения пород (тектонические нарушения), ловушки исчезают, а накопленные УВ мигрируют выше по разрезу [Коржов, 2011].

Скорость вертикальной миграции УВ оценена в 1 км за 180-200 лет [Неручев, Смирнов, 2007] или около 5 м в год. Наряду с этим следует отметить, что на всем пути миграции геологический разрез литологически неоднороден, и существует целый ряд геохимических барьеров, на которых происходит промежуточная аккумуляция мигрирующих флюидов. Необходимо учитывать, что направление перемещения флюида всегда происходит по пути наименьшего сопротивления. При отсутствии разрывных нарушений флюиды перемещаются вдоль напластования пород по поднятию, так как продольная проницаемость в разы больше, чем поперечная. Таким образом, увеличиваются длина пути и значительно (более чем в 100 000 раз) время миграции флюидов к поверхности, или же к зоне разгрузки. При оценке скоростей миграции УВ флюидов невозможно учесть все факторы влияния и даже при приблизительной оценке можно сделать вывод, что все существующие залежи УВ имеют относительно недавнее (в геологическом понимании) время аккумуляции.

Исходя из перечисленных факторов, можно утверждать, что формирование существующих залежей УВ состоялось не ранее мезозойской тектонической эпохи на протяжении мезозойской и кайнозойской эр. Поэтому для прогноза нефтегазоносности рассмотрены, прежде всего, геологические процессы, которые происходили в упомянутое время.

Генерация, миграция и аккумуляция залежей УВ связаны с тектонической активностью, индикатором которой могут быть соляные штоки, а именно, их рост в мезозойскую эру с учетом неотектонических движений.

Вопросами галокинеза и оценкой активности соляных штоков занимались выдающиеся ученые, такие как В.И. Китык, В.И. Созанский, Г.В. Короткевич [Китык, 1963; Короткевич, 1970; Созанский, 1973]. Разработана детальная классификация активности соляных диапиров, которая основывается на соотношении площадей, составных элементов и объема соляных масс, перемещенных в процессе галокинеза за весь период их существования

[Височанський, 2015].

Поскольку на формирование современных залежей УВ влияли недавние, в геологическом отношении, процессы, которые происходили в мезозойскую и кайнозойскую эры, к существующей классификации активности соляных диапиров необходимо сделать дополнение. Принимая во внимание то, что основные массы девонской соли перемещены во время тектонической активности в палеозое (наиболее интенсивные - Бретонская, Уральская), включая Пфальцскую тектоническую фазу, в мезозойское время объемы этой соли уже не имеют решающего значения при оценке активности. Для решения вопроса активности штоков предлагается принять концепцию их роста. Рост надштоковых мезозойских структур происходил конседиментационно, то есть с параллельным накоплением осадочных толщ, которые заполняли собой опущенные участки и почти не откладывались или размывались на поверхности поднятий [Айзенберг и др., 1987]. Таким образом, разница в толщинах накопленных осадочных отложений отвечает амплитуде роста (активности) штока за определенный промежуток времени.

Граница палеозойских и мезозойских отложений больше всего отвечает нижней точке отсчета, как граница стратиграфического и структурного несогласия, которая возникла в результате размыва верхнепермских и частично нижнепермских отложений. Это дает основание считать, что нижнетриасовые отложения накапливались на более-менее ровной поверхности, что подтверждает их фациальная принадлежность. Верхняя граница мезозойских отложений также является поверхностью стратиграфического и структурного несогласий, которые может за счет предкайнозойского размыва существенно уменьшить высоту свода штока, тем самым занизив амплитуду его роста, но этот вопрос следует рассматривать отдельно в каждом случае, он касается диапиров с предкайнозойским прорывом соли.

Для оценки вероятной амплитуды роста соляного диапира определена толщина мезозойских отложений над сводом штока и на межструктурных участках – северной, южной, западной и восточной его сторон. Поскольку рост штока часто происходит асимметрично и неравномерно с параллельными тектоническими движениями отдельных прилегающих блоков, то использовано среднее значение разницы толщин в сводовой части структуры и на межструктурных участках. По данным материалов сейсмического и геологического изучения участка исследований определены средние значения относительного роста соляных куполов в мезозойское время, они составляют от 2135 м (Распашиновский шток) до 86 м (Вербовский шток).

Автор распределил штоки на 5 групп в зависимости от их роста в мезозое:

1. очень активные (рост в мезозойскую эру больше 2000 м);

2. активные (рост 1500-2000 м);
3. средней активности (рост 1000-1500 м);
4. слабо активные (рост 500-1000 м);
5. неактивные (рост до 500 м).

Каких-либо закономерностей активности соляных штоков от их расположения в пределах исследуемой площади не наблюдается, скорее всего, их активность зависит от локальных тектонических напряжений.

Солянокупольные структуры всегда считались перспективными на залежи УВ. На прилегающих участках открыто много месторождений нефти и газа. Все УВ залежи размещены или непосредственно в приштоковых структурах, или в ловушках, которые связаны с соляными куполами тектоническими разрывами, как региональными, так и прилегающими к ним.

Ниже рассмотрены причины, которые способствуют такому расположению залежей УВ. Как уже отмечалось, соляные купола являются объектом активной тектонической деятельности. Они являются зоной накопления давления во время тангенциальных движений или во время интрузивных мантийных внедрений, так и зоной разгрузки давления во время прорыва соленосных пород после достижения критических значений. Поскольку каменная соль восприимчива к изменению термобарических условий [Лурье, 2011] (хорошо растворима при высоких температурах, относительно легкоплавка и имеет высокую теплопроводность), при внедрении мантийных масс и флюидов, приобретая пластические свойства, в виде расплаво-раствора под действием высокого давления, движется в направлении наименьшего сопротивления, как правило, по зонам разуплотнённых пород, которые заполнены относительно мягкими породами (по каналам уже существующих соляных штоков). Соляные тела штоков, имея высокую теплопроводность, выполняют роль теплоотвода, быстро уменьшая температуру внедренных масс и растворов. При значительном объеме и скорости движения мантийных внедрений давление приобретает критические значения и происходит их прорыв на поверхность, что и состоялось в Пфальцскую тектоническую фазу. При постепенном внедрении мантийных флюидов уменьшение давления происходит за счет их распределения в прилегающих к путям миграции породах и зонах разуплотнения, в качестве которых выступают радиальные тектонические нарушения, образовавшиеся во время активного роста соляных тел. При уменьшении температуры мигрирующих растворов и флюидов растворенная соль кристаллизуется в каналах миграции, быстро и почти полностью перекрывая их. Таким образом, соляные диапиры выполняют роль своеобразных клапанов для разгрузки напряжения в подрифтовом мантийном диапире и каналов для снабжения прилегающих к

штокам осадочных нефтегазоматеринских пород высокоактивными и высокотемпературными мантийными флюидами, способствующих катагенезу осадочных толщ и генерации в них УВ флюидов. Достаточно частая импульсная активизация соляных штоков создает условия для колебания давления и динамики движения подземных вод, которые содействуют эмиграции УВ из нефтегазоматеринских толщ в коллекторские породы, где они продолжают свою миграцию [Коржов и др., 2011; Загороднов, 2013, 2016].

На территории исследований вблизи каждого из известных месторождений расположен один или несколько активных соляных штоков, сформировавших за счет своего роста мезозойские структуры.

Принимая во внимание динамику движения флюидов, которой способствует периодическая активность штоков, между аккумулярованными на месторождениях запасами УВ и интенсивностью роста штоков в мезозойскую эру предполагается существование определенной связи. Основным критерий - все месторождения и соляные штоки должны находиться приблизительно в одинаковых условиях. Так как для сохранения залежей УВ большое значение имеет надежность покрышки, то учитываются соляные диапиры, расположенные в пределах развития пермской соли, служащей надежной покрышкой. То есть для выявления предполагаемой зависимости взяты соляные штоки, расположенные в приблизительно одинаковых условиях с точки зрения сохранения залежей.

Проведен анализ количества разведанных начальных запасов УВ месторождений с активностью (ростом) прилегающих к ним соляных штоков, предположительно повлиявших на аккумуляцию УВ. При оценке соответствия интенсивности роста диапиров разведанным объемам УВ их величина на каждом из месторождений распределялась по количеству соляных штоков, которые сопровождали формирование месторождения. Принимая во внимание объективно невысокую точность оценки разведанных начальных запасов, их количество на начальном этапе сопоставления распределялось равномерно (табл. 1).

По данным таблицы построен график зависимости разведанных запасов УВ от амплитуды роста соляных штоков (рис. 2). Несмотря на возможные погрешности в оценке начальных объемов УВ и активности роста штоков, прослеживается пропорциональная зависимость между их активностью и количеством разведанных УВ на прилегающих месторождениях. Расхождение вынесенных на график значений с определяющейся прямой зависимости имеет свои объяснения. В верхней части поля расположились соляные штоки с предпалеогеновым уровнем прорыва соли: Алексеевские, Картамышский, Распашновский и Белуховский. Все перечисленные мезозойские структуры, имея большую амплитуду, срезаны передкайнозойским размывом, что повлияло на точность оценки их роста.

Таблица 1

Активность соляных штоков в мезозое и начальные запасы углеводородов на прилегающих месторождениях

Номер п/п	Соляной шток	Амплитуда роста надштоковой структуры в мезозойскую эру, м	Суммарные начальные запасы углеводородов, тыс. т у. т.	Прилегающие месторождения, где в формировании запасов углеводородов предполагается участие соляного штока
I	II	III	IV	V
1	Картамышский	1413	186650	Шебелинское
2	Восточно-Алексеевский	1495	186650	Шебелинское
3	Алексеевский	1629	186650	Шебелинское
4	Шебелинский	985	186650	Шебелинское
5	Ефремовский	1356	190860	Ефремовское
6	Западно-Ефремовский	424	41540	Ефремовское, Западно-Ефремовское
7	Парасковейский	544	83365	Ефремовское, Западно-Ефремовское, Мелиховское
8	Медведовский	2002	69245	Мелиховское, Восточно-Медведовское, Медведовское, Котляровское
9	Староверовский	700	28615	Восточно-Медведовское, Медведовское, Западно-Староверовское
10	Крестищенский	1469	130558	Западно-Староверовское, Червоноярское, Западно-Крестищенское
11	Белуховский	2093	148570	Западно-Крестищенское, Новоукраинское, Распашновское
12	Распашновский	2135	157270	Западно-Крестищенское, Новоукраинское, Распашновское, Чутовское
13	Чутовский	2123	45862	Новоукраинское, Распашновское, Чутовское, Матвеевское
14	Руновщинский	975	16115	Матвеевское, Руновщинское
15	Павловский	1286	38320	Кегичевское, Кобзевское
16	Сосновский	662	44360	Западно-Сосновское, Кегичевское, Кобзевское,
17	Вербовский	86	6180	Западно-Сосновское, Красноградское
18	Верхне-Ланновский	1164	17210	Ланновское
19	Тарасовский	1261	1300	Веснянское
20	Елизаветовский	600	23000	Машевское
21	Селещенский	728	23000	Машевское

По данным глубинного геологического картирования (1988-94 гг.) рост Алексеевско-Картамишской структуры продолжался в кайнозойскую эру до эоценовой эпохи включительно, а Ефремовской и Шебелинской - по настоящее время.

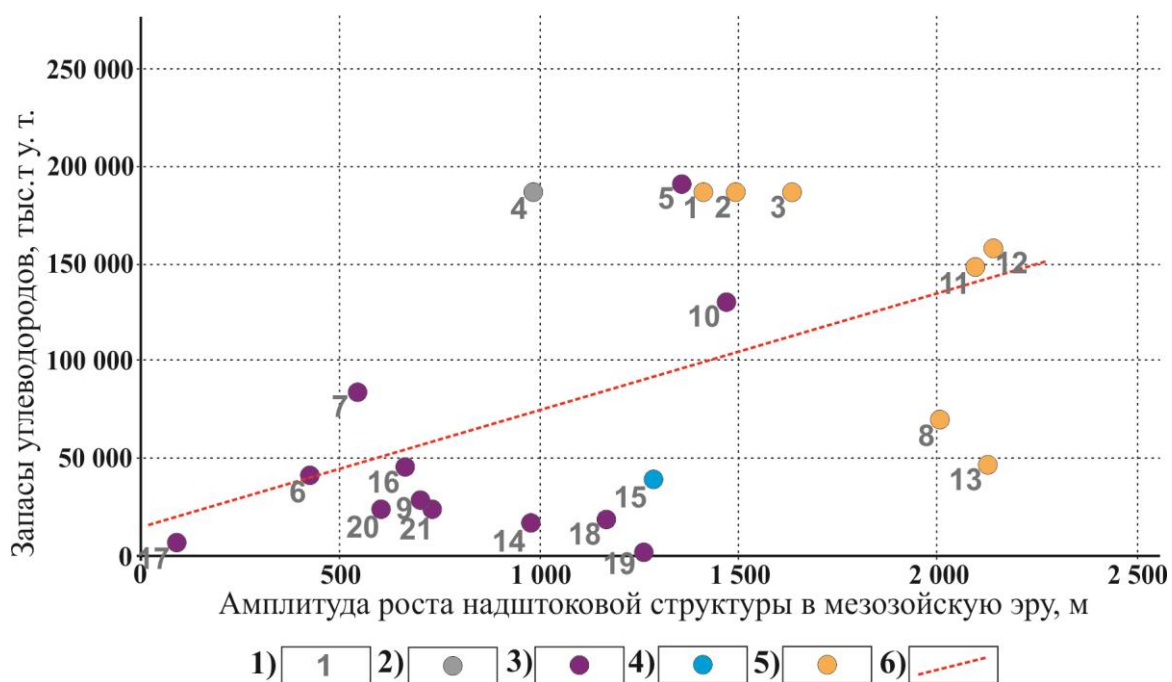


Рис. 2. Соотношение активности соляных штоков и начальных разведанных запасов углеводородов на прилегающих месторождениях

1 - номера соляных штоков (согласно табл. 1); 2 - соотношение активность-запасы для штоков: с каменноугольным уровнем прорыва соли; 3 - с триасовым уровнем прорыва соли; 4 - с юрским уровнем прорыва соли; 5 - с палеогеновым уровнем прорыва соли; 6 - линия тренда.

В нижней части графика отражены значения тех структур, окрестности которых явно не доразведаны, возможно из-за отсутствия традиционных антиклинальных ловушек, такими можно считать структуры Тарасовского, Верхне-Ланновского, Чутовского и ряда других штоков.

Исходя из наметившейся зависимости современных аккумулярованных запасов УВ от активности роста штоков в мезозойское время, перераспределены выявленные запасы УВ между влияющими на их аккумуляцию штоками пропорционально активности их роста.

Кроме того, принята во внимание возможная активность штоков в кайнозойскую эру. Об этом может свидетельствовать наличие или отсутствие компенсационной воронки над сводом соляного диапира. Ее наличие предполагает потерю связи с глубинными источниками энергии, которые обеспечивали рост соляного тела, и, соответственно, структуры над ним. Чем глубже воронка, тем раньше теряется эта связь, а при оттоке соли образовывались разрывные нарушения, перекрывающих осадочных пород, которые могли способствовать разгерметизации существующих ловушек для УВ. Учитывая изложенные

рассуждения, сделана поправка при расчете амплитуды роста штоков, которые имеют компенсационную воронку с учетом ее глубины.

После перераспределения запасов УВ и корректировки амплитуды роста штоков получены результаты, приведенные в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2

**Активность соляных штоков в мезозое с учетом глубины компенсационной воронки
и начальные запасы углеводородов на прилегающих месторождениях,
скорректированные с учетом динамики штока**

Номер п/п	Соляной шток	Разница между амплитудой роста штока в мезозое и глубиной компенсационной воронки, м	Суммарные начальные запасы углеводородов с учетом динамики штока, тыс. т у. т.
1	2	3	4
1	Картамышский	1183	167532
2	Восточно-Алексеевский	1495	211716
3	Алексеевский	1609	227860
4	Шебелинский	985	139492
5	Ефремовский	1356	72713
6	Западно-Ефремовский	424	23060
7	Парасковейский	544	48102
8	Медведовский	1892	67228
9	Староверовский	700	15592
10	Крестищенский	1469	102257
11	Белуховский	2093	159140
12	Распашновский	2135	173263
13	Чутовский	2123	51681
14	Руновщинский	975	10332
15	Павловский	1241	49979
16	Сосновский	662	37352
17	Вербовский	86	1529
18	Верхне-Ланновский	1164	17210
19	Тарасовский	1241	1300
20	Елизаветовский	600	20783
21	Селещенский	728	25217

Значения соотношения роста штоков и разведанных начальных запасов УВ расположены несколько кучнее. Если не учитывать значения недостаточно разведанных структур, о чем говорилось выше, то в верхней части графика выделяются значения, соответствующие соляным штокам, предположительно повлиявшими на формирование запасов УВ в уникальном Шебелинском месторождении (746600 тыс. т у. т.). Даже если предположить недооценку амплитуд роста этих штоков, все равно запасы УВ этого месторождения вероятно имеют еще дополнительный источник своего формирования. Своим северо-восточным крылом Шебелинская антиклиналь примыкает к северной прибортовой зоне ДДВ, находясь в приосевой ее зоне. На границе зон вероятно существование рифтообразующего регионального глубинного разлома [Гавриш, 1989],

который может выступать дополнительным каналом миграции УВ, участвовавшим в формировании уникального месторождения.

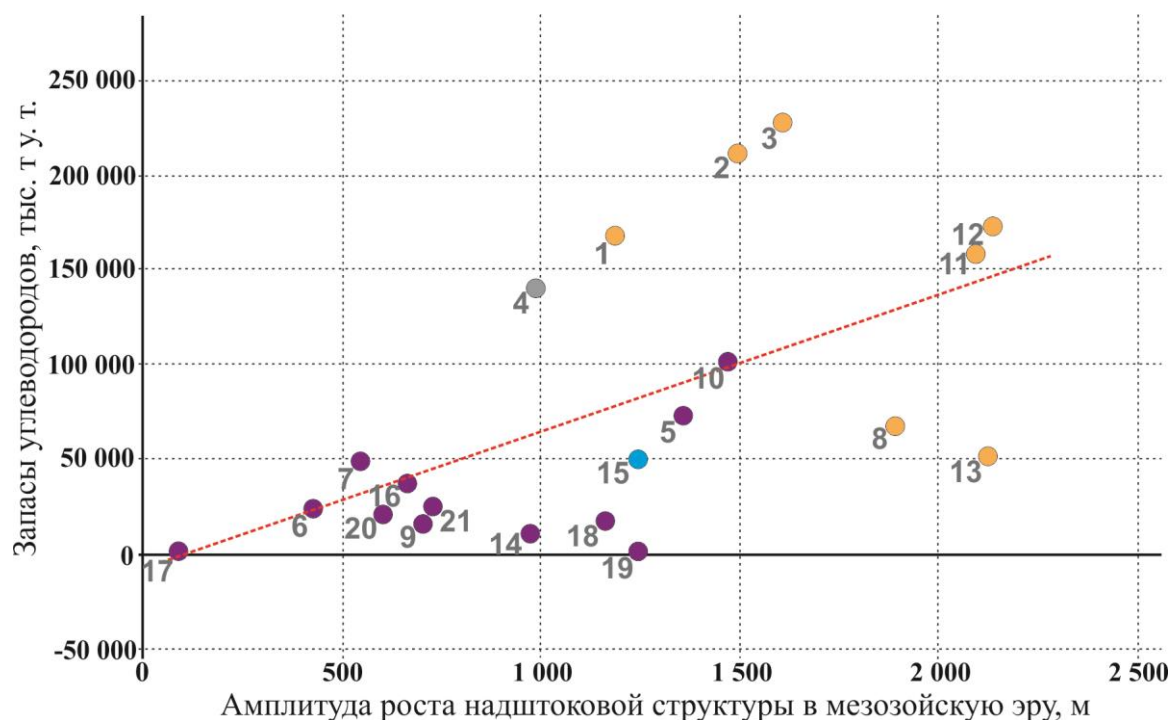


Рис. 3. Соотношение активности соляных штоков, скорректированной в зависимости от глубины компенсационной воронки и начальных разведанных запасов углеводородов на месторождениях, прилегающих к штокам, с учетом их динамики

Усл. обозначения см. рис. 2.

Таким образом, для определения зависимости между количеством аккумулированных запасов УВ и амплитудой роста мезозойских надштоковых структур (или же активностью соляных диапиров в мезозойскую эру) целесообразно исключить из анализа заведомо некорректные значения (в табл. 2 показано серым цветом). При этом к одинаковым условиям сохранения залежей УВ добавляются сходные условия заполнения ловушек и аккумуляции УВ при наличии рядом со штоком традиционных антиклинальных структур. На рис. 4 показаны результаты после отбраковки данных.

Наиболее приемлемыми, с точки зрения соотношения активности и запасов УВ, выглядят Крестищенский, Белуховский и Распашновский соляные штоки – отсутствие компенсационной воронки и минимальное (горизонтально в своде и до 20° на крыльях структуры) угловое несогласие между мезозойским и кайнозойским структурными этажами свидетельствуют о незначительном росте штоков или его отсутствии в кайнозойскую эру. Соответственно линия графика зависимости проходит через или вблизи определенных значений на этих структурах. Нижняя точка графика при отсутствии выявленных запасов попадает почти на середину отрезка 0-500 м (неактивные штоки) на горизонтальной оси (x),

которая показывает их рост в мезозое. Прохождение линии тренда через названные контрольные точки подтверждает, что график отражает реальную зависимость количества аккумулированных запасов УВ от активности штоков в мезозойскую эру, которые способствовали их генерации и накоплению. Способ определения исходных данных для построения графика зависимости объективно не мог быть точным и предусматривал некоторые предположения, о которых говорилось выше.

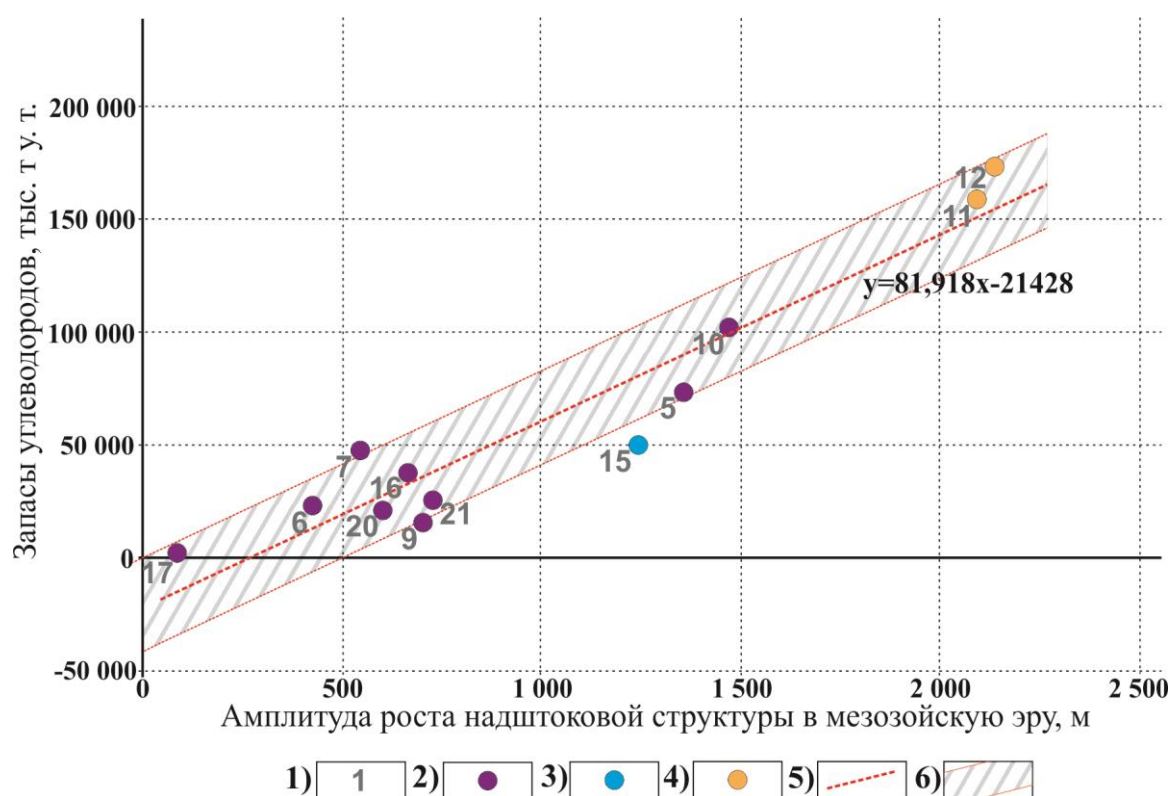


Рис. 4. График зависимости аккумулированных на прилегающих к штокам месторождениях запасов углеводородов от активности соляных штоков в мезозойскую эру

1 - номера соляных штоков (согласно табл. 1); соотношение активность-запасы для штоков: 2 – с триасовым уровнем прорыва соли; 3 - с юрским уровнем прорыва соли; 4 - палеогеновым уровнем прорыва соли; 5 - график и формула зависимости; 6 - область допустимых значений в пределах погрешности.

Автором определена область возможных отклонений, верхний предел которой проведен параллельно графику определенной зависимости через нулевую точку, нижняя граница - аналогично через точку активности штоков, соответствующей 500 м (рис. 4). На построенном графике 11 из 21 штока, которые рассматривались по соотношению активность-запасы УВ, попадают в область допустимых значений или находятся вблизи ее границы. О возможных причинах разногласий в верхней части диаграммы говорилось ранее. К нижней ее части попадают соляные штоки средней активности Тарасовский, Верхне-Ланновский, Павловский, слабо активный Руновщинский, активный Медведевский и очень

активный Чутовский шток. Если недостаток разведанных запасов вблизи Павловского штока имеет более или менее приемлемые объяснения (находится на границе зоны распространения пермской соляной покрывки и поступивший по каналам миграции газ мог достигнуть поверхности), то другие штоки при своей активности и наличии надежной покрывки не имеют вблизи выявленных месторождений со значительными объемами УВ. По мнению автора, перечисленные солянокупольные структуры и прилегающие к ним участки имеют значительный УВ потенциал, который теперь можно оценить количественно, и, соответственно, они могут стать объектами для поисков месторождений УВ. При отсутствии расположенных рядом со штоком антиклинальных структур следует обратить внимание на прилегающие склоны межструктурных прогибов, в частности, вблизи мест их пересечения замкнутыми на шток тектоническими нарушениями активными в мезозойскую и кайнозойскую эры. На склонах прогибов или компенсационных депрессий во времена активного роста штоковых структур их своды размывались и породы, в том числе и брекчированные, переотлагались на прилегающих склонах, образуя «шлейфы», сложенные плохо сортированными осадками.

Впоследствии именно эти проницаемые породы при наличии подводящего канала миграции могут стать литологически, стратиграфически или тектонически экранированными ловушками для аккумуляции УВ. Примером этому служит Котляровское газоконденсатное месторождение на южном склоне Медведовско-Касьяновского вала [Высочанский, Макридина, Старостин, 1990]. По мнению автора, активные каналы миграции УВ способствуют заполнению всех коллекторов различного генезиса на склонах впадин и синклиналей.

В районе исследований залежи УВ стратиграфически приурочены преимущественно к араукаритовой (C_3^3) и картамышской (C_3kt) свитам гжельского яруса нижнего карбона и картамышской (P_1kt), никитовской (P_{1nk}) и подбрянцевской ритмопачкам славянской свиты (P_{1sl}^{pbr}) нижней части ассельского яруса нижней перми. В первую очередь это обусловлено технической сложностью раскрытия (более 5000 м) нижних стратиграфических комплексов на момент опоскования перспективных участков. Как уже отмечалось, нефтегазоносность вблизи соляных штоков выявлена, в основном, в примыкающих к ним антиклинальных структурах. Эти структуры, как традиционные и наиболее распространенные в данном регионе ловушки УВ, опосковывались в первую очередь, что привело к открытию крупных месторождений. Практически на базе выявленных залежей УВ в приштоковых антиклинальных структурах и прослежена зависимость количества их запасов от активности штоков. Штоки, возле которых нет примыкающих крупных антиклинальных структур, оказались, как отмечалось выше, в нижней части графика. Тем не менее, отсутствие условий

для аккумуляции в непосредственной близости к активному штоку не исключает поступление в верхнюю часть разреза глубинных УВ флюидов. Исходя из этих соображений, залежи УВ могут образовываться в зоне влияния штока – вдоль радиальных проводящих нарушений на склонах прогибов в литологических, стратиграфических и других комбинированных ловушках, а также в антиклинальных структурах, которые связаны с активным штоком проводящими радиальными нарушениями. Примером последнего может служить Кобзевское месторождение газа, приуроченное к антиклинальной структуре, рядом с которой трассируются радиальные нарушения Павловского и Сосновского штоков.

Зоны прогибов и межструктурные участки, как правило, ранее не представляли интереса для проведения поисковых работ. Тем не менее, именно возле активных штоков данные участки могут быть перспективны. Для выявления коллекторов и возможных ловушек УВ на участках, примыкающих к проводящим радиальным нарушениям, рекомендуется проведение детальной 3D сейсморазведки, по результатам которой возможна постановка поискового бурения.

Таким образом, в результате исследований (в ДДВ для зоны распространения нижнепермских галогенных пород) обнаружена закономерность между активностью штоков в мезозойскую эру и объемами УВ в приштоковой зоне и на участках, связанными со штоками разрывными нарушениями. Практическое и теоретическое внедрение результатов исследований позволит на начальном этапе поисковых работ обнаруживать перспективные на нефтегазоносность объекты и количественно оценивать их ресурсный потенциал.

Рассматриваемая закономерность в общем виде такова: чем активнее динамика штока в недавнее геологическое время, тем больше перспектив нефтегазоносности в зоне его влияния, применима практически для всех регионов с развитой солянокупольной тектоникой. Однако, для Прикаспийской впадины Чу-Сарысуйской депрессии, других солянокупольных регионов и даже для других зон ДДВ, зависимость между количественной оценкой ресурсного потенциала соляных штоков и их активностью будет другой, так как она определялась автором для куполов конкретного участка со сходными параметрами их развития и условиями сохранения залежей УВ.

Литература

Айзенберг Д.Е., Берченко О.И., Бражникова Н.Е., Стерлин Б.П. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия. - Киев: Наукова думка, 1987. - 149 с.

Височанський І.В. Наукові засади пошуків несклепінних пасток вуглеводнів у Дніпровсько-Донбаському авлакогені. - Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. - С. 236.

Высочанский И.В., Макридина Л.В., Старостин Ю.С. Новый тип залежей в приштоковых зонах юго-востока ДДВ // Доразведка эксплуатируемых нефтегазовых месторождений Украинской ССР – дополнительный источник увеличения ресурсов углеводородного сырья: тезисы докладов респ. науч.-техн. конференции (г. Харьков, 16-17 мая 1990 г). - Киев, 1990. - Вып. 1. – 56-59 с.

Гавриш В.К., Забелло Г.Д., Лукин А.Е., Рябчун Л.И. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины // Глубинное строение и геотектоническое развитие. - Киев: Наукова думка, 1989. - 208 с.

Загороднов А.В. Интрузивные внедрения и соляные диапиры, как каналы теплопереноса // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. - 2013. - №1084. - С.65-71.

Загороднов А.В. Критерии размещения нефтяных и газовых залежей в Днепровско-Донецкой впадине с учетом соляной тектоники // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Геологія-географія-екологія». - 2016. - №44. - С. 16-26.

Китык В.И. Условия образования соляных структур. - Киев: Изд-во АН УССР, 1963. - 294 с.

Коржов Ю.В., Исаев В.И., Жильцова А.А. Проблемы нефтепоисковой геохимии и обобщающая схема миграции углеводородных флюидов // Известия Томского политехнического университета. - 2011. - Т.318. - №1. - С. 116-122.

Короткевич Г.В. Соляной карст. - Ленинград: Недра, 1970. - 256 с.

Лурье А.И. О принципах сосуществования гидродинамических и геотемпературных аномалий в нефтегазоносных провинциях // Вісник Харківського національного університету. Серія: «Геологія-географія-екологія». - 2011. - № 956. - С. 38-42.

Неручев С.Г., Смирнов С.В. Оценка потенциальных ресурсов углеводородов на основе моделирования процессов их генерации и формирования месторождений нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2007. - Т.2. - <http://www.ngtp.ru/rub/1/013.pdf>

Созанский В.И. Геология и генезис соленосных образований. - Киев: Наукова думка, 1973. - 199 с.

Zagorodnov A.V.

Ukrainian Scientific-Research Institute of Natural Gases (UkrNDIgas), Kharkov, Ukraine, a.zagorodnov@list.ru

CONNECTION OF SALT DIAPIRS ACTIVITY WITH HYDROCARBON PRESENCE ON CLOSELY SPACED SITES

Increasing of industry needs in energy carriers requires constant replenishment of the hydrocarbon resource base for ceaseless production. Salt diapirs as the most tectonic mobile parts of the sedimentary cover, connecting the hydrocarbon generation areas with the sites of their accumulation over the migration ways, which often coincide with the tectonic zones interconnected with the diapiric ways.

Investigations of processes and rates of fluid migration prove that all existing hydrocarbon accumulations represents a relatively recent process time in geological terms, therefore, the prospects for oil and gas availability and the preliminary quantification of hydrocarbons on the adjacent areas of salt diapirs are proposed to be determined based on an analysis of their development during the Mesozoic era.

Keywords: salt diapir, tectonic activity, fluid migration, hydrocarbon pool, oil and gas prospects.

References

Ayzenverg D.E., Berchenko O.I., Brazhnikova N.E., Sterlin B.P. *Geologiya i neftegazonosnost' Dneprovsko-Donetskoj vpadiny. Stratigrafiya* [Geology and petroleum bearing section of Dnieper-Donets depression. Stratigraphy]. Kiev: Naukova dumka, 1987, 149 p.

Gavrish V.K., Zabello G.D., Lukin A.E., Ryabchun L.I. *Geologiya i neftegazonosnost' Dneprovsko-Donetskoj vpadiny* [Geology and petroleum bearing section of Dnieper-Donets depression. Depth structure and geotectonic development]. Glubinnoe stroenie i geotektonicheskoe razvitie. Kiev: Naukova dumka, 1989, 208 p.

Kityk V.I. *Usloviya obrazovaniya solyanykh struktur* [Conditions for the formation of salt structures]. Kiev: publishing house of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1963, 294 p.

Korotkevich G.V. *Solyanoy karst* [The salt karst]. Leningrad: Nedra, 1970, 256 p.

Korzhev Yu.V., Isaev V.I., Zhil'tsova A.A. *Problemy neftepoiskovoy geokhimii i obobshchayushchaya skhema migratsii uglevodorodnykh flyuidov* [Problems of oil prospecting geochemistry and generalizing scheme of hydrocarbon fluids migration]. Tomsk: Izvestiya Tomsk Polytechnic University, 2011, vol. 318, no. 1, p. 116-122.

Lur'e A.I. *O printsipakh sosushchestvovaniya gidrodinamicheskikh i geotemperaturnykh anomalii v neftegazonosnykh provintsiyakh* [On the principles of the coexistence of hydrodynamic and geothermal anomalies in oil and gas provinces]. Kharkov: Bulletin of Kharkov National University named after V.N. Karazin Series: "Geology-geography-ecology", 2011, no. 956, p. 38-42.

Neruchev S.G., Smirnov S.V. *Otsenka potentsial'nykh resursov uglevodorodov na osnove modelirovaniya protsessov ikh generatsii i formirovaniya mestorozhdeniy nefi i gaza* [Potential hydrocarbon resources evaluation based on the modeling of their generation and oil and gas fields formation]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2007, vol. 2, available at: <http://www.ngtp.ru/rub/1/013.pdf>

Sozanskiy V.I. *Geologiya i genezis solenosnykh obrazovaniy* [Geology and Genesis of Saline Formations]. Kiev: Naukova Dumka, 1973, 199 p.

Visochans'kiy I.V. *Naukovi zasadi poshukiv nesklepinnikh pastok vuglevodniv u Dniprovsk'o-Donbas'komu avlakogeni* [Scientific principles for the hydrocarbon traps searching in the Dnipro-Donbas aulacogen]. Kharkov: KhNU named after V.N. Karazin, 2015, 236 p.

Vysochanskiy I.V., Makridina L.V., Starostin Yu.S. *Novyy tip zalezhey v prishtokovykh zonakh yugo-vostoka DDV* [A new type of deposit in the off-shore zones of the southeast of the Dnieper-Donets Basin] Dorazvedka ekspluatiruemyykh neftegazovykh mestorozhdeniy Ukrainskoy

SSR – dopolnitel'nyy istochnik uvelicheniya resursov ulevodorodnogo syr'ya (Kharkiv, May 16-17, 1990), Kiev, 1990, no. 1, p. 56-59.

Zagorodnov A.V. *Intruzivnye vnedreniya i solyanye diapiry, kak kanaly teplomassoperenosa* [Intrusive phenomena and salt diapirs as heat and mass transfer ways]. Kharkov: Bulletin of Kharkov National University named after V.N. Karazin, 2013, no. 1084, p. 65-71.

Zagorodnov A.V. *Kriterii razmeshcheniya neftyanykh i gazovykh zalezhey v Dneprovsko-Donetskoy vpadine s uchetom solyanoy tektoniki* [Criteria for the location of oil and gas deposits in the Dnieper-Donets basin, taking into account salt tectonics]. Kharkov: Bulletin of Kharkov National University named after. V.N. Karazin Series "Geology-geography-ecology", 2016, no.44, p.16-26.

© Загороднов А.В., 2018