

На правах рукописи
УДК (553.79:546.14) 575.1

БАКИЕВ САИДНАСИМ АЛИМОВИЧ

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность 04.00.06 – гидрогеология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

Ташкент - 2011

Работа выполнена в Государственном предприятии «Институт гидрогеологии и инженерной геологии» имени О.К.Ланге Государственного Комитета по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан

Научный консультант: доктор геолого-минералогических наук
Пинхасов Борис Исаакович

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор, академик АН РУз
Султанходжаев Абдумубди Нигманович

доктор геолого-минералогических наук
профессор
Абсаметов Малис Кудысович

доктор технических наук, профессор,
академик АН РУз
Салимов Зокиржон Салимович

Ведущая организация: **Институт геологии и разведки
нефтяных и газовых месторождений**

Защита состоится «__» «_____» 2011 г. в __ часов на заседании
Специализированного совета Д 015.07.01 при Институте Сейсмологии им. Г.А.
Мавлянова АН РУз по адресу: 100128, Ташкент, ул. Зулфияхоним, 3.,
e-mail: hamidov_l@mail.ru;

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
Сейсмологии им. Г.А.Мавлянова.

Автореферат разослан «__» _____ 2011 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета
докт.физ.-мат.наук.

Хамидов Л.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Заключается в решении острейшей проблемы йододефицита. По оценкам международных экспертов, недостаточность йода в пищевых продуктах становится одной из самых острых проблем в ряде регионов Мира, где проживают более 1,5 млрд. чел. В целях ограничения возрастающих масштабов нехватки йода в 2002 году Генеральная Ассамблея ООН была вынуждена принять специальную программу по всеобщей ликвидации йододефицита. В регионах с резко выраженным йододефицитом наблюдается рост болезней, связанных с увеличением щитовидной железы (эндемический зоб, 760 млн. чел.), что способствует снижению интеллектуального потенциала населения (примерно у 20% жителей этих регионов). Тысячи людей страдают тяжелой формой умственной отсталости – кретинизмом. По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения, Узбекистан также входит в число стран с йододефицитом, что представляет потенциальную угрозу социально-экономической безопасности Узбекистана. В связи с этим проводимые исследования по выявлению закономерностей распространения, условий формирования промышленных йодных вод Узбекистана, оценка их запасов, а также разработка технологий извлечения йода из подземных вод является весьма своевременной и актуальной задачей.

Степень изученности проблемы. Промышленные йодные воды Узбекистана освещены в работах Л.С.Балашова, Б.А.Бедера, С.С.Бондаренко, А.С.Хасанова, А.Н.Султанходжаева, Л.А.Калабугина, В.А.Кудрякова, Т.А.Авазова, М.Г.Валяшко, Г.А.Голевой, В.В.Красинцевой, А.М.Овчинникова, А.И.Перельмана, К.Е.Питьевой, Н.А.Плотникова, Л.В.Славяновой, А.Е.Смирнова, Д.Ж.Сидыкова, Е.А.Ходжакулиева, М.В.Швеца и др.

Первые исследования подземных вод с целью поисков йодо-бромных вод в 30-х годах прошлого века проводились А.Г.Бергманом, А.И.Дзенс-Литовским (1935), А.Г.Самарцевой (1937), Б.А.Бедером (1939-1975).

С 1948г исследования Б.А.Бедера были связаны с изучением йода и брома в подземных водах в качестве нефтегазовых показателей.

С конца 50-х годов прошлого века расширяются исследовательские работы в области гидрогеологии в связи с разведкой нефтяных и газовых месторождений (Б.Б.Митгарц, Л.Е.Михайлов, Б.А.Барс, В.Н.Корценштейн и др.). В результате этих исследований накоплен огромный материал по рассолам с высокими концентрациями микрокомпонентов.

С 1967 года Узбекским гидрогеологическим трестом проводятся работы по региональной оценке и составлению карты прогнозных эксплуатационных запасов подземных промышленных вод Узбекистана (А.С.Хасанов, Г.В.Куликов, Л.А.Калабугин и др.), которые продолжаются и в настоящее время в Государственном предприятии «Институт гидрогеологии и инженерной геологии». Изучены закономерности распространения и факторы формирования промышленных йодных вод, вопросы технологии извлечения йода и других ценных компонентов из подземных вод, разработана методика расчетов технико-экономического обоснования кондиций на йод, а также

нетрадиционного применения йода (например, замена цианида натрия, используемого для выщелачивания золота, на экологически чистые йодные растворы), создана опытно-промышленная установка по извлечению йода из подземных вод. Получены опытные образцы кристаллического йода 100% чистоты, утверждены в Государственной Комиссии по запасам технико-экономические обоснования кондиций и эксплуатационные запасы промышленных йодных вод по месторождениям Гуртепа (Наманганский вилоят) и Крук (Бухарский вилоят). Проведенные исследования защищены 5 патентами и одним авторским свидетельством.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационная работа соответствует приоритетным научным направлениям Государственном предприятии «Институт гидрогеологии и инженерной геологии», выполненным в рамках Государственных заданий (1973-2009гг) пообъектных планов института по изучению, оценке и рациональному использованию промышленных, минеральных и термальных вод Узбекистана, а также в соответствии с тематическим планом Государственной научно-технической программы Государственного Комитета по координации и развитию науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан А4-054 на тему «Изменения качества йодных промышленных вод в связи с интенсификацией добычи нефти», 2006-2008гг.

Цель исследования: изучение закономерностей распространения и условий формирования промышленных йодных вод мезозой-кайнозойских отложений Узбекистана, научное обоснование гидроминеральной сырьевой базы, разработка технологической схемы извлечения йода из подземных промышленных вод и выявление новых областей промышленного использования йодных растворов, что вместе взятое является решением важной народнохозяйственной проблемы, создающей основу для организации новой добывающей отрасли промышленности, перерабатывающей нетрадиционное гидроминеральное сырье для добычи йода.

Задачи исследования:

- 1) изучение закономерностей распространения и факторов формирования промышленных подземных йодных вод Узбекистана;
- 2) разработка технологий извлечения йода из подземных вод;
- 3) создание опытно-промышленной установки по извлечению йода из подземных вод;
- 4) технико-экономическое обоснование кондиций на йодные промышленные воды;
- 5) оценка запасов промышленных йодных вод по перспективным площадям;
- 6) получение кристаллического йода.

Объект и предмет исследования: водоносные комплексы мезозой-кайнозойских отложений артезианских бассейнов (Ферганский, Сурхандарьинский, Бухаро-Каршинский и плато Устюрт) Узбекистана и подземные йодные промышленные воды.

Методы исследований: Комплексный метод исследований подземных вод, включающих теоретические обобщения и экспериментальные

исследования в лабораторных и полупромышленных условиях для разработки эффективных технологий переработки подземных промышленных вод с целью извлечения йода с использованием химических, физико-химических методов анализа подземных вод и йода.

Гипотеза исследования. Наряду с существующей седиментационной теорией формирования промышленных йодо-бромных вод, значительную роль играет поступление йодсодержащих гидротермальных растворов из глубоких горизонтов земной коры по разломам в периоды тектонической активизации и их дальнейшее концентрирование в пересыщенных газом подземных водах межструктурных понижений нефтегазоносных областей. Технологический процесс извлечения йода из промышленных вод основан на законах неорганической химии.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Геологические и гидрогеологические факторы формирования промышленных йодных вод Бухаро-Каршинского артезианского бассейна, артезианских бассейнов плато Устюрт (платформы) и Ферганского и Сурхандарьинского артезианских бассейнов (межгорные впадины) характеризуются индивидуальными чертами присущими каждому из этих бассейнов. Выражается это в особенностях литологического строения и истории геологического развития, гидрогеохимической зональности, глубинных разломов и тектонических процессов.

2. Юрские водоносные комплексы Бухаро-Каршинского артезианского практически регионально перспективны на промышленные йодные воды. В их пределах выделены наиболее перспективные горизонты.

3. Закономерности распространения и условия формирования высоких (более 100 мг/л) концентраций промышленных йодных вод в глубоких межструктурных зонах газовых и газоконденсатных месторождений связаны с пересыщенными природным газом подземными водами.

4. Техничко-экономическое обоснование промышленных йодных вод (Гуртепа, Крук). Подсчет эксплуатационных запасов промышленных йодных вод месторождений Джарчи, Гуртепа и Крук. Разработка способов и установок для извлечения йода из подземных вод.

5. Комплексное извлечение ценных компонентов из подземных промышленных йодных вод (бром, золото, скандий, литий, рубидий, цезий, стронций и др.) и эффективность использования попутных вод разрабатываемых нефтяных месторождений.

Научная новизна.

1. Установлены закономерности распространения йодных подземных промышленных вод на территории Узбекистана в мезозой-кайнозойских отложениях артезианских бассейнов платформы (плато Устюрт и Бухаро-Каршинский артезианский бассейн) и геосинклинальных областей (Ферганский и Сурхандарьинский межгорные артезианские бассейны), а также выявлены высокие концентрации йода в подземных водах межструктурных зон глубоких синклинальных прогибов (Умид) и краевых частях межгорных впадин Ферганского артезианского бассейна (Чуст-Пап), в которых в специально

пробуренных гидрогеологических скважинах выявлены высокие концентрации йода в пересыщенных газом подземных водах.

2. Выявлены условия формирования подземных промышленных йодных вод, связанных с их поступлением из больших глубин по разломам, и связи с нефтегазовыми месторождениями.

3. Разработана технологическая схема извлечения йода из подземных вод (на способ извлечения йода получен патент № IAP 01973).

4. Создана опытно-промышленная установка по добыче йода из подземных промышленных вод (получен патент на установку № IAP 01974).

5. Созданный опытно-промышленный образец йодной установки защищен патентом №.SAP 00448.

6. Установлена возможность рентабельного извлечения йода из подземных промышленных вод с содержанием йода менее 18 мг/л, что увеличивает на 26% прогнозные ресурсы йодсодержащих вод.

7. Установлена закономерность повышения концентрации золота и скандия в маточных растворах после извлечения йода, концентрации этих элементов в 10-20 раз выше нижних пределов технологических требований для их извлечения из растворов.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Обоснована приуроченность повышенных концентраций йода в промышленных водах к зонам развития газовых и газоконденсатных месторождений и глубинным разломам; установлена целесообразность извлечения йода как из несодержащих (Гуртепа), так и содержащих (Ханкыз и Крук) органику подземных вод; доказана целесообразность использования промышленных вод с содержанием йода менее 18 мг/л; доказана экономическая целесообразность использования в качестве промышленных йодных вод попутных вод разрабатываемых нефтяных месторождений; выявленные закономерности распространения и условия формирования промышленных йодных вод обосновывают гидроминеральную сырьевую базу для создания йододобывающей промышленности в Узбекистане; разработанные технологии и установки для извлечения йода из подземных вод внедрены на месторождениях Гуртепа и Ханкыз (ООО «Олтин сув») и Крук (ООО «Бухара йод»); патент на технологическую установку для извлечения йода из подземных вод демонстрировался на Международной выставке в Куала – Лампуре (Малайзия, 9-12 декабря 1997 г); новые инвестиционные возможности гидроминеральных сырьевых ресурсов Узбекистана, в частности, добыча йода были продемонстрированы на отраслевых и региональных выставках «Минерально-сырьевой потенциал Республики Узбекистан» (Госкомгеологии РУз , 2007 г.), на первой Республиканской промышленной ярмарке в НВК «Узэкспоцентр» (ноябрь 2007 г), на «Инновационной ярмарке идей и проектов, 2008 и 2009 гг»; на организацию добычи, переработку и реализацию йода получены все разрешительные документы (лицензии, сертификаты, заключения, экспертизы и т.д.); проведенными экспериментальными исследованиями доказаны высокая рентабельность и экономическая эффективность использования экологически чистых йодных растворов для

выщелачивания золота и серебра взамен используемого в настоящее время цианида натрия; проведенные исследования позволяют рассматривать проблему формирования промышленных йодных (йодо-бромных, рубидиевых, цезиевых, стронциевых, ряда редких, редкоземельных элементов, благородных металлов (золото, серебро), рения, ниобия, тантала, скандия и других ценных компонентов и их соединений) подземных вод, разработку технологических схем извлечения и организацию их добычи как новое перспективное научное направление в современной гидрогеологии Узбекистана.

Реализация результатов. Результаты исследований и рекомендации использованы:

- при составлении методических рекомендаций по изучению гидроминерального сырья на площадях, разведываемых на нефть и газ. Ташкент, 1988г;

- при составлении «Инструкции по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям промышленных вод». Т., 1994г;

- при составлении «Инструкции о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ Республики Узбекистан материалов по подсчету эксплуатационных запасов лечебных минеральных, промышленных и теплоэнергетических подземных вод». Т., 1994г;

- при разработке методических рекомендаций по поискам и разведке месторождений подземных минеральных и промышленных вод. Т., 2008г.;

- полученные результаты использованы при составлении: Карты минеральных, термальных и промышленных вод Средней Азии, Южного и Юго-Западного Казахстана масштаба 1:1000000 (Мингео СССР, г. Ташкент, 1987г.); Карты прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов промышленных вод СССР (Узбекская территория) масштаба 1:2500000 (Мингео СССР, ВСЕГИНГЕО, 1986г.); Геоэкологической карты Узбекистана масштаба 1:1000000 (Госкомгеология РУз, г. Ташкент, 1998-1999гг); Промышленные воды Узбекистана. Масштаб 1:2500000 (Госкомгеология РУз «Узбекгидрогеология», г. Ташкент, 2006г);

- разработанные способы извлечения йода и установка использованы Шорсуйским горно-химическим комбинатом и СКБ «ГИДРОГЕОТЕХНИКА». Новизна технологических решений защищена авторскими свидетельствами и патентами.

- результаты исследования используются в учебном процессе Национального Университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека при чтении лекций по профилирующим дисциплинам для бакалавров и магистров по специальности «Гидрогеохимия» (5А 441102) и «Гидроминеральные ресурсы» (5А 441104).

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались автором и получили одобрение на: Всесоюзном гидрогеологическом совещании. Гидрогеохимические поиски месторождений полезных ископаемых (Томск, 1986); Международном симпозиуме «Итоги эпидемиологических исследований по йододефициту в Республике Узбекистан (Ташкент, 1998);

Международной конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем – обезвреживание отработанных растворов опытно-промышленной йодной установкой» (Уфа, 2002); Научно-практической конференции «Проблемы рудных месторождений и повышение эффективности геологоразведочных работ» (Ташкент, 2003); Международной научно-практической конференции «Создание систем рационального использования поверхностных и подземных вод бассейна Аральского моря» (Ташкент, 2003); Республиканской научно-практической конференции «Техносфера, человек и микроэлементы» (Ташкент, 2004); Научно-практической конференции, «Водоснабжение, инженерная гидрогеология» (Москва, 2004); Международной конференции «Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии» (Минск, 2005); Международной научно-практической конференции «Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана (Алматы, 2008); The six international conference modern problems of nuclear physics (Tashkent, 2006); IX Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, 2009); The seventh international conference modern problems of nuclear physics (Tashkent, 2009); Criteria of an estimation of Uzbekistan uraniferous regions U2009, Global Uranium Symposium. (Keystone, Colorado, USA, 2009); The stratigraphic position, metamorphism and ore bearing of black shales of the middle and southern Tien Shan. The Fifth International Conference on Geology of Tethys. (Qena, Egypt, 2010); The using of associated water of oil fields for production of uranium and other related elements ore. Bulletin of the Tethys Geological Society. (Cairo, Egypt, 2011). Development of the neutron activation technique for mercury dermination and its application for search of new fields of hydrocarbon raw materials (Tashkent, 2010); Перспективы использования попутных вод при добычи нефти на нефтяных месторождениях Узбекистана. Международная конференция по инновационным технологиям в Ташкенте. (Ташкент, 2010).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликованы всего 58 научных работ. Основное содержание работы изложено в 2х монографиях, 10 журнальных статьях, в том числе 2 в зарубежных изданиях, в пяти патентах РУз и одном авторском свидетельстве.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из трех глав в том числе введения, одиннадцати подглав и заключения, изложенных на 230 страницах, включая 14 рисунков, 23 таблицы, 254 наименований использованной литературы.

Автор признателен научным консультантам А.С.Хасанову и Б.И.Пинхасову, Б.А.Бедеру, Л.С.Балашову, Л.А.Калабугину, С.С.Бондаренко, А.Ф. Назарову, М.А. Афанасьеву советы и рекомендации которых в разное время способствовали завершению диссертации. В техническом оформлении диссертации автору также оказывали помощь С.А. Арипов, Р.Б. Умаров, Т.А. Гафуров, Л.И. Ежова, Е.П. Мясоедова, М. Крыкбаева, Т.В. Кулагина, Д.Х. Джуманов. Всем вышеперечисленным, и коллективу ГП «Института ГИДРОИНГЕО» автор выражает глубокую и искреннюю благодарность.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость проведения исследований в данном направлении, определены цели и задачи, сформулированы защищаемые положения, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований.

В первой главе рассмотрены геолого-гидрогеологические факторы формирования промышленных йодных вод. Основным источником промышленного получения йода являются йодо-бромные и йодные подземные воды. Частично йод получают из морских водорослей, маточных рассолов, чилийской селитры. В воздухе и атмосферных осадках йод содержится в ничтожном количестве. По данным А.П.Виноградова, (1934, 1939, 1967 гг), среднее содержание йода в воздухе над сушей составляет 1×10^{-8} г/м³. Несколько больше (5×10^{-7} г/м³) содержится йода в воздухе над океаном. Наибольшее его количество (до 5×10^{-6} г/м³) наблюдается в воздухе над теплыми морями, в районе скопления выброшенных на берег морских водорослей. Это указывает на то, что в атмосферу йод поступает в результате окисления йодидов кислородом воздуха. Основным источником йода в воздухе внутриконтинентальных областей являются почвы, содержащие йодиды, постепенно окисляясь кислородом воздуха до элементарного йода, поступают в атмосферу. Кроме того, некоторая часть йода приносится с воздушными массами с океана. В почву йод возвращается с атмосферными осадками или путем его биогенной аккумуляции из воздуха растениями и животными. Содержание йода в речных и пресных грунтовых водах по данным многих авторов, варьирует в широких пределах – от $n \times 10^{-6}$ до $nx10^{-8}$ % (А.И.Мун, 1959, 1962 гг). Это, в основном, зависит от содержания йода в дренируемых породах. Повышенное содержание йода наблюдается в водах рек, в бассейнах которых имеются породы морских отложений и почвы, богатые этим галогеном (черноземы, каштановые почвы и др.). Недостаток йода в питьевой воде в значительной мере определяет эндемию зоба. Повышенная эндемия зоба наблюдается в горных районах, где речные воды, почвы и растения обеднены йодом. Воды пресноводных озер содержат йод приблизительно в таком же количестве, как речные и грунтовые.

По данным А.П.Виноградова (1967 г) йод содержится во всех почвах. Его концентрация колеблется в очень широких пределах и зависит от многих факторов. Наиболее богаты йодом торфяно–болотные и черноземные почвы с большим содержанием гумуса. Среднее содержание йода в морской и океанической воде, по данным многих авторов, составляет 5×10^{-6} % (0,05 мг/л). Содержание йода в морских водах зависит от их солености.

В животных организмах, как и в растениях, йод накапливается различно. Так, содержание йода в организме человека около 25 мг. Йод, в основном, входит в состав гормонов щитовидной железы: тироксина и йодтирозина, контролирующих важные физиологические функции организма. Наиболее богаты йодом морские организмы: рыбы, губки, кораллы, черви и др. Среднее

содержание йода в них составляет $n \times 10^{-4}\%$ и определяется концентрацией йода в планктоне, которым они питаются.

В кругообороте йода в природе подземные воды имеют большое значение. В подземных водах, особенно в водах глубоких горизонтов, наблюдаются его наибольшие концентрации. Если грунтовые и неглубоко залегающие артезианские воды содержат его незначительное количество (в пределах 0,1-1,0 мг/л), то в глубоких водах, особенно нефтегазоносных бассейнов, содержание йода достигает 100 мг/л и более (Кудельский А.В., 1970). В связи с этим основное внимание исследователей при изучении гидрогеохимии йода уделялось водам нефтегазоносных бассейнов, характеризующихся большой мощностью осадочных пород. Рассмотрение особенностей поведения йода в подземных водах в зависимости от их минерализации, ионно-солевого и газового состава показало, что достаточно четкие корреляционные взаимоотношения между йодом и ионом аммония и водорастворенным органическим веществом.

Содержание йода в магматических породах незначительно и колеблется в пределах $1 \times 10^{-6} - 10^{-5}\%$, наименьшее в ультраосновных породах (Виноградов А.П., 1962). В осадочных породах содержание йода выше и в среднем составляет $1 \times 10^{-4}\%$. Наименьшими концентрациями йода отличаются песчаники. Особенно высокое содержание йода отмечено в битуминозных породах: кукерските из месторождений Кохтла-Ярве оно достигает $2,4 \times 10^{-2}\%$ (Кудельский А.В., 1976). Приводится анализ существующих гипотез формирования йодных вод. При написании главы в основу были положены проработки А.В.Кудельского (1970), В.Кирюхина, В.М.Швеца (1980), А.С.Хасанова, Л.А.Калабугина (1983). Повышенные концентрации йода приурочены к рассолам и соленым водам. Происхождение соленых вод и рассолов на сегодняшний день - вопрос дискуссионный в гидрогеологии. Высокоминерализованные воды и рассолы формируются главным образом, в результате седиментации в водоемах маточных растворов, растворения и выщелачивания солей, образовавшихся в тех же бассейнах (Валяшко и др., 1965 г.), (Зайцев, 1968 г.). Минерализация до 35 г/кг объясняется седиментогенезом в морских бассейнах нормальной солености, до 70 – 80 г/кг - доломитовой стадией галогенеза в осолоняющихся бассейнах, до 140г/кг - гипсовой стадией, до 270 г/кг - галитовой, до 350 г/кг и более карналитовой и бишофитовой в солеродных бассейнах (Зайцев, 1967 г.). Эти рассолы в пластах пород образуются за счет седиментационных рассолов, погрузившихся с породой, а также при благоприятных условиях в результате их инфильтрации в породы прибрежной зоны из солеродных бассейнов.

При формировании подземных вод накопление йода в них обусловлено длительной геологической историей развития территории. В течение геологического времени водоносные комплексы пермо-триасовых, юрских и нижнемеловых отложений плато Устюрт испытывали погружение, территория была покрыта морем, что и определило гидрогеологическую обстановку. В эти периоды формировались седиментационные воды (Сыдыков и др., 1970 г.). Подземные воды находились в условиях слабого движения без влияния

атмосферных осадков, что отразилось на их химическом составе - увеличении концентраций хлора, натрия, кальция и микрокомпонентов. Химический состав подземных вод отложений пермо-триаса, юры и нижнего мела - хлоридный натриево-кальциевый. Минерализация увеличивается в направлении погружения водоносных комплексов, т.е. к прогибам и вниз по разрезу. В этом же направлении повышается концентрация йода.

Территории Бухаро-Каршинского региона и Сурхандарьинской впадины в течение длительного геологического развития в мезозое и палеогене были тесно связаны. В неоген-четвертичное время произошло преобразование юго-западных отрогов Гиссара в мегантиклиналь (Бабаев, 1966 г.). Палеогидрогеологические условия Бухаро-Каршинского артезианского бассейна описаны А.А.Карцевым, Я.А.Ходжакулиевым, М.И.Субботой (1963), Е.А.Барс, В.В.Печерниковым (1966), А.С.Хасановым и др. (1971 г.), Г.В.Куликовым и др. (1971 г.) и др.

Со среднеюрского времени до олигоцена в Бухаро-Каршинском артезианском бассейне шли накопление и метаморфизация преимущественно морских седиментационных вод. Намечалась тенденция к перемещению вод, в основном, из наиболее погруженных частей бассейна к его окраинам и снизу вверх по разломам, т.е. господствовал элизионный режим водообмена. С олигоцена начинают проникать инфильтрационные воды, которые почти не коснулись юрского комплекса, но затронули нижнемеловой, в основном, в пределах Бухарской ступени, где по сравнению с Чарджоуской сформировались преимущественно грубозернистые породы с хорошими фильтрационными свойствами. И.К.Зайцев, Н.И.Толстихин (1972) полагают, что артезианские бассейны платформ за геологическое время полностью не промывались инфильтрационными водами, а пресные, сформированные в континентальные периоды, смешивались с водами последующих морей. Как видно из истории развития Бухаро-Каршинского артезианского бассейна, морская вода, захороненная в морских осадках, - основной источник формирования состава подземных вод. Море, существовавшее со средней юры до кимериджского века, было нормальной солености. В кимеридж-титоне контуры моря сокращаются, увеличивается соленость, т.е. формируется солеродный бассейн и возникают благоприятные условия для садки солей. Таким образом, начиная со средней юры до кимериджского времени, происходило захоронение морских седиментационных вод. При уплотнении осадков отжимаемые соленые воды просачивались в проницаемые континентальные отложения нижней и средней юры. В пределах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна наблюдается ясно выраженная вертикальная и горизонтальная гидрогеохимическая зональность, т.е. закономерный переход от соленых вод к рассолам в сторону Чарджоуской ступени и вниз по разрезу мезозойско-кайнозойских отложений. В этом же направлении увеличивались концентрации йода в подземных водах.

Гидрохимическая зональность соответствует региональной гидродинамике, где сказывается влияние инфильтрационных вод, минерализация подземных вод и содержание йода в них незначительное, увеличиваются натрий-хлорный и хлор-бромный коэффициенты. Химический

состав вод юрского комплекса изменяется от хлоридно-сульфатного натриевого, натриево-кальциевого в пределах юго-западных отрогов Гиссара до хлоридного натриево-кальциевого, почти повсеместно распространенного в породах различных литологических типов. Наиболее крепкие и метаморфизованные рассолы приурочены к району развития галогенных отложений (Чарджоуская ступень).

В пределах Бухарской ступени минерализация вод уменьшается, концентрация йода снижается. По величине хлор-бромного коэффициента выделяются воды выщелачивания солей, что можно объяснить влиянием вод со стороны горного обрамления. Это подтверждается также гидродинамическими условиями и изотопными исследованиями (Д.С.Ибрагимов, 1990 г.). Максимальное значение концентраций изотопов отмечено на Чарджоуской ступени. Следовательно, воды с повышенными концентрациями йода - седиментационные рассолы морского генезиса.

Соляно-гипсово-ангидритовая толща верхней юры (гаурдакская свита) - верхний региональный водоупор для юрского водоносного комплекса Бухаро-Каршинского артезианского бассейна. Галогенные отложения обязаны происхождением концентрированию в аридных условиях большого количества морской воды. Высокая пластичность солей делает их залежи компактными, невлагоемкими и даже водоупорными. В то же время на некоторых структурах в соленосной толще вскрыты весьма крепкие и предельно насыщенные рассолы. По величине минерализации (более 350 г/кг) они соответствуют карналлитовой и бишофитовой стадиям галогенеза.

Отложения нижнего мела с повышенным содержанием йода вскрыты, в основном в пределах Чарджоуской ступени, а также на некоторых структурах (Янгиказган, Аладагир) Бухарской. Воды нижнемелового комплекса в северной и северо-восточной частях Бухарской ступени менее минерализованы, чем юрского. Это преимущественно соленые и переходные от соленых к рассолам воды со средним по разрезу значением минерализации от 1 до 33 г/л. Натрий-хлорный коэффициент, в основном, более 0,87. Содержание йода в воде незначительное. Гидродинамические условия, минерализация и химический состав вод, натрий - хлорный коэффициент свидетельствуют о влиянии инфильтрационных вод со стороны горного обрамления. Благодаря лучшим фильтрационным свойствам нижнемеловых отложений по сравнению с юрскими, инфильтрационные воды со стороны гор проникают на большее расстояние во внутреннюю часть бассейна. Минерализованные воды хлоридного натриево-кальциевого состава нижнемеловых отложений развиты в пределах Чарджоуской ступени и на северо-западе Бухарской.

Высокоминерализованные воды надсоленосного нижнемелового комплекса в пределах Чарджоуской ступени, где по гидрогеологическим условиям возможна их сохранность, можно рассматривать как седиментационные. В неокомском веке существовали континентальные условия, в аптском – соленые морские, и характерные для континентальных условий воды захоронились в периоды существования пресноводного бассейна. В альбском веке был морской режим, причем в среднеальбском по всей

территории бассейна в условиях восстановительной обстановки накапливалась мощная толща глин (Барс, Печерников, 1966 г.). Эти глины служат верхней водоупорной кровлей для нижнемелового водоносного комплекса. Таким образом, в апте и альбе формировались морские седиментационные воды. В процессе седиментации их минерализация и метаморфизация увеличивались. Натрий-хлорный коэффициент вод нижнемеловых отложений в пределах Чарджоуской ступени не более 0,87. Воды с повышенными концентрациями йода по величине хлор-бромного коэффициента в большинстве случаев следует считать водами, производными остаточной рапы морских озер. Рассолы надсоленосного нижнемелового водоносного комплекса по величине хлор-бромного коэффициента чаще относятся к рассолам выщелачивания солей, т.е. их состав формируется под влиянием соленосной толщи. Это, вероятно, можно объяснить и результатом смешивания седиментационных морских вод с водами коллекторов, сформировавшимися в континентальный период неокома и апта и сохранившимися на участках с застойными условиями.

Региональные разломы, вызывающие нарушения сплошности пород и распространяющиеся на большие глубины, имеют важное значение для разгрузки рассолов. В тектонических разломах, пересекающих разные водоносные горизонты, накапливаются воды различного состава. Разломы, секущие соляные отложения, сильно влияют на состав вод, приуроченных к ним.

Палеогеографический очерк Сурхандарьинской впадины и палеогидрогеологические условия бассейна даны Л.С.Балашовым (1960 г.), С.Талиповым (1964 г.) и др. В юрском и меловом периодах подземные воды Сурхандарьинского артезианского бассейна формировались как часть обширной Амударьинской водонапорной системы, а, начиная с палеоген - неогена, они развивались обособленно. В пределах Сурхандарьинской впадины с юры до начала олигоцена существовали преимущественно морские и лагунно-морские условия. В гидрогеологической истории Сурхандарьинской впадины С.Талипов (1970) выделяет три цикла: юрский, меловой, палеоген-неогеновый. В этих циклах преобладал элизионный режим водообмена. Влияние инфильтрационных вод на формирование было незначительным, поэтому, в основном, распространены седиментационные. Воды в конце олигоцена и неогена на данной территории море полностью отступает, поднимается горное обрамление, погружается центральная часть и накапливаются мощные толщи красноцветных континентальных осадков. Мощные толщи континентальных отложений обеспечивают преобладание элизионного водообмена в водоносных горизонтах. Л.С.Балашов (1960) указывает, что до начала четвертичного периода отложения верхнего мела и палеогена не были собраны в складки и были закрыты для инфильтрационных вод, проникновение которых началось в конце неогена – начале четвертичного периода, когда образовались основные структурные элементы. При развитии Сурхандарьинской впадины вместе с водовмещающими породами при тектонических движениях на большую глубину опускаются погребенные воды, где они подвергаются повышенным давлению и температуре. Начинается миграция седиментационных вод. При

этом изменяется их солевой и газовый состав. По химическому составу, величине rNa/rCl и гидродинамической обстановке воды альб-сеноман-туронского комплекса являются седиментационными при элизионном режиме водообмена. При величине хлор-бромного коэффициента их следует считать рассолами выщелачивания солей. Это, вероятно, можно объяснить тектонической подвижностью впадины. Как указывают И.В.Гарманов, Л.С.Балашов (1968 г.), начало формирования гидрогеохимической зональности Сурхандарьинского бассейна относится к границе неогена и четвертичного периода, т.е. ко времени образования основных структурных элементов и продолжается до настоящего времени. Во внутренних антиклинальных структурах глубокие соленые воды по ослабленным зонам перетекают в вышележащие горизонты.

В Сурхандарьинской впадине тектонические движения (Тетюхин, 1969 г.) могли повлиять на миграцию подземных вод, изменить гидростатическое давление, привести к миграции седиментационных вод, выщелачиванию соленосной толщи, изменению минерализации подземных вод, перераспределению различных типов вод и изменению соотношений компонентного состава.

В отложениях сенон-палеоцена минерализованные хлоридные натриево-кальциевые воды приурочены к центральной и юго-западной частям артезианского бассейна (Ляльмикар, Хаудаг, Кокайты, Каракурт). В них отмечается повышенное содержание йода, натрий-хлорный коэффициент равен 0,73-0,81 воды, метаморфизированные. По величине хлор-бромного коэффициента эти воды – преимущественно производные остаточной рапы морских озер. В юго-восточной части впадины и ближе к горному обрамлению в составе вод увеличивается содержание SO_4 , HCO_3^- а также значение натрий-хлорного коэффициента. Исходя из гидродинамической обстановки комплекса можно сделать вывод, что воды движутся со стороны Душанбинского артезианского бассейна, а на юго-востоке - от горного обрамления. В пределах структур Ляльмикар, Хаудаг, Учкизыл возможна разгрузка вод комплекса в алайские слои. Антиклинальные структуры являются как бы участками дренажа, куда напорные воды поднимаются из погруженных частей бассейна по тектоническим нарушениям и проницаемым водоносным горизонтам за счет геостатического давления вышележащих толщ и гидродинамического напора. В водах алайского возраста отмечено повышенное содержание йода. Минерализация, состав вод и натрий-хлорный коэффициент указывают на влияние инфильтрационных вод. Воды двигаются со стороны горного обрамления. В центральной части бассейна на отдельных положительных структурах возможна разгрузка в вышележащие горизонты.

Помимо описанных выше точек зрения о промышленных йодсодержащих рассолах, как глубоко метаморфизированных водах морского генезиса, существует мнение об их внедрении с больших глубин в толщу мезозоя в период интенсивных тектонических процессов (Ибрагимов, Гаврилюк, Бакиев, Калабугин, 1990 г.). Таким образом, рассолы, обогащенные йодом, бромом, бором, редкими щелочными элементами могут быть выведены в верхние зоны

земной коры и на поверхность из земных недр, включая мантию, по глубинным разломам. Формирование крепких рассолов с высокими концентрациями брома, бора, йода, редких щелочных элементов, развитых в терригенной и карбонатной юре Амударьинской впадины, не может быть объяснено только за счет метаморфизации вод морского генезиса (поровых растворов) или выщелачивания солей гаурдакской свиты, начиная с неогенового периода. Мы полагаем, что по сети глубинных разломов в отложения юры поступают высокоминерализованные рассолы, обогащенные микрокомпонентами, которые вытесняют и смешиваются с имеющимися в пластах седиментационными водами. Геологосъемочными и геофизическими работами в Западном Узбекистане выявлена сеть разломов. Выделены три группы разломов глубокого заложения. Под глубинными (первая группа) понимаются разломы, проникающие до базальтового слоя или даже до мантии. Они большой протяженности, значительной ширины, рельефно выражены на поверхности земли. Вторую группу составляют разломы малых глубин небольшой протяженности, возникшие в мезозое и начале кайнозоя. Третья группа разломов проявилась в неотектоническом этапе развития земной коры. Они формировались в пределах зон ранее возникших глубинных разломов.

Исследованиями Института геологии и геофизики АН УзССР им. Х.М.Абдуллаева глубинного строения земной коры территории Узбекистана, являющимися частью международного «Геодинамического проекта» (1963-1968 и 1971-1974) И.Х.Хамрабаевым, М.А.Ахмеджановым, С.Т.Бадаловым, О.М.Борисовым, Е.М.Бутовской, Ф.Х.Зуннуновым, И.А.Кензиным, В.А.Паком установлены следующие факты: профили Фараб-Бабатаг, Фараб-Тамдыбулак пересекают Чарджоускую тектоническую ступень, Бухаро-Хивинский борт Амударьинской впадины, Бешкентский прогиб, юго-западные отроги Гиссара и Сурхандарьинскую мегасинклинали. Глубина залегания палеозойского фундамента вдоль профиля изменяется в широких пределах, достигая 10 км в Сурхандарьинской мегасинклинали, 7 км – в Бешкентском прогибе и первых сотен метров – в осевой части юго-западных отрогов Гиссара. Рельеф поверхности Мохо достаточно расчленен. Самое высокое ее положение отмечается на склонах Чарджоуского поднятия и сводовой части Денгизкульского (38-40 км от поверхности земли). По имеющимся материалам, гидродинамические, гидрогеохимические и гидрогеотермические аномалии (повышенные градиенты и тепловые потоки) в подсолённой толще Амударьинской впадины фиксируются вдоль Лянгаро-Караильского (структуры Кызылча, Караиль и рядом расположенные – Адамташ, Гумбулак), Бухаро-Каршинского (Мубарекская группа структур), локального Денгизкульского (Денгизкульское поднятие) и других разломов.

Поступающие из глубин рассолы легче разгружаются в карбонатные отложения, чем в песчаники. На Северном Уртабулаке в карбонатной юре зафиксированы рассолы с максимальной минерализацией (более 250 г/л) с максимальным и наиболее полным комплексом микрокомпонентов и более высокой температурой по сравнению с окружающими водами того же горизонта. Активная гидродинамика фиксируется образованием нефтяного

месторождения (движение флюида). Мощная толща покровных солей благоприятствует сохранению в пределах структуры нефти и промышленных вод. Высокую концентрацию рубидия и цезия, по мнению Л.С.Балашова, Г.К.Павленко, можно рассматривать как индикатор наличия глубинного разлома. Возможность гидравлической связи между водоносными комплексами юры и нижнего мела, где в настоящее время распространены рассолы, многими исследователями (А.С.Хасанов, В.А.Кудряков, В.Н.Пашковский, В.С.Щеглов и др.) допускается по величинам перепада пластовых давлений. Действительно, на большей части Амударьинской впадины юрские комплексы (подсоленосные) обладают более высоким энергетическим потенциалом по сравнению с водоносным комплексом неоком-апта. Так, разность потенциалов в пределах Бешкентского прогиба и Денгизкульского поднятия достигает 50-250 атм.

Мы полагаем, что совместное увеличение минерализации и содержания микрокомпонентов рассолов подсоленосной толщи происходит за счет поступления более крепких рассолов из более глубоких участков земной коры, а надсоленосной – рассолов из толщи юры и межсолевых линз.

Гидродинамическая и гидрогеохимическая обстановки водоносных комплексов и горизонтов Ферганы, в которых распространены рассолы, А.Н.Султанходжаевым объясняется следующим образом. - Гидродинамическая обстановка среднего и нижнего структурно-гидродинамических этажей формируется в условиях интенсивного воздействия современной инфильтрации по периферии бассейна и процессов элизионного отжима в его центре. Цепь антиклинальных поднятий, создающих адырную зону, рассматривается как область местной разгрузки обоих потоков. Этим и объясняется многообразие минерализации и химического состава подземных вод адырной зоны наиболее изученных в гидрогеологическом отношении глубоких водоносных горизонтов Ферганы. Иными словами, пестрота минерализации и состава (микро и макро) определяется различным соотношением инфильтрационных (пресных) и седиментационных (соленых и рассольных) подземных вод в различных зонах адырной полосы, разных частях отдельно взятой структуры.

Исходя из палеогидрогеологических условий Ферганского артезианского бассейна (Султанходжаев, 1972), можно утверждать, что в юрских, меловых, палеогеновых и нижнемеловых водоносных горизонтах сохранился седиментационный режим. В результате Чимионской фазы складчатости в послесохское время и до настоящих дней проникновение инфильтрационных вод усилилось. Особенно это проявилось к центру водонапорной системы по меловым и юрским отложениям. В образованиях палеогена и нижнего неогена зона проникновения инфильтрационных вод сужена и ограничивается адырной зоной Северной и Южной Ферганы. Геохимические свойства йода и брома различны, что объясняется физико-химическими особенностями их атомов. И.К.Зайцев (1968) указывает на различные источники йода и брома в подземных водах. Для йода – это преимущественно органическое вещество, для брома – соленосные толщи.

Ниже рассматриваются возможные источники обогащения подземных вод йодом.

Первоисточником поступления йода считается органическое вещество (Митгарц, 1956 г.); (Балашов, 1960 г.); (Самарина, 1962 г.); (Овчинников, 1970 г.); (Карцев, 1972 г.); (Посохов, 1965 г.); (Бедер, 1968 г.); (Поливанова, 1968 г.); (Щербаков, 1968 г.); (Ковалев, Кулакова, 1968 г.); (Букова и др., 1969 г.); (Питьева, 1969 г.); (Смирнов, 1969 г.); (Кудельский, Козлов, 1970 г.); (Перельман, 1972 г.); (Зайцев, Толстихин, 1972 г.); (Шишкина, 1974 г.); (Кириухин, Швец, 1989 г.); (Хасанов, Калабугин, 1983 г.); (Ибрагимов, Гаврилюк, Бакиев, Калабугин, 1999 г.). Самые высокие содержания йода в подземных водах выявлены в пределах структур, в строении которых участвуют рифовые известняки, обогащенные по сравнению с другими осадочными породами йодом, что отмечается Л.В.Славяновой и М.С.Галицыным (1970) для подземных вод Прикаспийской впадины.

Рассмотрим условия накопления йода в подземных водах исследуемых регионов. В абсолютных величинах его намного меньше брома. На плато Устюрт подземные воды с повышенным содержанием йода относятся к водам, производными остаточной рапы морских озер (Cl/Br) при отсутствии водообмена с дневной поверхностью ($r\text{Na}/r\text{Cl}$). Их распространение, в общем, совпадает с бромными. Повышенное содержание связано с метаморфизированными концентрированными водами в условиях затрудненного водообмена закрытых гидрогеологических структур. Один из источников накопления йода в подземных водах – органическое вещество пород, разлагающееся под влиянием повышенных температур и давления. Наибольшее количество органического вещества в породах плато Устюрт приурочено к структурам, расположенным в прогибах Агьин, Шахпахты и др. Аналогичная закономерность наблюдается для йода в подземных водах. В водах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна концентрации йода увеличиваются аналогично брому с ростом минерализации ($\text{Na}^+ + \text{K}$), Ca^+ , Mg^+ , Cl^- и уменьшением SO_4^{2-} коэффициентов $r\text{Na}/r\text{Cl}$, Cl/Br .

На основании произведенного корреляционного анализа связь концентрации йода выявлена с минерализацией, ($\text{Na}^+ + \text{K}$), Ca^+ , Mg^+ , Cl^- , $r\text{Na}/r\text{Cl}$, Cl/Br , pH. Зависимость йода от минерализации оценивается как тесная. Между концентрациями йода и SO_4^{2-} зависимость не выражена.

Распространение повышенных концентраций йода в водах, в общем, совпадает с повышенным количеством брома. Наибольшее содержание йода отмечается в маточных рассолах соленосной толщи кимеридж-титона. Все это может свидетельствовать о схожих путях накопления йода и брома в подземных водах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна за счет концентрирования и метаморфизации седиментационных морских вод. Высокие содержания йода в маточных рассолах соленосной толщи можно объяснить тем, что благодаря высокой пластичности соли являются надежным экраном, препятствующим его улетучиванию из рассолов при их концентрировании. На обогащение подземных вод йодом сильно влияет органика. Наиболее повышенные концентрации йода в водах юрского комплекса отмечаются в пределах структур Хаузак, Денгизкуль, Уртабулак где, по данным В.Ф.Ильина и др. (1969), предполагается распространение рифовых

построек. Для брома такие закономерности не наблюдаются. Общее содержание водорастворимых органических веществ в водах мезозоя по величине органического углерода равно в среднем 56 мг/л и достигает сотен миллиграммов на литр, увеличиваясь вниз по разрезу и при переходе от Бухарской ступени к Чарджоуской. В этом же направлении увеличиваются концентрации йода в рассолах. В пределах Чарджоуской ступени в отложениях юрского возраста наблюдается восстановительная и резко восстановительная обстановки. В отложениях нижнего мела преобладает слабовосстановительная и восстановительная среда. Наибольшее количество органического вещества в породах характерно для резко восстановительной обстановки. В восстановительных условиях захороненные морские организмы подвергаются биохимическому разложению и накопленный в них йод переходит в раствор. Этот процесс сильнее проявляется в непроточных закрытых частях артезианских бассейнов. В пределах Чарджоуской ступени наибольшие концентрации йода приурочены к водам отложений юры, где выделяется резко восстановительная обстановка и наблюдается застойный режим подземных вод. Повышенное содержание йода отмечается в нефти. По данным С.А.Пунановой (1972), в нефти, приуроченной к отложениям юры, его содержится 54 мг/л, мела – 76 мг/л. Таким образом, повышенные концентрации йода в рассолах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна накапливались за счет концентрации и метаморфизации седиментационных морских вод и разложения органического вещества пород.

В водах Сурхандарьинского артезианского бассейна наблюдается обратная зависимость концентраций йода от брома. Зависимости йода от минерализации вод, содержания ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$), Ca^+ , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- и коэффициентов $r\text{Na}/r\text{Cl}$, Cl/Br не наблюдается. Повышенные концентрации йода отмечены как в хлоридных натриево-кальциевых водах альб – сеноман – туронского комплекса, так и в хлоридно-сульфатных натриевых водах алайского. По гидродинамической обстановке воды альб – сеноман – туронского комплекса седиментационные при элизионном режиме водообмена, а алайского подвержены влиянию инфильтрационных вод. На это также указывают минерализация, состав вод и значения натрий-хлорного коэффициента. Все это свидетельствует о том, что характер обогащения вод йодом иной, чем бромом. Воды, обогащенные йодом, неоднородны по генезису. К их числу относятся воды морского, смешанного и инфильтрационного происхождения, т.е. йод в подземных водах накапливается в процессе концентрирования морских вод и выщелачивания солей. Происхождение повышенных концентраций йода в подземных водах можно объяснить за счет разрушения органического вещества пород. Таким образом, в пределах Сурхандарьинского артезианского бассейна основным источником повышенных концентраций йода в подземных водах можно считать органическое вещество пород.

По данным С.А.Бакиева (1989, 1995, 1998 г.г.), наиболее высокие концентрации йода вскрыты специальными глубокими гидрогеологическими скважинами, пробуренными на эксплуатируемом нефтегазовом месторождении

Умид (концентрация йода 73-103 мг/л) и месторождения Чуст-Пап участок Уйгурсай, где концентрация йода составляет 46-52 мг/л. Высокие концентрации йода связаны с пересыщенными газом подземными водами и приурочены к межструктурным синклинальным зонам. Следует отметить, что почти все эксплуатируемые йодные заводы Японии используют для добычи йода аналогичные подземные воды (т.е. пересыщенные газом). Газовый фактор этих вод изменяется от 2 до 7,2 м³/м³.

Рассмотрены закономерности формирования и распространения промышленных йодных вод.

Наибольшие из известных в настоящее время содержания йода в подземных водах приурочены, как правило, к нефтегазоносным бассейнам, в связи с чем В.И. Вернадский (1934 г.) считал йод характерным микрокомпонентом вод нефтяных месторождений.

Изучением стратиграфии и литологии покровных отложений территории Бухаро-Каршинского артезианского бассейна занимались П.П.Чуенко (1931 г.), Е.А.Жукова, С.И.Ильин (1937 г.), С.Н.Симаков (1952 г.), Т.А.Сикстель (1955,1960,1964 г.г.), Ю.М.Кузичкина (1958 г.), В.Д.Ильин (1959 г.), А.Г.Бабаев (1959,1961,1962, 1963 г.г.), К.А.Сотириади (1961,1964 г.г.), В.И.Троицкий (1958,1962 г.г.), Д.С.Ибрагимов (1965 г.), Т.И.Бурцева и др. (1969 г.).

В геологическом строении региона участвуют триасовые, юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения, образующие осадочный чехол платформы и залегающие с угловым и стратиграфическим несогласием на размытой поверхности палеозойского фундамента. Палеозойские породы слагают фундамент платформы и горные сооружения, обрамляющие описываемую территорию, и восходят на дневную поверхность в юго-западных отрогах Гиссарского хребта, северо-западных отрогах Зарафшанского хребта, возвышенностях Центральных Кызылкумов. Палеозойская толща представлена метаморфизированными осадочными интенсивно дислоцированными породами, которые часто прорваны интрузиями кислого, основного и ультраосновного состава. В равнинной части палеозойские отложения вскрыты разведочными скважинами в сводах антиклинальных структур (Уртабулак, Газли, Аккум, Сеталантепе, Джаркак, Учкыр и др.). Так, на структуре Уртабулак в скв. №102 палеозой вскрыт на глубине 3194 м и представлен метаморфизированными плотными черными аргиллитами, трещины в которых заполнены кальцитом, в местах погружения фундамента он залегает на глубине 1,5-4 км. Пермо-триасовые отложения установлены бурением в разрезе Питнякского поднятия, где они представлены толщей континентальных углистых песчано-глинистых пород мощностью около 200 м, а также, предположительно, на Чарджоуском поднятии (Фараб), мощной толщей красноцветных конгломератов, песчаников, аргиллитов, максимально вскрытая мощность 245 м.

Юрские отложения с резким угловым несогласием залегают на подстилающих породах и представлены всеми тремя отделами. Юрские отложения рассматриваются более подробно в связи с тем, что, в основном, с ними связаны промышленные йодные воды. Этим образованиям соответствуют

континентальные, континентально-морские и лагунные формации. На дневную поверхность юра выходит в юго-западных отрогах Гиссарского хребта, в пределах Зарафшанского хребта - в виде небольших выходов в Центральных Кызылкумах и вскрыта большинством скважин в пределах Бухаро-Хивинского региона. По литологическому составу и условиям образования юрские отложения снизу вверх подразделяются на три толщи: терригенную, карбонатную и соляно-ангидритовую.

Тектоническое строение региона выявлено исследованиями Д.В.Наливкина (1926, 1936 г.г.), П.Б.Чуенко (1931 г.), Н.П.Хераскова (1932 г.), П.К.Чихачева (1934), Н.П.Туаева (1936), С.И.Ильина (1937), А.В.Пейве (1938), В.И.Попова (1938), М.И.Варецова (1939), Г.Г.Суворова (1939), Е.И.Губина (1940, 1960), С.А.Захарова (1958), А.Г.Бабаева (1955), Л.Г.Жуковского, В.Д.Ильина (1957), О.А.Рыжкова и др. (1959), А.М.Акрамходжаева и др. (1962), Б.Б.Таль-Вирского (1962, 1964), Л.Я.Жданова (1968), М.А.Ахмеджанова (1968), П.И.Тельнова, А.Л. Яншин и др. (1971) и многих других.

В основу описания тектоники положены работы Л.Я.Жданова (1968), Ш.Д.Давлятова (1971). Исследуемая территория относится к платформенной области Туранской плиты, представленной Бухаро-Каршинским переклинальным окончанием Южного Тянь-Шаня и структурами Центральных Кызылкумов. Это юго-восточная часть крупной структурной единицы - Амударьинской впадины. Характерным является резкое, ступенчатое погружение фундамента в юго-западном направлении, проходящее по системам крупных региональных разломов (Бухарский, Амударьинский). По данным Л.Я.Жданова (1968) и др., в результате герцинского тектогенеза на большей части района устанавливается платформенный режим, хотя в дальнейшем возникшая платформа продолжала испытывать эпейрогенические движения. Наиболее интенсивно они проявлялись в Питнякском районе и в районе юго-западных отрогов Гиссарского хребта. В новокиммерийскую фазу складчатости наибольшее воздымание испытывали северо-восточные районы и часть Питнякского. В нижнемеловую эпоху территория представляла моноклинал с общим падением на юго-запад и юг. В результате проявления альпийской фазы складчатости произошло перемещение блоков палеозойского фундамента, приведшее к формированию ступеней и поднятий. Перемещение блоков палеозойского фундамента происходило по разломам. Эти разломы подразделяются на две большие группы: герцинские и альпийские.

Герцинские разломы делятся на региональные и локальные и имеют тянь-шаньское простираие. Региональные разломы подразделяются на разломы первого и второго порядков. Разломы первого порядка, обусловившие строение фундамента, развивались в разное время. Так, Предкызылкумский был активен в раннемеловую эпоху и в неогене, а история его развития в юре - неясна. Разломы второго порядка имеют меньшую протяженность и глубину проникновения.

Локальные трещинные разломы располагаются в непосредственной близости от герцинских разломов второго порядка, являясь как бы их оперением.

Альпийские разломы почти перпендикулярны герцинским и пронизывают весь разрез осадочного чехла, проникая в фундамент на очень большую глубину. Итак, кроме региональных герцинских разломов, обусловивших ступенчатое строение, фундамент разбит серией разрывных нарушений альпийского возраста на многочисленные блоки. Это ступенчато-блочное строение оказало основное влияние на формирование структурного плана осадочного чехла, что сыграло большую роль при формировании химического состава подземных вод, содержащих повышенные концентрации йода, других элементов, а также и на их сохранение.

В рассматриваемом районе выделяются Бухарская (северная) и Чарджоуская (южная) ступени, разделенные флексурно-разрывными зонами. Бухарская (северная) тектоническая ступень протягивается на северо-запад от Гиссар до Султансанджарского и Мешеклинского поднятий на расстоянии 400 м при ширине до 70-100 км. В ее пределах палеозойский фундамент залегает на глубине 1000-2500 м, увеличивающейся на юго-запад. Чарджоуская (южная) ступень ограничена Бухарским (на северо-востоке), Амударьинским (на юго-западе) и Лянгаро - Каршинским (на востоке) разломами и протягивается на северо-запад до 500 км при ширине 120 км. В ее пределах фундамент залегает на глубине 4-5 км и более. По системе Бухарского разлома южная ступень опущена на 800-1000 м и по отношению к северу. Структуры Центральных Кызылкумов ограничивают район исследований на севере и представлены Кульджуктау-Тамдытауской зоной поднятий и Джаманкусско-Эргашкуддукской зоной прогибов.

Бухаро-Каршинское переклиналильное окончание Южного Тянь-Шаня состоит из ряда зон поднятий и прогибов.

Геолого-тектоническое строение бассейна благоприятствует образованию и сохранению в отложениях мезозоя высокоминерализованных напорных вод, содержащих повышенные концентрации йода, редких щелочных и других элементов. Гидрогеологические исследования мезозойских отложений Бухаро-Каршинского артезианского бассейна освещены в многочисленных работах М.С.Соломина (1946), А.А.Варова, Я.С.Эвентова, Е.Я.Старобинца (1948), М.Т.Бурак, О.К.Инжеватовой (1952), С.П.Корсакова (1957), Б.А.Бедера (1958, 1968), Л.С.Балашова (1959, 1960), Г.П.Якобсона (1959), М.И.Зейдельсона (1959), В.А.Кудрякова (1960, 1963), В.А.Готгильфа и др. (1960), С.П.Корсакова и др. (1961), Л.Е.Михайлова (1961, 1962), В.Н.Корценштейна (1962, 1964), Н.В.Роговской (1962, 1972), А.А.Карцева (1963), Е.А.Барс (1963, 1966), Б.Б.Митгарц (1963), Я.А.Ходжакулиева (1964, 1966, 1973), В.Н.Пашковского (1964, 1968), А.С.Хасанова (1964, 1976), С.Холдарова (1966), В.В.Печерникова (1966), Т.Н.Авазова (1967), А.Н.Султанходжаева (1967), В.Ф.Борзасекова (1968), Г.В.Куликова (1971), Л.А.Калабугина (1971, 1976), Л.Г.Борзасековой (1972), Х.Т.Туляганова, С.Талипова и др. (1973), В.С.Щеглова (1975), Д.С.Ибрагимова, К.А.Сабирова (1977), С.А.Бакиев (1983-2010) и многих других исследователей. Следует отметить, что большая часть работ перечисленных авторов выполнена в плане нефтепоисковой гидрогеологии.

История исследования подземных вод мезозойских отложений тесно

связана с изучением их динамики, однако, до сих пор по этому вопросу нет единого мнения. Существуют различные точки зрения об областях питания и создания напоров юрского и нижнемелового водоносных комплексов.

Так, одна группа исследователей - Г.Х.Дикенштейн (1959), В.А.Кудряков (1960), С.П.Корсаков и др. (1961), Б.А.Бедер (1961), Л.Е.Михайлов (1962), В.Н.Корценштейн (1964), Я.А.Ходжакулиев (1966), С.Холдаров (1966), Т.Н.Авазов (1967), Х. Мусаев и др., (1986) считают, что основной областью питания и создания напоров являются юго-западные отроги Гиссарского и Зарафшанского хребтов, а основное направление потока подземных вод - с юго-востока на северо-запад и запад, т.е. гидрогеологические условия водоносных комплексов определены влиянием инфильтрационных вод и объясняют это увеличением общей минерализации вод и падением пьезометрического напора. Другая группа исследователей – И.В.Кушников (1965), И.В.Кушников, В.Н.Пашковский (1965), А.С.Панченко (1966), Л.Н.Носова, В.В.Печерников (1966), В.Н.Пашковский (1968), Ф.А.Алексеев и др. (1970), В.Ф.Клейменов, Я.А.Ходжакулиев (1971), Н.В.Роговская, Л.Г.Соколовский (1972), А.С.Хасанов (1972), Г.В.Куликов и др. (1973) считают, что на гидродинамический режим юрского и нижнемелового водоносных комплексов влияют в основном элизионные процессы, проявившиеся на большей части бассейна. Указывается на гидродинамическую связь между юрскими и нижнемеловыми водоносными комплексами по зонам тектонических нарушений в местах отсутствия между ними водоупора. Участки перетока вод из юрского в нижнемеловой комплекс фиксируются как зоны пьезоминимумов для юрского, для нижнемелового водоносных комплексов.

С гидрогеологическими, гидродинамическими и гидрогеохимическими зонами хорошо согласуются гидродинамические зоны напряженности, выделенные и описанные для территории Амударьинского бассейна А.С.Хасановым (1972,1976). На основании большого количества фактического материала по Амударьинскому бассейну, в том числе и Бухаро-Каршинскому, А.С.Хасанов, доказывая связь генетических зон напряженности с редкими элементами, считает, что «подземные воды с повышенными содержаниями йода, брома, стронция, рубидия, цезия, селена, теллура, индия, скандия и галлия приурочены в основном к зонам В (геостатического генезиса), Г (геодинамического) и Д (аномального генезиса напряженности) в пределах глубоких структур».

Анализируя существующие положения, а также рассматривая гидродинамические и гидрогеохимические условия юрского и верхнемелового водоносных комплексов Бухаро-Каршинского артезианского бассейна, мы считаем, что воды рассматриваемых комплексов являются, в основном, седиментационными при элизионном режиме водообмена. Важное значение для выявления условий формирования микрокомпонентного и солевого состава подземных вод имеет гидрогеотермическая обстановка региона исследований. Среди работ, характеризующих термальные воды Средней Азии (в том числе и Бухаро-Каршинский артезианский бассейн), следует отметить исследования Б.А.Бедера, впервые обобщившего разрозненные сведения о термальных водах

и описавшего их по артезианским бассейнам.

Особенно широко проводились гидрогеотермические исследования в связи с поисково-разведочными работами на нефть, газ, минеральные, термальные и промышленные воды, результаты которых обобщены в работах В.Ф.Борзасекова, М.Т.Бурак, В.Н.Корценштейна, Б.Б.Таль-Вирского, Л.Е.Михайлова, В.Н.Пашковского, А.С.Хасанова, А.Н.Султанходжаева, Т.Н.Гребенщиковой, Т.Н.Ибрагимовой, С.С.Джибути, Я.А.Ходжакулиева, Ю.Р.Каграманова, Л.Г.Соколовского, С.Н.Шабердиева, Д.С.Ибрагимова, К.А.Сабирова и др.

Согласно приведенным данным вышеперечисленных авторов доказано, что влияние геостатических нагрузок, неотектонических процессов и генетических зон напряженностей на формирование и перераспределение геотермического режима глубоких горизонтов несомненно и очевидно.

В гидрогеологическом разрезе Бухаро-Каршинского артезианского бассейна выделяется ряд водоносных комплексов, отделенных друг от друга регионально выдержанными водоупорными толщами.

Верхнеюрский водоносный комплекс широко распространен в пределах бассейна и представлен карбонатными отложениями верхней юры (XVI, XVa, XV горизонты). Водоносные горизонты верхней юры представлены известняками, переходящими на севере в известковистые песчаники. Мощность их от 50 м (Аузбай) до 220 м (Аккум). Мощность XVI водоносного горизонта составляет 40-60 м, средняя пористость равна 3 - 6%, проницаемость низкая, XVa водоносный горизонт представлен изменчивой по мощности пачкой белых и светло-серых рыхлых, мелоподобных известняков с хорошими коллекторскими свойствами. Гранулярная пористость в среднем равна 6-12%, но иногда достигает 25-30%, проницаемость достигает 5000-6000 мл. Дарси. Мощность горизонта 10-100 м.

XV водоносный горизонт литологически представлен белыми плотными известняками, иногда трещиноватыми, выше они переходят в плотные ангидриты и соли. Проницаемость низкая, пористость не более 1-3%. Мощность водоносного горизонта изменяется от 160-130 м на юге до 10-60 м на севере. Минерализация составляет, как правило, 80-170 г/л, состав преимущественно хлоридный натриевый, хлоридный натриево-кальциевый.

В целом, водоносные горизонты юрских отложений характеризуются большими напорами (800-2000 м), пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах 5-238 м (преимущественно 50-150 м) ниже поверхности земли, а иногда наблюдается самоизлив вод (Шуртепа, скв.10; Уртабулак, скв.2; Карачукур, скв.1; Зеварды, скв.7; Башбулак, скв.1; Умид, скв.13; Адамташ, скв.22 др.). Избыточное давление достигает 13 атм. (Уртабулак, скв.2, интервал 2726-2703 м). В зонах аномально высоких пластовых давлений пьезометрический напор подземных вод, замеренный манометрами на устьях скважин, достигает 200-250 атм. Пластовое давление увеличивается в сторону Чарджоуской ступени и изменяется от 58,5 (Сеталантепа) до 575 атм. (Култак). Водообильность по интервалам опробования изменяется от десятых и сотых долей до 785 м³/сут (Зеварды, скв.7, 2966-2958 м) – 836 м³/сут (Северный.

Уртабулак, скв.4, 2630-2620 м).

Коэффициент фильтрации, рассчитанный Л.А.Калабугиным (1969) и др., изменяется до десятых долей м/сут.

Рассолы юрского водоносного комплекса находятся в условиях застойного режима характеризуемого лишь весьма медленным перемещением (Кудряков, 1960; Бедер, 1961; Ходжакулиев, 1966; Хасанов, 1972; Калабугин, 1976 и др.). По расчетам В.А.Кудрякова, скорость движения воды равна 1 мм/год. По расчетам Н.А.Филипповского (1978), скорость движения воды (Северный Уртабулак) равна 8 см/год. Воднорастворенные газы юрских отложений представлены в основном углеводородами и относятся к метановому типу. В отложениях юры вскрыты йодные, бромные и йодобромные промышленные рассолы, распространенные в пределах Чарджоуской ступени и, лишь частично, в пределах Бухарской ступени. Эти типы промышленных йодных вод рассмотрены Л.А.Калабугиным (1976), С.А.Бакиевым (1983, 1991). В пределах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна соляно-ангидритовая толща верхней юры играет роль водупора между юрскими и нижнемеловыми водоносными комплексами. Здесь вскрыты весьма крепкие и предельно насыщенные рассолы на структурах Зеварды, Памук, Нишан, Денгизкуль, Уртабулак, Южный Уртабулак, Северный Уртабулак, Умид, Ходжи, Самантепа и др. Для рассолов соленосной толщи характерно очень высокое пластовое давление, превышающее гидростатическое более чем в два раза. Дебиты рассолов при фонтанировании скважин достигают 6000 м³/сут (Зеварды, Памук). В сравнительно короткое время самоизлив прекращается из-за закупорки ствола скважин. В них наблюдаются максимальные концентрации редких элементов. Так, на структуре Денгизкуль, скв.19, при минерализации 394 г/л отмечены следующие содержания элементов в (мг/л): рубидия - 42, цезия - 0,66, стронция - 2054, бора (В₂О₃) - 3824. На структуре Южный Уртабулак, скв. 1 при минерализации 510г/л содержание рубидия - 75, цезия - 1, стронция - 1750, йода - 205, брома - 3151, бора (В₂О₃) – 5800 мг/л. В этой же пробе в Институте ядерной физики АН УзССР активационным методом анализа в сухом остатке обнаружены в %:

Со 3×10^{-5} , Fe - 0,3, Sc - 2×10^{-3} , Sb- 2×10^{-4} , Cr - 2×10^{-5} , Hg - 1×10^{-3} .

Нижнемеловые отложения представлены главным образом песчано-глинистыми красноцветными и сероцветными породами континентального и частично морского генезиса. Воды характеризуются очень сложным химическим составом и минерализацией. В пределах Бухарской и Чарджоуской ступеней они меняют свой состав в северо-западном направлении от гидрокарбонатно-натриевого (Азляртепа, Ходжа-Хайрам) к сульфатно-натриевому и, частично, хлоридно-магниевого (Мамаджургаты, Караулбазар, Галлаассия) до хлоридно-кальциевого (Газли, Янги-казган, Мешекли и др.). В том же направлении увеличиваются минерализация и метаморфизация вод. Средняя величина йода в водах доходит до 23 мг/л, брома - от 1,4 до 4,36 мг/л (Майдаджой, Карактай, Майдакара, Янгиказган). Концентрация йода, брома и бора возрастает с севера на юго-запад. Газовый состав вод представлен углеводородами, концентрация которых изменяется от 70 до 90%, на долю

тяжелых углеводородов приходится более 5%.

В составе растворенного газа верхнемелового водоносного комплекса Бухарской ступени преобладает азот - от 80-93% (Актепа, Карачукур, Кызылрават и др.). Содержание углеводородов от 50 до 94% отмечается на площадях Южный Мубарек, Акжар, Шурчи, Газли. Концентрация органического углерода колеблется от 0,84 до 9,48 мг/л, причем в продуктивных горизонтах она достигает 8,16 мг/л (Джаркак, Газли, Шурчи и др.).

Рассмотрены процессы изменения химического состава подземных промышленных йодных вод при интенсификации добычи нефти.

Эксплуатация нефтяных месторождений на последних стадиях их разработки предусматривает принудительные методы, связанные с закачкой воды, газа и др., что значительно влияет на изменение химического состава промышленных вод, обводненность месторождений и т.д. (Бакиев., Калабугин и др. 2007).

Средний процент обводненности отдельных эксплуатируемых нефтяных месторождений: Крук–63% (на 2005г), 67% (на 2006г), 80% (на 2010г) - эксплуатируется с 1984г; Южный Кемачи - 53%, эксплуатируется с 1979г; Сарыкум 35%, эксплуатируется с 1979г; Западный Крук 0,63%, эксплуатируется с 1985г; Северный Уртабулак–76%, эксплуатируется с 1974 г; Кокдумалак–70-80%, эксплуатируется с 1988г; Западный Ташлы–более 80%, эксплуатируется с 1972г; Восточный Ташлы–более 80%, эксплуатируется с 1974г; Шакарбулак–47-50%, эксплуатируется с 1986г.

В главе рассматривается прогноз изменения качественного состава промышленных йодных вод на отдельных, месторождениях эксплуатируемых с поддержанием пластового давления – Крук, Западной и Восточной Ташлы, Кокдумалак, без поддержания пластового давления –Алан и Сарыкум. Кроме того, на некоторых месторождениях, помимо воды и газа, закачивается соляная кислота (35%) для улучшения коллекторских свойств пород и их нефтеотдачи.

Месторождение Крук эксплуатируется с 1984 г. Продуктивными на нефть и газ являются верхнеюрские карбонатные коллекторы (XV горизонт). Минерализация воды в нижне - среднеюрских коллекторах до 150,4г/л, содержание йода - до 16,8 мг/л, в верхнеюрских от 56,7 - 133,6 г/л, содержание йода - 13-29,4 мг/л.

Эффективная мощность XV горизонта–110 м, коэффициент фильтрации пород 0,173 м/сут, «а» - $2,42 \times 10^6$ м²/сут, площадь месторождения 6,5 км². Средняя концентрация йода в воде – 27 мг/л. В настоящее время месторождение эксплуатируется на нефть с поддержанием пластового давления. На ноябрь 2005г. закачивалось в пласт 1800 м³/сут с минерализацией 11 г/л хлоридно-сульфатного, натриево–магниево-кальциевого состава: Количество эксплуатируемых на нефть скважин 77, нагнетательных водяных–7, с апреля 2006 г нагнетательных на газ - 9.

С марта 2006г. закачивается 2000 м³/сут воды и с апреля 2006г под давлением 110 атм, по 9-ти скважинам – газ из месторождения Южный Кемачи. На май 2006 года средний процент обводненности составил 67%. По отдельным

скважинам (скв.4 и скв.71)-100%, 13 и 82–95%. Минерализация изменяется от 18 (скв.71) до 99 (скв.4) г/л, содержание (мг/л) йода в воде - от 3,17 (скв.71) до 28,5 (скв.4), брома - от 52,5 (скв.71) до 374,9 (скв.4). При минимальной минерализации воды, в ее составе появляются сульфаты до 12 мг.экв% (скв. 71). Это можно объяснить близким расположением скв.71 к нагнетательным скважинам, используемым для поддержания пластового давления.

Образование гидрохимических зон в процессе вытеснения рассолов и принципиальный механизм перемещения рассолов из верхних горизонтов в нижние хорошо показан Н.К.Гириным (1958) и М.Г.Валяшко (1973). В то же время механизм формирования гидрохимических зон в пластовых условиях при закачке большого объема инородных (поверхностных вод и из других горизонтов) вод для поддержания пластового давления разрабатываемых нефтяных месторождений остается слабоизученным. Проведенные нами экспериментальные исследования преследовали цель выявления формирования гидрогеохимических зон при эксплуатации нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления. Для эксперимента взята рапа месторождения Алан из скв. 125 с глубины 2624 м, минерализация 300 г/л, хлоридный натриево-кальциевый состав рН-5,6. Первоначально на заполненную в трубку диаметром 5см и длиной 1,5 м рапу (мутновато-желто-розоватого цвета) залит 5%-ный йодный раствор на дистиллированной воде (цвет темно-красный) и сверху добавлено 150 г нефти с месторождения Северный Уртабулак. Слой рапы в трубке – 68 см, йодного раствора - 21см и нефти - 11см. Через 16 ч. слой нефти составил 10,5 см, слои йодных растворов и рапы остались без изменения. Еще через 24 ч. темно-красная зона уменьшилась до 20 см, а на дне стал проявляться осадок до 1 см. через 7 сут. С начала опыта слой нефти составил 10,5 см, темно-красная йодная зона – 21 см, светло-желтая -7 см, мутно-желтого цвета зона рапы - 660,5 см и осадок-до 1,2 см.

Эксперимент был продолжен в стеклянной ёмкости, большого объема, где также через 10 сут. наблюдалось формирование гидрогеохимических зон: а - нефть, б - прослой между нефтью и раствором, в - йодный раствор, г - переход от йодного раствора и рапы, д - рапа, е-осадок. Через 38 сут. после начала опыта формируются явно выделяемые пять зон: нефть, прослой между нефтью и йодным раствором, йодный раствор, рапа и осадок. Одним из выводов экспериментальных исследований является то, что при эксплуатации нефтяных месторождений с применением закачки вод для поддержания пластового давления совместно с нефтью извлекаются смешанные воды. Поэтому сравнивать концентрации йода, брома и др. редких компонентов в откачиваемой с нефтью водой с истинно пластовыми водами, полученными при поисково-разведочных работах, весьма затруднительно. Это подтверждается приведенным экспериментом по отбору и анализу пластовой, нагнетаемой воды и воды из скважины в зоне влияния поддержания пластового давления (табл. 1). Из таблицы видно, что в составе отбираемых с нефтью попутных вод увеличивается содержание сульфатов, не характерных для пластовых вод, резко снижается их минерализация, содержание йода, микрокомпонентов и повышается содержание отдельных тяжелых металлов (Ag, W, Th, U), что

требует дополнительного изучения.

Таблица 1

Сравнительный анализ химического и микрокомпонентного состава пластовых, нагнетательных и смешанных вод, отобранных с месторождения Крук

Пластовая вода скв.4		Нагнетательная вода для поддержания пластового давления из оз.Девхона	Попутная вода, отобранная вместе с нефтью из скв.71 в зоне влияния нагнетательных вод
99 $\frac{\text{Cl } 98}{(\text{Na} + \text{K}) 86}$		11 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 64 Cl } 33}{(\text{Na } 54 \text{ Mg } 28 \text{ Ca } 18)}$	18 $\frac{\text{Cl } 82 \text{ SO}_4 \text{ 12}}{(\text{Na} + \text{K}) 75 \text{ Mg } 14 \text{ Ca } 11}$
J	- 28,54 мг/л	Нет	3,17
Br	- 374,87 мг/л	Нет	52,31
B	- 39,7 мг/л	4,6 мг/л	13,46 мг/л
Rb	- 1,16 мг/л	0,0039 мг/л	0,247 мг/л
Sr	- 157,9 мг/л	21,08 мг/л	18,6 мг/л
Cs	- 0,386 мг/л	0,000338 мг/л	0,047 мг/л
Ba	- 1,34 мг/л	0,31 мг/л	0,09 мг/л
Mo	- 0,167 мг/л	20,291 мг/л	0,778 мкг/л
Ag	- 0,009 мг/л	0,034 мг/л	0,58 мкг/л
W	- 2,189 мг/л	0,387 мг/л	3,54 мкг/л
Th	- 0,005 мг/л	0,004 мг/л	0,009 мкг/л
U	- 0,045 мг/л	28,306 мг/л	0,16 мкг/л

Вторая глава диссертации посвящена технологическим исследованиям по извлечению йода из подземных вод. В этой главе приводится анализ существующих технологических схем извлечения йода из селитренной породы, водорослей, буровых вод адсорбции йода твердым сорбентом и очистки йода.

Маточные рассолы, получающиеся при выщелачивании природной натриевой селитры из породы, содержат 5-12 г/л йода в виде йодата и йодида натрия и кальция. Их обрабатывают бисульфитом или сульфатом натрия: $2\text{IO} + 5\text{HSO}_3^- = 3\text{HSO}_4^- + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ или $2\text{IO}_3^- + 3\text{SO}_3^{2-} = 2\text{HSO}_3^- + 5\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

Выделяющийся в виде илистой массы йод отделяют на фильтрпрессах. Полученный йод-сырец содержит 50-70% йода и примеси H_2O , SiO_2 , CaSO_4 и др. После его очистки получают продукт, содержащий около 99% молекулярного йода. По другому методу маточные рассолы обрабатывают сульфитом натрия и сульфатом меди: $\text{IO}_3^- + 3\text{SO}_3^{2-} = \text{I}^- + 3\text{SO}_4^{2-}$, $2\text{I}^- + \text{Cu}^{2+} = \text{CuI}_2$; $2\text{CuI} + \text{Cu}^{2+} = 2\text{CuI} + \text{I}_2$. Выделившийся йод реагирует с избытком сульфита $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$. При этом он практически полностью осаждается в виде малорастворимого йодида меди. Его промывают и перерабатывают на йод или йодистые соли: $2\text{CuI} + 3\text{MnO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{CuO} + \text{Mn}_3\text{O}_4$; $2\text{CuI} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{I}_2 + 2\text{CuSO}_4 + 4\text{FeSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$; $2\text{CuI} + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KI} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{CO}_2$, а соединения меди переводят в сульфат и возвращаются в процесс. Выделение йода из маточных рассолов можно производить обработкой их тиосульфатом

натрия и серной кислотой, но этот метод применяется редко из-за высокой стоимости тиосульфата. Извлечение йода из селитренных щелоков на действующих заводах составляет всего 60-75% (М.Е. Позин, 1974).

При сжигании морских водорослей получается 18-40% золы (от веса воздушносухой водоросли), содержащей от 0,1 до 2% йода. При озолении теряется до 50% йода; для уменьшения потерь рекомендуют предварительно обрабатывать водоросли слабым раствором щелочи или известковым молоком (1-2%), в результате чего в золе остается 95-96% йода. Расход извести (100% CaO) составляет около 6 кг на 1 кг йода. Золу выщелачивают и растворы (иногда после выпарки для выделения из них KCl, NaCl и др.) подкисляют серной кислотой с целью разрушения карбонатов и сульфидов; затем для выделения свободного йода в них вводят окислитель – хлор, хлораты, йодаты, двуокись марганца, перманганат калия и т.д. При окислении йодатом, хлором, перманганатом выделение йода происходит быстро, и образуются мелкие кристаллы (в виде темного ила), увлекающие большое количество примесей из раствора. Хлорат калия при комнатной температуре выделяет йод медленно (15-20ч.), и потому образуются крупные кристаллы, легко отделяющиеся от раствора и увлекающие малые количества примесей. Кристаллы йода загружают в бязевые мешки, промывают и прессуют. Полученный йод-сырец содержит 75-90% йода, 0,5-1% хлора, 10-25% воды и ~ 1% солей. Оставшийся в маточном рассоле йод (0,3-0,5 г/л) адсорбируют активированным углем. Из угля извлекают раствором каустической соды. Йод из раствора извлекают также отгонкой паром.

Извлечение йода из буровых вод осуществляют адсорбцией твердыми сорбентами, десорбцией воздухом, осаждением в виде малорастворимых солей и экстракцией несмешивающимися с водой растворителями. В качестве восстановителя обычно применяют сернистый газ, расход которого в несколько раз превышает теоретический. Иногда используют и другие восстановители.

Для адсорбции йода могут быть использованы активированный уголь, иониты, крахмал, некоторые высокомолекулярные соединения и т.д. Обычно применяют активированный уголь и иониты, обеспечивающие высокие выходы йода. Для извлечения йода методом десорбции воздухом необходимо содержащийся в буровой воде йодид окислить в свободный йод. Для окисления йодидов в кислой среде буровую воду вначале подкисляют серной или соляной кислотой до $pH=2-3,5$. Затем вводят окислитель – хлор или растворы гипохлоритов. Нитрит натрия не применяют, так как образующиеся в процессе реакции окислы азота так же десорбируются воздухом. Степень окисления обычно составляет 95-98%. При высокой щелочности буровой воды, обусловленной наличием HSO_3^- , во избежание большого расхода кислоты окисление I^- можно вести в щелочной среде. Растворы гипохлоритов натрия или кальция дают более высокую степень окисления, чем хлор. Повышение температуры уменьшает степень окисления I^- , так как при этом увеличивается скорость гидролиза I_2 , и происходит разрушение бикарбонатов, а образовавшиеся карбонаты взаимодействуют с йодом. При окислении растворами гипохлоритов необходимы хорошее перемешивание и малая

концентрация окислителя (не более 2г/л активного хлора), так как может происходить локальное переокисление I^- до IO_3^- . Кроме того, окисление гипохлоритами идет сравнительно медленно – максимальная степень окисления достигается через 2-3мин. Количество вводимого окислителя (хлор) регулируют таким образом, чтобы содержание свободного йода в буровой воде составляло 92-97% от его начального содержания (в зависимости от чистоты буровой воды и концентрации I^-). Расход окислителя зависит от присутствия других восстановителей (H_2S , органические вещества и др.), и для чистых вод составляет 130-200% от теоретического (по отношению к содержанию I^-), а для загрязненных - 400-900%.

Окисленная буровая вода поступает в десорбционную башню, где растворенный йод извлекается встречным потоком воздуха. Десорбцию осуществляют в башнях с насадкой при скорости воздуха 0,501 м/с. Количество затрачиваемого воздуха зависит от давления пара йода над рассолом и будет тем меньше, чем больше содержание йода в буровой воде, выше температура и ниже ее скорость. Содержание йода в уходящем из десорбера воздухе колеблется от 0,05 до 0,25 мг/л, при этом расход воздуха в 1,1–1,8 раза больше теоретического. Степень десорбции обычно составляет 92-97%. В получающейся йодо-воздушной смеси, помимо йода, содержатся и другие вещества, обладающие заметным давлением пара над буровой водой. При извлечении йода из кислой буровой воды в йодо-воздушной смеси содержатся двуокись углерода (из-за разрушения HCO_3^-) и нафтеновые кислоты. Содержание CO_2 зависит от количества карбонатов в исходной буровой воде; содержание нафтеновых кислот достигает 0,5кг/кг йода. При извлечении йода из щелочной буровой воды количество CO_2 и нафтеновых кислот в йодо-воздушной смеси относительно невелико.

Извлечение йода из йодо-воздушной смеси производят с помощью сернистого газа в присутствии паров воды: $SO_2 + I_2 + 2H_2O = 2HI + H_2SO_4$. Образующуюся смесь кислот улавливают в башнях с насадкой из керамических колец, стеклянной ваты и др. Для уменьшения потерь йода насадка должна быть влажной, и потому башни периодически или непрерывно орошаются циркулирующим раствором смеси кислот. Получающаяся смесь кислот HI и H_2SO_4 легко окисляется кислородом воздуха с выделением свободного йода, и потому во избежание его потерь расход сернистого газа увеличивают до 170–250% от теоретического. Содержание свободного йода в циркулирующем растворе не должно превышать 0,1 г/л. Концентрация получающейся смеси кислот (80-120 г/л HI и 55-90 г/л H_2SO_4) зависит от давления водяного пара в йодо-воздушной смеси. Степень улавливания йода достигает 98%. Повышение температуры и концентрации смеси HI и H_2SO_4 в адсорбционной башне выше указанного предела увеличивает потери йода из-за роста давления пара йодистого водорода над раствором. В дальнейшем йод выделяют из раствора путем введения окислителя (хлора, йодата, бертолетовой соли). Выход йода составляет 95-98%. Получающиеся после выделения йода маточные рассолы, содержащие 25-35 г/л HCl и 80-120г/л H_2SO_4 , используют для подкисления исходной буровой воды или других целей (В.И. Ксензенко, Д.С. Стасиневич,

1960, 1979). При проведении опытно-промышленных испытаний установки по извлечению йода на месторождении Крук в Бухарской области установлено, что в маточных растворах после извлечения йода концентрации золота и скандия превышают технологические требования для их извлечения из растворов в 10-20 раз и более. Это позволяет организовать их рентабельную попутную добычу (Бакиев, 2008г.). Этот вывод является актуальным и для других йододобывающих стран мира. Производство йода десорбцией воздухом имеет ряд преимуществ по сравнению с угольным методом: возможность использования загрязненных и высокощелочных буровых вод, меньшая трудоемкость и простота автоматизации процесса. Поэтому метод десорбции постепенно вытесняет угольный. Существуют также и другие способы и методы извлечения йода: метод с использованием малорастворимых солей, электрохимические методы извлечения йода; экстракция йода несмешивающимися с водой растворителями. Йод-сырец обычно содержит большее количество примесей органических веществ и минеральных солей, чем это допускается ГОСТом, и поэтому подвергается очистке. Для отделения водорастворимых солей лепешки йода промывают, для отделения остальных примесей йод сублимируют или обрабатывают сырец концентрированной серной кислотой.

В главе, также рассмотрены основные страны и фирмы производители йода. По данным ООО «Информайн PECER», в настоящее время (к концу 2009г) 22 страны производят йод, в т.ч. и Узбекистан. Ниже приводится список этих стран: Азербайджан, Беларусь, Бельгия, Бразилия, Канада, Чили, Китай, Франция, Германия, Индия, Индонезия, Италия, Япония, Мексика, Нидерланды, Норвегия, Россия, Испания, Туркменистан, Великобритания, США, Узбекистан.

Также рассмотрена технология добычи йода из подземных вод месторождений Гуртепа и Ханкыз. Наиболее широко в мировой промышленности йода применяется воздушно-десорбционный способ. Этот способ выделения йода из рассола используют с 1929-1932гг. Аппаратное оформление процессов получения йода и брома воздушно-десорбционным способом одинаково, что создает большие удобства для предприятий, которые извлекают из рассолов сначала йод, а затем бром. Технологический процесс выделения йода из рассолов воздушно-десорбционным способом состоит из следующих стадий: очистка рассола от примесей, подкисление рассола, окисление йодида, выдувание свободного йода из рассола воздухом, поглощение йода из йодо - воздушной смеси сорбентом, выделение йода из сорбента. Технологическая схема получения йода воздушно-десорбционным способом защищена нами патентом Республики Узбекистан № IAP 01974.

Пластовая вода после очистки от примесей подкисляется и поступает в хлоратор. Подкисление воды ведут серной или соляной кислотой до pH 2-3,5. Подкисление производится для нейтрализации естественной щелочности воды и предотвращения гидролиза йода. Хлорирование воды необходимо для окисления йодида, в результате чего образуется молекулярный йод. Подкисленная и хлорированная вода подается в оросительное устройство

десорбера, которое равномерно распределяет воду по поперечному сечению десорбера. Десорбер заполнен насадкой из колец Рашига. В десорбер снизу просасывается воздух хвостовым вентилятором. Воздух выдувает йод из воды, которая стекает по поверхностям колец Рашига.

Образующаяся йодовоздушная смесь просасывается тем же вентилятором через абсорбер, который заполнен насадкой из колец Рашига. Йодо – воздушная смесь переходит из десорбера в абсорбер по газоходу, в который засасывается сернистый газ из печи сжигания серы. При взаимодействии йода, сернистого газа и паров воды образуются йодисто-водородная и серная кислоты. Капельножидкая фаза этих кислот в абсорбере смешивается с циркулирующим через башню сорбентом, который представляет собой раствор смеси йодистоводородной и серной кислот. Часть сорбента из сборника периодически подается в кристаллизатор для выделения молекулярного йода. В кристаллизаторе образуется пульпа кристаллического йода, которая сливается в бязевые мешочки. Мешочки после отделения маточного раствора поступают на пресс, где происходит отжим до содержания влаги в нем около 1%. Опресованный йод соответствует техническим условиям для йода первого сорта (В.И. Ксензенко., Д.С. Стасиневич, 1979). Анализ деятельности йодного завода, основанного на воздушно-десорбционном способе извлечения йода из подземных вод, показывает что степень абсорбции йода из йодо - воздушной смеси в абсорбере – 96-99%, средний выход йода технического (с учетом потерь йода на других стадиях технологического процесса) – 80% (В.И. Ксензенко., Д.С. Стасиневич, 1979). При производстве йода описанным способом он получается более чистым по сравнению с йодом, выделенным из пластовой воды угольным способом (В.И. Ксензенко, Д.С. Ставиневич, 1979). Воздушно-десорбционный способ прост и менее трудоемок по сравнению с угольным, аппаратура компактна, что позволяет легко автоматизировать технологический процесс.

В 90-х годах XX столетия в Узбекистане ООО «Олтин сув» проводились работы по извлечению йода из пластовых вод. Нами для выделения йода из растворов, был избран способ воздушной десорбции. Для реализации технологического процесса разработана установка, которая отличается от технологического оборудования описанного выше. Основные отличительные черты разработанной установки заключаются в следующем: десорбер и абсорбер смонтированы в одном корпусе, для обеспечения технологического процесса хлором использован электролизер. Эти изменения в технологическом оборудовании позволили отказаться от газохода и уменьшить металлоемкость оборудования. Изготовленная пилотная установка согласно нашим патентам (№ IAP 01973 и № IAP 01974) была апробирована на месторождении минеральной воды Гуртепа Наманганской области и на попутной воде нефтяного месторождения Ханкыз. Из этих вод был получен йод чистоты 98,5-99%.

Аналогичные опытно-промышленные испытания по извлечению йода проведены в 2002-2006 г.г. на попутных водах нефтяного месторождения Крук сотрудниками Государственного предприятия «Институт гидрогеологии инженерной геологии» и СКБ «Гидрогеотехника» (С.А.Бакиев, М.А.Афанасьев,

Б.А.Шахматов, В.В.Колов, А.Ф.Назаров, А.С.Ионичев, Р.Б.Умаров и др). В результате исследований нами получен кристаллический йод 100% чистоты, и патент на промышленный образец (№ SAP 00448). Технологический регламент добычи йода из попутных вод разрабатываемого нефтяного месторождения Крук – приводится в приложении к диссертации.

Участок Крук расположен в пределах одноименного нефтегазового месторождения на территории Караулбазарского района Бухарской области, в 40км южнее города и ж. д. ст. Караулбазар. Нефтегазовое месторождение Крук введено в промышленную эксплуатацию с 1989г. Месторождение приурочено к рифовому массиву в карбонатных отложениях верхней юры. Повышенные концентрации йода (25-29 мг/л) в воде верхнеюрского водоносного комплекса установлены при проведении в процессе разведки месторождения гидрогеологических исследований (А.С.Хасанов, С.А.Бакиев, 1987г.). Прогнозные эксплуатационные запасы йодсодержащих подземных вод оценивались по состоянию на 1987г в 9,3 тыс.м³/сут, запасы йода 94,5 т в год. В настоящее время при разработке месторождения сбрасывается до 2000 м³/сут попутно извлекаемых подземных вод, обогащенных йодом и другими компонентами. Воды сбрасываются через два водоотлива из общего резервуарного парка на месторождении Крук.

Таблица 2.

Технико-экономические показатели добычи йода

Показатели	Ед изм	Значение	
		I вариант	II вариант
Эксплуатационные запасы йодсодержащих попутных сбросных вод категории С ₁	м ³ /сут	604,8	604,8
Расход воды для получения йода	м ³ /сут	604,8	604,8
Расчетный срок эксплуатации	лет	10	10
Содержание в воде йода	мг/л	16	23,5
Запасы йода	т/год	2,82	4,15
Извлечение йода	%	80	80
Годовой выпуск кристаллического йода (режим работы 260сут)	т	2,01	2,96
Капитальные вложения	тыс. сум	143324	143324
Годовые эксплуатационные затраты	тыс. сум	58245	66191
Себестоимость 1 т йода	сум	28978	22362
Отпускная цена 1 т йода	тыс. сум	<u>41820</u> 115000	<u>41820</u> 115000
Стоимость годовой продукции	тыс. сум	<u>84058</u> 231150	<u>123787</u> 340400
Годовая прибыль	тыс. сум	<u>25813</u> 172905	<u>57596</u> 274209
Срок окупаемости капиталовложений	лет	5,6/0,8	2,5/0,5

Частично в резервуарный парк подается также вода с нефтью из прилегающих месторождений Южный Кемачи и Западный Крук, однако, ее объем незначительный. Основные технико-экономические показатели добычи йода приведены в табл. 2. Приведенные технико-экономические показатели свидетельствуют о рентабельности промышленной переработки попутно извлекаемых сбросных йодсодержащих вод нефтегазового месторождения Крук даже при минимальном содержании в них йода и минимальной отпускной цене.

Для обоснования обеспеченности попутными промышленными водами оценены эксплуатационные запасы по месторождениям Крук, Западный Крук и Южный Кемачи по категории C_1 . Метод основан на выявлении эмпирических зависимостей, отображающих закономерности изменения накопления добычи нефти, воды и нефти + воды во времени, которые характеризуют суммарный (нарастающий) отбор каждого флюида за какой-то отрезок времени от начала разработки месторождения. В общий резервуарный парк, куда поступает вода с месторождений Крук и Западный Крук, запасы попутных промышленных вод на 10-ти летний период эксплуатации по категории C_2 составят: $987+6,56=993,56 \text{ м}^3/\text{сут}$. При минимальном значении йода 16 мг/л запасы йода составят 4,64 т/год, что вполне подтверждает наличие эксплуатационных запасов по категории C_1 . Изученность геологического строения и гидрогеологических условий участка Крук соответствует требованиям технико-экономических показателей кондиций добычи йода из подземных промышленных вод и подсчета их эксплуатационных запасов по категории C_1 . Получение йода даже при минимальном его значении 16 мг/л, вполне удовлетворяет заявленную потребность, что указывает на подготовленность месторождения к освоению. Техничко-экономические показатели кондиций утверждены Протоколом №3276 заседания Государственного Комитета по запасам РУз от 12.12.2006г.

Третья глава диссертации посвящена оценке перспектив использования подземных промышленных йодных вод Узбекистана. В трех главах рассмотрены современные состояния оценки прогнозных ресурсов промышленных йодных вод, перспективы использования и охрана подземных промышленных йодных вод от влияния техногенного загрязнения. Рассмотрена оценка перспектив использования промышленных йодных вод Узбекистана.

Впервые ресурсы йодо-бромных вод нефтяных месторождений Хаудаг и Учкызыл в Сурхандарьинском артезианском бассейне оценены Н.А.Плотниковым (1958). Им предварительно подсчитаны запасы йодо-бромных вод для бухарских слоев палеогена (около $6000 \text{ м}^3/\text{сут}$) и верхнемеловых отложений (около $1600 \text{ м}^3/\text{сут}$). А.Г.Самарцева (1937), изучая содержание радиоэлементов в пластовых водах среднеазиатских нефтяных месторождений, приводит общее количество йода, выносимое из скважин нефтяными водами месторождения Хаудаг (Сурхандарьинская впадина), равное 49,05 кг/сут. В настоящее время на территории Узбекистана, выявлены артезианские бассейны с водоносными комплексами, в водах которых содержатся высокие концентрации йода и др. полезных компонентов.

Прогнозной оценкой ресурсов подземных промышленных вод с 1967г. занималось ПО "Узбекгидрогеология". В 1969г. составлена карта прогнозных

эксплуатационных запасов промышленных вод Узбекистана в масштабе 1:500000. Прогнозная оценка ресурсов произведена по отдельным структурам юрского и неоком-аптского водоносных комплексов плато Устюрт и Бухаро-Каршинского артезианского бассейна, альб-сеноман-туронского, сенон-палеоценового, алайского и массагетского водоносных комплексов Сурхандарьинского артезианского бассейна. Прогнозные запасы подземных промышленных вод рассчитаны на 25 лет (9125сут) гидродинамическим методом, основанным на изменении дебита и уровней с учетом параметров водоносных отложений. Коэффициенты фильтрации и водопроводимости пород определялись путем обработки данных опробования поисковых и разведочных скважин на нефть и газ, а также пересчета коэффициентов проницаемости пород, определенных лабораторным методом.

Запасы подсчитывались в 3-х вариантах: при самоизливе подземных вод (на сработку избыточного напора); при предельной глубине понижения динамического уровня, соответствующего техническим возможностям насосного оборудования; при понижении динамического уровня до кровли водоносного комплекса (при глубоком залегании водоносных пород, когда глубина их залегания превышает водоподъемную мощность насосов). При подсчете прогнозных запасов, извлечение йода принималось 85%.

Сводная таблица прогнозных ресурсов промышленных йодных вод и редких элементов артезианских бассейнов Узбекистана по состоянию на 01.01.87г. (по данным А.С. Хасанова., С.А. Бакиева., В.С. Щеглова и Л.А. Калабугина) приводится в таблице 3.

Таблица 3

Сводная таблица прогнозных ресурсов промышленных йодных вод и редких элементов артезианских бассейнов Узбекистана по состоянию на 01.01.87г. (по данным А.С. Хасанова., С.А. Бакиева., В.С. Щеглова и Л.А. Калабугина)

Прогнозные ресурсы, м ³ /сут	Прогнозные ресурсы, т/год						
	J	Br	Rb	Cs	Sr	B ₂ O ₃	Ge
Плато Устюрт							
949523	2553,97	76288,79	1109,65	31770,4	2304,53	21,17	0,0932
Бухаро-Каршинский артезианский бассейн							
280979	2029,14	28528,73	2814	37,654	30974,29	21574,14	0,465
Сурхандарьинский артезианский бассейн							
70157	485,35	5736,59	3,85	3,94	820,1	1102,85	-
Ферганский артезианский бассейн							
16784	119,49	131,7	0,432	-	374,297	106,249	-
Арал-Кызылкумский вал							
25600	9,4	892	-	4,99	7,99	834	274,4
	5428,9	116052	363,8	70,754	70539,77	25554,52	0,6044
Всего 1387105							

Далее рассмотрены перспективы использования промышленных йодных

вод Узбекистана. Геохимические и технологические предпосылки дают основание предполагать в ближайшем будущем добычу из промышленных вод кроме йода и брома-цезия, рубидия, вольфрама, германия, золота, серебра, стронция, меди, свинца, ртути, скандия, ниобия, тантала и ряда редкоземельных элементов (уран, торий, самарий) и др.

В результате исследований на промышленные воды Узбекистана установлены повышенные концентрации (мг/л) йода (>18), брома (>250), а при совместном обнаружении йода и брома – соответственно более 10 и 200, цезия (>0,5), рубидия (>3), стронция (>300), бора (>250), золота (>0,001), скандия (>0,1), серебра (>0,01), молибдена (>0,1), кобальта (>0,1), тантала (>0,01) и индия (0,01) в Бухаро-Каршинском, Сурхандарьинском, Ферганском артезианских бассейнах, а так же в Устюртской группе и Южно-Приаральском артезианском бассейнах. В диссертации приводятся основные гидрогеологические характеристики по 56-ти перспективным площадям на подземные промышленные йодные воды (минерализация, глубина опробования, глубина залегания подошвы и кровли продуктивного горизонта, эффективная мощность, пластовая температура, статический уровень, прогноз понижения уровня, площадь месторождений и др.). В табл. 4 приводятся наиболее перспективные месторождения для организации промышленной добычи йода из подземных вод утвержденные в Государственном Комитете по запасам РУз (по состоянию на 01.01.2010 года).

Таблица 4.

Наиболее перспективные месторождения для организации промышленной добычи йода из подземных вод Республики Узбекистан (по состоянию на 01.01.2010 года).

№ № п/п	Месторож- дения йодсодержа щих вод	Содержан ие йода, мг/л		Величина прогнозных ресурсов		Утвержденные запасы в ГКЗ	
		от	до	Воды, м ³ /сут	Йода, т/год	Воды, м ³ /сут	Йода, т/год
Бухаро-Каршинский артезианский бассейн							
1	Крук	16	36	9282	94,5	По категории С ₁ -600,6 По категории С ₁ -600,6	2,8 1,2
2	Умид	40	73	1632	16,7	-	-
3	Северный Уртабулак	30	46	21592	321,5	-	-
4	Джарчи	25	34	-	-	4142	55,3
Ферганский артезианский бассейн Наманганская область							
5	Гуртепа	13	16	от 346 до 1296	От 41 До 194	1166,4 {по категории А (561,6)+В (604,8)}	4,8 {по категории А (561,6)+В (604,8)}

Расчет экономической эффективности по четырем месторождениям с

утвержденными запасами в Государственном Комитете по запасам РУз составляет 5 млн. 188 тыс. долларов США в год или 8 млрд. 560 млн. 200 тыс. сум в год.

Также рассмотрена охрана подземных промышленных йодных вод от влияния техногенного загрязнения.

Природоохранные мероприятия в нефтяной отрасли дают значительный социальный и экономический эффект. Затраты на предотвращение загрязнения окружающей среды в нефтедобыче целесообразны и экономически оправданы, так как они в несколько раз меньше затрат, требуемых для устранения причиненного ущерба от техногенного загрязнения (Бордюгов (1981), Богородский (1984), Барановский (1985), Беспаметнов, Кротов (1985), (Гольдберг, Зверев, Арбузов и др., 2000г.).

По усредненным экономическим показателям отдельных объединений нефтеобрабатывающей промышленности стран СНГ за 1981-1985 г.г. из общей суммы капиталовложений в природоохранные мероприятия 37,8% использовано на строительство водоочистных сооружений, 34% - на оборудование установок для утилизации газа, примерно 10% - на приобретение технических средств для рекультивации земель; остальные - для очистки водоемов от нефтяного загрязнения. Текущие издержки на природоохранные мероприятия распределяются в следующей последовательности: 61,6% приходится на охрану и рациональное использование водных ресурсов, 25,5% - на рекультивацию земель, 8,6% - на охрану почвы и растительности, 4,3% - на защиту воздушного бассейна от загрязнения отходами производства (Гольдберг, 2000г.). Суммарные затраты на охрану окружающей среды в нефтяной промышленности капиталистических стран составляют миллиарды долл. США. Так, в США, по данным 1982г., на разведку и добычу нефти затрачено 39,4млрд. дол., из них 9,5%-на природоохранные мероприятия.

В Узбекистане загрязнение природных (поверхностных и подземных вод) является одним из наиболее распространенных и опасных. Потери нефти связаны с их добычей, транспортировкой, хранением, переработкой. В Узбекистане разрабатываются нефтегазовые месторождения в Ферганской, Сурхандарьинской, Бухаро-Хивинской нефтегазоносных областях и на Устюрте. По данным (М.В.Гольдберга и др. 2000 г.) потери нефти составляют до 2% от их общей добычи. Показателем загрязнения гидросферы является растворимость нефти и нефтепродуктов в воде. В некоторых случаях отмечается поступление нефти с водой после отделения нефти на поверхность земли, что приводит к загрязнению почвогрунтов (например, на эксплуатируемых нефтяных месторождениях Крук, Северный Уртабулак и др. в Бухаро-Хивинской нефте-газоносной области, Ханкыз, Чимион в Ферганской нефте-газоносной области, Кокайты, Хаудаг, Каттакум в Сурхандарьинской нефте-газоносной области). Эксплуатация нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления предусматривает закачку большого объема (более 1000-2000 м³/сут) поверхностных вод (Крук, Северный Уртабулак и другие), что приводит к изменению макро-микрокомпонентного состава подземных вод (табл. 1).

При закачке поверхностных вод (из оз.Девхона с минерализацией 11 г/л) в продуктивные пласты (с минерализацией 99 г/л) происходят следующие изменения: химический состав отбираемых вод становится Cl-SO_4 , минерализация пластовых вод уменьшается (около нагнетательных скважин) до 18 г/л, в 9 раз уменьшается концентрация йода (с 28,5 мг/л до 3,1 мг/л) и т.д. Особенно сильно на пластовые воды воздействуют проводимые нефтяниками кислотная обработка продуктивных пластов для увеличения нефтеотдачи пласта и термообработка (закачка пара в пласты для разжижения тяжелых углеводородов, содержащих парафин). За один раз в скважину закачивают примерно 5-10 т 35%- ой соляной кислоты, иногда проводят двух - трех кратную кислотную обработку пласта, и при этом объем закаченной кислоты (Ферганская и Сурхандарьинская нефте-газоносные области) составляет 15-30 т. Такая обработка может привести к коррозии эксплуатационных колонн и, соответственно, утечкам углеводородов в вышележащие водоносные горизонты, что негативно отражается на качестве подземных вод. Эти вопросы требуют тщательного изучения при проведении дальнейших исследований на разрабатываемых нефтяных месторождениях. Вышеперечисленное - это одна из проблем, другая связана с поступлением соленых вод на поверхность земли при добыче нефти. Только из месторождения Крук с попутными водами выносятся в среднем 13,1 тыс.т. солей в год (Бакиев, Калабугин, 2008). В результате этого происходит увеличение минерализации поверхностных и грунтовых вод, а также засоление и загрязнение почвогрунтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение закономерностей формирования и распространения промышленных йодных вод Узбекистана, оценка их запасов, а также разработка технологий извлечения йода из подземных и попутных вод перспективных площадей позволяет констатировать следующее.

1. В результате анализа геолого-тектонических, гидродинамических и гидрогеохимических условий выявлены закономерности формирования и распространения промышленных йодных вод мезозойкайнозойских отложений артезианских бассейнов (Ферганский, Сурхандарьинский, Бухаро-Каршинский и плато Устюрт). Водосодержащие породы образованы в различных фациальных условиях – континентальных, морских, лагунных. В Бухаро-Каршинском артезианском бассейне подземные промышленные йодные воды приурочены к образованиям юры и нижнего мела, Сурхандарьинском - юры, нижнего - верхнего мела и палеогена, Ферганском - мела и неогена, на плато Устюрт - палеозоя и мела.

2. Повышенные концентрации йода ($>18\text{мг/л}$) в подземных водах отличаются, региональным распространением. По нашим данным (Бакиев, 2009), наиболее высокие концентрации йода вскрыты в специальных глубоких гидрогеологических скважинах, пробуренных на эксплуатируемом нефтегазовом месторождении Умид в 2,5 км за контуром нефтегазоносности, где выявленные концентрации йода составили 73-103 мг/л, а так же на

месторождении Чуст-Пап (участок Уйгурсай) - 46-52 мг/л.

Вскрытые высокие концентрации йода связаны с пересыщенными природными газами подземными водами и приурочены к межструктурным зонам глубоких синклинальных прогибов. Следует отметить, что в 18-ти йодных заводах Японии используют для добычи йода аналогичные подземные воды (т.е. пересыщенные природным газом). Газовый фактор этих вод изменяется от 2 до 7,2 м³/м³. Выявленные высокие концентрации йода в подземных водах межструктурных зон соответствуют технологическим требованиям для организации добычи йода как по содержанию, так и отсутствию нефти, что резко удешевляет затраты на технологический процесс добычи йода (уменьшаются затраты кислоты и хлора). В итоге повышается рентабельность производства и снижается себестоимость извлекаемого йода.

3. В диссертационной работе доказано, что основной фон накопления йода в подземных водах связан с седиментационным процессом, на который накладывается мощный гидротермальный процесс, связанный с поступлением по глубинным разломам высококонцентрированных термальных флюидов во время активизации тектонических процессов (юрский и неоген-четвертичные периоды). Для формирования и сохранения высоких концентраций йода в подземных промышленных водах верхнеюрского водоносного комплекса (J₃XV-ПР, J₃XV-Р, J₃XV-НР горизонты) способствовало наличие в геологическом разрезе Бухаро-Каршинского артезианского бассейна мощной соленосной толщи (J₃ Km-tit), играющей роль водоупора.

4. Проведенные химико-технологические исследования по извлечению йода позволили снизить концентрацию йода с 18 мг/л (считавшейся раньше нижним пределом рентабельной добычи йода из подземных вод) до 13мг/л и выше. Этому способствовали усовершенствование способа добычи йода из подземных вод и новые конструкции созданных нами установок для извлечения йода. Прогнозные ресурсы йодсодержащих вод при этом увеличиваются на 26%. Новизна технологических решений защищены авторскими свидетельствами и пятью патентами.

5. Проведенная оценка прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов промышленных йодных вод, утвержденные в ГКЗ РУз технико-экономические кондиции являются научным обоснованием гидроминеральной сырьевой базы для рентабельной добычи йода. Разработанные и внедренные в производство технологические способы и опытно-промышленные установки для добычи йода из подземных вод, защищенные патентами Республики Узбекистан, являются решением важной народнохозяйственной проблемы, создающей основу для организации новой добывающей отрасли промышленности, перерабатывающей нетрадиционное гидроминеральное сырье для добычи йода.

6. Полученный кристаллический йод 100%-ой чистоты соответствует нормативным требованиям.

7. Необходимо пересмотреть нормативы плановых потерь нефтепродуктов при их добыче, транспортировке и переработке, два % от общей добычи углеводородов приводит к локальному загрязнению почвогрунтов, поверхностных и подземных вод.

8. Экономическая эффективность. При организации добычи йода по тридцати площадям (месторождениям) Бухаро-Каршинского артезианского бассейна при 80% извлечения йода, условная экономическая эффективность может составить 260,7 млн. долл. США. При этом чистая прибыль составит 130 млн. долл. США в год. По четырем месторождениям (Крук, Умид, Северный Уртабулак, Джарчи) с утвержденными запасами в Государственном Комитете по запасам РУз возможна добыча 40 тонн кристаллического йода в год, что позволит получить чистую прибыль 5,2 млн. долл. США в год или 8 млрд 560 млн. сум. в год.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Монографии и журнальные статьи

1. Ибрагимов Д.С., Гаврилюк М.Г., Калабугин Л.А., Бакиев С.А., Абрамов В. Геологические аспекты формирования промышленных рассолов - Ташкент: Фан, 1990. - 136 с.
2. Далимов Т.Н., Шаякубов Т.Ш., Троицкий В.И., Самойленко В.Г., Умаров Н.М., Бакиев С.А., Калабугин Л.А. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / под ред. Т.Ш.Шаякубова и Т.Н.Далимова. – Ташкент: Университет, 1998. – 728 с.
3. Бакиев С.А., Калабугин Л.А. Скандий в природных водах Узбекистана//Геология и минеральные ресурсы–Ташкент,2003.-№1.–С.45.
4. Бакиев С.А., Мирходжаев Б.И. Перспективы изучения урана в попутных водах нефтяных месторождений // Геология и минеральные ресурсы. –Ташкент,2009. - № 3. – С. 33-34.
5. Bakiev S-n., Bakiev S-m., Kuldjanov B.K., and others. Development of the neutron activation technique for mercury determination and its application for search of new fields of hydrocarbon raw materials.// Uzbek Journal of Physics. – Tashkent, 2010. - Vol. 12.- № 4-6. - P.429-432.
6. Bakiev S.A., Mirkhodjaev B.I. The using of associated water of oil fields for production of uranium and other related elements ore.// Bulletin of the Tethys Geological Society.- Cairo,2011. - Vol. 6 - P. 11-13.
7. Бакиев С.А., Калабугин Л.А., Умаров Р.Б., Калабугин А.Л., Гафуров Т.А. Добыча йода из попутных сбросных промышленных вод разрабатываемого нефтяного месторождения Крук // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент,2007. - № 1. – С. 49-51.
8. Бакиев С.А., Калабугин Л.А., Калабугин А.Л., Гафуров Т.А., Умаров Р.Б. Изменение концентрации йода в подземных водах в связи с разработкой нефтяного месторождения Крук // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент,2007. - № 3. – С. 54-57.
9. Бакиев С-н.А., Бакиев С-м.А., Рахманов Ж., Тураев С.Ж., Хасанов Ф.Х., Худайбердиев Ф., Осинский А.В. Инструментальные нейтронно-активационные одновременное определение микроэлементов в гидрогеологических образцах // Узбекский физический журнал – Ташкент, 2007. - вып. 9. - № 1. – С. 67-70.

10. Мирходжаев Б.И., Бакиев С.А. Основные критерии оценки урановорудных регионов Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2009.- № 4. – С. 27-31.

11. Mirkhodjaev B., Bakiev S. The stratigraphic position, metamorphism and ore-bearing of black shales of the middle and southern Tien Shan.// Bulletin of the Tethys geological society.- Cairo, 2010. - Vol. 5.- P. 19-23.

12. Калабугин Л.А., Бакиев С.А., Калабугин А.Л., Гафуров Т.А., Умаров Р.Б. Эксплуатационные запасы попутных промышленных вод разрабатываемого нефтяного месторождения Крук в Бухарской области // Геология и минеральные ресурсы.- Ташкент, 2007. - № 6. – С. 40-43.

Патенты и авторские свидетельства

13. Патент № 3764 UZ. ИН DP 9500546.1. Бакиев С.А., Шириев О.Д., Хамудханова Ш.З. и др. Способ извлечения йода из подземных вод. Заявлено 06.06.1995; Оpubл. 30.09.1996. Бюл. № 3. – С. 10.

14. Патент № 3765 UZ. ИН DP 9500547.1. Бакиев С.А., Шириев О.Д., Хамудханова Ш.З. и др. Установка для извлечения йода из подземных вод. Заявлено 06.06.1995; Оpubл. 30.09.1996. Бюл. № 3. – С. 11.

15. Патент № 4145 UZ. ИН DP 9600883.1. Бакиев С.А., Шириев О.Д., Кодиров Г. и др. Установка для извлечения йода из рассолов. Заявлено 04.10.1996; Оpubл. 31.03.1997. Бюл. № 1. – С. 50.

16. Патент № IAP 01973 UZ. ИНАР 9500546.1. Бакиев С.А., Шириев О.Д., Хамудханова Ш.З. и др. Способ извлечения йода из подземных вод. Заявлено 05.06.1995; Оpubл. 31.08.2000. Бюл. № 4. – С. 10.

17. Патент № IAP 01974 UZ. ИНАР 9500547.1. Бакиев С.А., Шириев О.Д., Хамудханова Ш.З. и др. Установка для извлечения йода из подземных вод. Заявлено 05.06.1997; Оpubл. 31.08.2000. Бюл. № 4. – С. 11.

18. Патент № SAP 00448 UZ. SAP 20040071. Ахмедов Н.А., Кучухидзе Т.В., Бакиев С.А. и др. Установка для извлечения йода из подземных вод. Заявлено 15.12.2004; Оpubл. 30.12.2005. Бюл. № 5. – С. 184-186.

19. Хасанов А.С., Хамудханова Ш.З., Бакиев С.А. и др. Электрохимический способ извлечения редких элементов из подземных вод. А. с. Заявлено 12.03.1985, Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР. 02.06.1986. № 238286.

Статьи в научно-технических сборниках и тезисы докладов

20. Бакиев С.А., Калабугин Л.А. К вопросу о формировании промышленных вод артезианских бассейнов Юго-Западного Узбекистана // Вопросы геохимии и динамики подземных вод Средней Азии. – Ташкент: САИГИМС.- 1977. - вып. 2. – С. 95-100.

21. Бакиев С.А. Подземные воды Бухаро-Каршинского артезианского бассейна как возможный источник редких элементов //Вопросы геохимии и динамики подземных вод Средней Азии. - Ташкент: САИГИМС.- 1978. - вып.3 - С. 50-57.

22. Бакиев С.А. Результаты статистической обработки химического состава промышленных редкометальных вод Бухаро-Каршинского

артезианского бассейна // Вопросы геохимии и динамики подземных вод Средней Азии. - Ташкент: САИГИМС. - 1981. - вып.5.- С. 70-81.

23. Mirkhodjaev B., Bakiev S. The criteria of an estimation of Uzbekistan uraniferous regions.// Global Uranium Symposium. -Keystone, Colorado.- May 11-13.- 2009.- P.36

24. Кудратов А.М., Убайдуллаев Б.К., Бакиев С.А., Калабугин А.Л. О возможности извлечения скандия из подземных вод с помощью адсорбентов.// Ўзбекистон минерал хом ашёларини кимёвий қайта ишлашнинг долзарб муаммолар: Умумий ва ноорганик кимё институти 70 йиллигига бағишланган Республки илмий-амалий анжумани маъруза тезислари, Тошкент, 2003. – 70 б.

25. Бакиев С.А., Гаврилюк М.Г., Юсупханова М.К. Влияние органических веществ на распределение редких элементов в подземных водах рифогенных структур Чарджоуской структуры (Южный Узбекистан) // Тез. докл. VI Всесоюзн. конф. по химии и технологии редких элементов. 27-29 сентябрь, Ашхабад: 1983. - С. 159.

26. Бакиев С.А. Промышленные редкометалльные воды Амударьинского артезианского бассейна // Тез. докл. Науч. практ. конф, посвящ. 50-летию Туркмен НИГРИ. - Ашхабад, 17-19 октябрь, 1991 г.), - Ашхабад: Ылым, 1991. - С. 142-143.

27. Бакиев С.А. О содержании йода в природных водах Узбекистана // Йоддефицитные состояния: итоги эпидемиологических исследований по йоддефициту в Республике Узбекистан // Тез. докл. Междунар. Симпоз. 10 ноября 1998г. – Ташкент: 1998. – С.17.

28. Бакиев С.А., Кудратов А.М., Тюгай В.К. Извлечение йода из подземных хлоридных вод Ферганской долины // Актуальные проблемы химии и химической технологии: Труды Респ. Науч.-техн. конф. – Ташкент, 2002. – С. 16-21.

29. Бакиев С.А., Мавлянов Н.Г. Перспективы добычи нетрадиционного гидроминерального сырья // Проблемы рудных месторождений и повышение эффективности геологоразведочных работ: Тр. Междунар. науч. практ. конф. 21-24 октября. 2003 г. – Ташкент. 2003. - С. 320-321.

30. Бакиев С.А., Мавлонов А.А., Тюгай В.К. Подземные воды как возможные источники добычи золота // Проблемы рудных месторождений и повышение эффективности геолого-разведочных работ: Тр. Междунар. науч. практ. конф. 21-24 октября, 2003 г. – Ташкент. 2003. - С. 321-322.

31. Бакиев С.А. Промышленные воды Узбекистана // Техносфера, человек и микроэлементы: Тр. Респ. научно- практ. конф. – Ташкент, 2004. – С. 25-27.

32. Бакиев С.А. Гидроминеральные ресурсы Узбекистана // Техносфера, человек и микроэлементы: Тр. Респ. научно-практ. конф. – Ташкент, 2004. – С. 27-29.

33. Бакиев С.А. Влияние рН подземных вод на содержание в них микрокомпонентов // Техносфера, человек и микроэлементы: Тр. Респ. Научно-практ. конф. – Ташкент, 2004. – С. 29-30.

34. Бакиев С.А. Загрязнение подземных вод микрокомпонентами // Техносфера, человек и микроэлементы: Тр. Респ. Научно- практ. конф. – Ташкент, 2004. – С. 31-33.
35. Бакиев С.А., Кутюкова О.В. Об изменении значений водородного показателя подземных вод Чалышской линзы // Загрязнение пресных вод аридной зоны: оценка и уменьшение: Междунар. симпоз. 20-22 сентябрь, Ташкент, 2004. – С. 96-97.
36. Бакиев С.А. Комплексное освоение промышленных вод Узбекистана // Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии: Материалы. Межд. науч. конф. посвящ. 100 летию со дня рождения акад. Г.В. Богомолова. - Минск, 2005. - Т.1. – С. 51.
37. Бакиев С.А., Калабугин Л.А. Вынос солей попутными водами разрабатываемых нефтяных месторождений // Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана: Тез. докл. Междунар. науч.– практ. конф., 1-3 октября, 2008 г. - Алматы, 2008. – С. 73-74.
38. Bakiev S-m.A., Rakhmanov J., Bakiev S-m.A., and others. Development of the neutron activation technique for mercury determination and its application for search of new fields of hydrocarbonic raw materials // The seventh international conference. Modern problems of nuclear physics. 22-25 september - 2009. – Tashkent. 2009. - P. 203-204.
39. Бакиев С.А., Мирходжаев Б.И. Оценка урановорудных регионов Узбекистана // Новые идеи в науках о Земле: IX - Междунар. конф. 14-17 апреля 2009. – Москва, 2009. – С. 296-297.
40. Бакиев С.А. Наследие: В.И. Вернадского // Тр. Междунар. конф. посвящ. 140 летию со дня рождения выдающегося русского ученого. – где 2008. – С. 20-27.
41. Бакиев С.А., Мирходжаев Б.И. Перспективы использования попутных вод при добычи нефти на нефтяных месторождениях Узбекистана // Междунар. конф. по инновационным технологиям – Ташкент: ТашГТУ, 2010. – С. 21-24.
42. Bakiev S-n.A., Bakiev S-m.A., Rakhmanov J. Determination of bromine and accompanying elements in hydromineral raw materials by instrumental neutron activation technique. // The sixth international conference modern problems of nuclear physics, 19-22 September – Tashkent, 2006, – P. 271-272.
43. Еникеев Н.И., Калабугин Л.А., Бакиев С.А. К вопросу распространения подземных вод с повышенным содержанием редких элементов в пределах Узбекистана // Прикладные вопросы гидрогеохимии и гидродинамики Средней Азии: Тр. Института гидрогеологии и инженерной геологии. - Ташкент: САИГИМС.- 1975. - вып. 1. - С. 12-23.
44. Хасанов А.С., Калабугин Л.А., Щеглов В.С., Бакиев С.А. Изучение гидроминерального сырья Узбекистана по результатам бурения нефтепоисковых скважин // Гидрогеохимические поиски месторождений полезных ископаемых: Тез. докл. Всесоюз. совещ. ноябрь 1986г. - Томск, 1986. - С. 138-139.
45. Ишанходжаев С., Менгтураев М.М., Бакиев С.А. Обезвреживание отработанных растворов опытно-промышленной йодной установкой //

Производство в решении экологических проблем: Тез. докл. Наук. Образование. – Уфа, 2002. – С. 284-286.

46. Калабугин Л.А., Бакиев С.А. Рекомендации по созданию опорной наблюдательной сети Государственного мониторинга подземных минеральных вод на территории Узбекистана // Современное состояние подземных вод: Проблемы и их решения: Тез. докл. Междунар. науч. практ. конф. – Ташкент, 2008. – С. 118-121.

47. Калабугин Л.А., Кулагина Т.В., Бакиев С.А., Умаров Р.Б. О возможности использования азотно – щелочных терм Бухаро-Каршинского артезианского бассейна для хозяйственно – питьевого водоснабжения // Проблемы обеспечения водными ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения: Тез. докл. Респ. науч. практ. конф. – Ташкент, 2008. – С. 52-54.

48. Кудратов А.М., Бакиев С.А., Сулаймонов С.В. О возможности очистки поверхностных и подземных вод от тяжелых металлов и токсичных компонентов // Создание систем рационального использования поверхностных и подземных вод бассейна Аральского моря: Матер. Междунар. научно – практ. конф. – Ташкент.: ГИДРОИНГЕО, 2003. – С. 128-130.

49. Бакиев С.А., Мавлянов Н.Г., Хабиров Р.С. Очистка природных вод от тяжелых металлов. // Водоснабжение, инженерная гидрогеология: Тез. докл. Научно – практ. конф. 70 – летию ФГУП «НИИВОДГЕО» – Москва, 2004. – С. 95-97.

50. Бакиев С.А., Калабугин Л.А., Щеглов В.С., Умаров Р.Б. Промышленные воды Узбекистана и перспективы их использования. // Гидрогеологические исследования в Узбекистане: Тр. посвящ. 50 – летию гидрогеологической службы Узбекистана. – Ташкент: ГИДРОИНГЕО. - 2007. – С. 45-50.

Карты

51. Бакиев С.А., Калабугин Л.А., Щеглов В.С. Карта промышленных вод Узбекистана. М-б. 1: 2 500 000. Ташкент: 2006.

52. Геоэкологическая карта Узбекистана. Масштаб 1: 1 000 000. Коллектив авторов. / Под ред. Р.И. Гольдштейна, А.С. Вишнякова, С.А.Бакиев и др. (-Ташкент: Госкомгеология РУз, 1998-1999).

53. Карта прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных промышленных вод СССР. Масштаб. 1: 2 500 000, / Под ред. С.С. Бондаренко. - М., 1985.

54. Карта минеральных, термальных и промышленных вод Средней Азии, Южного и Юго-Западного Казахстана. Масштаб 1: 1 000 000. Мингео СССР. – Ташкент, 1987.

Методические рекомендации

55. Калабугин Л.А., Щеглов В.С., Бакиев С.А. Методические рекомендации по изучению гидроминерального сырья на площадях, разведываемых на нефть и газ. - Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 1988. - 36 с.

56. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ Республики Узбекистан материалов по подсчету эксплуатационных

запасов лечебных минеральных, промышленных и теплоэнергетических подземных вод. // Бакиев С.А., Волков В.П., Калабугин Л.А., Щеглов В.С. - Ташкент: Госкомгеологии РУз, 1994. - 32 с.

57. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям промышленных вод. // Бакиев С.А., Волков В.П., Калабугин Л.А., Щеглов В.С. – Ташкент: Госкомгеологии РУз, 1994. - 20 с.

58. Бакиев С.А., Калабугин Л.А. Методические рекомендации по поискам и разведке месторождений подземных минеральных и промышленных вод. - Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2008. - 197 с.

Геология – минералогия фанлари доктори илмий даражасига талабгор Бакиев Саиднасим Алимовичнинг 04.00.06.-“Гидрогеология” ихтисослиги бўйича “Ўзбекистоннинг йодли саноат сувларини шакилланиш қонуниятлари ва улардан фойдаланиш истикболлари” мавзусидаги диссертациясининг
РЕЗЮМЕСИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: йодли саноат сувлари, ривожланиш тарихи, мезозой, кайназой, нефть ва газ, минераллашиш, теран ёриқлик, йўлдош нефт сувлари, йодни ажратиш технологияси, йодни тозалаш.

Тадқиқот объектлари: Ўзбекистоннинг мезозой – кайназой ётқизикларидаги сувли мажмуалар.

Ишнинг мақсади: Ўзбекистоннинг йодли саноат сувларини шакилланиш қонуниятларини ўрганиш, гидроминерал хомашё базасини илмий асослаш, ер ости саноат сувларидан йод ажратишнинг технологик чизмасини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот методлари: геолого-гидрогеологик, гидрохимёвий тадқиқотларнинг мажмуавий таҳлили, мезозой ва кайназой даврида минтақанинг ривожланиш тарихи, йодли саноат сувларининг шакилланиш қонуниятларини ўрганиш, башоратли захираларини баҳолаш, йод ажратиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Ўзбекистоннинг йодли саноат сувларини шакилланиш қонуниятлари ва тарқалиши, тузилмалараро зоналардаги чуқур синклинал эгилишлардаги (Умид) ва Фарғона артезиан ҳавзасининг тоғлараро ботиклигининг чекка қисмидаги (Чуст-Поп) ер ости сувларида йоднинг юқори қуюқланиши аниқланди. Йод ажратиш технологик чизмаси ишлаб чиқилди. Йод ажратиш олиш усули, йод олиш қурилмаси ва қурилманинг саноат намунаси учун патентлар олинди. Йод олишни саноат миқёсида ташкиллаштириш учун Ўзбекистон Республикаси Давлат Захиралари Қўмитасида техник – иқтисодий асослаш кондициялари ва захиралари ҳисобланди ва тасдиқланди.

Амалий аҳамияти: йодли саноат сувларининг истикболли конлари асосланди, газли ва газ конденсатли конлар ривожланган зоналарда ва чуқур узилмаларда йоднинг юқори қуюқланиши борлиги исботланди. Йодли саноат

сувларнинг шакилланиш қонуниятлари аниқланди. Ер ости ва йўлдош сувлардан йод олишнинг технологик чизмаси ишлаб чиқилди. Бу конларни ўзлаштиришда иқтисодий самарадорликни ва экологик ҳавфсизликни оширишда қўлланиши мумкин.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги. Тадқиқот натижаларидан Ўзбекистон саноат сувлари ва Ўрта Осиё минерал, термал, саноат сувлари хариталарини тузишда фойдаланилди. Ишлаб чиқилган технологик қурилмалар ишлаб чиқаришга жорий қилинди ва тажриба -саноат синовидан ўтди. Олинган натижалар Ўзбекистон Миллий Университети геология факултетида дарс-машғулотларни ўтказишдаги ўқув жараёнларига тадбиқ қилинди.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: Ўзбекистон Республикасининг нефт-газ ва йод қазиб олиш тармоқлари, маориф тизими.

РЕЗЮМЕ

диссертации Бакиева Саиднасима Алимовича «Закономерности формирования промышленных йодных вод Узбекистана и перспективы их использования» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 04.00.06 – «гидрогеология».

Ключевые слова: промышленные йодные воды, история развития, мезозой, кайнозой, нефть и газ, минерализация, глубинный разлом, попутные нефтяные воды, технология извлечения йода, очистка йода.

Объекты исследования: водоносные комплексы мезозой кайнозойских отложений артезианских бассейнов Узбекистана.

Цель работы: изучение закономерностей формирования промышленных йодных вод Узбекистана, научное обоснование гидроминеральной сырьевой базы, разработка технологических схем извлечения йода из подземных промышленных вод.

Метод исследования: комплексный анализ геолого-гидрогеологических, гидрогеохимических исследований, история развития регионов в мезозое и кайнозое, изучение закономерностей формирования промышленных йодных вод, оценка прогнозных запасов, разработка технологии извлечения йода.

Полученные результаты и их новизна: установлены закономерности формирования и распространения промышленных йодных вод Узбекистана, выявлены высокие концентрации йода в подземных водах межструктурных зон глубоких синклинальных прогибов (Умид) и краевых частях межгорных впадин Ферганского артезианского бассейна (Чуст-Пап). Разработана технологическая схема извлечения йода. Созданы опытно-промышленные установки для извлечения йода. Получены патенты на способ извлечения йода, на установку для добычи йода и на промышленный образец установки. Выявлены перспективные месторождения для организации промышленной добычи йода, подсчитаны и утверждены ТЭО кондиции и запасы в ГКЗ Республики Узбекистан.

Практическая значимость: обоснованы перспективные месторождения промышленных йодных вод, доказана приуроченность повышенных концентраций йода к зонам развития газовых и газоконденсатных месторождений и глубинным разломам. Выявлены закономерности формирования промышленных йодных вод. Разработана технологическая схема добычи йода из подземных и попутных вод, повышающие экономическую эффективность и экологическую безопасность при разработке недр.

Степень внедрения и экономическая эффективность. Результаты исследования использованы при составлении карт минеральных, термальных и промышленных вод Средней Азии и карты промышленных вод Узбекистана. Разработанные технологические установки успешно внедрены в производство и прошли опытно-промышленные испытания. Полученные результаты внедрены в учебный процесс при проведении занятий на геологическом факультете Национального Университета Узбекистана.

Область применения: нефтегазовая и йододобывающая отрасли промышленности Республики Узбекистан, система образования.

R E S U M E

Thesis of Bakiev Saidnasim Alimovich on the scientific degree competition of the doctor of sciences in geology and mineralogical on specialty 04.00.06 –
Gidrogeologiya, subject: « The regularities of the formation of Industrial iodine waters of Uzbekistan and the prospects for their use».

Key words: industrial iodine water development history, mesozoic, cenozoic, oil and gas, mineralization, deep fault, associated petroleum water, extraction technology of iodine, iodine refining.

Subject of research: water-bearing complexes of mesozoic-cenozoic sediments of artesian basins in Uzbekistan.

Purpose of work: studying the regularities of the formation of industrial iodine waters of Uzbekistan, the scientific substantiation of hydromineral raw materials, development of technological schemes for extraction of iodine from underground industrial waters.

Method of research: the complex analysis of geological and hydrogeological, hydrogeochemical researches, the history of regional development in mesozoic and cenozoic, studying the regularities of formation of industrial iodine waters, an estimation of probable reserves, development of technology for extraction of iodine.

The results obtained and their novelty: the regularities of formation and distribution of industrial iodine waters of Uzbekistan, identified high concentrations of iodine in the groundwater between the structural zones of deep synclinal basins (Umid) and marginal parts of the intermountain valleys of Fergana Artesian Basin (Chust-Pap). The technological scheme of extraction of iodine is developed. Established a pilot plant for extraction of iodine. The patents on the method of extracting iodine, the installation for the extraction of iodine and an industrial design setting are received. Perspective deposits for the organization of industrial production

of iodine are revealed, calculated and approved by the FS condition and stock SRC Republic of Uzbekistan.

Practical value: the perspective deposits of industrial iodine waters are proved, proved the association of elevated concentrations of iodine to the areas of gas and gas condensate deposits and deep faults. The regularities of the formation of industrial iodine waters are revealed. The technological scheme of production of iodine from underground and associated waters, increases economic efficiency and environmental safety in mining.

Degree of embed and economic effectivity: the results of the researches used in the mapping of mineral, thermal and industrial waters in Central Asia and the maps of industrial waters in Uzbekistan. Developed a technological systems are successfully implemented and have passed a pilot tests. The results obtained are introduced into the educational process in conducting studies on the geological faculty of National University of Uzbekistan.

Field of application: oil&gas and iodine-extracting industry of the Republic of Uzbekistan, the Education System.