

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

УДК (553.74)575.13

Выявление перспективной площади распространения сульфидных вод в Палванташском нефтегазоносном месторождении**М. Р. Жураев^а, Р.Э. Джураев^б**^аИнститут гидрогеологии и инженерной геологии Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан. 700041 Узбекистан, Ташкент ул. Олимлар, 64

E-mail: juraevm@inbox.ru; hydrouz@rambler.ru

^бГП «Ферганская гидрогеологическая экспедиция». 151610 Узбекистан, Ферганская обл. Учкуприкский р-н, пос. Куканбай.

E-mail: djuraevr@inbox.ru

(Статья поступила в редакцию 10 января 2014 г.)

Изложена методика выявления перспективной площади сульфидных вод в Палванташском нефтегазоносном месторождении. Уточнены благоприятные условия для формирования сульфидных вод и околочурены распространения сульфидных вод по концентрации. Выделены относительно водопроницаемые участки и рекомендованы места заложения скважин.

Ключевые слова: *водообильные скважины, кажущееся сопротивление, непроницаемый интервал, высокоминерализованные рассольные воды.*

Введение

Среди минеральных вод сульфидные занимают важное место. Однако в Узбекистане в данное время функционирует единственный (Чимионский) санаторий с сульфидными водами специализированный для лечения. К санаторию приурочено Чимионское месторождение сульфидных вод, старое нефтеносное месторождение, которое расположено в центральной части южного борта Ферганской впадины. Санаторий обслуживает 1500 отдыхающих. В летний сезон наблюдается нехватка вод из-за увеличения отдыхающих. Следовательно, необходимо расширить эксплуатационные запасы сульфидных

вод действующего санатория, а также выявить их перспективные месторождения.

В данное время в Узбекистане сульфидные воды формируются, в нефтегазоносном месторождении южного борта Ферганской впадины, Сурхандарьинской мегасинклинали и Амударьинской впадины.

В 1950 – 1970-е гг. с целью поисков нефти и газа были проведены комплексные геолого-геофизические работы в южном борту Ферганской впадины. В результате выявлены несколько нефтегазоносных месторождений, а также в нескольких структурах обнаружены сульфидные воды. Следовательно, есть предпосылки для выявления перспективных площадей рас-

пространения сульфидных вод в южном борту Ферганской впадины.

Ниже рассмотрим Палванташское нефтегазоносное месторождение. Здесь для создания санатория есть условия – предгорные зоны и уникальный климат.

Есть возможность также уточнения формирования и распространения сульфидных вод по концентрации в антиклинальных структурах на основе геофизических и гидрогеологических данных.

Методика выявления перспективных площадей

Территории распространения сероводородных вод выявлялись на основе геофизических исследований скважин.

Работы выполнялись в следующем порядке:

- изучение гидрогеологических особенностей Палванташского нефтегазоносного месторождения;
- изучение и уточнение специфичных природных факторов возникновения сероводородных вод;
- выявление контура распространения сероводородных вод;
- уточнение предела изменения геофизических параметров продуктивного горизонта по каротажным диаграммам;
- выявление относительных водообильных участков по степени водопроницаемости пород на основе выявленного предела изменения геофизических параметров водовмещающих толщ;
- определение рекомендуемых мест заложения скважин с высокой производительностью;
- составление прогнозной карты перспективной площади распространения сульфидных вод.

С целью разведки нефти и газа в структуре Палванташа пробурено более 200 скважин и на каждой проведены геофизические исследования. На основе совмещения данных опробованных интервалов на воду и каротажных диаграмм имеется возможность проанализировать весь раз-

рез скважины с точки зрения гидрогеологии.

Гидрогеологическая характеристика Палванташского нефтегазоносного месторождения

Структура Палванташ расположена в Мархаматском районе Андижанской области, т.е. юго-восточной части Ферганской впадины (рис.1). В палеогеновом разрезе водоносными и нефтегазоносными являются III, IV, V, VI, VII, VIII и IX горизонты. На месторождении Палванташ сероводородные воды присутствуют в V, VII и VIII пластах.

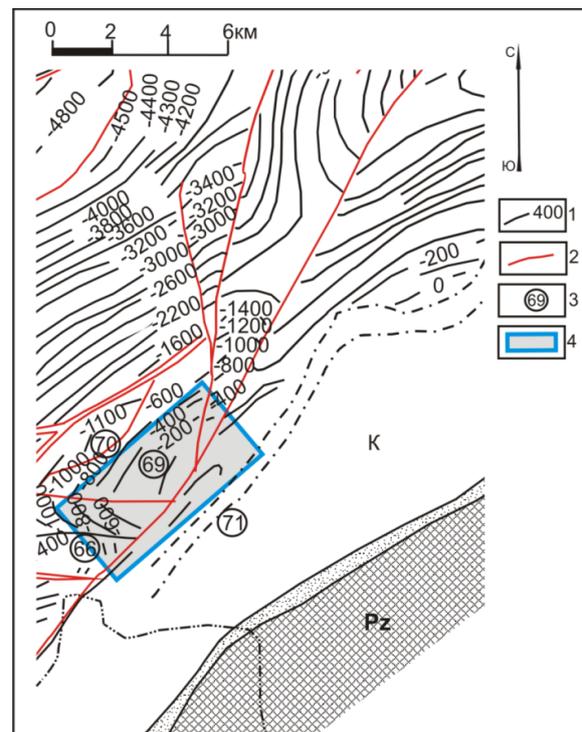


Рис.1. Структурная карта кровли известняков туркестанских слоев палеогена Ферганской впадины (юго-восточная часть), по материалам Д.Т. Халилова, с выделением перспективных участков на сероводородные воды; 1 – изогипсы по кровле V пласта; 2 – разрывные нарушения; 3 – номера локальных структур: 69 – Палванташ; 4 – участок работ

V пласт состоит из песчаных известняков с прослоями глин. Мощность пласта 15м. Пластовые воды хлоридные натриевые, высокой минерализации – от

130 до 195 г/л. Менее минерализованные воды встречены в периферийной части южного крыла. У тектонических нарушений развиты относительно среднеминерализованные воды – до 160 г/л. Наиболее высокоминерализованные воды залегают в купольной части структуры и на северном недислоцированном крыле. Сероводород встречается от следов до 32 мг/л.

VII пласт представлен доломитизированными известняками мощностью до 45 м. Общая минерализация несколько возрастает – 179–210 г/л. Распределение минерализации вод происходит в следующем порядке: более минерализованные воды приурочены к зоне тектонического нарушения, проходящего в осевой части центрального участка структуры. В западной части структуры, отделенной тектоническим нарушением от остальной, наблюдается та же картина. Менее минерализованные воды (173–184 г/л) развиты в южном крыле складки и фиксируются также вдоль тектонического нарушения. Сероводород от следов до 30 мг/л.

VIII пласт состоит из песчанистых известняков с прослоями гипса и загипсованных глин общей мощностью до 18 м. Пластовые воды имеют наивысшую минерализацию среди других вод палеогеновых отложений. В подавляющем большинстве она превышает 200 г/л и доходит до 332 г/л, содержание сероводорода – от 60 до 150 мг/л.

Поисковые критерии сульфидных вод

Закономерная связь распространения сульфидных вод с сульфатсодержащими и нефтегазоносными осадочными комплексами определяет главнейшие критерии поиска сульфидных вод и выделения перспективных областей. Среди природных факторов и условий решающее значение для процесса формирования сульфидных вод имеют следующие: 1) литолого-фациальный состав водовмещающих пород (прежде всего наличие сульфатсодержащих отложений) и нефтегазоносность осадочной толщи; 2) геоструктурные ус-

ловия; 3) гидрогеохимическая обстановка; 4) гидродинамические и геотермические условия [7].

Рассмотрим геологические факторы, формирующие сульфидные воды.

Литолого-фациальный состав водовмещающих пород составляют карбонатные породы. В этих же пластах формируются нефть и газ.

Геоструктурные условия Палванташского нефтегазоносного месторождения характеризуют антиклинальные поднятия. По тектоническому положению они входят в состав Андиганской группы структур. Западная и восточная периклинали нарушены сбросами. Южное крыло складки наиболее осложнено нарушениями и имеет углы падения до 70° , а северное – $25\text{--}30^{\circ}$ (рис. 2,3).

Некоторые исследователи Ферганы (Е.А. Равикович, Е.В. Нарижная и др.) Палванташскую структуру считают гидрогеологически закрытой, а ее подземные воды характеризуют как застойные. Этим они объясняют высокую минерализацию, являющуюся отличительной чертой пластовых вод Палванташа [4].

Палванташская структура расположена на значительном удалении от южных областей – более чем на 30 км. Кроме того, палеогеновые водоносные горизонты залегают на больших глубинах – от 600–800 до 1000–1500 м, так что влияние местных инфильтрационных вод практически сводится к нулю. Однако на Палванташской структуре наблюдается некоторое перетекание палеогеновых вод и нефти в вышезалегающие неогеновые отложения (Сайдалиева, 1960), а также сероводорода из VIII пласта в VII и V [4].

С.Н. Симаков (1957) не склонен рассматривать Палванташскую структуру как гидрогеологически закрытую, мотивируя тем, что в предбактрийское время складка была размыта в сводовой части ниже III пласта и воды верхних пластов палеогена (III, IV и V) содержат явную примесь инфильтрационных вод [4].

Область питания находится на юге Алайского хребта. Расстояние между областью

питания и антиклинальной структурой составляет 20 км крутого склона. За счет продольного тектонического нарушения в антиклинальной структуре, с юга направляющие пластовые воды переходят на водонапорные. В результате развивается гидродинамический процесс. Рассольные, сульфатные воды поднимаются вверх из палеозойской толщи и происходит их химическое восстановление в результате

взаимодействия с органическими веществами нефтегазоносной толщи. В результате в Палванташском нефтегазоносном месторождении формируются сульфидные воды. Следовательно, благоприятные условия создают возможность формирования сульфидных вод в антиклинальной структуре.

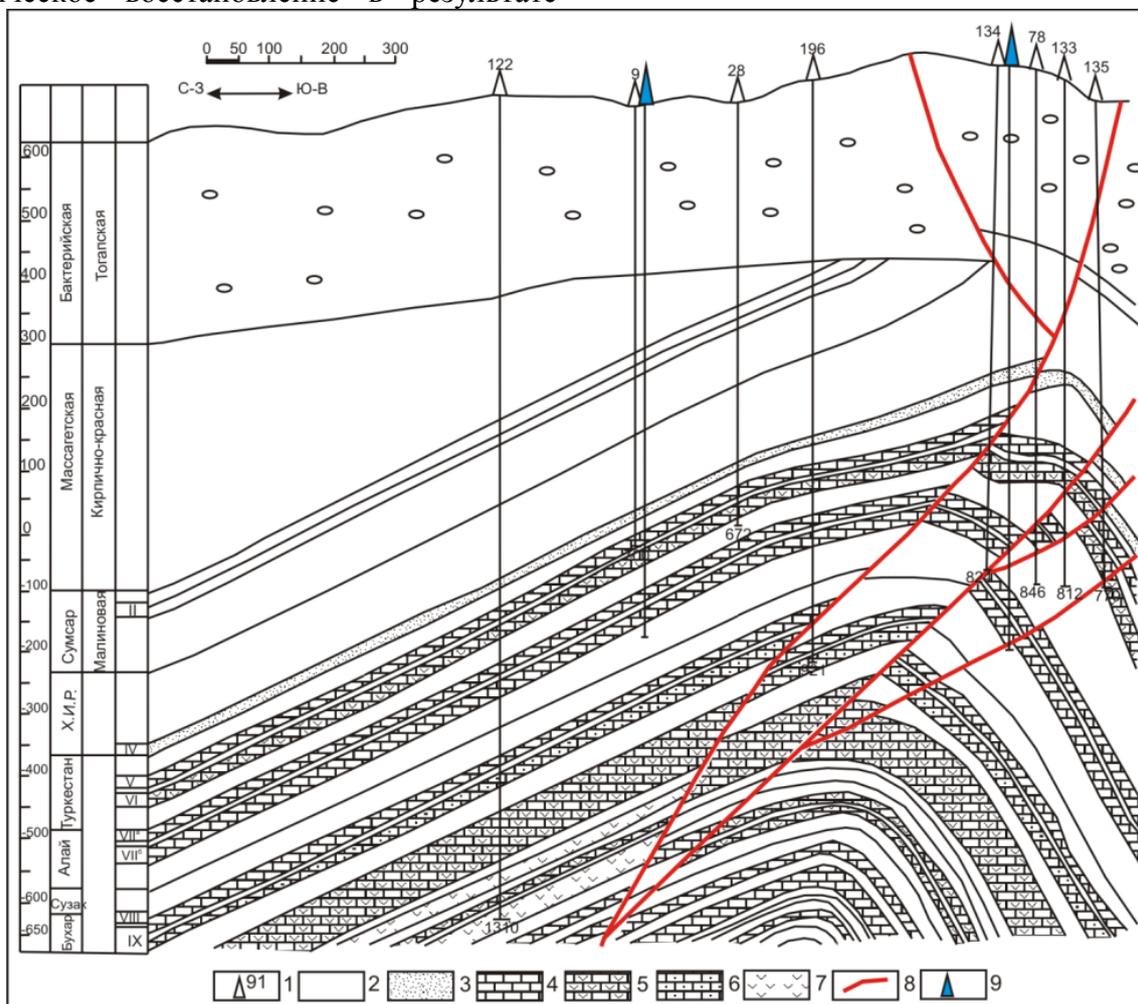


Рис.2. Геологический профиль вкост простирания складки Палванташ по линии V-V: 1 – нефтяные скважины; 2 – глины; 3 – песчаники; 4 – известняки; 5 – ангидриты; 6 – песчаники; 7 – гипсы; 8 – линии нарушений; 9 – проектируемые скважины

Выявление контура распространения сероводородных вод

Анализы 1949–1950 гг. показывают, что в те годы в VIII пласте имелись преимущественно высококонцентрированные сероводородные воды. Было отмечено следующее содержание сероводорода: по

скв. 209 – 620 мг/л; по скв. 61 – 413 мг/л; по скв. 224 – 377,5 мг/л (табл.1) [4,8].

В VII пласте сероводородные воды локализуются вдоль тектонических нарушений, в западной и южной частях структуры.

По химическому составу, минерализации и концентрации сероводородные воды V пласта почти не отличаются.

Примечательно, что сероводородные воды V пласта находятся вдоль тектонических нарушений на тех участках, где в VII пласте также присутствуют сероводородные воды. В VII пласте эти воды встречены в юго-западной части структу-

ры на участке расположения скважин 148, 111, причем, в 148, находящейся ближе к нарушению, концентрация сероводорода была выше, чем в скв. 111, удаленной от нарушения.

Таблица 1. Гидрогеологические показатели туркестанского и алайского водоносного горизонтов по данным опробования скважин

№	Скв.	Пласты	M г/л	H ₂ S, мг/л	№	Скв.	Пласты	M г/л	H ₂ S, мг/л
1	185	V	183	+	13	177	VII		+
2	186	V	156		14	160	VII		+
3	184	V	157	+	15	161	VII	179	59
4	193	V	194	33	16	164	VII		+
5	104	V		+	17	85	VII	186	
6	238	V	167	33	18	15	VII	160	
7	101	V		+	19	147	VII	226	
8	102	V	135	+	20	209	VIII	174	620
9	148	VII	169	+	21	61	VIII	216	413
10	15	VII	188		22	224	VIII	210	378
11	111	VII	186	+	23	179	VIII	198	
12	169	VII	165	+	24	174	VIII	170	

Восточнее сероводородные воды имелись на участке скв.169, расположенной у самого тектонического нарушения. В южной части структуры такие воды были обнаружены в скв. 177 и восточнее, в скв. 160, 161 и 164, также вдоль тектонических нарушений (табл.1).

В V пласте сероводородные воды были обнаружены в нескольких скважинах на северном крыле структуры, вдоль водонефтяного контакта – скв. 185, 184, 193 и 104, а на южном – у тектонических нарушений, в скв. 238 и 101 (табл.1).

Все вышеуказанное позволяет предположить, что основным источником сероводорода в водах V и VII пластов являются сероводородные воды VIII пласта.

Оконтурены распространения слабосульфидных вод (10-50мг/л) по V пласту и среднесульфидных вод (50-100мг/л) по VII пласту, до внешнего контура нефтеносности на основе обобщения результатов анализа (рис.3, 4) [3].

Уточнение предела изменения геофизических параметров продуктивного горизонта по данным каротажных диаграмм

Коллекторские свойства продуктивного горизонта по V и VII пластам проанализированы по данным геофизических исследований скважин [1,2]. Уточнены пределы изменения геофизических параметров, т.е. кажущегося сопротивления (ρ_k) и потенциала собственного (ПС) нефтеносных и водоносных пород. В V пласте параметры изменяются следующим образом: нефтеносные породы – ρ_k от 90 до 750 Ом·м и ПС от -12 до -62 мВ; сильно-водопроницаемые породы – ρ_k от 55 до 85 Ом·м и ПС от -40 до -100мВ; средневодопроницаемые породы: ρ_k от 33 до 50 Ом·м и ПС от -34 до -70мВ; слабоводопроницаемые породы – ρ_k от 6 до 30 Ом·м и ПС от -37 до -62мВ (табл.2).

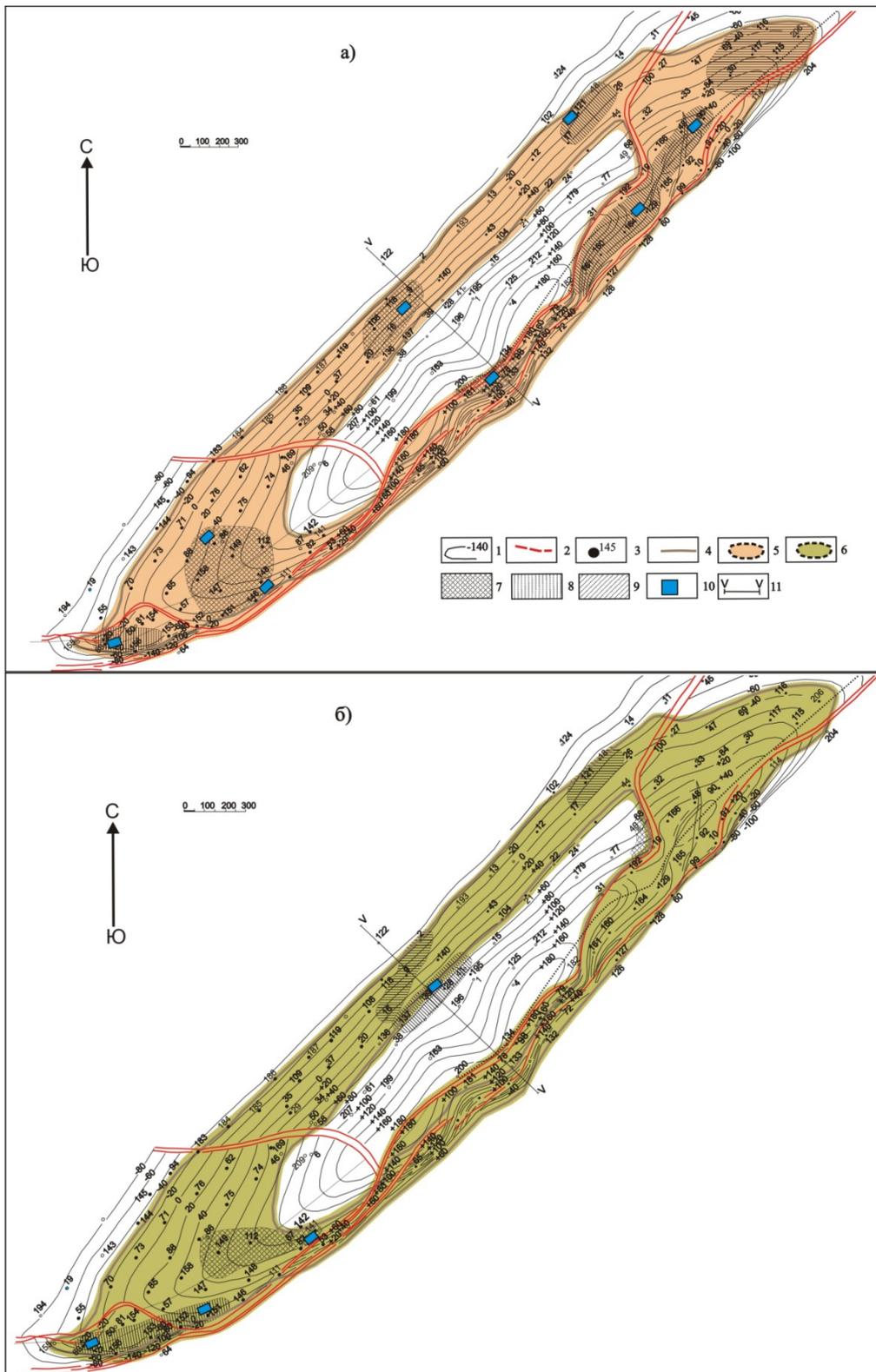


Рис. 4. Карта прогноза распространения сероводородных вод по водоносным горизонтам (туркестанскому(а) и алайскому (б)) Палванташского месторождения минеральных вод: 1 – изогипсы по кровле V пласта; 2 – линии нарушения; 3 – нефтяные скважины; 4 – контур нефтеносности. Контур распространения сероводородных вод: 5 – слабуминерализованные (10 – 50 мг/л); 6 – среднеминерализованные (50 – 100мг/л). Дифференциация участков по проницаемости: 7 – сильнопроницаемые породы; 8 – среднепроницаемые породы; 9 – слабопроницаемые породы; 10 – места заложения скважин; 11 – геологический профиль

В VII пласте параметры изменяются так: в нефтеносной породе – ρ_k (125 – 350 Ом·м) и ПС (от -20 до -62 мВ); в сильно-водопроницаемых породах – ρ_k (60 – 80 Ом·м) и ПС (от -50 до -75 мВ); в средне-

допроницаемых породах – ρ_k (35 – 50 Ом·м) и ПС (от -25 до -50 мВ); слабо-водопроницаемых породах – ρ_k (6 – 30 Ом·м) и ПС (от -37 до -62 мВ) (табл. 3).

Таблица 2. Геофизические параметры туркестанского водоносного горизонта по данным каротажных диаграмм (по V пласту)

№	Скв.	ρ_k , Ом м	ПС, мВ	Предел измене- ния геофизических параметров ρ_k , Ом·м, ПС, мВ	№	Скв	ρ_k , Ом м	ПС, мВ	Предел изменения геофизических параметров ρ_k , Ом·м ПС, мВ
1	49	156	-45	В нефтеносной породе или, возможно, сухом интервале 90–750 -12 до -62	23	90	50	-37	В средневодопроницаемых породах 33–50 -37 до -70
2	44	190	-37		24	129	50	-37	
3	137	156	-55		25	148	50	-53	
4	132	375	-12		26	182	50	-62	
5	41	156	-62		27	132	47	-55	
6	194	156	-45		28	80	45	-55	
7	60	750	-20		29	151	40	-55	
8	181	187	-55		30	141	40	-60	
9	35	93	-62		31	121	37	-37	
10	29	93	-50		32	94	37	-75	
11	76	90	-50		33	117	37	-37	
12	108	85	-40	34	156	33	-55	В слабо-водопроницаемых породах 6–30 -37 до -62	
13	149	75	-62	35	146	33	-70		
14	16	75	-75	36	11	30	-37		
15	206	75	-50	37	69	30	-50		
16	86	75	-50	38	165	30	-45		
17	9	70	-75	39	18	25	-60		
18	78	□ □	-70	40	114	25	-60		
19	1	65	-100	41	155	25	-75		
20	200	63	-62	42	115	20	-62		
21	112	62	-60	43	2	12	-50		
22	82	55	-62	44	204	6	-55		

Выявление относительных водообильных участков по степени водопроницаемости пород

На основе результатов анализа каротажных диаграмм по скважинам выделены участки по степени водопроницаемости пород. В сводной части антиклинальной структуры расположены непроницаемые породы. Выявлены относительно водопроницаемые участки по V пласту, т.е. сильнопроницаемые породы расположены

в юго-западной, южной и северной частях структуры. Средневодопроницаемые породы охватывают западную, юго-восточную и северо-восточную части, а также слабоводопроницаемые породы в северо-восточном крыле антиклинальной структуры. Водовмещающие породы VII пласта расположены аналогично V пласту.

Рекомендации мест заложения скважин, с высокой производительностью вод

Места заложения скважин по V пласту. Рекомендуется разместить скважины между тектоническими нарушениями и погруженной частью антиклинальной структуры: между скв. 80 и 156, скв. 146 и 148, скв. 86 и 71 в западной части; между скв. 78 и 200 в южной части; между скв. 129 и 164, скв.90 и 48 в северной части, между скважинами 121 и 17 в северо-восточной части, (рис.2).

Места заложения скважин по VII пласту. Рекомендуются в западной части антиклинальной структуры возле скв. 80 и

скв.151; в южной части между скв.141 и 82; в северной части между скв. 41 и 39.

Составление прогнозной карты перспективной площади распространения сульфидных вод

Составлена прогнозная карта перспективной площади распространения сульфидных вод в Палванташском нефтегазовом месторождении на основе анализа, обобщения геологического материала ранее проведенных работ (рис.4, а, б). На карте выделены контуры, характеризующие различную степень концентрации сульфидных вод.

Таблица 3. Геофизические параметры алайского водоносного горизонта по каротажным диаграммам (по VII пласту)

№	Скв.	$\rho_{кв}$ Ом·м	ПС, мв	Предел изменения геофизических параметров $\rho_{кв}$, Ом·м, ПС, мв	№	Скв.	$\rho_{кв}$ Ом·м	ПС, мв	Предел изменения геофизических параметров $\rho_{кв}$, Ом·м, ПС, мв
1	78	250	-62	В нефтеносной породе или, возможно, сухом интервале 125 – 350 -20 до -62	13	1416	62	-50	60-80 -50 до -75
2	182	219	-50		14	41	60	-70	
3	129	250	-45		15	80	50	-25	В средневодопроницаемых породах 35 – 50 -25 до -50
4	165	190	-45		16	137	46	-50	
5	148	350	-45		17	496	45	-30	
6	90	125	-20		18	76	38	-50	
7	141a	156	-45		19	151	35	-50	
8	44	187	-55		20	86	35	-37	
9	181	112	-50		21	2	34	-45	В слабоводопроницаемых породах 6 – 30 -37 до -62
10	112	80	-55	22	146	25	-37		
11	149	75	-75	23	16	25	-53		
12	49	70	-50	24	121	25	-55		

Выводы

1. Разработана методика поиска сульфидных вод в Палванташском нефтегазовом месторождении.
2. Уточнены возможности формирования сульфидных вод антиклинальной структуры.
3. Оконтурированы площади распространения сульфидных вод по концентрации.
4. Проанализированы геофизические параметры продуктивного горизонта по данным каротажных диаграмм.
5. Выделены участки по степени проницаемости породы и рекомендованы места заложения скважин с относительно высокой водопродуцируемостью.
6. Составлена прогнозная карта перспективной площади распространения сульфидных вод, где рекомендуются геолого-производственные работы.

Библиографический список

1. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. М.: Недра, 1982. 325 с.
2. Зинченко В.С. Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных: учебное пособие для студентов вузов. М.; Тверь: Изд-во АИС, 2005. 392 с.
3. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М.: Недра, 1964. 166 с.
4. Ибрагимов Д.С. Гидрогеология месторождений сероводородных вод южной части Ферганского артезианского бассейна: автореф. ... канд. г.-м. наук. М., 1964. 25 с.
5. Мусеев В.С. Метод вызванной поляризации при поисках нефтеперспективных площадей. Новосибирск: Наука, 2002. 136 с.
6. Мелькановицкий И.М. Геофизические методы изучения термальных подземных вод: обзорная информация / РГАСНТИ. М., 1998. Вып. 1. 28 с.
7. Плотникова Г.Н. Сероводородные воды СССР. М.: Недра, 1981. 132с.
8. Ривман А.И. Основные гидрогеохимические типы сульфидных вод Ферганской и Афгано-Таджикской межгорных впадин // Тр. ЦНИИКиФ, 1975. Т. XXX.

Identifying the Prospective Area of Sulfide Groundwater within the Area of Palvantash Oil and Gas Deposit

M.R. Zhurayev^a, R.E. Dzhurayev^b

^aInstitute of hydrogeology and engineering geology. 64, Olimlar Str, Tashkent, 100041, Uzbekistan. E-mail: jurayevm@inbox.ru

^bFergana hydrogeological expedition, Kakir, Fergana region, 113425, Uzbekistan. E-mail: djurayevr@inbox.ru

This paper describes the methodology of prospecting for sulfide groundwater in the area of Palvantash oil fields. In result of study allowed determining the favorable conditions for the sulfide waters formation, and mapping the areas of different sulfide water concentration. The relatively permeable areas were established and the water borehole positions were recommended.

Keywords: *water borehole, impermeable interval, rock resistivity, highly mineralized water, brine.*

References

1. Dakhnov V.N. Interpretatsiya rezultatov geofizicheskikh issledovaniy razrezov skvazhin [Interpretation of results of geophysical investigation of borehole section]. Nedra, Moskva, 1982.
2. Zinchenko V.S. Petrofizicheskiye osnovy gidrogeologicheskoy I inzhenerno-geologicheskoy interpretatsii geofizicheskikh dannykh [Petrophysical basics of hydrogeological and geoengineering interpretation of geophysical data]. Uchebnoye posobiye dlia studentov universiteta, AIS Publ., Moskva-Tver', 2005.
3. Ivanov V.V., Nevrayev G.A. Klassifikatsiya podzemnykh mineralnykh vod [Classification of mineralized groundwater]. Nedra, Moskva, 1964.
4. Ibragimov D.S. Gidrogeologiya mestorozhdeniy serovodorodnykh vod yuzhnoy chasti Ferganskogo artezianskogo basseyna [Hydrogeology of hydrogen-sulphide water deposits of Fergana arte-

- sian basin]. Dissertatsiya kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk, Moskva, 1964.
5. Moiseyev V. S. Metod vyzvannoy poliarizatsii pri poiskakh nefteperspektivnykh ploshchadey [Method of induced polarization for prospecting of oil-bearing regions]. Nauka, Novosibirsk, 2002.
 6. Melkanovitskiy I.M. Geofizicheskiye metody izucheniya termalnykh podzemnykh vod [Geophysical methods of investigation of thermal groundwater]. Issue 1, RGASNTI, Moskva, 1998.
 7. Plotnikova G.N. Sero-vodorodniye vody SSSR [Hydrogen-sulphide waters of USSR]. Nedra, Moskva, 1981.
 8. Rivman A.I. Osnovnyie gidrogeokhimiicheskiye tipy sulfidnykh vod Ferganskoy i Afgano-Tadzhikskoy mezhgornyykh vpadin [Basic hydrogeochemical types of sulphide waters of Fergana and Afgan-Tadjik intermountain basins]. Trudy CNIKIIF, Vol. XXX, 1975.

Рецензент – доктор геолого-минералогических наук В.Н. Катаев