

**Кайырманова Г.К.¹, Дарменкулова Ж.², Жубанова А.А.³,
Ерназарова А.К.⁴, Жабасова Г.⁵, Тапешова Ш.⁶**

¹кандидат биологических наук, доцент, e-mail: kaiyrman@mail.ru

²младший научный сотрудник, e-mail: darmenkulova-1993@mail.ru

³доктор биологических наук, профессор, e-mail: azhar_1941@mail.ru

⁴кандидат биологических наук, и.о. доцента, e-mail: aliya.yernazarova@gmail.com

⁵младший научный сотрудник, e-mail: zhabasova_guldana@mail.ru

⁶PhD докторант 1 курса, e-mail: tapeshova@bk.ru

Казахский национальный университета имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

**ИЗУЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ НЕФТЕПЛАСТОВЫХ ВОД
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

В статье дана количественная и качественная физико-химическая и микробиологическая характеристики нефтепластовых вод двух рабочих скважин месторождений «Жетыбай» и «Кульсары». В ходе исследований показано, что пластовые воды месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» имеют нейтральную pH, являются высокоминерализованными, натрий-хлорными, с различными количественными показателями общей минерализации и содержания ионов калия, кальция, магния и натрия. Установлено, что аэробные микроорганизмы нефтепластовых вод месторождений имеют экологическое значение для данных экосистем, т.к. многочисленны, а значит, проявляют активную жизнедеятельность – $25,10 \times 10^6$ КОЕ/мл и $1,80 \times 10^6$ КОЕ/мл, соответственно, тогда как, количество анаэробных микроорганизмов в пробах «Жетыбай» – $0,38 \times 10^5$ КОЕ/мл, а в пробах «Кульсары» – значительно меньше – $0,50 \times 10^2$ КОЕ/мл. Выявлено, что в пластовых водах содержатся следующие группы микроорганизмов: спорозонные микроорганизмы, микромицеты, псевдомонады и представители р. Bacillus, а актиномицеты и энтеробактерии – не выявлены.

В ходе работ, из нефтепластовых вод месторождений Западного Казахстана выделены 33 культуры микроорганизмов, которые требуют дальнейшего изучения как перспективные микроорганизмы для создания технологии вторичного извлечения нефти из нефтепластов.

Ключевые слова: микроорганизмы, повышение нефтеотдачи, пластовые воды, поверхностно-активные вещества, индекс эмульгирования.

**Kaiyrmanova G.K.¹, Darmenkulova Zh.², Zhubanova A.A.³,
Ernazarova A.K.⁴, Zhabasova G.⁵, Tapeshova Sh.⁶**

¹candidate of biological Sciences, associate Professor, e-mail: kaiyrman@mail.ru

²Junior research, e-mail: darmenkulova-1993@mail.ru

³doctor of biological Sciences, Professor, e-mail: azhar_1941@mail.ru

⁴candidate of biological Sciences, acting associate Professor, e-mail: aliya.yernazarova@gmail.com

⁵Junior research, e-mail: zhabasova_guldana@mail.ru ⁶PhD student, e-mail: tapeshova@bk.ru

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

Study of microflora petroleum stratal waters of deposits of Western Kazakhstan

The article provides quantitative and qualitative physical, chemical and microbiological characteristics petroleum stratal waters of the two working deposits «Zhetybai» and «Kulsary». The studies shows that petroleum stratal waters deposits «Zhetybai» and «Kulsary» have a neutral pH are highly mineralized, sodium-chlorine with the various quantitative indicators in the total mineralization and ion content of potassium, calcium, magnesium and sodium. It is established that aerobic microorganisms petroleum stratal waters deposits have environmental value of these ecosystems, as numerous, and, show active vi-

tal functions – $25,10 \times 10^6$ CFU/ml and $1,80 \times 10^6$ CFU/ml, respectively, whereas, the number of anaerobic microorganisms in samples of «Zhetibay» – $0,38 \times 10^5$ CFU/ml, and samples «Kulsary» – much smaller – $0,50 \times 10^2$ CFU/ml. Found that the formation waters contain the following groups of organisms: the spore microorganisms, micromycetes, Pseudomonas and representatives of the Bacillus, and actinobacteria and enterobacteria not detected.

During works, from petroleum stratal waters of deposits of Western Kazakhstan 33 cultures of microorganisms that require a further study as perspective microorganisms for creation of technologies of secondary extraction of oil from petroleum layers are abstracted.

Key words: microorganisms, enhanced oil recovery, stratal water, surfactant, emulsification index.

Кайырманова Г.К.¹, Дарменкулова Ж.², Жубанова А.А.³,
Ерназарова А.К.⁴, Жабасова Г.⁵, Тапешова Ш.⁶

¹биология ғылымдарының кандидаты, доцент, e-mail: kaiyrman@mail.ru

²кіші ғылыми қызметкер, e-mail: darmentkulova-1993@mail.ru

³биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: azhar_1941@mail.ru

⁴биология ғылымдарының кандидаты, доцент м. а., e-mail: aliya.yernazarova@gmail.com

⁵кіші ғылыми қызметкері, e-mail: zhabasova_guldana@mail.ru

⁶PhD 1 курс докторанты, e-mail: tapesnova@bk.ru

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Батыс Қазақстан кен орындар мұнайпласт суларының микрофлорасын зерттеу

Мақалада «Жетібай» және «Құлсары» кен орындарының екі жұмыс ұңғымасының мұнайпласт суларына физико-химиялық және микробиологиялық сандық және сапалық сипаттамалар берілді. Зерттеу барысында көрсетілгендей, «Жетібай» және «Құлсары» кен орындарының пласт сулары рН – бейтарапқа ие, өте жоғары минералданған, натрий-хлорлы болып табылады, жалпы минералдану мөлшері түрлі сандық көрсеткіштері және калий, кальций, магний және натрий иондар мөлшерімен анықталынады. Көрсетілгендей, «Жетібай» және «Құлсары» кен орындарының мұнайпласт суларының аэробты микроорганизмдері айтарлықтай экожүйелер үшін экологиялық маңызды, яғни белсенді тіршілікті білдіртеді – $25,10 \times 10^6$ КТБ/мл және $1,80 \times 10^6$ КТБ/мл, сәйкесінше, ал анаэробты микроорганизмдер саны «Жетібай» су үлгілерінде – $0,38 \times 10^5$ КТБ/мл, ал «Құлсары» су үлгілерінде – $0,50 \times 10^2$ КТБ/мл айтарлықтай аз. Пласт суларында келесі микроорганизмдер топтары анықталды: споратүзуші микроорганизмдер, микромицеттер, псевдомонадтар және Bacillus өкілдері, алайда, актиномицеттер мен энтеробактериялар анықталған жоқ.

Жұмыс барысында Батыс Қазақстан мұнай кенорындарының мұнайпласт суларынан 33 микроб дақылдары бөлініп алынды, мұнайпласттардан екіншілік шығару технологиясын құру үшін перспективті микроорганизмдер ретінде одан әрі зерттеу талап етіледі.

Түйін сөздер: микроорганизмдер, мұнай шығаруды жоғарлату, пласт сулары, беттік-белсенді заттар, эмульгирлеу индексі.

Введение

В настоящее время, нефтегазовая отрасль Казахстана является наиболее крупной, динамично развивающейся сферой, где стабильно обеспечивается прирост нефти и газа. Казахстан находится в одном ряду с богатыми западными, арабскими и другими странами по объемам добычи нефти и газа и входит в число двадцати крупнейших мировых производителей, а по запасам углеводородов входит в десятку стран (Курбанбаев, 2011: 243).

Эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов современными, промышленно освоенными методами разработки во всех нефтедобывающих странах на сегодняшний день считается неудовлетворительной, при том, что потребление нефтепродуктов во всем мире растет из года в год. Средняя конечная нефтеотдача

пластов по различным странам и регионам составляет от 25 до 40 % (Lazar, 2007: 1353). Как известно, Казахстан в настоящее время переживает период поздней стадии разработки. Добываемая на казахстанских месторождениях продукция достигла высокого уровня обводненности (80-90 %), а объемы невыработанных запасов нефти, остающихся в недрах, составляют до 60-70 % (Khire, 1994: 170). Кроме того, большинство месторождений в Казахстане характеризуются низкой проницаемостью, повышенной вязкостью нефти и сложным геологическим строением, то есть их запасы относятся к категории трудноизвлекаемых.

Микробные сообщества нефтяных пластов относят к наиболее древним биоценозам Земли, погружившимся вместе с органическими остатками и биогенными илами на большие глубины (Jimoh, 2012: 55). Происшедшие из них

органогенные породы являются тем материнским материалом, из которого возникает нефть (Wildenschild, 2011: 425). Общее число бактерий и численность отдельных групп аэробных и анаэробных бактерий в пластовых водах заметно меньше, чем в закачиваемых (Hitzman, 1991: 11). Этот факт можно объяснить тем, что не все микроорганизмы выдерживают пластовые условия – часть их погибает в экстремальных условиях пласта (Aeckersberg, 1991:5).

Таким образом, для разработки новых технологий, позволяющих увеличить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, необходимы микроорганизмы, способные переносить экстремальные условия нефтяных пластов.

Целью настоящего исследования явилось изучение физико-химических и микробиологических показателей нефтепластовых вод производственных скважин нефтяных месторождений Западного Казахстана.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов исследования использовали пробы нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары»:

«Ж», скважина № 4726, 5Б горизонт, глубина залегания 1900 м, 15,5 МПа, 57° С («Жетыбай»);

«К», скважина № 216, II-альт-неоком горизонт, глубина залегания 250 метр, давление в пласте составляет 13 Мпа, 47° С («Кульсары»).

Пробы нефтепластовых вод были отобраны пробоотборником в пластиковые бутылки в количестве 1500 мл с глубины 250 м («Кульсары») и 1900 м («Жетыбай») в апреле 2015 г. Образцы вод нефтепластов транспортировались в условиях +4°- 6° С, в течение 5 часов, затем проводились химический и микробиологический анализ образцов.

Физико-химические исследования проводились с привлечением титриметрических и колориметрических методов на базе аккредитованных на соответствие требованиям СТ РК ИСО/МЭК 17025-2007 испытательных лабораторий ТОО Республиканского научно-производственного информационного центра «КАЗЭКОЛОГИЯ» (г. Алматы) и ТОО «Научный аналитический центр» (г. Алматы).

В работе использовались традиционные микробиологические методы исследования микроорганизмов: определение общего числа аэробных и анаэробных микроорганизмов на универсальной среде (модификация метода Коха), приготовление микробиологических препаратов

(Jaysree, 2011:1427). Для определения различных физиологических групп микроорганизмов использовались специальные и селективные среды: Сабуро – для выращивания микромицетов и актиномицетов, использующих минеральную форму азота, Pseudomonas Isolation Agar – для представителей р. *Pseudomonas*, Endo Agar – для выделения энтеробактерий, Bacillus Agar Base – для представителей р. *Bacillus*, синтетическая среда E8.

Синтетическая среда E8 (минеральный фон) для культивирования углеводородокисляющих бактерий, г/л: KH_2PO_4 0,7; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 1,5; MgSO_4 0,8; NaCl – 0,5; рН=6,6-6,7 (Zobell, 1953: 123). Соли и фосфаты разбавляются отдельно (Van Hamme, 2006:52). Среду стерилизуют в автоклаве при 0,75 атм. 20 мин. В качестве единственного источника углерода использовалась сырая нефть месторождения «Жанажол» со следующими физико-химическими характеристиками: легкая (плотность 823,7-918,3 кг/м³ при температуре 200 °С), средне- (0,4-1%) и высокосернистая (1,4-3,8%), среднепарафинистая (4,7-8,7%), пластовая температура 63-940 °С. Аэробные и анаэробные микроорганизмы культивировались в различных условиях: аэробы – в стационарных условиях на МПА при температуре 37° С в течение 24-48 часов; анаэробы – в анаэростате АЭ-01 (ООО «НИКИ МЛТ» Россия, Санкт-Петербург). Анаэростат – прибор, предназначенный для культивирования в чашках Петри микроорганизмов группы облигатных анаэробов и микроаэрофилов (Губкин, 1953:444). При температуре 37° С в течение 24-48 часов (Кайырманова, 2016: 145). Анаэростат представляет собой герметично закрываемую цилиндрическую ёмкость, в которой отсутствует кислород (этого добиваются откачкой воздуха или химическими методами) (Донченко, 2007:276). Для получения чистых культур использовался метод выборочного (3-4 сегментного) посева культур микроорганизмов (She, 2011: 223).

Микробиологические исследования выполнены на базе аккредитованной испытательной лаборатории прикладной микробиологии кафедры биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби (ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009).

Результаты исследований и их обсуждение

Месторождение «Жетыбай» расположено в западной части полуострова Мангышлак и по административному подчинению входит в часть

Каракиянского района Мангистауской области Республики Казахстан. Ближайшими к месторождению населенными пунктами являются поселок Жетыбай, районный центр Курык, город Новый Узень, город Актау.

По административному положению месторождение «Кульсары» находится на территории Жылойского района Атырауской области Республики Казахстан. Ближайшими населенными пунктами являются Кульсары, Косчагыл, Каратон. Областной центр – город Атырау расположен к северо-западу на расстоянии 315 км.

Фактором, определяющим успешность микробиологических методов извлечения нефти, является жизнедеятельность микроорганизмов (Tardy – Jacquesnod, 1996: 259). Особенностью разработки нефтяных пластов при заводнении на поздней стадии является наличие сформированного биоценоза, ограниченного в развитии

в первую очередь питательными веществами и степени минерализации пластов (Ибатуллин, 2005:42). В глубинных водоносных и нефтеносных горизонтах доказано присутствие аборигенной микрофлоры (Нао, 2011:49), наряду с микроорганизмами, поступающими с поверхностными растворами при бурении или нагнетании воды и водных растворов рабочих агентов, однако, не все микроорганизмы выдерживают пластовые условия – часть их погибает в экстремальных условиях пласта (Nazina, 2005:43).

В связи с вышеизложенным, нами проведено изучение физико-химических характеристик нефтепластовых вод рабочих скважин позднего заводнения нефтяных месторождений «Жетыбай» и «Кульсары».

В таблице 1 приведены результаты исследования физико-химических параметров отобранных пластовых вод.

Таблица 1 – Физико-химические параметры пластовых вод месторождений «Кульсары» и «Жетыбай»

Показатель	НД (нормативный документ) на метод испытаний	Кульсары	Жетыбай
Водородный показатель, рН	ГОСТ 26449.1-85, п.4	6,76	6,70
Гидрокарбонаты, мг/л	ГОСТ 26449.1-85, п.5	390,5	219,7
Калий, мг/л	ГОСТ 26449.1-85, п.18.1	207,1	441,7
Сульфат-ион, мг/л	СТ РК 1015-2000	954,9	953,3
Хлорид-ион, мг/л	СТ РК ИСО 9297-2008	89979,7	45989,6
Жесткость общ., мг-экв/л	СТ РК 1514-2006	330,0	338,0
Кальций, мг/л	ГОСТ 26449.1-85, п.11.1	3446,9	5010
Магний, мг/л	ГОСТ 26449.1-85, п.12	1920,1	1069,4
Общая минерализация	ГОСТ 18164-72	187034,0	95448,0
Натрий, мг/л	ГОСТ 26449.1-85, п.17.1.	52631,58	23157,9

Как видно, из табличных данных, величина рН месторождения «Кульсары» равна 6,76 ед., а рН месторождения «Жетыбай» – 6,70 ед. Известно, пластовые воды нефтяных месторождений имеют различную минерализацию и отличаются по солевому составу, зависящему от геологического возраста, стратиграфии эксплуатируемого горизонта и т.д (Гиматутдинов, 1977: 269); по степени минерализации пластовые воды подразделяются на солоноватые (с плотным остатком от 1 до 6 г/л), соленые (от 6 до 150 г/л) и рассольные (от 150 до 250 г/л) (Youssef, 2009: 141). При изучении семи основных компонентов для отнесения исследуемых пластовых вод к определенному типу вод, было выявлено, что в пластовых

водах месторождений «Кульсары» и «Жетыбай» преобладают ионы натрия и хлора, так, содержание натрий- и хлорид-ионов в пробах месторождения «Кульсары» равно 89979,7 мг/л, а в пробах месторождения «Жетыбай» 45989,6 мг/л, что позволяет отнести данные воды к натрий-хлоридным, а по степени минерализации пластовые воды месторождения «Кульсары» относятся к рассольным (минерализация равна 187 г/л), тогда как, пластовые воды месторождения «Жетыбай» к соленым (минерализация равна 95 г/л).

Далее было проведено микробиологическое исследование образцов нефтепластовых вод. Микробиологическая количественная характеристика нефтепластовых вод месторождений

«Жетыбай» и «Кульсары» включала определение содержания аэробных и анаэробных микроорганизмов.

В таблице 2 представлены результаты изучения содержания аэробных и анаэробных микроорганизмов нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары».

Таблица 2 – ОМЧ образцов нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары», КОЕ/мл

Образцы	Общий численный показатель микроорганизмов, КОЕ/мл	
	Аэробы	Анаэробы
Жетыбай	1,80 ±	0,38 ±
Кульсары	25,10 ±	0,50 ±

В ходе изучения общего количества микроорганизмов нефтепластовых вод месторождений Жетыбай и Кульсары выявлено, что общее количество аэробных микроорганизмов (ОМЧ) составило $1,80 \times 10^6$ кл/мл и $25,10 \times 10^6$ кл/мл, соответственно. Как видно, количество клеток аэробных микроорганизмов в водах нефтепластов месторождения «Жетыбай» на порядок ниже ОМЧ вод нефтепластов месторождения «Кульсары», тогда как, содержания анаэробов в водах наблюдается обратная корреляция, так в пробах «Жетыбай» – $0,38 \times 10^5$ КОЕ/мл, а в пробах «Кульсары» количество анаэробов значительно меньше – $0,50 \times 10^2$ КОЕ/мл. Такие результаты коррелируют с глубиной залегания нефтепластов, так пробы вод «Кульсары» были отобраны на глубине 250 м, а с месторождения «Жетыбай» глубина отбора проб составила 1900 м. Известно, что в глубинных водоносных и нефтеносных горизонтах общая численность бактерий достигает 10 млн. клеток на 1 мл воды. В процессах превращения веществ (круговорот) экологическое значение имеют только те микроорганизмы, которые многочисленны и проявляют активную жизнедеятельность (Иванов, 2008: 112). Для бактерий в качестве условного критерия численности принята величина не менее 1 млн. на 1 г субстрата, т.е. только при такой численности они могут иметь существенное экологическое значение (Исмаилов, 2012: 20). Каждый экологический фактор (температура, количество питательных веществ, концентрация макро- и микроэлементов) характеризуется определенными количественными показателями, в частности

такими, как благоприятная доза фактора, которую называют оптимумом, и неблагоприятная доза фактора, когда организмы чувствуют себя угнетенно (Чоловский, 1997: 42). В условиях, близких к границам устойчивости (весь интервал факторов от минимальной до максимальной, при которых возможен рост и развитие организма), организмы чувствуют себя угнетенно (Дияшев, 1984: 207). Микроорганизмы могут жить, расти, но не достигают полного развития, такое состояние биообъектов отвечает стрессовой зоне (Кашнер, 1981:511). Изучение общего количества клеток аэробных микроорганизмов вод нефтепластов месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» четко показывает, что аэробы этих экосистем имеют существенное экологическое значение для данных экосистем, т.е. многочисленны и проявляют активную жизнедеятельность. Биоразнообразие микроорганизмов, выделенных из нефтяных пластов, относительно невелико (Манакова, 2014: 15). Далее, в пробах вод нефтепластов месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» проведены исследования на наличие следующих физиологических групп микроорганизмов: микромицеты, спорообразующие микроорганизмы, псевдомонады, энтеробактерии и актиномицеты. Физиологическая группа микроорганизмов – это объединение микроорганизмов в одну группу по одному физиологическому признаку, но они могут иметь различное происхождение (Боронин, 2014: 34). В таблице 3 представлены результаты качественной характеристики исследуемых вод нефтепластов.

Таблица 3 – Качественная микробиологическая характеристика нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары», КОЕ/мл

Физиологические группы микроорганизмов	Общее число, КОЕ/мл	
	Жетыбай	Кульсары
Микромицеты	$0,35 \pm 0,01 \times 10^3$	$1,50 \pm 0,10 \times 10^5$
Бациллы	$0,40 \pm 0,02 \times 10^3$	$8,50 \pm 0,02 \times 10^4$
Псевдомонады	$11,70 \pm 0,05 \times 10^2$	$17,00 \pm 0,50 \times 10^3$
Энтеробактерии	не выявлены	не выявлены
Спорообразующие	$2,30 \pm 0,06 \times 10^3$	$2,50 \pm 0,12 \times 10^5$
Актиномицеты	не выявлены	не выявлены

Как видно, в исследуемых пробах месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» выявлены следующие группы микроорганизмов: спороносные

микроорганизмы, микромицеты, псевдомонады и представители р. *Bacillus*, а актиномицеты и энтеробактерии – не выявлены, следует отметить, что преобладающей группой микроорганизмов являются спороносные микроорганизмы – $2,30 \times 10^3 \pm 0,06 \times 10^3$ КОЕ/мл и $2,50 \times 10^5 \pm 0,12 \times 10^5$, соответственно. Известно, что в нефтяных пластах присутствуют аллохтонные бактерии, поступающие с нагнетаемой водой или в результате водообмена с поверхностью, и аборигенная микрофлора (Palashpriya, 2009: 1015). В пластах, залегающих на глубине 1-3 км, обитают термо-

фильные микробные сообщества, представленные микроорганизмами тех же физиологических групп, что и в неглубоко залегающих нефтеносных горизонтах (менее 1 км), но их численность существенно меньше, эти данные согласуются с нашими данными (Лукьянов, 2013: 59).

В результате проведенных исследований, с образцов нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» были выделены 33 культуры микроорганизмов и проведено первичное изучение выделенных микроорганизмов (таблица 4).

Таблица 4 – Первичное изучение микрофлоры нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары»

Нефтяное месторождение	Группа микроорганизмов	Название культур	Характеристика колонии	Морфология клеток
1	2	3	4	5
Кульсары	Сапрофитные микроорганизмы	КМ-1	Круглая, красного цвета, гладкая поверхность, края гладкие, блестящая, диаметр 2-3мм	крупные, одиночные и соединенные палочки
		КЭ-1	Круглая, красного цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные и соединенные короткие цепочки
		КМ-2	Круглая, желтого цвета, гладкая поверхность, края гладкие, блестящая, диаметр 3-4мм	крупные, одиночные и соединенные палочки
		КМ-3	Круглая, красного цвета, выпуклая поверхность, края гладкие, блестящая, диаметр 4-5мм	одиночные и соединенные, палочки
	Анаэробные микроорганизмы	КМА-1	Круглая, светлый, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные и соединенные палочки
		КМА-2	Круглая, желтый, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные и палочки
	Бациллы	КБ-1	Круглая, зеленого цвета, слизистая, поверхность шероховатая, края гладкие, сухой, диаметр 4-5 мм	короткие, одиночные, грамположительные палочки
		КБ-2	Круглая, темно зеленого цвета, края гладкие, поверхность гладкая, блестящая, диаметр 3-4мм	короткие, одиночные, грамположительные палочки
		КБ-3	Круглая, светло зеленого цвета, плотный, выпуклая поверхность, края гладкие, блестящая, диаметр 4-5мм	короткие, одиночные, грамположительные палочки
		КБ-4	Круглая, зеленого цвета, поверхность выпуклая, края гладкие, сухой	короткие, одиночные, грамположительные палочки
	Микромицеты	КГ-1	Круглая, желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	моно и диплококки
		КГ-2	Круглая, беловатого цвета, выпуклая поверхность, края гладкие	монококки
	Углеводородокисляющие микроорганизмы	НКК-1	Круглая, беловатого цвета, поверхность выпуклая, края кривые, блестящая	крупные, одиночные, дипло, тетра, грамположительные палочки
		НКК-2	Круглая, желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные, одиночные, дипло, тетра, грамположительные палочки
		НКК-3	Круглая, светлый, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные, одиночные, дипло, тетра, грамположительные палочки

Нефтяное месторождение	Группа микроорганизмов	Название культур	Характеристика колонии	Морфология клеток
1	2	3	4	5
Жетыбай	Сапрофитные микроорганизмы	ЖМ-1	Круглая, желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные палочки
		ЖМ-2	Круглая, беловатого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	короткие одиночные палочки
		ЖМ-3	Круглая, беловатого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	короткие одиночные палочки
		ЖЭ-1	Круглая, светло – красного цвета, выпуклая поверхность, края гладкие, блестящая, диаметр 5мм	короткие одиночные палочки
		ЖЭ-2	Круглая, красного цвета, поверхность гладкая,, края гладкие, блестящая, диаметр 3мм	Короткие одиночные палочки
	Анаэробные микроорганизмы	ЖМА -1	Круглая, беловатого цвета поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	одиночные и соединенные, палочки
	Бациллы	ЖБ-1	Круглая, маленькая колония, зеленого цвет, выпуклая поверхность, края кривые, блестящая, диаметр 5-8мм	крупные трехцепочные палочки
		ЖБ-2	Круглая, темно – зеленого цвета, выпуклая поверхность, края гладкие, блестящая, диаметр 4-5 мм	короткие одиночные палочки.
		ЖБ-3	Круглая, зеленого цвета, поверхность выпуклая, края гладкие, сухой	короткие одиночные палочки.
		ЖБ-4	Круглая, зеленого цвета, поверхность выпуклая, края гладкие, блестящая	короткие одиночные палочки
	Псевдомонады	ЖП-1	Круглая, желтого цвета, поверхность выпуклая, края гладкие, блестящая 5-6мм	короткие одиночные и соединенные короткие цепочки
	Микромицеты	ЖГ –1	Круглая, светло- желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	моно и диплококки
		ЖГ-2	Неправильной формы, желтого цвета, поверхность гладкая, края кривые, сухой	монококки
		ЖГ-3	Круглая, светло- желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	дипло и тетракокки
	Спорообразующие микроорганизмы	ЖС-1	Круглая, желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	короткие одиночные палочки
		НКЖ-1	Круглая, светло- желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные палочки
		НКЖ-2	Круглая, желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные палочки
		НКЖ-3	Круглая, желтого цвета, поверхность гладкая, края гладкие, блестящая	крупные одиночные палочки

Как видно, из полученных данных, указанных в таблице 4, из 33 культур микроорганизмов – 18 культур микроорганизмов выделены из нефтепластовых вод месторождения «Жетыбай», 15 культур – из проб месторождения «Кульсары», в соответствии с выделенным местом обитания и выделяемой питательной средой культурам микроорганизмов даны названия.

По макроморфологическим исследованиям аборигенные культуры микроорганизмов КМ-2,

КМА-2, КГ-1, ЖМ-1, ЖГ-1, ЖГ-3, ЖС-1, НКК-2, НКЖ-1 представляют собой круглые колонии светло желтого цвета, блестящие, с гладкой поверхностью и ровными краями.

КМА-1, КГ-2, ЖМ-2, ЖМА -1, НКК-1, НКЖ-2 представляют собой круглые колонии белого цвета блестящие с гладкой поверхностью и ровными краями. ЖБ- 4 – круглая колония зеленого цвета, поверхность выпуклая, края гладкие, блестящая. ЖГ-2 – колония неправильной формы,

выпуклая, с неровными краями. КБ-4 – круглая, зеленого цвета, поверхность выпуклая, края гладкие, сухой. КБ-1, КБ-3, ЖБ-1 соответственно представляют собой круглые блестящие колонии, зеленого цвета с неровной поверхностью и краями.

КБ-2 – круглая колония, темно зеленого цвета, края гладкие, поверхность гладкая, блестящая, КЭ-1, ЖЭ -2 соответственно представляют собой круглые блестящие колонии красноватого цвета с ровными краями и гладкой поверхностью. КМ-3, ЖЭ-1 представляют собой круглые колонии красноватого цвета с выпуклой поверхностью и неровными краями. В результате микроскопических исследований выявлено, что 4 культуры микроорганизмов относятся к одноклеточным микромицетам, остальные 29 культур являются бактериями, причем, 23 из них – грамположительны, 6 – грамотрицательные палочки.

Таким образом в результате проведенных микробиологических исследований экстремальных подземных экосистем, а именно, нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» выделены 33 культуры микроорганизмов, изучение морфолого-культуральных признаков микроорганизмов позволили нам идентифицировать их до родовой принадлежности, так, 4 культуры микромицетов отнесены к р. *Candida*, а из 29-и культур бактерий: 18 – определены как представители р. *Bacillus*, 6 культур бактерий – представители р. *Pseudomonas* и 5 культур – отнесены к р. *Rhodococcus*.

Заключение

Микробные сообщества нефтяных пластов относят к древним и экстремальным биоценозам Земли, в связи с чем, микроорганизмы нефтяного пласта обладают большим биотехнологическим потенциалом, в частности, для разработки биотехнологий повышения вторичной нефтеотдачи разработанных месторождений в поздней стадии разработки.

В результате проведенных физико-химических и микробиологических исследований нефтепластовых вод производственных скважин

нефтяных месторождений «Жанажол» и «Кульсары», расположенных на Западе Казахстана сделаны следующие выводы.

Показано, что пластовые воды обоих месторождений имеют нейтральную рН, относятся к высокоминерализованным водам, по составу натрий-хлоровые, с различным содержанием ионов калия, кальция и магния.

Установлено, что аэробные микроорганизмы нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары» имеют существенное экологическое значение для данных экосистем, т.к. многочисленны, а значит, проявляют активную жизнедеятельность – $25,10 \times 10^6$ кл/мл и $1,80 \times 10^6$ кл/мл, соответственно, тогда как, количество анаэробных микроорганизмов ниже уровня экологической значимости для подземной экосистемы, так, в пробах «Жетыбай» – $0,38 \times 10^5$ КОЕ/мл, а в пробах «Кульсары» – значительно меньше – $0,50 \times 10^2$ КОЕ/мл.

Выявлено, что в пластовых водах содержатся следующие группы микроорганизмов: споросные микроорганизмы, микромицеты, псевдомонады и представители р. *Bacillus*, а актиномицеты и энтеробактерии – не выявлены, однако, преобладающей группой микроорганизмов в пробах являются споросные микроорганизмы – $2,30 \times 10^3 \pm 0,06 \times 10^3$ КОЕ/мл («Кульсары») и $2,50 \times 10^5 \pm 0,12 \times 10^5$ КОЕ/мл («Жетыбай»).

Выделены 33 штамма микроорганизмов из экстремальных подземных экосистем, в частности, нефтепластовых вод месторождений «Жетыбай» и «Кульсары». Изучение морфолого-культуральных признаков микроорганизмов позволили нам идентифицировать их до родовой принадлежности, так, 4 культуры микромицетов отнесены к р. *Candida*, а из 29-и культур бактерий: 18 – определены как представители р. *Bacillus*, 6 культур бактерий – к р. *Pseudomonas* и 5 культур – отнесены к р. *Rhodococcus*.

Данные культуры микроорганизмов требуют дальнейшего изучения целевых свойств как потенциально перспективные биообъекты для создания технологии увеличения вторичной нефтеотдачи уже разрабатываемых пластов, на которых уже невозможно извлечь остаточные запасы нефти традиционными методами.

Литература

- 1 Курбанбаев М.И., Мирошников В.Я., Толоконский С.И. Повышение нефтеотдачи пласта на месторождениях Казахстана // III Международный научный симпозиум "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов", 20-21 сентября. – 2011.- № 149. – С. 243.

- 2 Lazar I., Petrisor I.G., Yen T.F. Microbial Enhanced Oil Recovery // *Petroleum Science and Technology*. – 2007. – Vol. 25, No 13. – P. 1353–1366.
- 3 Khire J.M., Khan M.I. Microbially Enhanced Oil Recovery (MEOR) Part I. Importance and mechanism of MEOR // *Enzyme Microb Technol.* -1994. – Vol. 16. – P. 170-172.
- 4 Jimoh I. A. Microbial enhanced oil recovery // Thesis. Luma Print, Aalborg University, Esbjerg. – 2012. – Vol. 21, No 18. – P. 55–56.
- 5 Wildenschild D., Armstrong R. T. The effects of fractional wettability on microbial enhanced oil recovery // *American Geophysical Union Fall Meeting*. – 2011. – Vol. 28, No 12. – P. 425–426.
- 6 Hitzman, D. O. Microbial enhanced oil recovery: The time is now. In: *Microbial Enhancement of Oil Recovery // Recent Advances. Development in Petroleum Science*. – 1991. – Vol. 8. – P. 11–20.
- 7 Aeckersberg F., Bak F., Widdel F. Anaerobic oxidation of saturated hydrocarbons to CO₂ by a new type of sulfate-reducing bacterium // *Arch Microbiol.* – 1991. – Vol. 156. – P. 5-14
- 8 Jaysree R.C., Subham Basu, Priyanka P. Singh. Isolation of biosurfactant producing bacteria from environmental samples // *Pharmacologyonline*. – 2011. – Vol. 67. – P. 1427-1433.
- 9 Zaks S.O. The method of Studying the connate waters in the oil reservoirs. *Proceedings of the Conference on the Development of Research in the Field of Secondary Methods of Petroleum Exploitation // Izv. Akod Nauk AzSSR*. -1954. – Vol 42, No 14. – P. 158.
- 10 Van Hamme J., Singh A., Ward O // *Energy Sources*. – 2006. – № 24. – P. 52-56.
- 11 Губкин И. М. Подземная газификация нефтяных пластов и термический способ добычи нефти. – М.: Изд-во АН СССР 1953. – С. 444.
- 12 Донченко, Л. В. Пектин, Л., Основные свойства, производство и применение // Москва: ДеЛи принт, – 2007. – № 521. – С. 276.
- 13 Кайырманова Г. К., Мустапаева Ж. О., Ерназарова А.К., Амангаликызы А. Эколого-функциональные свойства аборигенных микроорганизмов нефтепластов // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal) Biologia*. – 2016. – Vol. 7. – P. 145-149.
- 14 She Y. H., Zhang F., Xia J. J. et al. Investigation of biosurfactant-producing indigenous microorganisms that enhance residue oil recovery in an oil reservoir after polymer flooding // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. – 2011. – Vol. 163, No. 2. – P. 223–234.
- 15 Tardy-Jacquenod C., Caumette P., Matheron R., Lanau C., Arnauld O. and Magot M., Characterization of sulfate-reducing bacteria isolated from oil-field waters // *Canadian Journal of Microbiology*. -1996.-Vol. 42, No. 3. – P. 259–266.
- 16 Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение // Издательство «Недра». – 1969. – № 4. – С. 368.
- 17 Ибатуллин Р.Р., Хисамов Р.С., Беляев С.С., Борзенков И.А., Назина Т.Н. Разработка и применение микробных биотехнологий увеличения нефтеотдачи пластов // *Нефтяное хозяйство*. – 2005. – № 7. – С. 42-45.
- 18 Hao R., Lv M. and Lu A., Biodegradation of crude oil in soil by *Bacillus subtilis* SB-1 // *Current Topics in Biotechnology*. -2011. – Vol. 6, No. 6.- P. 49-55.
- 19 Nazina T. N., Sokolova D. S., Grigoryan A. A. et al., *Geobacillus jurassicus* sp. nov., a new thermophilic bacterium isolated from a high-temperature petroleum reservoir, and the validation of the *Geobacillus* species // *Systematic and Applied Microbiology*, -2005. -Vol. 28, No. 1, – P. 43-53.
- 20 Гиматутдинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. – М.: Недра. 1977. – С. 269.
- 21 Youssef N., Elshahed M. S. and McInerney M. J., “Microbial processes in oil fields. Culprits, problems, and opportunities // *Advances in Applied Microbiology*. – 2009. -Vol. 66, No. 4, – P. 141-251.
- 22 Иванов М.К., Бурлин Ю. К., Калмыков Г.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. Петрофизические методы исследования ядерного материала // Изд-во Московского университета Москва. – 2008. – № 141. – С. 112.
- 23 Исмаилов А.А., Смаилова Г.Ж., Исмаилова Д.А., «Состав и физико-химические свойства пластовой воды» // *Казахстанско-Британского Технического Университета*. – 2012. – № 138. – С. 20 – 23.
- 24 Чоловский И.П., Брагин Ю.И., Бакина В.В. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Промысловая геология и гидрогеология. – М.: Изд-во «Нефть и газ», 1997. – С. 42.
- 25 Дияшев Р.Н. Совместная разработка нефтяных пластов. – М.: Недра, 1984. – С. 207.
- 26 Кашнер Д. Жизнь микробов в экстремальных условиях. – М.: Мир, 1981. – С. 511.
- 27 Манакова И.Н., Шантарин В.Д., Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет, Процессы сорбции фенола из водных объектов после обработки в постоянном электрическом поле. – М.: Изд-во «Нефть и газ», 2014. – С. 15.
- 28 Боронин П.А., Севастьянов А.А., Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет, Использование модели дикстра и парсонса для оценки эффективности волнового воздействия на пласт. – М.: Изд-во «Нефть и газ», 2014. – С. 34 – 36.
- 29 Palashpriya Das, Soumen Mukherjee, Ramkrishna Sen. Substrate dependent production of extracellular biosurfactant by a marine bacterium // *Bioresource Technology*. – 2009. – Vol. 105, No. 3, – P. 1015- 1019.
- 30 Лукьянов О.В., Шагеев А.Ф., Семенов А.В. Новые технологии при разработке карбонатных коллекторов // *Наука и технологии «Разведка и разработка»*. – 2013. – № 142. – С. 59.

References

- 1 Kurbanbayev M.I., Miroshnikov V.Ya., Tolokonsky S.I. (2011) Enhancement of oil recovery in Kazakhstan deposits [Pov- ishenie nefteotdashi plasta na mestorozhdeniah Kazakhstana]. III Mezhdunarodniy naushnii simpozium Teoria i praktika primeneniya metodov uvelesheniya nefteodshy plastov, vol. 149, pp. 243.

- 2 Lazar I., Petrisor I.G., Yen T.F. (2007) Microbial Enhanced Oil Recovery. *Petroleum Science and Technology*, vol. 25, no 13, pp. 1353–1366.
- 3 Khire JM, Khan MI. (1994) Microbially Enhanced Oil Recovery (MEOR). Part I. Importance and mechanism of MEOR. *Enzyme Microb Technol.* vol. 16, pp. 170-172.
- 4 Jimoh I. A. (2012) Microbial enhanced oil recovery. PhD Thesis. Aalborg University, Esbjerg, vol. 21, no 18. pp. 55–56.
- 5 Wildenschild D., Armstrong R.T. (2011) The effects of fractional wettability on microbial enhanced oil recovery. *American Geophysical Union Fall Meeting*, vol. 28, no 12, pp. 425–426.
- 6 Hitzman, D. O. (1991). Microbial enhanced oil recovery: The time is now. In: *Microbial Enhancement of Oil Recovery. Recent Advances. Development in Petroleum Science.*, vol. 8, pp. 11–20.
- 7 Aeckersberg F., Bak F., Widdel F. (1991) Anaerobic oxidation of saturated hydrocarbons to CO₂ by a new type of sulfate-reducing bacterium. *Arch Microbiol.* vol. 156, pp. 5-14.
- 8 Jaysree R.C., Subham Basu, Priyanka P.Singh. (2011) Isolation of biosurfactant producing bacteria from environmental samples. *Pharmacologyonline*, vol. 67, pp. 1427-1433.
- 9 Zaks S.O. (1954) The method of Studying the connate waters in the oil reservoirs. *Proceedings of the Conference on the Development of Research in the Field of Secondary Methods of Petroleum Exploitation. Izv. Akod Nauk AzSSR.*, vol 42, no 14, pp. 158.
- 10 Van Hamme J., Singh A., Ward O. (2006) *Energy Sources*. vol. 24, pp. 52-56.
- 11 Gubkin I. M. (1953) Underground gasification of oil layers and thermal oil recovery method [Podzemnaya gazifikatsia nef-tianih plastov i termicheskiy sposob dobishy nefty]. M.:Izd-vo AN SSSR., pp. 444.
- 12 Donchenko, L. V. (2007) Pectin basic properties, production and application [Pektin osnovnye svoistva, proizvotstvo i prim-enenie]. Moskva : Deli print, vol. 5, pp. 276.
- 13 Kayirmanova G. K., Mustapaeva J. O., Yernazarova A. K., (2016) Amanuelis Ecological and functional properties of native microorganisms reteplase [Ecologo-funksionalnoe svoistva aborigennih mikroorganizmov nefteplastov]. *Wschodnioeuropejskie Is Naukowe (Scientific Journal East European) Biologia*, vol. 7. pp. 145-149.
- 14 She Y. H, Zhang F, Xia J. J. (2011) Investigation of biosurfactant-producing indigenous microorganisms that enhance resi-due oil recovery in an oil reservoir after polymer flooding, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol. 163, no. 2, pp. 223-234.
- 15 Tardy-Jacquenod C., Caumette P., Matheron R., Lanau C., Arnauld O and Magot M. (1996) Characterization of sulfate-reducing bacteria isolated from oil-field waters. *Canadian Journal of Microbiology*, vol. 42, no. 3, pp. 259-266.
- 16 Khanin, A. A. (1969) Porody-oil and gas reservoir and their study [Porody – kollektori nefi i gaza i ih izushenie]. *Izdatelstvo "Nedra"*, vol. 4, pp. 368
- 17 Ibatullin P. P., Khisamov R. S., Belyaev S. S., Borzenkov I. A., Nazina T. N. (2005) The development and application of mi-crobial biotechnology to increase oil reservoirs [Razrabotka i primeneniye mikrobnih biotehnolyi uvelesheniya nefteotdashi plastov]. *Neftianoe hoziaystvo*, vol. 7. – pp. 42-45.
- 18 Hao R., Lv M., and Lu A. (2011) Biodegradation of crude oil in soil by *Bacillus subtilis* SB-1. *Current Topics in Biotechnol-ogy*, vol. 6, no 6, pp. 49-55.
- 19 Nazina T. N., Sokolova D. S., Grigoryan A. A. (2005) “*Geobacillus jurassicus* sp. nov., a new thermophilic bacterium iso-lated from a high temperature petroleum reservoir, and the validation of the *Geobacillus* species. *Systematic and Applied Microbiol-ogy*, vol. 28, pp. 43-53.
- 20 Gimatutdinov Sh. K. (1977) *Physics of oil and gas formation [Fizika neftianogo i gazovogo plasta]* M.: Nedra., pp. 269.
- 21 Youssef N., Elshahed M. S., and McInerney M. J. (2009) Microbial processes in oil fields. Culprits, problems, and opportu-nities. *Advances in Applied Microbiology*, vol. 66, no. 4, pp. 141-251.
- 22 Ivanov, M. K., Burlin Yu. K., G. A. Kalmykov, Karnyushina E. E., Korobov N. (2008) Petrophysical methods of investiga-tion core material [Petrofizicheskie metody iysledovaniya kernovogo materiala]. *Izd-vo Moskovskogo universiteta.*, vol. 141, pp. 112.
- 23 Ismailov A. A., Smailova G. J., Ismailov D. A. (2012) The composition and physico-chemical properties of produced water [Sostav i fiziko-himishiskie svoistva plastoviy vody]. *Vestnik Kazakhstanskogo-Britanskogo Tehnicheskogo Universiteta.*, vol. 138, pp. 20 – 23.
- 24 Cholovsky I. P., Bragin, Y. I., Bakin, V. V. (1997) Methodical instructions for laboratory works on course «Field Geology and hydrogeology» [Metodisheskie ukazaniya k laboratornym rabotam po kursu «Promyslovaya geologia i gedrogeologia»]. M.: Izd-vo «Neft i gas», pp. 42.
- 25 Diyashev P. N. (1984) Joint development of oil deposits [Sovmestnaya razrabotka neftianih plastov]. M.: Nedra., pp. 207.
- 26 Kashner D. (1981) The life of microbes in extreme conditions [Zhizn mikrobov v ekstremalnih usloviyah]. M.: Mir., pp. 511.
- 27 Manakova, I. N., Shantarin, V. D. (2014) The processes of sorption of phenol from water bodies after treatment in a constant electric field [Prosessi sorbsiy fenola iz vodnih ob'ektov posle obrabotky v postoiannim elektricheskom pole]. *Izd-vo «Neft i gas».*, pp. 15.
- 28 Boronin P. A., Sevastianov A. A. (2014) Using model Dykstra and Parsons to assess the efficiency of wave stimulation [Islp-zovanie modeli dikstra i parsonsa dlia osenky effektivnosti volnovogo vozdeistviya na plast]. *Izd-vo «Neft i gas».*, pp. 34 – 36.
- 29 Palashpriya Das, Soumen Mukherjee, Ramkrishna Sen. (2009) Substrate dependent production of extracellular biosurfac-tant by a marine bacterium. *Bioresource Technology*, vol. 105, no. 3, pp. 1015- 1019.
- 30 Lukyanov O. V., Shagiev A. F., Semenov A.V. (2013) New technologies in the development of carbonate reservoirs [Novie tehnologyi pry razrabotke karbonatnih kollektorov]. *Nauka i tehnologii. Razvedka i razrabotka*, vol. 142, pp. 59.