

УДК 622.276:658.58



ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС БИОЗАРАЖЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЖЕТЫБАЙ»

М.А.Бисенова
(АО «КазНИПИМунайГаз»)

Рассмотрена зависимость биозараженности нефтегазопромыслового месторождения «Жетыбай» от внешних факторов среды. Основным источником биозараженности является длительный процесс нагнетания нестерилизованных поверхностных вод. Существенное влияние на жизнедеятельность сульфат восстанавливающих бактерий (СВБ) и количество агрессивного газа сероводорода оказывает температурный фактор. Кроме того, постепенное увеличение обводненности скважин и изменение катионно-анионного состава сопутствующих вод также усиливают коррозионную обстановку на промыслах месторождения.

Ключевые слова: биозараженность, месторождение «Жетыбай», СВБ, температура, обводненность, катионный коэффициент.

E-mail: Bisenova_M@kaznipi.kz

DOI: 10.5510/OGP20140200199

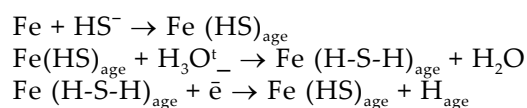
Известно что, в основном добыча нефти осуществляется с применением заводнения продуктивных пластов месторождений нестерилизованными поверхностными водами. Для поддержания пластового давления в 1971 году на месторождения «Жетыбай» начали применять внутриконтурное заводнение, при этом промышленная эксплуатация началась в 1969 году. Существующие в водах микроорганизмы, попадая в благоприятные условия, постепенно адаптируются, формируя биоценоз, активно развиваются, выделяя химические соединения, которые приводят к значительному ухудшению качества добываемой скважинной продукции, дальнейшим осложнениям при переработке, резкому усилению коррозии нефтепромыслового оборудования, ухудшению экологии окружающей среды.

Основным источником, вызывающим коррозию нефтегазопромыслового оборудования (до 70-80%) является продукт метаболизма СВБ – сероводород (H_2S).

Появление биогенного H_2S в средах нефтепромысловых месторождений резко меняет характер и скорость коррозионного разрушения оборудования, связано это со спецификой электрохимических реакций протекающих на поверхности металла.

С большинством металлов, кроме щелочных, H_2S в присутствии влаги легко реагирует с образованием малорастворимых сульфидов. В результате реакции взаимодействия сероводорода с железом образуется соединение с характерной черной окраской (FeS). Сульфид железа «отравляет» поверхность металла, образуя с самим металлом эффективную гальваническую пару FeS/Fe , где сульфид железа (FeS) – катод, а железо – анод. Кроме того, на «отравленной» поверхности стали происходит частичное проникновение атомарного водорода в объем металла, приводящее к процессу наводороживания, т.е. охрупчиванию металла.

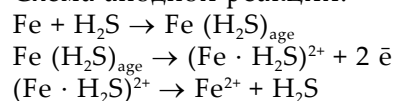
Схема катодной реакции (водородная деполяризация) следующая [1]:



Как показала практика эксплуатации нефтегазопромыслового металлического оборудования, на месте образования гальванической пары FeS/Fe появляются глубокие язвы, приводящие к сквозным повреждениям, которые быстро выводят из строя действующие установки, трубопроводы, что чревато большими потерями нефти, газа и к загрязнению окружающей среды.

Сероводород участвует также и в процессе стимулирования анодной реакции растворения металла. Увеличение скорости анодной реакции объясняется каталитическим ускорением реакции ионизации железа ионами HS^- . При образовании на поверхности хемосорбированного катализатора $Fe(HS)_{age}$ прочность связи атомов железа между собой ослабевает, что способствует их более легкому переходу в раствор.

Схема анодной реакции:



Все это приводит к уменьшению поляризации железного электрода и облегчению катодного и анодного процессов растворения металла.

В настоящее время разработка нефтегазоносного месторождения «Жетыбай» находится в основном на поздней стадии разработки.

Согласно данным АО «КазНИПИМунайГаз» о коррозионном состоянии нефтегазопромыслового оборудования месторождения «Жетыбай» срок службы НКТ нагнетательных скважин составляет в среднем 1.5-2 года, добывающих - 3 года, водоводов - 5-7 лет, нефтепроводов - 3 года, характер коррозии - язвенный со скоростью 3-5 мм/год [2].

На рисунке 1 показан внешний вид разрушения трубопроводов месторождения «Жетыбай».

Биозараженность месторождения «Жетыбай» зависит от многих внешних факторов среды. Известно, что оптимальная температура для



Рис.1. Коррозионные разрушения трубопроводов месторождения «Жетыбай»:
а) язвенная коррозия; б) сквозная коррозия; в) «канавочная» коррозия

активной жизнедеятельности СВБ находится в интервале 20-36 °С.

Проведенный биохимический анализ продукций скважин месторождения «Жетыбай» выявил, что температурный фактор для жизнедеятельности СВБ является весьма существенным (табл.1).

Как видно из таблицы 1 при интервале и температуры среды 20-36 °С наблюдается резкий рост количества СВБ-10⁴⁻⁶ кл/мл, и как следствие продукта биоценоза H₂S. Количество H₂S на порядок и более выше, СВБ резко возрастает. Кроме того,

Температура, °С	4	20	36	60	80
Количество H ₂ S, выделенное СВБ, мг/дм ³	18	334	363	36	29
Количество СВБ, кл/мл	0	10 ⁴	10 ⁶	0	0

фактор обводненности скважин резко усиливает микробиологические процессы.

На рисунке 2 представлена зависимость содержания H₂S от степени обводненности. При обводненности скважин 18-50% содержание H₂S составило в среднем 2.3 мг/дм³, максимальное содержание



Рис.2. Зависимость содержания сероводорода от обводненности скважин

жание сероводорода приходится на обводненность от 52 до 93% с некоторыми перепадами.

По мере роста обводненности скважин месторождения «Жетыбай» происходит разбавление пластовых вод, изменение их физико-химических показателей, увеличение количества сульфатов, СВБ и сероводорода (табл.2).

В таблице 3 приведены физико-химические показатели закачиваемых вод: сточной, пластовых с 3 по 13 горизонты, морской и альбсеноманской месторождения «Жетыбай». Известно, что начало закачки альбсеноманской воды приходится на 2007 год. Альбсеноманская вода месторождения «Асар» относится к хлоркальциевому типу с минерализацией 8.0 мг/дм³ и плотностью 1.008 г/см³. В составе воды содержатся в малых количествах ионы хлора (4 г/дм³) сульфата (0.8 г/дм³), наибольшее количество гидрокарбонатов (табл.3). Как видно из таблицы 2, при переходе от сточных вод к пластовым, в морской и альбсеноманской водах прослеживается увеличение количества SO₂-ионов, особенно в морской воде (3157.0 мг/дм³), уменьшение Cl-иона и степени минерализации.

Подключение альбсеноманской воды с 2007 года к системе закачки, с целью поддержания пластового давления, способствует изменению бактериальной обстановки нефтяного месторождения «Жетыбай».

Известно, что минерализация среды выше 100 г/дм³ существенно влияет на жизнедеятельность СВБ. Пластовые рассолы оказывают отрицательное воздействие на развитие СВБ не только вследствие высокой минерализации, но и в результате особенностей солевого состава [3].

СВБ размножается значительно больше в водах при значениях катионного коэффициента меньше 0.4.

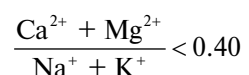


Таблица 2

Физико-химический анализ сточной воды

Показатели	Технологический резервуар № 12 ЦППН (сточная вода)	Технологический резервуар № 15 ЦППН (сточная вода)	Попутно-добываемая вода ПУН 1 (пункт учета нефти)	Попутно-добываемая вода ПУН 2 (пункт учета нефти)
Дата отбора проб	14/10/2013	14/10/2013	21/10/2013	14/10/2013
Плотность, г/см ³	1.055	1.058	1.055	1.056
Ca ²⁺ , мг/дм ³	5300.0	5350.0	5300.0	5350.0
Mg ²⁺ , мг/дм ³	1380.0	1410.0	1620.0	1650.0
Na ⁺ + K ⁺ , мг/дм ³	24855.5	25200.4	23085.2	23644.0
Cl ⁻ , мг/дм ³	51021.5	51684.1	48868	50524.5
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	717.0	791.9	972.2	829.8
CO ₃ ²⁻ , мг/дм ³	отс.	отс.	отс.	отс.
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	396.2	380.6	302.4	312.8
∑ минерализация, мг/дм ³	83670.2	84817.0	80147.7	81608.1
Катионный коэффициент	0.27	0.27	0.30	0.30
Тип воды по Сулину	ХК	ХК	ХК	ХК

Катионные коэффициенты сточных вод месторождения «Жетыбай» представлены в таблице 2, где тип воды по Сулину хлорокальциевый, плотность 1.055-1.058 г/см³, минерализация 80-85 г/дм³, значение катионного коэффициента меньше 0.4, соответственно среда обитания для СВБ благоприятная и количество высокоагрессивного H₂S в среде возрастает.

С учетом возросших требований по охране окружающей среды, высокой стоимости реаген-

тов и сложностей при биообработках закачиваемых в пласт вод, представляет интерес наряду с методом применения бактерицидов, использовать альтернативный, экологически безопасный способ (увеличение температуры, аэрация, снижение концентрации сульфатов, изменение катионного коэффициента среды), т.е. путем создания условий нарушающих жизнедеятельность СВБ снизить количество биогенного H₂S на месторождении «Жетыбай».

Таблица 3

Физико-химический анализ закачиваемых вод на 2013 г.

№	Вид	Химический состав воды, мг/дм ³						Минерализация г/дм ³	рН	Плотность г/см ³	Тип воды по Сулину
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺				
1	Сточная вода	268.4	2016	31240	4640	1440	26022	52.7	6	1.051	ХК
2	Пластовые воды:										
2.1	3 гор. (скв. 2553)	73.2	480.3	63810.0	7200.0	3168.0	27306.0	102.0	4	1.095	ХК
2.2	4 гор. (скв. 25)	292.8	393.8	12407.5	1280.0	720.0	5497.0	20.6	4	1.017	ХМ
2.3	5а+5б гор. (скв. 1942)	219.6	163.3	35450.0	3200.0	1152.0	17273.0	57.0	4	1.040	ХК
2.4	5в+ 6а+6б гор. (скв. 334)	146.4	528.3	62923.7	9920.0	2016.0	25861.2	101.4	4	1.100	ХК
2.5	7 гор. (скв. 1076)	97.6	384.2	70900.0	10720.0	768.0	32421.0	115.2	4	1.097	ХК
2.6	8 гор. (скв. 881)	122.0	499.5	95715.0	12800.0	1440.0	44905.0	155.0	5	1.105	ХК
2.7	9 гор. (скв.2569)	97.6	384.2	90397.5	9920.0	2400.0	42862.8	146.0	4	1.090	ХК
2.8	10 гор. (скв. 850)	97.6	240.2	38108.7	5040.0	1104.0	26164.8	70.8	5	1.050	ХК
2.9	11 гор. (скв. 439)	73.2	240.0	88625.0	10400.0	3168.0	39611.0	142.0	4	1.100	ХК
2.10	12 гор. (скв. 247)	97.6	240.2	51402.5	5280.0	1824.0	23934.0	82.7	4	1.080	ХК
2.11	13 гор. (скв. 2900)	97.6	288.2	93942.5	7520.0	2976.0	55972.8	160.8	4	1.100	ХК
3	Морская вода	244.0	3157.0	6204.0	360.0	768.0	3590.0	14.0	7	1.008	ХМ
4	Альбсеноманская вода	299.0	848.0	4077.0	400.0	144.0	2268.0	8.0	7	1.008	ХК

Литература

1. Р.К.Велиева, М.А.Бисенова. Причины коррозии нефтепромыслового оборудования скважин Узеньского месторождения и способы защиты //Нефтяное хозяйство. -2014. Принято к публикации.

[R.K.Veliyeva, M.A.Bisenova. Prichiny korrozii neftepromyslovogo oborudovaniya skvajin Uzenskogo mestorojdeniya i sposoby zashchity //Neftyanoye hozyaystvo. -2014. Prinyato k publikatsii]

2. М.А.Шлугер, Ф.Ф.Ажогин, Е.А.Ефимов. Пирофторный сульфид железа //Газовая промышленность. -2010. -№2. -С.55.

[M.A.Shluger, F.F.Azhogin, Ye.A.Yefimov. Piroftorniy sulfid zheleza //Gazovaya promishlennost. -2010. -№2. -S.55]

3. Е.П.Розанова, Е.С.Кузнецова. Возбудители биогенной сульфатредукции. М.: Наука, 1980.

[Ye.P.Rozanova, Ye.S.Kuznetsova. Vozbuditeli biogennoy sulfatreduksii. M.: Nauka, 1980]

Influence of external factors on bioinfestation process of «Jetibay» oil field

M.A.Bisenova
(JSC «KazNIPIMunayGas»)

Abstract

Dependence of «Jetibay» oil field bioinfestation from external factors were analyzed. The main source of bioinfestation is a long injection process of unsterilized surface water. There is a significant temperature dependence on the activity of SRB (Sulphate Reducing Bacteria) and the amount of hydrogen sulfide generated. In addition, a gradual increase in well watering and modification of associated water cation-anionic composition also increases the corrosive condition in the fields.

Xarici mühit amillərinin «Jetibay» yatağının bioyoluxması prosesinə təsiri

M.A.Bisenova
(«QazNIPIMunayQaz» SC)

Xülasə

Məqalədə «Jetibay» neft-qaz yatağının xarici mühit amillərindən bioyoluxma asılılığı nəzərdən keçirilmişdir. Bioyoluxmanın əsas mənbəyi qeyristeril səth sularının uzunmüddətli vurulması prosesidir. SBB-nin həyat fəaliyyətinə və hydrogen-sulfid aqressiv qazlarının miqdarına temperatur amili əsaslı təsir göstərir. Bundan əlavə, quyuların sulaşmasının tədricən artması və suyun kation-anion tərkibinin dəyişməsi də «Jetibay» yatağının mədənlərində korroziya şəraitini gücləndirir.