



УДК 550.8

ВЛИЯНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СКОПЛЕНИЙ ФЛЮИДОВ НА ОСВОЕНИЕ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

INFLUENCE OF FLOOD CLUSTERS ON THE DEVELOPMENT OF OFFSHORE FIELDS

Твердохлебов Иван Иванович

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры региональной и морской геологии, Институт географии, геологии, туризма и сервиса, Кубанский государственный университет
ivivtv@mail.ru

Tverdokhlebov Ivan Ivanovich

Ph.D. in Geological and Mineral Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of Regional and Marine Geology, Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, Kuban State University
ivivtv@mail.ru

Твердохлебowa Юлия Ивановна

ведущий специалист, Институт международного образования, Волгоградский государственный университет
gidrolog@volsu.ru

Tverdokhlebova Yulia Ivanovna

Leading Specialist Institute of International Education Volgograd, Volgograd State University
gidrolog@volsu.ru

Аннотация. Статья посвящена особенностям освоения шельфовых месторождений связанных с непредсказуемыми действиями приповерхностных скоплений флюидов, способствующих возникновению аварийных ситуаций на малых глубинах и гриффенообразованию.

Annotation. The article is devoted to the peculiarities of the development of offshore deposits associated with unpredictable actions of surface clusters of fluids, contributing to the occurrence of emergencies at shallow depths and griffin formation.

Ключевые слова: Каспийское море, шельфовые месторождения, флюидодинамика, приповерхностные скопления, АВПД, гриффенообразование.

Keywords: Caspian Sea, offshore deposits, fluidodynamics, pre-world clusters, AVPD, griffin formation.

В настоящее время Российская часть акватории Северного и Среднего Каспия является одним из ключевых регионов освоения шельфовых месторождений. Среди открытых объектов выделяют месторождения: им. Ю. Корчагина, Хвалынское, 170-й км., Ракушечное, Западно-Ракушечное, им. Ю. Кувыкина (Сарматское), Центральное и им. В. Филановского (рис. 1), суммарные извлекаемые запасы которых превышают 1 млрд 870 млн т. условного топлива [1, С. 102] Высокие перспективы нефтегазоносности шельфовых зон, с другой стороны, таят в себе определенные риски.



Рисунок 1 – Концепция развития Северо-Каспийского региона



История освоения акватории Каспия связана в основном с разработкой нефтегазовых месторождений его южной части. Накоплен значительный опыт, который необходимо использовать уже на стадии проектирования разработки структур разведанных в Среднем и Северном Каспии.

В начальной стадии разработки ряда нефтегазоносных площадей Каспия, специалисты столкнулись с проблемой – скопление флюидов со сверхвысокой, упругой энергией на малых глубинах (от десятков до нескольких сотен метров глубины). Некоторые из этих скоплений в момент их вскрытия имели, судя по косвенным данным, экстремальные пластовые сверхдавления, превышающие условную гидростатическую норму в 2 раза и более [2, С. 46]. Такие скопления со сверхвысокой, упругой энергией (приповерхностные АВГД) – в диапазоне глубин до 1000 м – установлены на месторождениях всех геодинамически активных нефтегазоносных впадин мира как на суше, так и на акваториях (табл. 1).

Таблица 1 – Значения величин АВГД на малых глубинах (до 1000 м) (по Аникиеву К.А.)

№ п/п	Месторождения, скважины (по районам)	Годы наблюдений	Глубина притоков, м	Величина АВГД, атм	АВГД гидростатко-эф.	Характеристика притоков и залежей
1	Азербайджан: Дуваный, № 19	1950	460	69	1,52	Газовый фонтан и мощные газоводопроявления
2	о. Песчаный, № 135	–«–	75	202	1,4	Мощные газоводопроявления из карманов
3	Таджикистан: Комсомольское, № 81	1950–1970-е	659	91,6	1,39	Водогазопроявления из алайских слоев
4	Обигармская мегантиклиналь: Дангара, № 1	–«–	792	112	1,4	Водопроявление из бухарских слоев
5	Узбекистан: Актау, № 2-Р	–«–	699	154	2,2	Газоводопристок из кровли верхнего мела
6	Туркменистан: Челекен, Небит-Даг	–«–	100–200	15–40	1,5–2,0	Газоводопрояв. Из отложений Ар., Ак. И верхов КТ
7	Украина: Солигорские калийные	1960-е	590	90	1,5	В соляной толще девона газовые скопления в зонах разломов, рассекающих фундамент
8	Иран: Ага-Джари, № 27	1938	745	148	2,0	Газоводный приток из ореола вторжения, развитого в толще-покрышке нижний фарс
9	Мексика: Аиз ля Бютт, скв. «Симпсон»	1920-е	245	50	2,1	Газонефтяная залежь в своде купольной структуры
10	США: Западный Техас Монро № 1	1896	730	107	1,5	Газовая залежь в известняках трентон (ордовик)
11	Луизиана: Каддо	1906–1910	240	34	1,4	Газоносные пласты накаточ (верхний мел)
12	Калифорния: Типпетс № 1	1960-е	800	128	1,6	Газоводяные линзы в толще туннда (мел)
13	Аргентина: Тупунгато № 29, 48, 35, 31, 36, 50	1940-е	550–950	100–140	1,5–1,8	Высоконапорные газоводяные скопления в толще серых туфов; Ру до 40 атм
14	Пакистан: Кхаирпур № 2	1957	525	77	1,5	Газовая залежь в известняковом резервуаре суи (эоцен)

Всюду, где имеются условия, а именно: месторождения нефти, газа и газоконденсата с АВГД; наличие выше по разрезу мощных толщ перекрывающих отложений с флюидонасыщенными коллекторами, пористыми линзами и карманами; развитие секущих весь разрез тектонических разрывов и трещин, происходит процесс массопереноса продуктов дегазации основной залежи, вызываемый перепадом давлений [3, С. 37, 4].

Приповерхностные скопления флюидов с АВГД формируются в верхних горизонтах, расположенных гипсометрически выше месторождений за счет вертикальной восходящей миграции флюидов из глубоких богатых этажей – объектов современной разведки на нефть и газ. Пути вертикальной миграции служат тектонические разрывные нарушения и трещины.



Исследования показали, что приповерхностные скопления с АВПД газов, воды и газонефтеводной смеси формируются под влиянием восходящей субвертикальной миграции сжатых флюидов из глубоких продуктивных этажей месторождения по тектоническим и техногенным каналам как это отражено на (рис. 2) [2, С. 51].

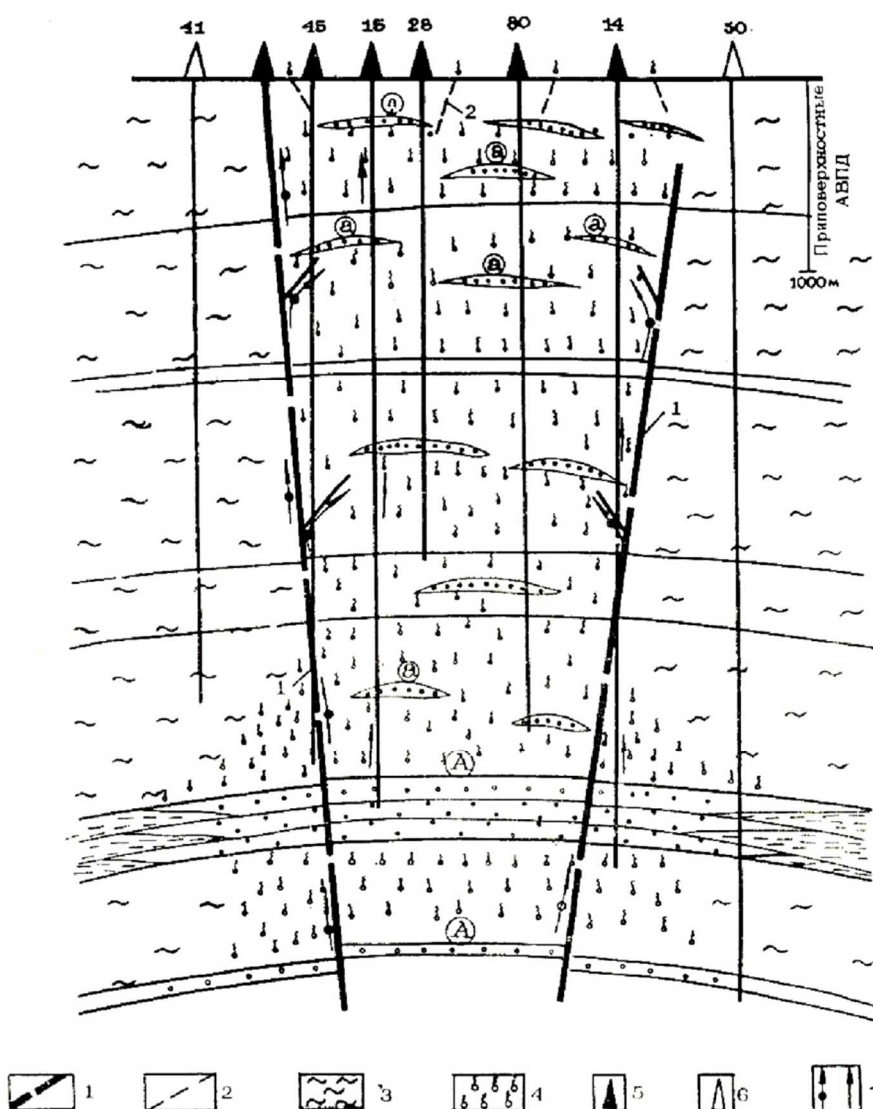


Рисунок 2 – Модель вертикально миграционного формирования скоплений с АВПД в сводовой части месторождения Бахар. А – глубокие нефтегазовые залежи; а – приповерхностные сателлитные скопления флюидов с АВПД. 1 – крупные тектонические разрывы; 2 – тектонические трещины; 3 – глинистая покрывка; 4 – ореол вторжения флюидов; 5 – скв. встретившие сателлитные скопления флюидов; 6 – скв. пробуренные без осложнений; 7 – межпластовые перетоки

Для примера приведем материалы поисково-разведочных работ на акватории Северного и Среднего Каспия. Здесь, сейсмическими исследованиями, были выявлены участки с газовыми скоплениями на малых глубинах в четвертичных отложениях. Такие скопления, по данным сейсмики, проявляются как «яркие пятна» на сейсмограммах [4, С. 162].

Скопления свободного газа, фиксируемые на сейсмоакустических записях и по материалам ВЧ МОГТ в виде аномалий типа «залежь», наблюдаются по целому ряду гипсометрических уровней. Они приурочены к определенным литолого-стратиграфическим комплексам, локализуясь в слоях наиболее пористых грунтов.

Анализ распределения скоплений газа в целом показывает, что верхняя часть нижнехазарского комплекса мощностью до 25–30 м. представляет собой основной газonosный горизонт, обуславливающий формирование ореолов газа в перекрывающих верхнехазарских отложениях. Этот горизонт подстилается мощной (порядка 40 м.) толщей уплотненных глинистых отложений, а ореолы его перекрываются глинистым горизонтом верхнехазарского комплекса, мощность которого составляет 13–15 м [4, С. 162].



Выявленные газовые аномалии свидетельствуют о тектонической активности недр и располагаются меридионально вдоль береговой линии в виде двух четкообразных рядов (рис. 3). Аномалии первого ряда по составу углеводородных газов (УВГ) относятся к метановому и метан-этановому типу с содержанием CH_4 от 70 до 90 %. Аномалии второго ряда приурочены к локальным поднятиям Ракусшечное, Сарматское, Хвалынское, Центральная, Набрань-море и Ялама-Самур.

Наибольший фрагмент с точечным ураганным значением метана приурочен к локальному поднятию Набрань-море. Локальные незначительные аномалии отмечены на поднятии Ялама-Самур. Аномалии гомологов метана более локализованы и менее контрастны. По составу гомологов метана аномалии относятся к типу нефтегазовых.

Для определения генетических характеристик газовых аномалий, проводились исследования донных осадков на предмет содержания ОВ и изучение изотопного состава газа. Исследования показали, что аномалии, расположенные в прибрежной части Дагестана и в юго-восточной глубоководной зоне, сформированы в основном за счёт микробиальных газов и являются сингенетичными. Скопления других приведенных газовых аномалий являются эпигенетичными, что объясняется подтоком УВ из более древних отложений. Подтверждением вертикальной миграции флюидов из более обширных газоносных залежей вверх по разрезу, является вертикальная «телескопированность» в проявлении газовых скоплений, интерпретируемых на сейсмодиаграммах в виде «ярких пятен». Над нижними обширными по площади аномалиями нередко наблюдается серия более мелких аномалий.

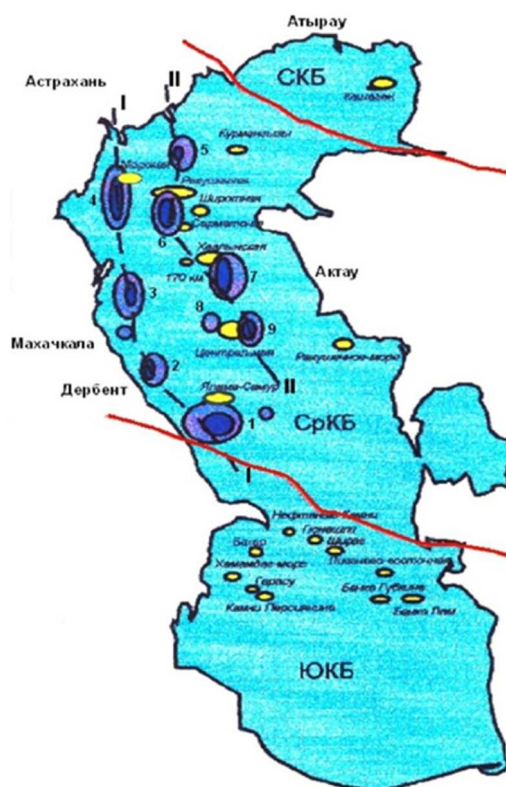


Рисунок 3 – Схема расположения газовых аномалий, выявленных газовой съемкой в Северном и Среднем Каспии

Наличие приповерхностных скоплений флюидов с АВПД на новых мало изученных площадях, на которых ведется проводка скважин на большие глубины, порой приводит к тяжелым последствиям. Скважины терпят аварии. Наиболее опасны «скопления» для морских сооружений – плавучих буровых установок (ПБУ), самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ), полупогружных плавучих буровых установок (ППБУ) и буровых судов (БС). Непредсказуемая встреча ПБУ с приповерхностными скоплениями с АВПД, может обернуться не только аварией, но с учетом специфики, переворачиванием и затоплением установки от внезапных мощных выбросов сверхсжатого газа под АВПД. Особенно чреваты последствия при малых глубинах моря, так как в этом случае технологически можно использовать только буровые установки с опорой на грунт, т.е. СПБУ.

Неожиданная встреча с приповерхностными скоплениями флюидов с АВПД скважинами, бурящимися с самоподъемных плавучих буровых установок, может вызвать осложнения при освоении новых площадей, привести к образованию грифонов, нанести вред окружающей среде [5, 6, С. 62].



Подобный случай неожиданной встречи с приповерхностными скоплениями флюидов с АВГД, закончившийся катастрофой СПБУ «60 лет Азербайджана», произошел при строительстве поисковой скважины на морской структуре Ракушечная-море Казахского сектора Каспийского моря. В процессе бурения в 1989 г. после спуска в скважину кондуктора на глубину 200 м. и его крепления, было продолжено бурение. На глубине ориентировочно 300 м. в скважине началось газопроявление. Борьба с осложнением путем утяжеления промывочной жидкости привела к разрыву вышележащих пород и образованию грифона под одной из опор. В результате размыва донных отложений и формирования воронки под одной из опор, платформа потеряла устойчивость и опрокинулась. Погибли два человека, СПБУ затонула. Сценарий катастрофы в Северном Каспии описан в книге М.А. Мирзоева «На шельфе Каспия».

Опыт освоения морских месторождений Каспия показывает, что приповерхностные скопления могут сформироваться и на стадии разработки месторождений с АВГД. Интенсивное разбуривание таких объектов и их освоение неизбежно ведет к образованию аварийных скважин и скважин с некачественно изолированными стволами. Эти скважины могут служить каналами вертикальной миграции. В результате будут формироваться техногенные приповерхностные скопления.

Мощные газонефтяные выбросы и грифоны из зон разрывов и песчаных пропластков отмечались при строительстве скважин на большинстве месторождений Южного Каспия. Сверхмощный газоводяной фонтан, произошедший при бурении скважины № 81 (площадь Бахар), где с глубины 500 м из четвертичных отложений ударил грандиозный фонтан воды с суточным дебитом до 250 тыс. м³, фонтанирование продолжалось с перерывами 28 суток. За это время скважина выбросила около 8 млн м³ воды и 2 млн м³ породы. В результате основание и буровое оборудование с вышкой затонули [6, С. 62].

Разрушительные проявления приповерхностных скоплений флюидов с АВГД значительно осложняют разведочные и эксплуатационные работы не только на морских площадях Каспийского моря (Хаммадаг-море, Санги-Мугань, Гюнашли, Булла-море, Дуванный-море и др.), но и на сопредельных площадях суши.

На месторождении Карачаганак (Республика Казахстан) формирование техногенных приповерхностных скоплений флюидов с АВГД произошло в результате аварии на скв. № 427, (1987 г.). Работы, проведенные с нарушением технологических операций на аварийной скважине, привели к тому, что скважина перешла в открытый фонтан водогазовой смесью. Открытый фонтан укротили натаскиванием специального оборудования на устье скважины и начали ее глушение методом закачки воды и глинистого раствора, что привело к образованию грифона [7, 8, С. 233].

Как видно из сказанного, при наличии на малых глубинах приповерхностных скоплений флюидов с АВГД, борьба с водогазовыми проявлениями методом «глушения» скважин способствовала возрастанию аномального пластового давления и формированию множества трещин в слабых перекрывающих отложениях их разрыву и, как следствие, к грифонообразованию.

Исходя из изложенного, отметим, что:

- приповерхностные скопления флюидов с АВГД встречены на многих месторождениях мира и приурочены к геодинамически активным зонам;
- формирование приповерхностных скоплений флюидов с АВГД связано с природными факторами и деятельностью человека;
- приповерхностные проявления с АВГД представляют первостепенную проблему, нанося значительный ущерб поисково-разведочному и эксплуатационному бурению, особенно на морских площадях;
- неотложной задачей является разработка методов предварительного прогноза и предупреждения приповерхностных проявлений АВГД.

Таким образом, приповерхностные скопления флюидов с экстремальными АВГД представляют особенно грозную опасность потому, что с ними нельзя бороться чисто технологическими приемами и методами, поскольку скважина на малых глубинах проходки еще не способна таким маневром предотвратить выброс и тем более грифон. В этой связи хорошее знание литолого-стратиграфических особенностей разреза, его гидрогеологическая, гидродинамическая и гидрохимическая изученность, выявление пластово-барических закономерностей формирования приповерхностных АВГД, построение типовых моделей на основе газеодинамической теории АВГД и разработка на этой основе мероприятий предварительного и оперативного прогноза позволит избежать, либо минимизировать негативные последствия.

Литература:

1. Дубинина Н. А. Перспективы развития проектов ОАО «ЛУКОЙЛ» на Северном Каспии. – Вестник АГТУ. – 2015. – № 1 (59). – С. 102–108.
2. Аникиев К.А. Прогноз сверхвысоких пластовых давлений и совершенствование глубокого бурения на нефть и газ. – Л. : «Недра», 1971. – 168 с.
3. Приповерхностные проявления АВГД при разведке месторождений нефти и газа / К.А. Аникиев [и др.] // В кн. Методы прогнозирования АВГД и вопросы совершенствования технологии бурения скважин. Сб. науч. Тр. – Ленинград : Изд. ВНИГРИ, 1983. – С. 29–47.



4. Твердохлебова Л.Л. Методы прогнозирования, выявления, и предупреждения АВПД на малых глубинах нефтегазовых площадей Каспийского моря // Южно-Российский Вестник, № 7, Издательский дом «Астраханский университет», 2006. – С. 162–167.

5. Мелик-Пашаев В.С., Халимов Э.М., Серегина В.Н. Аномально высокие пластовые давления на нефтяных и газовых месторождениях. – М. : Недра, 1983. – 181 с.

6. Твердохлебов И.И., Омаров А.К., Халилов Э.Н. Методы выявления и предупреждения, приповерхностных водогазопроявлений и грифонообразования на площади Бахар // Нефтяное хозяйство. – 1983. – № 4. – С. 61–63.

7. Севостьянов О.М. Гидрогеологическая характеристика Карачаганакского месторождения // ВНИИГАЗ «Газпром» Сбор. НПО «Союзгазтехнология». – М., 1991.

8. Ларичев В.В., Попков В.И. Геоэкологические проблемы освоения нефтяных и газоконденсатных месторождений Прикаспийской впадины // В кн. Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. НТЖ № 3. Сб. науч. тр. – Астрахань : Издат. Дом «Астраханский университет», 2005. – С. 228–236.

References:

1. Dubinina N.A. Prospects for the development of LUKOIL's projects in the Northern Caspian. – Bulletin of AGTU. – 2015. – № 1 (59). – P. 102–108.

2. Anikiev K.A. Forecast of ultrahigh formation pressures and improvement of deep drilling for oil and gas. – L. : Nedra, 1971. – 168 p.

3. Near-surface manifestations of WUPD in exploration of oil and gas fields / K.A. Anikiev [et al.] // In the book Methods of forecasting WUPD and issues of improvement of well drilling technology. Collection of Scientific Works. – Leningrad : Publishing House VNIGRI, 1983. – P. 29–47.

4. Tverdokhlebova L.L. Methods of prediction, detection and prevention of AHPA at shallow oil and gas areas of the Caspian Sea // South-Russian Bulletin, № 7, Publishing House «Astrakhan University», 2006. – P. 162–167.

5. Melik-Pashaev V.S., Khalimov E.M., Seregina V.N. Abnormally high reservoir pressures in oil and gas fields. – M. : Nedra, 1983. – 181 p.

6. Tverdokhlebov I.I., Omarov A.K., Khalilov E.N. Methods of revealing and prevention, near-surface water-gas-events and griffin formation on Bakhar area // Oil economy. – 1983. – № 4. – P. 61–63.

7. Sevostyanov O.M. Hydrogeological characteristics of the Karachaganak field // VNIIGAZ «Gazprom» Collection. NPO Soyuzgaztehnologiya. – M., 1991.

8. Larichev V.V., Popkov V.I. Geo-ecological problems of oil and gas-condensate fields development in the Caspian depression // in the book of South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy. STJ № 3. Collection of scientific works. – Astrakhan : Publishing House «Astrakhan University», 2005. – P. 228–236.